TNIAC 2020

Thai-Nichi Institute of Technology : Academic Conference

The 6th Thai-Nichi Institute of Technology: Academic Conference

21 May 2020

Thai-Nichi Institute of Technology, Bangkok Thailand

The 6th Thai-Nichi Institute of Technology

Academic Conference

(TNIAC 2020)

Proceedings Book

21 May 2020

บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในหนังสือการประชุม TNIAC 2020 ทั้งหมดนี้ได้รับการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ข้อความและเนื้อหาที่ตีพิมพ์ในหนังสือการประชุม TNIAC 2020 เป็นลิขสิทธิ์ของผู้จัดพิมพ์ บุคคลได้รับอนุญาตให้อ้างอิงเฉพาะเพื่อการศึกษา การวิจัย การวิเคราะห์ หรือการวิจารณ์ ภายใต้กฎหมายลิขสิทธิ์ของประเทศห้ามมิให้มีการนาไปผลิตเพื่อการค้า และการดัดแปลงส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้จะด้วยวิธีการใดก็ตามจะต้องได้รับการอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้จัดพิมพ์

Papers published in TNIAC 2020's proceedings were reviewed by educational and professional experts. The message and contents published in TNIAC 2020's proceedings are copyright of publisher. Individuals are allowed to refer specifically for education, research, analysis or criticismunder the copyright laws of the Kingdom of Thailand. Production for commercial purposes is prohibited. Modification of any part of this proceeding must be allowed by obtaining written permission from the publisher.

ความรับผิดชอบด้านเนื้อหา ข้อมูล ข้อความ ภาพและตารางประกอบ ข้อคิดเห็นส่วนตัวที่ลงตีพิมพ์ในบทความวิจัยและมีการนาเสนอในการประชุม TNIAC 2020 เป็นของผู้เขียนบทความ หากมีความผิดพลาดใดๆ หรือหากตรวจสอบพบว่ามีการตีพิมพ์ซ้าซ้อนและละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่น ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียนแต่เพียงผู้เดียว

Responsibility for the contents, data, figures, tables, and opinions of the articles presented and published in TNIAC 2020 is sole responsibility of the authors. If it is found that the whole or any part of these articles have any mistakes or have been already published in other publications or have patent infringement, the offense is also the responsibility of the authors.

จัดพิมพ์โดย
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250
โทรศัพท์ 027632600 โทรสาร 027632700
Website: http://www.tni.ac.th

Copyright 2020 Thai-Nichi Institute of Technology (TNI)

คณะกรรมการจัดงานประชุมวิชาการระดับชาติ TNIAC 2020

ประธานจัดการประชุม : รศ. ดร.บัณฑิต โรจน์อารยานนท์
อธิการบดี สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

คณะกรรมการจัดการประชุม:

อาจารย์พรอนงค์ นิยมค้า โฮริคาวา	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
รศ. ดร.ชุมพล อันตรเสน	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
รศ. ดร.รัตติกร วรากูลศิริพันธุ์	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ผศ. รังสรรค์ เลิศในสัตย์	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ผศ. ดร.วรรณวิมล รุ่งธีระ	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
รศ. ดร.ทวีพล ซื่อสัตย์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ศ. ดร.ธนารักษ์ ธีระมั่นคง	สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผศ. ดร.จักรกฤษณ์ ศุทธากรณ์	มหาวิทยาลัยมหิดล
ดร.เทพชัย ทรัพย์นิธิ	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
Prof. Dr.Hiroshi KONNO	Tohoku Institute of Technology, Japan
Prof. Dr.Akito TAKASAKI	Department of Engineering Science and Mechanics, Shibaura Institute of Technology, Japan
Prof. Dr.Chaoyang LI	Center for Nanotechnology, Research Institute, International Relations Center, Kochi University of Technology, Japan
Prof. Dr.Samuel S. Chua	Lyceum of the Philippines University, Philippines
Prof. Dr.Manfred Glesner	Technische Universität Darmstadt, Germany

คณะกรรมการด้านวิชาการ:

รศ. ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ศ. ดร.โกสินทร์ จำนงไทย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ. ดร.กันต์พงษ์ วรรัตน์ปัญญา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ดร.ดาวัลย์ วิวรรธนะเดช	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์วสันต์ จันทร์สัจจา	บริษัทหลักทรัพย์บัวหลวง จำกัด (มหาชน)
รศ.ดร.สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ. ดร.วิจิตรา จำลองราษฎร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ. ดร.กอบกูล จันทรโคลิกา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผศ. วัชรพงษ์ แจ้งประจักษ์	มหาวิทยาลัยบูรพา
ดร.อรอุษา พิมพ์สวัสดิ์	มหาวิทยาลัยบูรพา
ผศ.อัญชลี สุพิทักษ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ดร.มหรรณพ ฟักขาว	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
รศ.ดร.อรรณพ หมั่นสกุล	คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ดร.ประมุข บุญเสี่ยง	คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ดร.ศรายุทธ นนท์ศิริ	คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ดร.ณัฐกิตติ์ จิตรเอื้อตระกูล	คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ผศ.ดร.จักร ติงศภัทิย์	คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ผศ.ดร.รชตะ รุ่งตระกูลชัย	คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ผศ.ดร.บัณฑิต อนุญาหงษ์	สำนักวิชาพื้นฐานและภาษา สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ผศ.อมราวดี ทัพพุน	สำนักวิชาพื้นฐานและภาษา สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ผศ.ดร.วิมล แสนอุ้ม	ศูนย์ความเชี่ยวชาญการบูรณาการระบบอัจฉริยะ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Prof. Dr.Tsutomu KONOSU	Chiba Institute of Technology, Japan
Prof. Dr.Akimitsu HATTA	Center for Nanotechnology, Research Institute, Kochi University of Technology, Japan
Prof. Dr.Hideki HOSODA	Tokyo Institute of Technology, Japan
Prof. Dr.Kou YAMADA	Gunma University, Japan
Prof. Dr.Tatsuhiko AIZAWA	Department of Engineering and Design, Shibaura Institute of Technology, Japan
Prof. Dr.Volodymyr Chernenko	University of the Basque Country, Spain
Assoc. Prof. Dr.Sanghyuk Lee	Department of Electrical and Electronic Engineering, Xi'an Jiaotong-Liverpool University, China

สารจากประธานคณะกรรมการจัดการประชุมวิชาการ TNIAC 2020



รองศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต โรจน์อารยานนท์
ประธานคณะกรรมการจัดการประชุม
อธิการบดี
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ได้ริเริ่มจัดประชุมวิชาการระดับชาติ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงการบริหารจัดการอุตสาหกรรม การศึกษา ภาษา และวัฒนธรรม ในรูปแบบของสหวิทยาการ เพื่อเป็นสื่อกลางการประชุมแลกเปลี่ยนความรู้ทางวิชาการและงานวิจัย ระหว่างนักศึกษา คณาจารย์ และนักวิจัยทั้งของภาครัฐและเอกชน ภายใต้ชื่อ TNIAC (Thai-Nichi Institute of Technology: Academic Conference) โดยเริ่มจัดการประชุมครั้งแรกในปี พ.ศ. 2554 และจัดติดต่อกันมาแล้ว 5 ครั้ง

ในปี พ.ศ. 2563 นี้ ทางสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ได้จัดการประชุมวิชาการระดับชาติ The TNI Academic Conference 2020 เป็นครั้งที่ 6 โดยแบ่งกลุ่มหัวข้อการวิจัยและบทความทางวิชาการออกเป็น 4 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1: การศึกษา ภาษาและสังคมศาสตร์ (Education, Language and Social Science) กลุ่มที่ 2: เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information Technology and Communication) กลุ่มที่ 3: วิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ (Sciences and Engineering) และ กลุ่มที่ 4: การบริหารธุรกิจ (Business Administration) เพื่อให้นักศึกษา คณาจารย์ ตลอดจน นักวิจัย จากสถาบันต่าง ๆ ได้นำเสนอผลงานวิจัย ที่นำไปสู่การแลกเปลี่ยนทางวิชาการ การถ่ายทอดความรู้ ความร่วมมือทางวิชาการและวิจัยต่อไปในอนาคต

เนื่องจากเหตุการณ์แพร่ระบาดของไวรัสสายพันธุ์ใหม่ (COVID-19) การประชุมวิชาการในปีนี้จึงกำหนดให้เป็นการนำเสนอและการร่วมประชุมทาง Online โดยมีบทความที่ส่งเข้าร่วมการพิจารณาจำนวน 58 บทความ และบทความที่ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ และได้รับการตัดสินให้นำเสนอในการประชุมวิชาการครั้งนี้ จำนวน 40 บทความ โดยเป็นบทความของนักวิจัย นักวิชาการ คณาจารย์และนักศึกษาจากหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งสถาบันการศึกษาของรัฐและเอกชน รวมทั้งองค์กรธุรกิจเอกชน จำนวนรวมทั้งสิ้น 10 หน่วยงาน

ในฐานะประธานคณะกรรมการจัดการประชุม ผมขอขอบคุณผู้ร่วมนำเสนอผลงานและผู้เข้าร่วมการประชุมวิชาการทุกท่าน ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่ประเมินบทความ คณะกรรมการจัดการประชุมวิชาการและบุคลากรทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการทำให้การจัดการประชุมวิชาการครั้งนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ทุกประการ สุดท้ายนี้ผมหวังเป็นอย่างยิ่งว่าข้อมูลและองค์ความรู้จากผลงานวิจัยและบทความวิชาการต่าง ๆ ที่ทุกท่านได้รับจากการประชุมวิชาการในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับการต่อยอดงานวิจัยและการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

กำหนดการประชุมวิชาการระดับชาติ

The 6th Thai-Nichi Institute of Technology Academic Conference (TNIAC 2020)

<table>
<tr><th>เวลา</th><th>กำหนดการ</th></tr>
<tr><td>08.30-09.00 น.</td><td>ลงทะเบียน</td></tr>
<tr><td>09.00-09.10 น.</td><td>ประธานจัดการประชุม กล่าวถึงวัตถุประสงค์ในการจัดงาน</td></tr>
<tr><td>09.10-9.30 น.</td><td>กล่าวเปิดการประชุมวิชาการระดับชาติ TNIAC 2020</td></tr>
<tr><td>09.30-11.30 น.</td><td>นำเสนอผลงานวิจัย Parallel Sessions A
<table>
<tr><td>เวลา</td><td>A1</td><td>A2</td><td>A3</td><td>A4</td><td>A5</td></tr>
<tr><td>09.30 – 10.00</td><td colspan="5">ช่วงเวลาเตรียมความพร้อม</td></tr>
<tr><td>10.00 – 10.15</td><td>EN-1</td><td>EN-5</td><td>IT-1</td><td>IT-5</td><td>BA-1</td></tr>
<tr><td>10.15 – 10.30</td><td>EN-2</td><td>EN-6</td><td>IT-2</td><td>IT-6</td><td>BA-2</td></tr>
<tr><td>10.30 – 10.45</td><td>EN-3</td><td>EN-7</td><td>IT-3</td><td>IT-7</td><td>BA-3</td></tr>
<tr><td>10.45 – 11.00</td><td>EN-4</td><td>EN-8</td><td>IT-4</td><td>IT-8</td><td>BA-4</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>11.30-12.30 น.</td><td>พัก</td></tr>
<tr><td>12.30-14.00 น.</td><td>นำเสนอผลงานวิจัย Parallel Sessions B
<table>
<tr><td>เวลา</td><td>B1</td><td>B2</td><td>B3</td><td>B4</td><td>B5</td></tr>
<tr><td>12.30 – 13.00</td><td colspan="5">ช่วงเวลาเตรียมความพร้อม</td></tr>
<tr><td>13.00 – 13.15</td><td>EN-9</td><td>IT-9</td><td>BA-5</td><td>BA-9</td><td>BA-13</td></tr>
<tr><td>13.15 – 13.30</td><td>EN-10</td><td>IT-10</td><td>BA-6</td><td>BA-10</td><td>BA-14</td></tr>
<tr><td>13.30 – 13.45</td><td>EN-11</td><td>IT-11</td><td>BA-7</td><td>BA-11</td><td>LA-1</td></tr>
<tr><td>13.45 – 14.00</td><td>EN-12</td><td>IT-12</td><td>BA-8</td><td>BA-12</td><td>LA-2</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

รายละเอียดตารางการนำเสนอ

Session A1 **Chair: ดร. ไพศาล สุดวิลัย**		**Link:** https://meet.google.com/xyn-ktgx-bbv **Admin:** ดร. มหรรณพ ฟักขาว	
ID	หัวข้อ (Title)	(Author)	หน้า
EN-1	การแบ่งกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าเพื่อการขอความร่วมมือในการดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลดได้อย่างเหมาะสมโดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์	วุทธิพงศ์ ปุพเพตะนันท์ วาทิต เบญจพลกุล	75
EN-2	ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มแม่นยำสูง ด้วยลอร่าส่วนบุคคล	อรรณพ หมั่นสกุล	81
EN-3	A 1.8V RMS-to-DC Converter by Half-Period Bias Locking Inverter-Based Sigma-Delta Modulator	Atit Tamtrakarn	87
EN-4	การพัฒนาเครื่องเคลื่อนย้ายชิ้นงานแบบอัตโนมัติด้วยหุ่นยนต์แขนกลแบบ 6 แกน	ณิชารีย์ สุธนอดิศรวงศ์ พิมพ์เพชร สระทองอุ่น พิชชา โชติวิเชียร	91

Session A2 **Chair: ผศ. ดร. พรชัย นิเวศน์รังสรรค์**		**Link:** https://meet.google.com/psp-fcnx-yex **Admin:** อาจารย์ ดุษฎี จันทรจิโรจน์กุล	
ID	หัวข้อ (Title)	(Author)	หน้า
EN-5	การปรับปรุงคุณภาพเอ็นซีโค๊ดบนพื้นฐานการสร้างรูปร่างการเคลื่อนที่ของเครื่องกัดซีเอ็นซี 5 แกนขนาดเล็ก	กานต์ วัฒนวิจิตร วิโรช ทัศนะ ชัชชาลี รักษ์ตานนท์ชัย	96
EN-6	การออกแบบและสร้างเครื่องตรวจสอบจุดพกพร่องบนชิ้นงานเหล็กอัตโนมัติด้วยระบบวิชั่น	พงษสวัสดิ์ ดีโคตร วิโรช ทัศนะ	101
EN-7	การลดความสูญเปล่าของกระบวนการประกอบหัวฉีดโดยเครื่องเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ	พิชามญชุ์ ฉิมบันเทิง ดุษฎี จันทรจิโรจน์กุล สันติ มีสุข	107
EN-8	โมเดลการศึกษาปัจจัยและวิเคราะห์ผลที่มีต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช กรณีศึกษา ดัชนีความต่างพืชพรรณ	จักริน ชีพสัจญาณ ณัฐกิตติ์ จิตรเอื้อตระกูล ประจักษ์ เฉิดโฉม	112

Session A3: **Chair: ดร. ศรายุทธ นนท์ศิริ**		**Link:** https://meet.google.com/gme-porb-svh **Admin:** ดร. ณัฐกิตติ์ จิตรเอื้อตระกูล	
ID	หัวข้อ (Title)	(Author)	หน้า
IT-1	ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวง	คฑาวุธ เกษสระ ศุมรรษตรา แสนวา ปรัชนันท์ นิลสุข	15
IT-2	การพัฒนาออกแบบระบบการค้นหาเมนูอาหารไทยจากส่วนประกอบเพื่อแนะนำความเหมาะสมให้แก่ผู้บริโภค	ลักษณารีย์ อุดมปัญญาวรกุล ประจักษ์ เฉิดโฉม ณัฐกิตติ์ จิตรเอื้อตระกูล	19
IT-3	การพัฒนาระบบแนะนำบทความอัตโนมัติบนเว็บไซต์ของบริษัทธุรกิจสื่อโฆษณา	นิติรุจน์ อติไชยทักษ์ ณัฐกิตติ์ จิตรเอื้อตระกูล ประจักษ์ เฉิดโฉม	25
IT-4	เว็บแอปพลิเคชั่นเพื่อวัดประสิทธิภาพของ SME ในการนำ ICT มาใช้ในองค์กร	อดิศักดิ์ เสือสมิง	30

รายละเอียดตารางการนำเสนอ (ต่อ)

Session A4 **Chair: ดร. ธรรศฎภณ สุระศักดิ์**		**Link:** https://meet.google.com/zkq-cmvf-zwp **Admin:** อาจารย์สรวิศ ฟองอินทร์	
ID	หัวข้อ (Title)	(Author)	หน้า
IT-5	แนวทางการปรับปรุงภาพถ่าย และพื้นหลัง ของผลิตภัณฑ์รองเท้า สำหรับธุรกิจออนไลน์ ด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ	ธนทัต จันทร์เกตุ	34
IT-6	การศึกษาการจำแนกข้อมูลความเป็นส่วนตัวโดยใช้เทคนิคการเข้ารหัสและการแฮช	นภัทร อรุณธนา	39
IT-7	ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณและตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา	สร้อยกนก ศรีสวัสดิ์ กรกช วิจิตรสงวน เจ็ดวรรณะ สุกฤษฎิ์ เกิดแสง	44
IT-8	Cat Breed Groups Identification by Eye Shape Matching using Image Processing Techniques	Nacha Zawping Saprangsit Mruetusatorn	49

Session A5 **Chair: ผศ.ดร.วุฒิ สุขเจริญ**		**Link:** https://meet.google.com/emr-roxy-mbd **Admin:** อาจารย์จิรายุ เสมกันทา	
ID	หัวข้อ (Title)	(Author)	หน้า
BA-1	การยอมรับเทคโนโลยีที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้บริการชำระเงินผ่านอิเล็กทรอนิกส์ของผู้บริโภคในจังหวัดกรุงเทพมหานครฯ	กชกร จิตรัตน์ นัชชา สีสุก พงศ์ศรัณย์ วงศ์ชนเดช วัฒน์ มาศฉมาดล	136
BA-2	การวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของคุณภาพการให้บริการด้วยแนวคิด SERVQUALและแบบจำลองคาโน	นฐพล ไกรศักดาวัฒน์ ปาลีรัฐ เลขะวัฒนะ	142
BA-3	การพัฒนาระบบเก็บข้อมูลการลดขยะภายในสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น	ปวเรศ เจียเจริญ มนสิชา รัตนแก้วมณี ธันยพร กณิกนันต์ ศรายุทธ นนท์ศิริ	147
BA-4	เทคนิคการวินิจฉัยองค์กรและจัดทำแผนกลยุทธ์การปรับปรุงธุรกิจ กรณีศึกษาธุรกิจรับออกแบบและผลิตจิ๊กและฟิกซ์เจอร์	ณัฐชยา ศรีคูณ พิชิต งามจรัสศรีวิชัย	154

Session B1 **Chair: ผศ. อัญชลี สุพิทักษ์**		**Link:** https://meet.google.com/afa-vodt-uho **Admin:** อาจารย์สรวิศ ฟองอินทร์	
ID	หัวข้อ (Title)	(Author)	หน้า
EN-9	การพัฒนาศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก	สมชาย พานิชเจริญ วิภาวดี วงษ์สุวรรณ์	116
EN-10	Recommendation System for Calculating a Tire-rotation Cycle Using Linear Regression	Sirawit Towatakawanit Teerapol Silawan	122
EN-11	การพยากรณ์ความต้องการชิ้นส่วนเครื่องปรับอากาศ สำหรับการผลิตแบบความต้องการเฉพาะของลูกค้า	อรรถพันธ์ จันทรกานต์สกุล ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน	126
EN-12	Apple-bruised detection using infrared thermal imaging analytical techniques	Nattapat Pitpreecha Saprangsit Mruetusatorn	130

รายละเอียดตารางการนำเสนอ (ต่อ)

Session B2 **Chair: รศ. ดร. อรรณพ หมั่นสกุล**		**Link:** https://meet.google.com/jgs-ieju-uoy **Admin:** ดร. มหรรณพ ฟักขาว	
ID	หัวข้อ (Title)	(Author)	หน้า
IT-9	การพัฒนารูปแบบการแนะนำงานสำหรับองค์กรและผู้สมัคร ตามทักษะการเรียนรู้ด้วยเทคนิคป่าแบบสุ่ม	สห ธิติถามวัต ประจักษ์ เฉิดโฉม	55
IT-10	วิธีการใหม่ในการป้องกันการโจมตีด้วยครอสไซต์สคริปติ้ง	ชาตรี ทองวรรณ	60
IT-11	การออกแบบวิธีการนำเสนอโปรแกรม Business Intelligence เพื่อผู้มีภาวะตาบอดสี	เมธาพร เจ็งธรรม ประจักษ์ เฉิดโฉม	66
IT-12	แบบจำลองสำหรับการพยากรณ์แนวโน้มราคาหลักทรัพย์ด้วยอัตราส่วนทางการเงิน ของบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย	ฐาปะนีย์ สามัคคี สุพิตา วิพัฒน์กิจไพศาล ณัฐกิตติ์ จิตรเอื้อตระกูล ประจักษ์ เฉิดโฉม	70

Session B3 **Chair:ผศ.ดร.รชตะ รุ่งตระกูลชัย**		**Link:** https://meet.google.com/xhn-abko-idg **Admin: ดร.** ณัฐกิตติ์ จิตรเอื้อตระกูล	
ID	หัวข้อ (Title)	(Author)	หน้า
BA-5	การศึกษาความเป็นไปได้ในโครงการเพิ่มประสิทธิภาพส่วนงานวิเคราะห์โครงการเพื่อขอรับการส่งเสริมการลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมายในประเทศไทย สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)	ปรัชญา แสงภู่ ปัณณทัต จอมจักร์	160
BA-6	การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่นส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี	นันทภรณ์ ภูจริพัฒน์ บุญญาดา นาสมบูรณ์	168
BA-7	กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานในอุตสาหกรรม กลุ่มอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง	ปราริตา ศิลปเผ่าพันธุ์ บุญญาดา นาสมบูรณ์	174
BA-8	ASEAN Green Hotel Standard to Sustainable Green Hotel Business Environment: A Case Study in Thailand Green Hotel Business	Suddhiborn Setthitanand Chatchasorn Chuntamara	180

Session B4 **Chair: ผศ.ดร.ธันยมัย เจียรกุล**		**Link:** https://meet.google.com/ndi-jphf-nmn **Admin:** อาจารย์จิรายุ เสมกันทา	
ID	หัวข้อ (Title)	(Author)	หน้า
BA-9	การรับรู้ตำแหน่งแบบหลายมิติของผลิตภัณฑ์ SME ไทย (กรณีศึกษา ผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน)	ปัญญาณัฏฐ์ พูลสวัสดิ์ วุฒิ สุขเจริญ	186
BA-10	การเปรียบเทียบคุณภาพการให้บริการของห้าง Hypermarket ที่ส่งผลต่อความพึงพอใจและความจงรักภักดีของคนกลุ่ม Generation X ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล	กนกวรรณ สมทรง เบญญทิพย์ แสนสี อัชญา กล้าเวช	193
BA-11	Motivation and Satisfaction of Thai Excursionist in Having Street Food on the Yaowarat Road	Kosawat Ratanothayanon	198
BA-12	A Study of Thai Tourists' Satisfaction towards Night Market in Bangkok: Huamum Night Market.	Ornthasa Wateemongkonkan	204

รายละเอียดตารางการนำเสนอ (ต่อ)

Session B5 **Chair: ผศ. อมราวดี ทัพพุน**		**Link:** https://meet.google.com/wzw-bxmj-zay **Admin:** อาจารย์ ดุษฎี จันทรจิโรจน์กุล	
ID	หัวข้อ (Title)	(Author)	หน้า
BA-13	การตัดสินใจเลือกที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภทการท่องเที่ยวด้วยตนเองในประเทศญี่ปุ่น	ชาคร เหลืองบารมี ชาญชัย ทับเกตุ พีรยา เศรษฐพัฒน์	209
BA-14	แนวทางการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศาสนา เพื่อรองรับผู้เดินทางมาวัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร	กัญญาพัชร วุฒิยา	216
LA-1	การศึกษาเรื่องการระลึกโครงสร้างภาษาญี่ปุ่นชั้นต้นผ่านการประเมินตนเองของผู้เรียน	Hitomi Yamaguchi พรรัตน์ เย็นใจ	2
LA-2	Comparison of English Listening Comprehension Strategies for High-Ability and Low-Ability Learners Taking an English Proficiency Test Preparation Course at Thai-Nichi Institute of Technology	Supatsorn Jindathai	7

Track 1

Education, Language and Social Science:

Modern Teaching and Learning Methodologies, Education System Management, Language Efficiency Improvement Strategy, Social Sciences, Others related topics

การศึกษาเรื่องการระลึกโครงสร้างภาษาญี่ปุ่นชั้นต้น ผ่านการประเมินตนเองของผู้เรียน

A Study of Students Recalling Basic Japanese Structures through their Self-Assessment

1st Hitomi YAMAGUCHI
สำนักวิชาพื้นฐานและภาษา สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
College of General Education and Languages
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, THAILAND
hitomi@tni.ac.th

2nd พรรัตน์ เย็นใจ
Pornrat Yenjai
สำนักวิชาพื้นฐานและภาษา สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
College of General Education and Languages
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, THAILAND
pornrat@tni.ac.th

บทคัดย่อ ——การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่านักศึกษาที่เรียนวิชาภาษาญี่ปุ่นธุรกิจ 1 ภาคเรียนที่ 1/2562 หลังจากปิดภาคเรียนช่วงระยะเวลาหนึ่ง เมื่อเปิดภาคเรียนที่ 2 นักศึกษาสามารถระลึก (Recall) รูปประโยคต่าง ๆ เป็นภาษาญี่ปุ่นที่เกี่ยวกับเป้าหมายการเรียน (Can-do) ในแต่ละข้อได้มากน้อยเพียงใด การวิจัยครั้งนี้นำทฤษฎีการประมวลผล (Level of processing) 3 ระดับ ได้แก่ 1.การประมวลผลระดับโครงสร้าง (Structural processing) 2.การประมวลระดับเสียง (Phonemic processing) 3.การประมวลผลระดับความหมาย (Semantics processing) มาใช้ โดยการประมวลผลระดับความหมายจะทำให้ผู้เรียนมีความทรงจำเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนหลงเหลืออยู่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ลงทะเบียนเรียนวิชาภาษาญี่ปุ่นธุรกิจ 2 ภาคเรียนที่ 2/2562 จำนวน 502 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ สถิติที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถระลึกรูปประโยคต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเป้าหมายการเรียนในแต่ละข้อโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.84) แต่มีเป้าหมายการเรียนบางข้อที่ผู้เรียนไม่สามารถระลึกรูปประโยคได้เป็นอย่างดี

สำหรับผลของการศึกษางานวิจัยนี้ สามารถนำไปพัฒนาสื่อการสอนใหม่ หรือพัฒนาการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถทางทักษะภาษาญี่ปุ่นมากขึ้น และนำภาษาญี่ปุ่นไปใช้กับสถานการณ์จริงได้

คำสำคัญ —— เป้าหมายการเรียน (Can-do), การระลึก (Recall), การประเมินตนเอง (Self-assessment), ระดับการประมวลผล (Levels of processing), การประมวลผลระดับความหมาย (Semantics processing)

ABSTRACT —— **This research has the main objective to study structures that the participants enable to recall when they learn the new lessons in the following semester. For Level of processing is chosen to conduct this research. There are three levels of level of processing including Structural processing, Phonemic processing and Semantics processing. Semantics processing is considered as the level that the students acquire language. For data collection, the participants were 502 university students who studied in the course JPN-102 (Business Japanese 2) taught in the second semester in the academic year 2019 (2/2019) at Thai-Nichi Institute of Technology.**

For the research instrument, the rating-scale questionnaire was applied to collect data. The statistics used for the analysis were frequency, percentage, mean and standard deviation. The findings indicated that the participants studying in JPN-101 (Business Japanese 1) in the previous semester (1/2019) can recall some structures in the Can-do list taught in the class JPN-101 which is considered as the high level ($\bar{X}$ = 3.84). However, there are some structures which the participants seem not to be able to recall.

For the further development, other researchers would be able to apply the findings in this study to develop the new lessons or materials to enhance the level of language proficiency to be able use Japanese effectively in the real world situation.

Keywords ——**Can-do, Recall, Self-assessment, Levels of processing, Semantics processing**

I. บทนำ

ผู้วิจัยสอนวิชาภาษาญี่ปุ่น สังกัดที่สำนักวิชาพื้นฐานและภาษา สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ซึ่งสถาบันฯ ได้จัดการเรียนการสอนวิชาภาษาญี่ปุ่นเป็นวิชาบังคับ โดยนักศึกษาต้องลงทะเบียนเรียนวิชาภาษาญี่ปุ่นจำนวน 5 รายวิชา ในแต่ละภาคเรียนนักศึกษาจะลงทะเบียนเรียน 1 รายวิชา เมื่อจบภาคเรียนที่ 1 จะมีช่วงปิดภาคเรียนประมาณ 1 เดือน และเมื่อจบภาคเรียนที่ 2 จะมีช่วงปิดภาคเรียนประมาณ 3 เดือน ในช่วงปิดภาคเรียน 3 เดือน มีนักศึกษาบางส่วนเรียนภาคเรียนที่ 3 หรือ ภาคเรียนฤดูร้อน และมีนักศึกษาบางส่วนไปแลกเปลี่ยนระยะสั้นที่ประเทศญี่ปุ่นซึ่งมีจำนวนไม่มาก

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น เป็นสถาบันที่ก่อตั้งขึ้นในประเทศไทยและจัดการเรียนการสอนภาษาญี่ปุ่นในฐานะภาษาต่างประเทศ ดังนั้นสภาพแวดล้อมรอบตัวนักศึกษาเป็นสภาพแวดล้อมที่อยู่ในประเทศไทยทั้งสิ้น ไม่มีสิ่งที่เกี่ยวข้องกับประเทศญี่ปุ่น นักศึกษาจะได้สัมผัสกับภาษาญี่ปุ่นโดยตรงจากการเรียนการสอนในห้องเรียนเป็นส่วนใหญ่ เมื่อมีช่วงปิดภาคเรียน อาจจะทำให้นักศึกษาลืมสิ่งที่เรียนในห้องเรียนได้

การเรียนรู้ภาษาต่างประเทศเป็นกระบวนการการเรียนรู้ภาษาเป้าหมาย ในกรณีนี้คือภาษาญี่ปุ่น โดยการพัฒนาอันตรภาษา (Interlanguage) ของผู้เรียน หรือภาษาที่เกิดขึ้นในช่วงของการพัฒนาจากภาษาแม่ไปสู่ภาษาเป้าหมาย ประกอบด้วยกฎเกณฑ์ความรู้เกี่ยวกับภาษาเป้าหมายที่ยังไม่สมบูรณ์ แต่เนื่องจากมีช่วงปิดภาคเรียน ทำให้นักศึกษาไม่มีโอกาสในการใช้ภาษาญี่ปุ่น ไม่สามารถรับข้อมูลเกี่ยวกับภาษาญี่ปุ่นที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาอันตรภาษาได้ ถึงแม้ว่าจะไม่มีการป้อนข้อมูลที่จำเป็นสำหรับ

การพัฒนาอันตรภาษา แต่เพื่อให้ผู้เรียนยังคงรักษาอันตรภาษาต่อไปได้ จึงจำเป็นต้องพัฒนาการสอนในรูปแบบที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถจดจำสิ่งที่เรียนไปแล้วได้

รายวิชาภาษาญี่ปุ่นที่ผู้วิจัยสอน ใช้หนังสือเรียนของสถาบันฯ ตั้งแต่สถาบันฯ ก่อตั้งมา ซึ่งเป็นระยะเวลากว่า 10 ปี โครงสร้างของหนังสือเรียนในแต่ละบทเรียนจะมีชื่อหัวข้อ สถานการณ์จำลองที่เกี่ยวกับหัวข้อนั้น และเป้าหมายของการเรียนในบทนั้น ในแต่ละบทจะมีเป้าหมายการเรียนเพียง 1 เรื่องเท่านั้น และเป็นเป้าหมายอย่างกว้าง ๆ อีกทั้งเป้าหมายการเรียนที่ระบุไว้นั้นมีบางบทที่ไม่สัมพันธ์กับไวยากรณ์ด้วย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงปรับปรุงหัวข้อในแต่ละบทและระบุเป้าหมายการเรียน หรือ Can-do ให้เป็นรูปธรรมและชัดเจนมากขึ้น นอกจากนั้นยังนำกระบวนการการเรียนรู้ภาษาที่สองมาปรับปรุงเนื้อหาและจัดทำเป็นเอกสารประกอบการสอนวิชา JPN-101 ภาษาญี่ปุ่นธุรกิจ 1 (Workbook) ซึ่งเริ่มใช้ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

Can-do ที่ใช้ในการเรียนการสอนภาษาญี่ปุ่น มาจากการที่เจแปนฟาวน์เดชั่นได้จัดทำกรอบมาตรฐานการเรียนการสอนภาษาญี่ปุ่น (JF Standard) ในปี 2010 โดยอ้างอิงมาจากแนวคิดของการเรียนการสอนภาษาในยุโรป หรือ CEFR (Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment) ซึ่ง Can-do นี้ จะเขียนให้อยู่ในรูป “สามารถ...ได้” ดังนั้น ผู้เรียนจะได้ทำความเข้าใจความหมายในแต่ละ Can-do หลังจากนั้น สามารถนึกภาพออกได้อย่างง่ายว่าจะนำรูปประโยคไปใช้อย่างไร ผู้เรียนจะสามารถเชื่อมโยงรูปประโยคกับความหมายได้อย่างง่าย

กระบวนการการเรียนรู้ภาษาที่สอง ได้แก่ 1.ข้อมูลรับเข้า (Input) 2. การสังเกต (Noticing) 3. การทำความเข้าใจ (Comprehension) 4. ข้อมูลซึมซับ (Intake) 5. การบูรณาการ (Integrating) และ 6. ข้อมูลส่งออก (Output) [1] นอกจากนั้น การเรียนรู้ภาษาที่สองเป็นความสัมพันธ์ที่ไม่สามารถแยกออกจากกระบวนความจำได้ กระบวนความจำ มี 3 ขั้นตอน คือ “จำ เก็บ นึกออก” หรือเรียกว่า กระบวนการจำ กระบวนการเก็บข้อมูล กระบวนการระลึก

จากทฤษฎีที่เก็บความจำ 2 ชนิด ของ Atkinson และ Shiffrin คือ ที่เก็บความจำในระยะสั้น และที่เก็บความจำในระยะยาวนั้น [2] ในขั้นตอนของ Intake หรือข้อมูลซึมซับ หัวข้อที่เรียนจะถูกเก็บไว้ในส่วนของความจำระยะสั้น พอมีการฝึกฝนหลายครั้งจะถูกโอนไปเก็บไว้ในส่วนของความทรงจำระยะยาว ซึ่งการฝึกฝน หรือ Rehearsal มีอยู่ 2 วิธี วิธีแรก คือ Maintenance Rehearsal เป็นการพูดคำหรือรูปประโยคหลาย ๆ ครั้ง วิธีที่สอง คือ Elaborative Rehearsal เป็นการฝึกฝนรูปประโยคที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์และความหมาย จากทฤษฎีการประมวลผล (Level of processing) 3 ระดับ ได้แก่ 1.การประมวลผลระดับโครงสร้าง (Structural processing) 2.การประมวลระดับเสียง (Phonemic processing) 3.การประมวลผลระดับความหมาย (Semantics processing) โดยการประมวลผลระดับความหมายจะทำให้ผู้เรียนมีความทรงจำเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนหลงเหลืออยู่ [3] การที่จะทำให้อันตรภาษาของผู้เรียนยังคงอยู่และพัฒนาได้นั้น Elaborative Rehearsal ถือว่าเป็นสิ่งที่จำเป็น การเรียนการสอนที่มุ่งเน้นเพียงไวยากรณ์ และมีการฝึกฝนเพียงแค่ระดับโครงสร้าง และระดับเสียงจะทำให้ผู้เรียนมีความทรงจำเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนหลงเหลืออยู่น้อย แต่ในกรณีที่นำเป้าหมายการเรียน (Can-do) เข้ามาใช้ จะมีการฝึกฝนไปจนถึงระดับความหมาย ซึ่งเป้าหมายการเรียนที่มีการประมวลผลในระดับความหมาย ถึงแม้ว่าผู้เรียนไม่ได้สัมผัสกับภาษาเป้าหมายในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ความทรงจำของสิ่งนั้นก็ยังคงอยู่อย่างดี ผู้เรียนสามารถระลึก (Recall) ถึงรูปประโยคต่าง ๆ ที่เคยเรียนมาแล้วได้

งานวิจัยครั้งนี้จึงศึกษาเกี่ยวกับการนำเป้าหมายการเรียนมาประยุกต์ใช้ และศึกษาว่าผู้เรียนสามารถระลึกรูปประโยคต่าง ๆ ได้มากน้อยเพียงใด ผ่านการประเมินตนเองของผู้เรียน

II. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาว่านักศึกษาที่เรียนวิชาภาษาญี่ปุ่นธุรกิจ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 หลังจากปิดภาคเรียน ไม่ได้สัมผัสกับภาษาญี่ปุ่นในระยะเวลาหนึ่ง เมื่อเปิดภาคเรียนที่ 2 นักศึกษาสามารถระลึกรูปประโยคต่าง ๆ เป็นภาษาญี่ปุ่นที่เกี่ยวกับเป้าหมายการเรียนในแต่ละข้อได้มากน้อยเพียงใด โดยผ่านการประเมินความสามารถในแต่ละเป้าหมายการเรียนของตนเอง

2. เพื่อศึกษาลักษณะพิเศษของผลการประเมินตนเองของนักศึกษาในข้อที่มีผลประเมินเป้าหมายการเรียนสูง และข้อที่มีผลประเมินเป้าหมายการเรียนต่ำ

III. วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา JPN-102 ภาษาญี่ปุ่นธุรกิจ 2 จำนวน 502 คน นักศึกษาส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 แต่ในจำนวน 502 คน มีนักศึกษาบางคนที่เป็นนักศึกษาชั้นปีอื่นที่ลงทะเบียนเรียนวิชา JPN-102 ด้วย

สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่นมีนักศึกษา 3 คณะ ได้แก่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะบริหารธุรกิจ และคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาของทั้ง 3 คณะ

เมื่อเปิดภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ก่อนจะเข้าสู่บทเรียนใหม่ของรายวิชา JPN-102 ผู้วิจัยได้ให้นักศึกษาทำแบบสอบถามเพื่อประเมินตนเองและทบทวนว่าตนเองสามารถระลึกรูปประโยคต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเป้าหมายการเรียนในแต่ละข้อที่อยู่ในรายวิชา JPN-101 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ได้มากน้อยเพียงใด

IV. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นจากการศึกษางานวิจัยของ SUZUKI (2014,2015) เรื่องการประเมินตนเองเกี่ยวกับ Can-do [4,5] เพื่อสอบถามการระลึกรูปประโยคต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเป้าหมายการเรียนในแต่ละบทของรายวิชา JPN-101 ซึ่งมีทั้งหมด 10 บท ดังนี้ 1.ภาษาญี่ปุ่น (ตัวอักษรและคำทักทาย) 2.การแนะนำตัวเอง 3. การแนะนำสถานที่ 4.เวลา 5.การเดินทาง 6.การซื้อของ 7.คำกริยาต่าง ๆ 8.สิ่งที่ชอบ 9.การชักชวน 10.ความรู้สึก ซึ่งในแต่ละบทจะมีการระบุเป้าหมายการเรียนหรือ Can-do เอาไว้เป็นข้อ ๆ อย่างชัดเจน และมีเป้าหมายการเรียนทั้งสิ้นจำนวน 33 ข้อย่อย โดยแบบสอบถามเป็นแบบมาตรประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของลิเคอร์ท (Likert) มี 5 ระดับ กำหนดเกณฑ์ดังนี้

5	หมายถึง	มีความมั่นใจว่าทำได้
4	หมายถึง	ไม่ค่อยมั่นใจแต่คิดว่าทำได้
3	หมายถึง	คาดว่าน่าจะทำได้
2	หมายถึง	คาดว่าน่าจะทำไม่ได้
1	หมายถึง	ทำไม่ได้แน่นอน

V. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลเพื่อสอบถามการระลึกรูปประโยคต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเป้าหมายการเรียนในแต่ละข้อของวิชา JPN-101 ซึ่งนักศึกษาได้เรียนไปแล้วในภาค

เรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 วิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย (mean: $\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในการแปลความหมายค่าเฉลี่ย กำหนดเกณฑ์ดังนี้ [6]

ค่าเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง การระลึกรูปประโยคต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเป้าหมายการเรียนในแต่ละข้อ ของวิชา JPN-101 ซึ่งนักศึกษาได้เรียนไปแล้วในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 อยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง การระลึกรูปประโยคต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเป้าหมายการเรียนในแต่ละข้อ ของวิชา JPN-101 ซึ่งนักศึกษาได้เรียนไปแล้วในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 อยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง การระลึกรูปประโยคต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเป้าหมายการเรียนในแต่ละข้อ ของวิชา JPN-101 ซึ่งนักศึกษาได้เรียนไปแล้วในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 อยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง การระลึกรูปประโยคต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเป้าหมายการเรียนในแต่ละข้อ ของวิชา JPN-101 ซึ่งนักศึกษาได้เรียนไปแล้วในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 อยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง การระลึกรูปประโยคต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเป้าหมายการเรียนในแต่ละข้อ ของวิชา JPN-101 ซึ่งนักศึกษาได้เรียนไปแล้วในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 อยู่ในระดับน้อยที่สุด

VI. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามเพศ คณะที่ศึกษาและปีที่ศึกษา

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
- ชาย	310	61.75
- หญิง	192	38.25
รวม	502	100.00
2. คณะที่ศึกษา		
- วิศวกรรมศาสตร์	154	30.68
- บริหารธุรกิจ	162	32.27
- เทคโนโลยีสารสนเทศ	186	37.05
รวม	502	100.00
3. ปีที่ศึกษา		
- ปี 1	488	97.21
- ปี 2	9	1.79
- ปี 3	4	0.80
- ปี 4	1	0.20
รวม	502	100.00

จากตารางที่ 1 พบว่านักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 502 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 310 คน คิดเป็นร้อยละ 61.75 และเป็นเพศหญิง จำนวน 192 คน คิดเป็นร้อยละ 38.25

ด้านคณะที่ศึกษา เป็นคณะวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 154 คน คิดเป็นร้อยละ 30.68 เป็นนักศึกษาคณะบริหารธุรกิจ จำนวน 162 คน คิดเป็นร้อยละ 32.27 และนักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 186 คน คิดเป็นร้อยละ 37.05

ด้านชั้นปีที่ศึกษา ส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 488 คน คิดเป็นร้อยละ 97.21 นักศึกษาชั้นปีที่ 2 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 1.79 นักศึกษาชั้นปีที่ 3 จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 0.80 และ นักศึกษาชั้นปีที่ 4 จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.20

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การระลึกรูปประโยคต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเป้าหมายการเรียนในแต่ละข้อ

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การระลึกรูปประโยคต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเป้าหมายการเรียนในแต่ละข้อ

บท-ข้อ	เป้าหมายการเรียน (Can-do)	$\bar{x}$	S.D	ระดับ
1-1	สามารถพูดทักทายเป็นภาษาญี่ปุ่นได้	4.12	0.88	มาก
1-2	สามารถพูดแนะนำตัวเป็นภาษาญี่ปุ่นได้	4.32	0.77	มากที่สุด
1-3	สามารถเข้าใจคำสั่งภาษาญี่ปุ่นของอาจารย์ที่ใช้ในห้องเรียนได้	3.72	0.83	มาก
1-4	สามารถเขียนชื่อตัวเองด้วยตัวอักษรคะตะคะนะได้	4.18	1.06	มาก
1-5	สามารถฟังเสียงพิเศษ เสียง maru ○, เสียง tenten, เสียงควบ, เสียงยาว เป็นต้น ฟังแล้วเข้าใจว่าคือเสียงอะไร	3.71	0.98	มาก
1-6	สามารถพิมพ์ตัวอักษรฮิระงะนะได้	4.15	1.00	มาก
2-1	สามารถพูดชื่อและอาชีพเป็นภาษาญี่ปุ่นตอนแนะนำตัวได้	3.97	0.86	มาก
2-2	สามารถถามชื่อและอาชีพเป็นภาษาญี่ปุ่นได้	3.72	0.93	มาก
2-3	สามารถตอบชื่อและอาชีพเป็นภาษาญี่ปุ่นได้เมื่อถูกถาม	3.91	0.95	มาก
2-4	สามารถพูดชื่อและอาชีพของเพื่อน เพื่อแนะนำเพื่อนให้คนอื่นรู้จักได้	3.49	0.94	มาก
2-5	สามารถอ่านคำศัพท์เกี่ยวกับการแนะนำตัวด้วยตัวอักษรฮิระงะนะได้	4.21	2.41	มากที่สุด
3-6	สามารถแนะนำสถานที่ในสถาบันฯ เป็นภาษาญี่ปุ่นได้	3.64	0.92	มาก
3-1	สามารถสอบถามเกี่ยวกับสถานที่เป็นภาษาญี่ปุ่นได้ เช่น ห้องน้ำอยู่ที่ไหน	3.77	0.99	มาก
3-2	สามารถตอบได้ว่าสถานที่นั้น ๆ อยู่ตรงไหน ชั้นไหน	3.74	0.94	มาก
3-3	สามารถอ่านคำศัพท์ฮิระงะนะเกี่ยวกับสถานที่ได้	4.06	0.98	มาก
3-4	สามารถอ่านคำศัพท์คะตะคะนะเกี่ยวกับสถานที่ได้	3.61	1.09	มาก
4-1	สามารถถามและบอกเกี่ยวกับเบอร์โทรศัพท์เป็นภาษาญี่ปุ่นได้	3.87	0.90	มาก
4-2	สามารถถามและบอกเกี่ยวกับเวลาเป็นภาษาญี่ปุ่นได้	3.86	0.89	มาก
4-3	สามารถถามเกี่ยวกับตารางเวลาเรียนเป็นภาษาญี่ปุ่นได้ เช่น เรียนภาษาญี่ปุ่นกี่โมง ⟶ เรียน 9.30 - 11.00 น.	3.82	0.96	มาก
5-1	สามารถพูดเกี่ยวกับเวลานอนและเวลาตื่นนอนได้	4.04	0.92	มาก
5-2	สามารถถามตอบเกี่ยวกับการเดินทางได้ เช่น ไปที่ไหน ไปอย่างไร ไปกี่โมง เป็นต้น	3.74	0.95	มาก

6-1	สามารถถามและตอบเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่รู้และเป็นสิ่งที่อยู่ตรงหน้าได้ เช่น นี่คืออะไร ⟶ นี่คือทุเรียน	3.99	2.00	มาก
6-2	สามารถถามและตอบเกี่ยวกับราคาได้	3.69	1.01	มาก
6-3	สามารถสั่งซื้อสิ่งของต่าง ๆ ด้วยภาษาญี่ปุ่นอย่างง่ายได้ เช่น เอาเค้ก 3 ชิ้น เป็นต้น	3.48	0.97	มาก
7-1	สามารถถามและตอบกับเพื่อนได้ว่าจะกินอะไร จะกินที่ไหน	3.76	0.95	มาก
7-2	สามารถถามและตอบกับเพื่อนได้ว่าจะทำอะไร หรือทำอะไรไปแล้วเมื่อวันก่อน	3.68	1.00	มาก
7-3	สามารถแจ้งอาจารย์เรื่องลาหยุดได้ เช่น พรุ่งนี้หยุดเรียนนะคะ/นะครับ	3.19	1.00	ปานกลาง
8-1	สามารถถามและตอบเกี่ยวกับอาหารที่ชอบได้	4.16	0.93	มาก
8-2	สามารถถามและตอบเกี่ยวกับสิ่งอื่น ๆ ที่ชอบได้ เช่น กีฬา เพลง เป็นต้น	4.11	0.93	มาก
9-1	สามารถพูดชักชวนได้ และเมื่อถูกชักชวนสามารถตอบรับหรือตอบปฏิเสธได้อย่างเหมาะสม	3.65	0.94	มาก
9-2	สามารถพูดเสนอสิ่งต่าง ๆ ให้ผู้อื่นได้ และเมื่อถูกเสนอ สามารถตอบรับหรือตอบปฏิเสธได้อย่างเหมาะสม เช่น เสนอ ⟶ เชิญดื่มชาค่ะ/ครับ ตอบรับ ⟶ขอบคุณค่ะ/ครับ ตอบปฏิเสธ ⟶ขอบคุณค่ะ/ครับ แต่พอแล้วค่ะ/ครับ	3.66	0.96	มาก
10-1	สามารถพูดแสดงความรู้สึกเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ได้ เช่น อาหารญี่ปุ่นอร่อย เรียนภาษาญี่ปุ่นสนุก เป็นต้น	3.94	0.93	มาก
10-2	สามารถถามและตอบเกี่ยวกับลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ได้ เช่น อาจารย์ที่สอนภาษาญี่ปุ่นเป็นอย่างไร ⟶ใจดี	3.89	0.95	มาก
	รวม	3.84	0.24	มาก

จากตารางที่ 2 พบว่า นักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น มีการระลึกรูปประโยคต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเป้าหมายการเรียนในแต่ละข้อโดยรวม 33 ข้อ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=3.84) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.32) ได้แก่ บทที่ 1 เป้าหมายการเรียน ข้อ 2 “สามารถพูดแนะนำตัวเป็นภาษาญี่ปุ่นได้” รองลงมาคือ บทที่ 2 เป้าหมายการเรียน ข้อ 5 “สามารถอ่านคำศัพท์เกี่ยวกับการแนะนำตัวด้วยตัวอักษรฮิระงะนะได้” มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.21) ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$=3.19) คือ บทที่ 7 เป้าหมายการเรียน ข้อ 3 “สามารถแจ้งอาจารย์เรื่องลาหยุดได้ เช่น พรุ่งนี้หยุดเรียนนะคะ/นะครับ” ซึ่งเป็นเพียงข้อเดียวที่นักศึกษาสามารถระลึกรูปประโยคต่าง ๆ เกี่ยวกับเป้าหมายการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง จึงอาจสรุปได้ว่านักศึกษาระลึกรูปประโยคในหัวข้อนี้ได้ยาก

VII. สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็นของนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นที่มีต่อการระลึกรูปประโยคต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเป้าหมายการเรียนในแต่ละข้อ สรุปผลได้ดังนี้

1. นักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น กลุ่มตัวอย่างจำนวน 502 คน มีการระลึกรูปประโยคต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเป้าหมายการเรียนในแต่ละข้อโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.84) จึงสามารถสรุปได้ว่า นักศึกษาที่เรียนโดยใช้ Workbook ที่มีการนำเอาเป้าหมายการเรียนมาประยุกต์ใช้ด้วยนั้น ถึงแม้ว่าจะมีช่วงปิดภาคเรียนที่นักศึกษาไม่ได้สัมผัสกับภาษาญี่ปุ่นในช่วงระยะเวลาหนึ่ง แต่นักศึกษาก็ยังสามารถระลึกรูปประโยคต่าง ๆ เกี่ยวกับเป้าหมายการเรียนในแต่ละข้อนั้นได้

2. จากเป้าหมายการเรียนทั้งหมด 33 ข้อ ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.32) ได้แก่ บทที่ 1 เป้าหมายการเรียน ข้อ 2 “สามารถพูดแนะนำตัวเป็นภาษาญี่ปุ่นได้ ” รองลงมาคือ บทที่ 2 เป้าหมายการเรียน ข้อ 5 “สามารถอ่านคำศัพท์เกี่ยวกับการแนะนำตัวด้วยตัวอักษรฮิระงะนะได้ ” มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.21) และข้ออื่น ๆ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 3.19) คือ บทที่ 7 เป้าหมายการเรียน ข้อ 3 “สามารถแจ้งอาจารย์เรื่องลาหยุดได้ เช่น พรุ่งนี้หยุดเรียนนะคะ/นะครับ” จากเป้าหมายการเรียนทั้งหมด 33 ข้อย่อย มีเพียงบทที่ 7 เป้าหมายการเรียน ข้อ 3 เพียงข้อเดียวที่นักศึกษาสามารถระลึกรูปประโยคต่าง ๆ เกี่ยวกับเป้าหมายการเรียนนี้อยู่ในระดับปานกลาง

3. โครงสร้างของหนังสือ Workbook นั้น ในหน้าแรกของแต่ละบทจะมีชื่อหัวข้อและรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อนั้น ๆ ในหน้าถัดไปจะชี้แจงเป้าหมายการเรียนที่นักศึกษาจะสามารถทำได้เมื่อเรียนในบทนี้ หลังจากชี้แจงผู้เรียนเกี่ยวกับหัวข้อและเป้าหมายการเรียนแล้ว ในหน้าต่อจากเป้าหมายการเรียนจะเป็นเนื้อหาต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ 1. การนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการฟังสถานการณ์ที่เกี่ยวกับหัวข้อในบทนั้น 2.บทพูดแบบสมบูรณ์ของการฟังเพื่อตรวจสอบเนื้อหาที่ได้ยิน 3. คำศัพท์ 4. ไวยากรณ์ 5. แบบฝึกฝนไวยากรณ์ 6.แบบฝึกพูด นอกจากนั้นหน้าสุดท้ายของแต่ละบทจะมีการชี้แจงเป้าหมายการเรียนอีกครั้ง ในเป้าหมายการเรียนทั้ง 33 ข้อ ทุกข้อมีเนื้อหาการเรียนตามโครงสร้าง Workbook ที่ได้กล่าวไปข้างต้น ยกเว้นเป้าหมายการเรียนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ บทที่ 7 เป้าหมายการเรียน ข้อ 3 “ สามารถแจ้งอาจารย์เรื่องลาหยุดได้ เช่น พรุ่งนี้หยุดเรียนนะคะ/นะครับ” เพียงข้อเดียวที่แตกต่าง ไม่ได้ทำตามโครงสร้างข้างต้น กล่าวคือ มีการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการฟัง แต่บทพูดของการฟังเพื่อตรวจสอบเนื้อหาที่ได้ยินนั้น ไม่ได้เขียนเนื้อหาให้นักศึกษาได้ดูทั้งหมด เป็นบทพูดที่มีช่องว่างเพื่อให้นักศึกษาฟังแล้วเติมเนื้อหาให้สมบูรณ์ด้วยตนเอง และไม่มีรูปประโยค ไวยากรณ์ แบบฝึกฝนไวยากรณ์ และแบบฝึกพูด จึงทำให้นักศึกษาระลึกรูปประโยคในเป้าหมายการเรียนข้อนี้ได้ยาก

VIII. อภิปรายผล

จากสรุปผลการวิจัย มีประเด็นสำคัญที่นำมาอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

จากโครงสร้างของ Workbook และการประเมินเป้าหมายการเรียนด้วยตนเองของผู้เรียน พบว่า สิ่งที่ทำให้ความทรงจำในเรื่องที่ผู้เรียนได้เรียนไปแล้วยังคงหลงเหลืออยู่ หรือสิ่งที่สามารถทำให้ผู้เรียนระลึกรูปประโยคต่าง ๆ เป็นภาษาญี่ปุ่นได้ คือการนำเป้าหมายการเรียนมาใช้ไปพร้อม ๆ กับการเรียนหัวข้อไวยากรณ์ต่าง ๆ ตามกระบวนการการเรียนรู้ภาษาที่สอง ได้แก่ 1.ข้อมูลรับเข้า 2. การสังเกต 3. การทำความเข้าใจ 4. ข้อมูลซึมซับ 5. การบูรณาการ และ 6. ข้อมูลส่งออก สำหรับเป้าหมายการเรียน บทที่ 7 ข้อ 3 “สามารถแจ้งอาจารย์เรื่องลาหยุดได้ เช่น พรุ่งนี้หยุดเรียนนะคะ/นะครับ” ในหนังสือ Workbook มีเพียงแค่ข้อมูลรับเข้า และการสังเกตเท่านั้น ไม่มีการ Elaborative Rehearsal หรือการฝึกฝนรูปประโยคที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์และความหมาย

สำหรับเป้าหมายการเรียนที่มีค่าเฉลี่ยสูง หนังสือ Workbook จัดทำขึ้นตามโครงสร้างของกระบวนการการเรียนรู้ภาษาที่สอง และมีการฝึกฝนแบบ Elaborative Rehearsal ซึ่งเป็นการประมวลผลทั้งระดับโครงสร้าง

ระดับเสียง ระดับความหมาย นอกจากนั้น เป้าหมายการเรียนในบทที่ 1 “สามารถพูดแนะนำตัวเป็นภาษาญี่ปุ่นได้” เมื่อเข้าสู่บทเรียนบทที่ 2 นักศึกษาก็ยังมีโอกาสได้ฝึกฝนรูปประโยคแนะนำตัวที่เรียนในบทที่ 1 ด้วย ดังนั้น เป้าหมายการเรียนข้อนี้จึงถือได้ว่าผ่านกระบวนการการเรียนรู้ภาษาที่สองถึงสองครั้ง ซึ่งมากกว่าเป้าหมายการเรียนในข้ออื่น ๆ ส่วนเป้าหมายการเรียนในบทที่ 2 “สามารถอ่านคำศัพท์เกี่ยวกับการแนะนำตัวด้วยตัวอักษรฮิระงะนะได้” ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เชื่อมโยงกับเป้าหมายการเรียนในบทที่ 1 “สามารถพูดแนะนำตัวเป็นภาษาญี่ปุ่นได้” นักศึกษาจึงได้เรียนเกี่ยวกับเรื่องนี้และมีโอกาสได้ฝึกฝนหลายครั้ง ซึ่งมากกว่าหัวข้ออื่น ๆ อีกด้วย

การที่หัวข้อการเรียนต่าง ๆ มีเป้าหมายการเรียน และมีการฝึกฝนตามการประมวลผลระดับโครงสร้าง ระดับเสียง และระดับความหมายทำให้ผู้เรียนมีความทรงจำเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนหลงเหลืออยู่ การนำเป้าหมายการเรียนมาใช้ ถือเป็นการประมวลผลในระดับความหมาย จึงทำให้สิ่งที่เรียนไปถูกถ่ายโอนจากความทรงจำระยะสั้นเป็นความทรงจำระยะยาว การระลึกได้ จึงเป็นเรื่องที่ง่าย หากมีเป้าหมายการเรียน แต่มีการฝึกฝนเพียงแค่ระดับโครงสร้าง และระดับเสียง จะทำให้ผู้เรียนมีความทรงจำเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนหลงเหลืออยู่น้อย ถึงแม้ว่าสิ่งที่เรียนไปถูกถ่ายโอนจากความทรงจำระยะสั้นเป็นความทรงจำระยะยาวก็ตาม แต่การระลึกก็ทำได้ยาก

สามารถสรุปได้ว่า การนำเป้าหมายการเรียนมาประยุกต์ใช้ในหนังสือ Workbook ทำให้ผู้เรียนสามารถระลึกรูปประโยคต่าง ๆ ได้เป็นส่วนใหญ่ ถึงแม้ว่าผู้เรียนจะไม่ได้สัมผัสกับภาษาญี่ปุ่นในช่วงระยะเวลาหนึ่งก็ตาม แต่ไม่ใช่เป้าหมายการเรียนทุกข้อที่ผู้เรียนจะสามารถระลึกรูปประโยคต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี การระลึกได้นั้นมีความแตกต่างกันออกไปตามโครงสร้างแบบฝึกหัดต่าง ๆ ในหนังสือ

IX. ข้อเสนอแนะ

การที่จะพัฒนาอันตรภาษาให้ใกล้เคียงกับภาษาเป้าหมายได้นั้น สิ่งที่สำคัญคือการที่จะทำอย่างไรให้ความทรงจำเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนไปแล้วยังคงอยู่ ยิ่งมีความทรงจำที่ดีเท่าไหร่ จะยิ่งทำให้เกิดการระลึกข้อมูลต่าง ๆ ได้ง่าย ดังนั้นสามารถเรียกข้อมูลหรือสิ่งที่เรียนไปแล้วที่เก็บอยู่ในความทรงจำระยะยาวออกมาได้ หลังจากนั้นข้อมูลต่าง ๆ จะถูกนำออกมาใช้ ดังนั้นสามารถระลึกข้อมูลต่าง ๆ ได้หรือไม่นั้นจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ

การเรียนการสอนในสถาบันฯ จะมีช่วงเวลาปิดภาคเรียนในแต่ละเทอม ในกรณีที่เรียนภาษาต่างประเทศนั้น ช่วงเวลาที่ปิดภาคเรียนไปอาจจะทำให้การคงอยู่ และการพัฒนาอันตรภาษาลดลง แต่การที่มี Elaborative Rehearsal ที่สอดคล้องตามทฤษฎีการประมวลผล 3 ระดับ คือ ระดับโครงสร้าง ระดับเสียง และระดับความหมายจะสามารถทำให้การคงอยู่ และการพัฒนาอันตรภาษาไม่ลดลง

งานวิจัยนี้ศึกษาเพียงการระลึกรูปประโยคต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเป้าหมายการเรียนในแต่ละข้อเท่านั้น ไม่ได้ศึกษาว่านักศึกษาสามารถนำข้อมูลต่าง ๆ ออกมาใช้ได้จริงหรือไม่ ดังนั้นจำเป็นที่จะต้องศึกษาการระลึกและการนำเอาออกมาใช้ไปพร้อม ๆ กัน เมื่อศึกษาทั้ง 2 เรื่อง จะทำให้ทราบว่า เมื่อผู้เรียนไม่ได้เรียนภาษาเป้าหมายในช่วงระยะเวลาที่ปิดภาคเรียน การนำเป้าหมายการเรียนมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน ทำให้อันตรภาษาของผู้เรียนคงอยู่ได้หรือไม่

หลังจากเรียนจบบทเรียน นอกจากจะมีการบ้านท้ายบทเรียนแล้ว หากเพิ่มเป้าหมายการเรียนในบทนั้น ๆ ให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองหลังจากที่ทำในส่วนของการบ้านแล้ว ในมุมมองของผู้วิจัย เป็นวิธีที่จะทำให้ผู้เรียนตระหนักและสามารถระลึกรูปประโยคต่าง ๆ ได้ สำหรับผลของการศึกษางานวิจัยนี้ สามารถนำไปพัฒนาสื่อการสอนใหม่ หรือการเรียนการสอนได้เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถทางทักษะภาษาญี่ปุ่นมากขึ้น และนำภาษาญี่ปุ่นไปใช้กับสถานการณ์จริงได้

เอกสารอ้างอิง

[1] Kaoru KOYANAGI, Language Acquisition Theories for Teachers of Japanese, Three A Network, 2004.

[2] Atokinson, R.C. & Shiffrin, R.M., “Human memory: A proposed system and its control processes,” In k. W. Spence & J. t. Spence (Eds.), The psychology of learning and motivation; Advances in research and theory, vol 2. Academic Press, 1968.

[3] Norio MATSUMI, 「言語学習と記憶」『講座・日本語教育学』pp.128-160, Three A Network, 2006.

[4] Mika SUZUK, Hiroko FUJIMORI,「Can-do リスト開発プロセスにおける学習者の自己評価とその分析」『留学生日本語教育センター論集』40, pp.53-68, 東京外国語大学, 2014.

[5] Mika SUZUKI「違いのわかる Can-do リストの作成に向けて ー学習者 Can-do 自己評価のデーターに基づくリストの検討ー」『留学生日本語教育センター論集』41, pp.121-136 東京外国語大学, 2015.

[6] ชัชวาลย์ เรืองประพันธ์, สถิติพื้นฐาน พร้อมตัวอย่างการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม MINITAB SPSS/ PC+ และ SAS, ภาควิชาสถิติคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2539

Comparison of English Listening Comprehension Strategies for High-Ability and Low-Ability Learners Taking an English Proficiency Test Preparation Course at Thai-Nichi Institute of Technology

Supatsorn Jindathai
English Department, College of General Education and Languages
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
supatsorn@tni.ac.th

listening comprehension strategies (LCSs) employed by university students and to compare the LCSs of high-ability and low-ability learners at Thai-Nichi Institute of Technology. The samples were 103 university students from three faculties: engineering, information technology, and business administration. They took an English Proficiency Test Preparation course in the second semester of the academic year 2018. The samples included 37 male students and 66 female counterparts, random sampling was applied. The instrument used for gathering the data was a TOEIC English proficiency test to measure the students' listening ability, and a questionnaire adapted from the Strategy Inventory for Language Learning (SILL) version 7.0, to investigate students' listening strategies. The quantitative data were analysed using the descriptive statistics of arithmetic means, standard deviation, and t-test. The results of the study revealed that the learners mostly employed metacognitive strategies. The strategies which high-ability learners mostly used were compensation strategies whereas low-ability counterparts highly employed metacognitive strategies. The result from t-test indicated a statistically significant difference between high-ability and low-ability leaners ($p<0.05$). The study could provide insight information for English lecturers in order to assist low-ability learners to learn better listening strategies and gain higher scores in taking an examination test and the TOEIC test.

***Keywords*—English listening strategies, English proficiency test, strategy inventory for language learning, metacognitive strategies, cognitive strategies.**

I. Introduction

In global communication, English is widely accepted as a means of an international language which allows people to connect, communicate, and transfer various fields of information, such as education, business, science and technological developments. Therefore learning English as a second or foreign language has become an essential element in academic settings and workplace environments.

Many studies have supported on the importance of listening, Gilakjani & Ahmadi [1] reported that in academic settings language learners employs listening up to 40-50%; speaking 25-30%; reading 10-16%, and writing 9%. In daily life, listening is the widely used as a method of communication, Morley [2]; Rost [3]. Grognet & Duzer [4] stated that, in the workplace, listening is used more often than speaking, reading and writing. Listening is perceived as crucial for communication at all levels in any company starting from entry level to managerial position. Problems may arise at work due to poor listening skills.

Thai-Nichi Institute of Technology (TNI) has realized the vital of effective listening abilities in the workplace environments and provided an English Proficiency Test Preparation (EPTP) course with the main objective to familiarize students with listening formats appearing in a Test of English for International Communication (TOEIC). The course syllabus contained a reading and listening part but this study only highlighted the listening part.

Listening skill takes time to master and contains complicated mental processes. During a process of listening comprehension, listeners need to concentrate on input and interpret all of the involved components in their short-term memory. They make meaning of utterances spoken by using their prior background knowledge, and then maintain information in their long-term memory to understand the whole input, Brown [5], Guo & Wills [6], Underwood [7], Vandergrift [8].

Several researchers reported learners' difficulties in taking listening comprehension tests such as Chomprakai [9], Anandapong [10], Khamprated [11], Rugsakorn [12], Watthajarukiat & et al. [13]. The learners' difficulties included unable to perceive native speech speed, unfamiliar accents, linguistic features, and lack of vocabulary knowledge. Therefore, the ESL or EFL leaners need to develop various listening strategies in order to overcome their problems in developing listening ability. According to Oxford 1990 [14], listening strategies are considered as tools or methods that learners employ to make their listening learning become easier, and more enjoyable. They help language learners to enhance their proficiency, increase communicative competence and self-confidence. They also assist the learners in deal with difficulties happening during their listening tasks.

After revision of related studies, there were many publications and research that produced a valuable exploration in the field of listening comprehension strategies. Each researcher applied different research instruments in order to measure learners' listening ability and investigate listening strategies that the learners employed. However, measuring learners' listening competency using the TOEIC test and investigating their listening strategy use have not received much research attention to extend more fruitful information.

Therefore, this study seeks to examine and answer the following research questions:

1) Which listening comprehension strategies do university students employ when taking the TOEIC preparation test at TNI?

2) Are there any differences in listening comprehension strategy use classified according to the students' listening ability levels at TNI?

II. Literature Review

The following paragraphs show information which is related to listening difficulties and listening comprehension strategies of ESL and EFL learners.

A. Learners' Difficulties in Listening

Rugsakorn [12] examined 93 university students who took a TOEIC preparation course. Pre-test and Post-test questionnaires were distributed to find out listening problems in taking a TOEIC listening test. The students reported that they had difficulties in perceiving quick speaking speed, unfamiliar voices, and lack of vocabulary knowledge. According to Chomprakai [9], Anandapong [10], Khamprated [11], and Watthajarukiat & et al. [13], the students reported other problems and their low listening ability which were similar to Rugsakorn's findings, these were they were not able to identify different regional accents, failure in obtaining main ideas which speakers were conveying messages because of fast speech rate, and low grammar knowledge.

B. Learner's Listening Comprehension Strategies

Since 1990, there have been several studies investigated listening comprehension strategies employed by ESL & EFL learners to find out how these learners utilised listening strategies to improve listening ability and overcome their difficulties in listening comprehension.

Teng [15] examined listening strategies of Taiwanese EFL college students and reported using of different types of strategies employed by the subjects. The most frequently used strategies were compensation strategies, using linguistic clues and other clues; cognitive strategies, practicing sounds and writing systems; metacognitive strategies, paying attention and delaying speech production to focus on listening; memory strategies, applying semantic mapping; social strategies, asking for clarification; and affective strategies, relaxing, taking a deep breath, and meditation.

Watthajarukiat & et al. [16] investigated listening strategies employed by 146 English major undergraduate students. Research instrument was a listening test in Cambridge IELTS practice test to measure students' listening ability and a listening strategy questionnaire adapted Oxford's Strategy Inventory for Language Learning (1990). The findings showed that the students mostly utilised cognitive strategies, using background knowledge of grammar to help in listening; on the other hand, the least strategy use was memory strategies, physical acting out what they hear to help memorising.

Jindathai [17] examined listening strategies among the first-year undergraduate students. The samples included 438 non-English major students taking ENL-101: English Communication I as a compulsory subject. The instrument was a questionnaire adapted from Oxford's SILL version 7.0 (Oxford, 1990). The result revealed that the most frequent strategy use was compensation strategies, guessing unknown words; metacognitive strategies, thinking about progress in developing listening ability; memory strategies, linking a new word with mental picture in order to remember; cognitive strategies, listening to English songs; affective strategies, encouraging themselves when taking a listening test. The least strategy use was social strategies, studying foreign culture in order to improve listening ability.

Namaziandost & et al.[18] investigated listening strategies used by EFL learners. The sample was 60 Iranian EFL learners in a private language institute in Iran. The instrument included Listening Strategies Use Questionnaire created to distinguish listening strategies, Noroozi & et al. [19]. The findings showed that the Iranian learners highly employed metacognitive strategies, followed by socio-affective strategies, and cognitive strategies.

Over the past two decades, many publications and researchers reported significant differences between high and low ability learners, Vandergrift [20], Watthajarukiat & et al. [16], Piamsai [21], Prachanant & et al. [22].

Vandergrift [20] applied a think aloud technique and quantitative data to examine listening strategy use of high school French students. The findings revealed that there were a significant difference in utilising listening strategies between skilled students and less-skilled counterparts. The skilled students significantly employed metacognitive strategies, such as monitoring listening comprehension, asking questions, and applying translation for unfamiliar words more often than their unskilled counterparts.

Watthajarukiat & et al. [16] investigated the differences in strategy use according to the students' proficient levels of skilled and unskilled learners. A listening strategy questionnaire adapted Oxford's Strategy Inventory for Language Learning (1990) was applied as a research instrument in order to gather students' listening strategy use. The study found no significant differences between skilled learners and their unskilled counterparts. However, the group of researchers significantly found three individual strategy categories, that were cognitive strategies, using prior knowledge; metacognitive strategies, listening to English news; social strategies, practicing listening and with friends.

Piamsai [21] compared listening strategies of proficient and non-proficient learners. There were 65 third-year university commerce and accountancy students. Instruments included the strategy questionnaire adapted from Oxford's (1990) and listening tasks. The samples were divided into two groups according to their listening ability. Means, standard deviation, t-test, and think-aloud technique were used to analyze the data. The findings showed a statistically significant difference between proficient learners and non-proficient counterparts. The proficient learners reported more employing of cognitive strategies than their counterparts, such as trying to find opportunity to listen to the radio, watch English TV program or watch English soundtrack movies, practicing real-life listening excerpts, e.g. weather forecasts. Regarding affective strategies, this study found a significant difference, the low proficient group encourage themselves through compliments or gifts when they had high scores. The strategies which they utilized compensation strategies when listening to excerpts was capturing key words that contained a main idea, linking information to their background knowledge, and using their imagination while listening.

Prachanant & et.al [22] studied listening strategies of Lao EFL college students and compared the students' strategies with different level of listening ability. There were 71 third-year English major participants enrolling in English listening and speaking course. The samples were divided into two groups according to their Grade Point Average (GPA) of the English course. A strategy questionnaire was adapted from Gu's instrument [23] which contained three strategy categories: metacognitive strategies, cognitive strategies, and social affective strategies. The findings showed Lao college students utilised listening strategies at a high level both in overall and each strategy category. They reported highly use of cognitive strategies, followed by metacognitive strategies, and social-affective strategies. In addition, the study found a statistically significant difference between the students with different levels of listening ability.

III. METHODOLOGY

A. Population and samples

The total number of population of this study was 140 second-year, third-year, and fourth-year university students at Thai-Nichi Institute of Technology (TNI) in the second semester of the academic year 2018. They took ENL-412: the English Proficient Test Preparation (EPTP) course as their elective subject. The samples of this study consisted of 103 learners who were selected by applying a simple random technique using Krejcie and Morgan's random sample table. These learners were divided into two groups according to their listening ability, high-ability learners and low-ability counterparts by using scores in the listening part of the Test of English for International Communication (TOEIC).

B. Research instrumentation

Research instrument of this study consisted of a listening comprehension test appeared in the Test of English for International Communication (TOEIC), and a questionnaire.

1) Listening comprehension test: Longman's listening comprehension test [24] appeared in the Test of English for International Communication (TOEIC). The test contains four parts: photographs (10 points), question-response (40 points), conversations (30 points) , and talks (30 points), and total scores were 100 points. This test was used to measure learners' listening abilities

2) Questionnaire: This research used a questionnaire adapted from Oxford's Strategy Inventory for Language Learning (SILL) version 7.00 [14] and contained two parts. The first parts contained open-ended questions which was about personal information. The final part was closed-end questions containing 37 questions. Each question was measured in a five-point Likert scale which participants were asked to indicate their levels of listening strategies which learners might employ. The pilot test of the adapted questionnaire indicatd the Cronbach alpha coefficient at 0.92.

C. Data Collection and Analysis

The Longman's English listening comprehension test and the adapted Rebecca's SILL in Thai version were distributed to the participants taking ENL-412 during their regular class. The participants were given time to complete the test and questionnaire and finally returned for analysis.

IV. RESULTS

Research Question One: Which listening comprehension strategies do university students employ when taking the TOEIC preparation test at TNI?

TABLE I: FREQUENCY OF ENGLISH LISTENIG STRATEGY USE REPORTED BY UNIVERSITY STUDENTS AT TNI (N=103)

Listening Strategies	Mean	S.D.	Frequency of strategy use
1. Memory strategies	3.43	0.68	Moderate
2. Cognitive strategies	3.51	0.59	High
3. Compensation strategies	3.75	0.72	High
4. Metacognitive strategies	3.76	0.70	High
5. Affective strategies	3.51	0.77	High
6. Social strategies	3.39	0.89	Moderate
Overall	3.55	0.55	High

Table I shows overall listening strategies of TNI students were at a high level. The most frequently used strategies was metacognitive, compensation, cognitive, and affective strategies respectively. The least strategy use was social, and memory strategies.

In the following table, table II, reveals the top three most frequent strategy use employed by TNI students.

TABLE II: THREE MOST FREQUENT LISTENING STRATEGY USED BY TNI STUDENTS (N=103)

Listening Strategies	Mean	S.D.
Memory strategies		
- I connect the sound of a new English word and an image or picture of word to help me remember the word.	3.84	0.90
- I remember a new English word by making a mental picture of a situation in which the word might be used.	3.76	0.85
- I use new English words in a sentence so I can remember them.	3.68	0.92
Cognitive strategies		
- I listen to English language songs in order to relax and increase listening ability.	4.17	0.89
- I watch English language TV shows, and search the Internet to increase listening ability.	4.16	0.84
- I read a set of questions in the test in advance so I can answer them quickly.	3.81	0.96
Compensation strategies		
- I make guesses to understand unfamiliar english words.	3.90	0.91
- I connect background knowledge to help my understanding.	3.89	0.90
- I use grammartical structures to make guesses on unknown words.	3.46	1.00
Metacognitive strategies		
- I think about progress in developing listening ability.	4.23	0.83
- I try to find as many ways as I can in order to increase listening ability	3.91	0.86
- I always try to find out how to be a better learner in listening	3.82	0.89

Listening Strategies	Mean	S.D.
Affective strategies		
- I encourage myself when taking a listening test.	3.94	0.93
- I try to relax whenever I feel afraid of taking a listening test.	3.90	0.87
- I feel stressful when taking a listening test.	3.45	1.19
Social strategies		
- I practise listening English with other students regularly.	3.76	1.13
- I try to learn about busiess vocabulary and its formality to help improving listening ability	3.38	1.03
- I ask for advise from teachers or foreign friends in order to practise listening	3.05	1.16

Research Question Two: Are there any differences in listening comprehension strategy use classified according to the students' listening ability levels at TNI?

TABLE III: COMPARISON OF LISTENING STRATEGIES EMPLOYED BY TNI STUDENTS CLASSIFIED BY PROFICIENCY LEVEL

Listening strategies	High-Ability Learners (n=20)		Low-Ability Learners (n=28)		t-value	p-value
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
Memory Strategies	3.39	0.54	3.17	0.64	1.278	0.208
Cognitive Strategies	3.62	0.61	3.12	0.53	3.064	0.004*
Compensation Strategies	3.97	0.59	3.32	0.69	3.392	0.001*
Metacognitive Strategies	3.87	0.77	3.41	0.71	2.153	0.037*
Affective Strategies	3.17	0.91	3.29	0.75	-0.483	0.632
Social Strategies	3.30	0.98	2.99	0.79	1.222	0.228
Overall	3.56	0.56	3.21	0.51	2.244	0.030*

*statistical significant difference at 0.05 level

Table III shows an overall statistically significant difference of listening strategies employed by TNI students. When considering each strategy category, cognitive strategies, compensation strategies, and metacognitive strategies indicated statistically significant difference at 0.05 level. On the other hand, there was no significant difference is memory strategies, affective strategies, and social strategies.

In the following table, table IV, reveals the top three most frequent strategy use employed by TNI high-ability students.

TABLE IV: THREE MOST FREQUENT LISTENIG STRATEGIES USED BY TNI HIGH-ABILITY STUDENTS (N=20)

Listening Strategies	Mean	S.D.
Memory strategies		
- I use new English words in a sentence so I can remember them.	4.15	0.88
- I remember a new English word by making a mental picture of a situation in which the word might be used.	4.05	0.76
- I connect the sound of a new English word and an image or picture of word to help remembering the word.	4.05	0.94
Cognitive strategies		
- I listen to English songs in order to relax and increase listening ability.	4.50	1.10
- I watch English language TV shows, and search the Internet to increase listening ability.	4.35	0.81
- I use the English words I know in different ways.	4.20	0.83
Compensation strategies		0.68
- I connect my background knowledge and a topic I'm listening to help understanding.	4.40	0.85
- I make guesses to understand unfamiliar English words.	4.10	0.88
- I use grammatical structures to make guesses of unknown words.	3.40	
Metacognitive strategies		
- I think about my progress in developing listening ability.	4.50	0.69
- I try to find as many way as I can to increase listening ability.	3.95	1.15
- I try to find out how to be a better learner.	3.90	0.91
Affective strategies	4.10	0.91
- I encourage myself when taking a listening test.	3.10	1.62
- I give myself a reward or treat when I do well in listening.	2.50	1.19
- I feel stressful when taking a listening test.		
Social strategies		
- I practise listening English with other students regularly.	3.95	1.47
- I try to learn about busiess vocabulary and formality to help improving listening ability.	3.25	1.02
- I ask for advise from teachers or foreign friends to practise listening.	2.70	1.38

Table V reveals the top three most frequent strategy use employed by TNI low-ability students.

TABLE V: THREE MOST FREQUENT LISTEING STRATEGIES EMPLOYED BY TNI LOW-ABILITY STUDENTS (N=28)

Listening Strategies	Mean	S.D.
Memory strategies		
- I connect the sound of a new English word and an image or picture of word to help remembering the word.	3.32	0.77
- I write new words in a note book to help remembering the words.	3.32	1.44
- I remember a new English word by making a mental picture of a situation in which the word might be used.	3.29	0.66
Cognitive strategies	3.75	0.75
- I listen to English songs in order to relax and increase listening ability.	3.57	0.74
- I watch English language TV shows, and search the Internet to increase listening ability.	3.21	0.83
- I use the English words I know in different ways.		
Compensation strategies		
- I make guesses to understand unfamiliar English words.	3.43	0.79
- I connect my background knowledge and a topic to help understanding.	3.29	0.85
- I use grammatical structures to make guesses of unknown words.	3.25	0.89
Metacognitive strategies	3.75	0.97
- I think about my progress in developing listening ability.	3.64	0.68
- I try to find as many way as I can to increase listening ability.	3.50	0.92
- I have clear goals in improving listening skill.		
Affective strategies	3.61	1.13
- I feel stressful when taking a listening test.	3.46	0.84
- I try to relax whenever I feel afraid of taking a listening test.	3.46	0.96
- I encourage myself when taking a listening test.		
Social strategies		
- I practise listening English with other students.	3.32	0.90
- I try to learn English about busines vocabulary and formality to help improving listening ability.	2.89	0.88
- I ask for advice from teachers and foreign frieto practise listening.	2.75	1.04

DISCUSSIONS AND CONCLUSION

Discussion of Finding 1

The findings revealed that TNI students highly used all types of listening comprehension strategies in overall. The most highly utilised strategies were metacognitive strategies (thinking about progress in developing listening ability), followed by compensation strategies (making guesses to understand unfamiliar words), cognitive strategies (listening to English songs in order to relax and increase listening ability), affective strategies (encouraging when taking a listening test), and memory strategies (connecting sound and an image of a picture to help remembering a new word). Social strategies were the least strategy use (practicing listening with other friends). This findings contradict with Watthajarukiat & et al. [16], Jindathai [17], and Piamsai [21]. This may be due to the fact that the objectives of each designed course syllabus in each research study had different purposes in developing learners' listening ability. As mentioned earlier, this EPTP course mainly aimed for increasing familiarity of TOEIC listening formats and developing learners' listening ability which leads to gaining better listening test scores. However, this findings concur with Vandergrift's [20] and Prachanant's & et al. [22] study which reported a high use of metacognitive strategies such as monitoring, identifying, and planning. This can be implied that TNI students clearly identify their purposes while studying and performing the EPTP listening tasks, these were obtaining improvements in listening ability and thus gaining higher scores in the examinations. In addition, they might seek out opportunity to practice outside the classroom such as listening to English music, watching English TV programs, and searching the Internet in order to gain an exposure to the real world.

With regard to the least strategy use, that was the social strategies including practicing listening with friends and self-studying business vocabulary and its relevant contexts. These results are in line with Jindathai's [17] study which revealed the same kind of strategies category but in different sub-strategy. It may be explained that the students who enrolled in different courses may differently respond to the assigned listening tasks and variously gain improvement of listening ability according to the designed lesson plans.

Discussion of Finding 2

The findings of this study indicated that there were statistically significant differences at 0.05 level between high-ability students and their low-ability counterparts in overall. This is in line with Vandergrift [20], Watthajarukiat & et al. [16], and Piamsai [21], who reported that the high-ability learners utilised listening comprehension strategies more significantly often than their counterparts.

In terms of the strategy category, each of these above findings showed variation of results. Vandergrift [20] found that the skilled students significantly employed metacognitive strategies, such as monitoring listening comprehension and asking questions more often than their unskilled counterparts. Watthajarukiat & et al. [16] revealed significant differences between high and low ability participants in three strategy categories as follows: 1) employing previous knowledge to assist an aural input (cognitive strategies), 2) regular listening to news reports produced by native speakers (metacognitive strategies), and 3) practicing listening with their friends (social strategies). With regard to the study of Piamsai [21] who reported that the proficient learners sought more exposure to an authentically aural input such as watch English TV programs, watch English soundtrack movies, and practicing listening to weather forecasts. However, the results of this research study found that the high-ability learners significantly employed three strategy categories of compensation strategies, metacognitive strategies, and cognitive strategies more often than their low-ability counterparts. The differences in learners' strategy use in each of the above findings [20], [16], and [21] could be due to different target samples, methods of gathering information, and the main objectives of the lesson plans involved.

In consideration of each strategy use in this results, firstly the compensation strategy category, the high-ability learners connected previous knowledge with linguistic clues consisting of grammar, and linked their existing vocabulary to promote their listening comprehension. On the other hand, their lower ability counterparts made guesses to understand unfamiliar English words. It is not surprised to learn about the distinguish utilisation of the compensation strategies between these two groups of learners. This may be due to grammar competence, and a bulk of vocabulary knowledge. This can be explained in the following.

1) Grammar knowledge is contributed to having better understanding of the groups of words, or phrases in sentences in order to overcome listening difficulties both in daily life and business contexts. Consequently, the high-ability learners may percieve better existing grammatical structures than their lower-ability counterparts. Therefore, it is not surprised to learn that they reported less grammatical problems, gained higher marks in listening tests, and obviously had more competence of listening ability [13].

2) Possessing a large amount of vocabulary, idioms, and slangs may assist the high-ability learners to overcome difficulties in answering questions or be confident to do listening tests with unfamiliar topics whereas the low-ability counterparts are lacks of existing lexical knowledge in every aspect of background information. Consequently they applied different strategy use to overcome their listening difficulties.

Next significant differences of strategy use between the two groups with different listening competence was in the category of metacognitive strategies. The learners indicated the same utilisation of the three sub-category of this strategy use, these are identifying the aims of the language tasks, self-managing to seek methods in order to improve listening competence, and seeking and creating opportunities to expose and practice English with an authentically aural input. This type of strategy group was indirectly support listening competency and accommodate listener to gain higher listening competence [21]. The possibility which the learners applied this strategy category may be because of motivation and opportunity to expose to the target language.

1) Skilled learners possess a higher level of motivation and a better attitude in learning the target languages than unskilled counterparts. There have been many research and publications revealed about this matter, Kitcharoonchai & Kitcharoonchai [25], Kyriacou & Zhu [26], and Shaaban & Ghaith [27]. Therefore, it can be implied that the metacognitive strategies accommodate both groups of learners to become better learners [14]. Obviously the better competent groups reported more often seek out an exposure to English listening environments because of their higher motivation and better attitude in learning the target language. For these

reasons, it can be concluded that the skilled learners have a high level of motivation in seeking more opportunity to acquire English listening materials outside the classroom. On the other hand, the unskilled counterparts also did with a lower level of motivation and a lower level of attitude.

2) The topic of an exposure to the target language has been revealed in several studies. According to Tricomi's [28], and Rubega's [29] studies, a type of acquisition and a kind of learning situation played an important factor in exposing to the target language. Additionally, Briere's [30] revealed that the amount of spending time had a positive effect in learning the language. Therefore, it may be explained that the skilled learners are able to acquire both language learning and language acquisition. Furthermore, they also sought an opportunity to use various types of listening materials and spent a lot of time in exposure to the listening materials both inside the classroom and outside the classroom.

Finally, the high-ability students reported a significant use of the three sub-category of cognitive strategies more often than their low-ability learners. These were listening to English songs, watching English TV programs, and putting a lot of efforts to put newly learnt English words in various situation. The cognitive strategies refer to regular practising, and effectively practice listening for the main ideas and the details of conveyed messages. Obviously, the high-ability learners continually and regularly practised listening to authentic listening materials more frequently than their low-ability peers. This could be due to the fact that they had a higher level of motivation and a better type of attitude in improving their aural ability [25], [26], and [27].

Pedagogical implications

This study has confirmed the significant differences of listening comprehension strategies between the high-ability learners and their low-ability peers. The skilled learners regularly and highy applied a variety of listening strategies to overcome their aural problems. For examples, they frequently sought out opportunities to practise during their free time to improve their listening ability such as listening to English songs, watching English language programs, or English sound track movies. However, lecturers should provide more formal types of listening materials such as authentic English listening materials e.g. excerpted weather news or business conversations to expand the amount of lexical knowledge and familiarise with business and academic contexts which normally appear in TOEIC or IELTS tests respectively.

Additionally, lecturers should increase an awareness to the group of high-ability students (and also the lower ability peers) in terms of phonetic systems, e.g. homonymy and linking sounds since these do not exist in Thai phonetic systems.

As for the low-ability learners who usually spent less time in practicing listening outside the classroom; therefore, lecturers should present them with relaxing and joyful listening tasks to motivate them. Furthermore, more formal types of listening material inside the classroom should be provided as well. For instance, a conversation in a hotel, a restaurant, a grocery, or an excerpt of business discussion. In addition, a proper use of listening strategies should be trained during a regular teaching time.

There is one more implication which should be mentioned in a group of students with low listening ability that is they should increase an awareness in focusing or concentrating and paying attention to main messages and ignoring other distracted conversation when engaging in any listening tasks. This is a vital aspect in order to overcome the problems of speech rate.

The above mentioned implications could provide valuable suggestions for lecturers in order to assist learners to be more effective listeners and gain a satisfied level of test scores and become successful learners in the academic settings and workplace environments.

REFERENCES

[1] A.P. Gilakjani and M.R. Ahmadi. "A Study of factors affecting EFL learners' English Listening comprehension and the strategies for improvement," Journal of Language Teaching and Researching, vol. 2(5), 977-988, 2011.

[2] J. Morley. Aural comprehension instruction: Principles and practices. In Marianne Celce-Murcia (Ed.), Teaching English as a second or foreign language (pp. 69- 85) Boston: Heinle and Heinle, 2001.

[3] M. Rost. Introducing Listening. London: Penguin, 1994.

[4] A. Grognet and C. V. Duzer. "Listening Skills in the Workplace," Spring Institute for International Studies, 2003.

[5] D. Brown. Teaching by Principles. An Interactive Approach to Language Pedagogy. USA: Prentice Hall Regents, 1994.

[6] N. Guo and R. Wills. "An investigation of factors influencing English listening comprehension and possible measures for improvement", In AARE 2005 International education research conference : UWS Parramatta : papers collection. Retrieved on November 22, 2019, from http://www.aare.edu.au/ 05pap/guo05088.pdf. 2006.

[7] M. Underwood. Teaching listening. London: Longman, 1989.

[8] L. Vandergrift. "Facilitating second language listening comprehension: Acquiring successful strategies'" ELT Journal, 53, 168-76. Retrieved on November 22, 2019, from http://www. directions. usp.ac.fj/collect/direct/index/assoc/D1175076.dir/ doc.pdf.1999.

[9] S. Chonprakai. A Study of Undergraduate Listening Problems. Bangkok: King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 2009.

[10] S. Anandapong. A Study of English Listening Problem and Listening Proficiency of Business Students at Bangkok University. Bangkok: Thammasat University, 2011.

[11] N. Khamprated. The Problems with the English Listening and Speaking of Students Studying at a Private Vocational School. Nakhon SiThammarat: Walailak University, 2012

[12] K. Rugsakorn, M. Panich, and N. Cuthbertson. "An Investigation into Student Problems and Solutions in Taking TOEIC," Academia Education. 2014.

[13] T. Watthajarukiat, M. Chatupote & P. Sukseemuang. "Listening difficulties and strategy use by university students," Srinakharinwirot Research and Development (Journal of Humanities and Social Sciences), vol.6, no. 11, pp.40-62, 2014.

[14] R. Oxford. Language Learning Strategies: What every teacher should know, New York: Newbury House, 1990.

[15] H. C. Teng. "A study of EFL listening comprehension strategies." Paper presented at the Annual Convention and Exposition of the Teachers of English to Speakers of Other Languages, Seattle, WA. Retrieved April, 24, 2020, from http://www.eric.ed.gov/id =ED 422745.pdf.

[16] T. Watthajarukiat, M. Chatupote & P. Sukseemuang. "An investigation of English listening strategies used by Thai undergraduate students in public universities in the south," Journal of Liberal Art: Prince of Songkla University, vol.4, July – December 2012.

[17] S. Jindathai. "The use of listening strategies among first-year university students," Proceeding of the Fourth International Conference on Language and Communication Proceedings, pp. 153- 168, Thailand: National Institute of Development Administration, 2012.

[18] E. Namaziandost, S. Ahmadi, and M.H. Keshmirshekan. "Listening comprehension problems and strategies used by intermediate EFL learners," Journal of English Literature and Cultural Studies, vol.2, no.3, 2019.

[19] S. Noroozi, V. Nimehchisalem, and G. Zareian. Developing an instrument, 2014.

[20] L. Vandergrift. "Orchestrating strategy use: Toward a model of the skilled second language listener, " Language Learning, vol. 53(3), pp. 463-496, 2003.

[21] C. Piamsai. "An Investigation of the use of listening strategies and listening performance of proficient and non-proficient language

learners," PASSA: Journal of Language Teaching and Learning in Thailand, vol.47, January – June 2014.
[22] N. Prachanant, P. Insiseingmai, P. Sounthalavong, and O. Singhthideth. "An investigation of English listening strategies employed by Lao EFL college students," The Golden Teak: Humanity and Social
Science Journal, vol. 24, May-August, 2018.
[23] Y. Gu. "Gender, academic major, and vocabulary learning strategies of EFL Chinese learners," RELC Journal, 33 (1), pp.35-54, 2004.
[24] L. Lougheed. Longman preparation series for the TOEIC test: 5th Edition. USA: Pearson Education Inc. 2012.
[25] N. Kitcharoonchai & T. Kitcharoonchai. "Motivation toward English language learning of Thai student majoring in English at Asia-Pacific International University," Catalyst, vol.7, No. 1, 2012.
[26] C. Kyriacou & D. Zhu. "Shanghai pupil's motivation toward language English and the perceived influence of important others," Educational Studies, vol. 34, No. 2, pp.97-104, 2008.
[27] K.A. Shaaban & G. Ghaith. "Students to learn English as a foreign language," Foreign Language Annals, vol. 33, No. 6, 2008.
[28] E.T. Tricomi, "Krashen's second- language acquisition theory and the teaching of edited American English," Journal of Basic Writing., vol. 5, no. 2, 1986.
[29] J. E. Briere, "Variables affecting native Mexican children learning Spanish as a second language," Language Learning, vol. 28, no 1, 1978.
[30] H. S. Lubega, "The effect of the nature and amount of exposure on language: a study based on English language proficiency of students in six Uganda schools," Diss, University of York, 1979.

Track 2

Information and Communication Technology:

Digital and Multimedia Technology, Computer Network Performance, Network and Cyber Security, Data Science and Analytics, Business Intelligence and Technology, Web Technology and Mobile Application, Other related topic

ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวง

FACTORS AFFECTING USABILITY FOR GOVERNMENT MINISTRY WEBSITES IN THAILAND

คฑาวุธ เกษสระ
Kathawuth Kessara
บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
Bangkok / Thailand
kathawuth.kessara@g.swu.ac.th

ศุมรรษตรา แสนวา
Sumattra Saenwa
คณะมนุษยศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
Bangkok / Thailand
sumattra@g.swu.ac.th

ปรัชนันท์ นิลสุข
Prachyanun Nilsook
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
Bangkok / Thailand
prachyanunn@kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ **— การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวงในประเทศไทย จำนวน 20 เว็บไซต์ และประชาชนผู้เคยเข้าใช้งานเว็บไซต์ จำนวน 427 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่า ประชาชนผู้เคยเข้าใช้งานเว็บไซต์ส่วนใหญ่ มีความคิดเห็นต่อปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวงโดยรวมอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.88 และพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการใช้งานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยพบว่า มีปัจจัย 5 ด้านที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการใช้งานในระดับปานกลาง ได้แก่ ปัจจัยด้านการให้บริการของหน่วยงาน ปัจจัยด้านการมีส่วนร่วมของประชาชน ปัจจัยด้านคุณลักษณะที่ควรมี ปัจจัยด้านความมั่นคงปลอดภัยสำหรับเว็บไซต์ ปัจจัยด้านการประกาศนโยบาย ส่วนปัจจัยอื่น ๆ มีความสัมพันธ์ในระดับค่อนข้างต่ำ**

คำสำคัญ **— เว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐ, การวิเคราะห์เว็บไซต์, ความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์**

ABSTRACT **— This research aimed to study the factors affecting the usability of government ministry websites. The samples were consisted of twenty government ministry websites in Thailand, including four hundred twenty seven people who visited government ministry websites. This research tool used a questionnaire. The results found the following: The results demonstrated that the respondents to the questionnaire found that the factors affecting usability to be at a high level. The factors affecting usability had a positive correlation with capabilities at a statistically significant at level of .01. It was found that there five factors that correlated with the usability at the medium level; the agency service factors, public engagement factors, required features factors, website security factors and policy announcement factors. The other factors were at low level.**

Keywords **— government ministry websites, website analysis, usability of government ministry websites**

I. บทนำ

ในปัจจุบันเว็บไซต์ถือเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับองค์กรในการเผยแพร่สารสนเทศที่เกี่ยวกับข่าวสารขององค์กร ผลงาน และการประชาสัมพันธ์กิจกรรม นอกจากทำให้สาธารณชนทราบความเคลื่อนไหวขององค์กรแล้ว ยังช่วยสร้างภาพลักษณ์ที่ดีและความน่าเชื่อถือให้กับองค์กร ซึ่งการเผยแพร่สารสนเทศผ่านเว็บไซต์สามารถลดค่าใช้จ่ายในการโฆษณาประชาสัมพันธ์ ข้อดีอีกประการหนึ่งของเว็บไซต์ คือ กลุ่มเป้าหมายสามารถเข้าถึงสารสนเทศที่เผยแพร่ได้ตลอดเวลาและทุกสถานที่โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และในขณะที่บุคคลมีพฤติกรรมและความต้องการสารสนเทศเพื่อใช้ในชีวิตประจำวันหรือใช้เพื่อการประกอบอาชีพ โดยพฤติกรรมการแสวงหาสารสนเทศของบุคคลที่เกิดมาจากความต้องการในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ทำให้เกิดการแสวงหาสารสนเทศหลากหลายขั้นตอน ทั้งการสำรวจ เรียบเรียง ดึงสารสนเทศ และสรุปสารสนเทศเพื่อนำมาใช้ประโยชน์หรือตัดสินใจที่ตรงกับความต้องการ [1] โดยในปัจจุบันถือว่าอยู่ในยุคที่อินเทอร์เน็ตนับเป็นขุมทรัพย์ของข้อมูลที่มีจำนวนมหาศาล และเป็นเครือข่ายที่รวดเร็วและทรงประสิทธิภาพสูงสุดในโลก [2] ความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีในปัจจุบันทำให้การพัฒนาเว็บไซต์สามารถทำได้ง่าย สะดวก ตรงตามความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย การออกแบบเว็บไซต์ให้มีความน่าสนใจและตอบสนองความต้องการของบุคคลได้เป็นอย่างดี จึงเอื้อต่อการแสวงหาสารสนเทศของบุคคล เพื่อให้เข้าถึงสารสนเทศได้ตามต้องการ สะดวก และรวดเร็วมากกว่าการใช้แหล่งสารสนเทศที่เป็นสิ่งพิมพ์ บุคคล หรือประเภทอื่น ๆ

ความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์เป็นเรื่องสำคัญสำหรับการออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์ มีการกล่าวถึงคุณลักษณะของความสามารถนี้ไว้หลากหลาย โดยแนวคิดพื้นฐานมาจากมาตรฐาน ISO 9241-210 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ระบุเกี่ยวกับข้อกำหนดเรื่องการทำงานระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ นงราม เหมือนฤทธิ์ [3] ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของความสามารถในการใช้งานที่สำคัญไว้ 3 คุณสมบัติดังนี้ คือ ประสิทธิผลในการใช้งาน (Effectiveness) โดยพิจารณาเกี่ยวกับความสมบูรณ์และความแม่นยำในการทำงานของผู้ใช้ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ประสิทธิภาพในการใช้งาน (Efficiency) พิจารณาถึงความรวดเร็วในการทำงานให้ได้ตามวัตถุประสงค์ และความพึงพอใจในการใช้งาน (Satisfaction) พิจารณาจากการปราศจากความรู้สึกไม่สะดวกสบายในการใช้งาน และทัศนคติที่ดีต่อ

การใช้งาน สอดคล้องกับกรีน และเพียร์สัน [4] ได้กล่าวถึงความสามารถในการใช้งานไว้ 5 คุณสมบัติ โดยได้ใช้ความสามารถในการใช้งานเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาเว็บไซต์อีคอมเมิร์ซ (E-Commerce) ได้แก่ ประสิทธิผลในการใช้งาน ประสิทธิภาพในการใช้งาน ระดับของการมีส่วนร่วม ความผิดพลาดคลาดเคลื่อน และง่ายต่อการเรียนรู้ ขณะที่มวูนกี และทอซซี [5] กล่าวถึงคุณสมบัติของความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์ไว้ ได้แก่ มีประสิทธิภาพในการใช้งาน มีความง่ายที่จะเรียนรู้ สามารถกู้คืนอย่างรวดเร็วจากความผิดพลาดที่เกิดขึ้น ง่ายต่อการจดจำ เป็นที่สบายต่อการมอง และเป็นที่สนุกสนานในการใช้ โดยสำนักส่งเสริมและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ซึ่งเป็นหน่วยงานภายใต้การกำกับของสำนักงานปลัดกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร [6] ได้เป็นผู้กำหนดแนวทางการจัดทำเนื้อหาเว็บไซต์ที่ทุกคนเข้าถึงได้สำหรับประเทศไทยปี 2553 (Thai Web Content Accessibility Guidelines 2010; TWCAG2010) อ้างอิงตามแนวทางที่องค์การเวิลด์ ไวด์ เว็บ World Wide Web Consortium (W3C) ได้เริ่มประกาศใช้ Web Content Accessibility Guidelines 2.0 (WCAG 2.0) เมื่อวันที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2551 ปัจจุบันคือรุ่น 2.0 ซึ่งแนวทางการจัดทำเนื้อหาเว็บไซต์ที่ทุกคนเข้าถึงได้นี้ จะต้องสามารถรองรับกลุ่มผู้ใช้ที่นอกเหนือไปจากคนปกติคือ ผู้พิการ โดยมีความเชื่อมโยงกับคุณสมบัติของความสามารถในการใช้งานดังนี้ 1) สามารถรับรู้ได้ (Perceivable) คือ ผู้ใช้สามารถเห็นหรือได้ยินเนื้อหา จัดให้มีข้อความทดแทนส่วนที่เป็นรูปภาพ ตัวอักษรมีขนาดใหญ่ขึ้น 2) สามารถใช้งานได้ (Operable) คือ ผู้ใช้สามารถเข้าถึงทุกส่วนและการใช้งานในหน้าเว็บไซต์ด้วยการใช้แป้นพิมพ์ จัดหาวิธีการให้ผู้ใช้สามารถท่องหน้าเว็บค้นหาเนื้อหาและทราบว่าตนเองอยู่ในตำแหน่งใดในเว็บไซต์ 3) สามารถเข้าใจได้ (Understandable) คือ ผู้ใช้สามารถอ่านและเข้าใจเนื้อหาที่เป็นข้อความได้ หรือช่วยให้ผู้ใช้หลีกเลี่ยงความผิดพลาดและแนะนำวิธีแก้ปัญหา 4) คงทนต่อความเปลี่ยนแปลง (Robust) เพิ่มความสามารถในการรองรับเทคโนโลยีเว็บไซต์ที่หลากหลายทั้งในปัจจุบันและอนาคตได้ สรุปได้ว่าความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์นี้ถือเป็นสิ่งที่จะเป็นคุณลักษณะที่ผู้ใช้จะประเมินเว็บไซต์นั้นโดยถือเอาประโยชน์ที่เอื้อต่อการใช้งานเป็นหลัก หากเว็บไซต์มีการประเมินความสารถในการใช้งานเว็บไซต์ สามารถนำผลการประเมินไปใช้ในการออกแบบเว็บไซต์ให้มีประสิทธิภาพได้ดีขึ้น [3-6]

อีกทั้งหน่วยงานภาครัฐของประเทศไทย มีภารกิจหลักในการปฏิบัติราชการและเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนประเทศ มีการพัฒนาเว็บไซต์เพื่อเผยแพร่สารสนเทศและข้อมูลต่างๆ ของหน่วยงาน ประกอบกับมติคณะรัฐมนตรี เรื่อง แนวทางยกระดับการให้บริการประชาชนผ่านบริการอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐ เมื่อวันที่ 23 เมษายน พ.ศ. 2556 ที่เห็นชอบให้หน่วยงานภาครัฐนำ “มาตรฐานเว็บไซต์ภาครัฐ (Government website standard)” ที่สำนักงานรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ (องค์การมหาชน) เป็นผู้กำหนดขึ้น ซึ่งมาตรฐานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐมีความเหมาะสมทั้งด้านรูปแบบ เนื้อหา และการบริการ โดยทุกหน่วยงานต้องนำเอามาตรฐานเว็บไซต์ภาครัฐนี้ไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในออกแบบพัฒนาและปรับปรุงเว็บไซต์ของหน่วยงานของตนให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน เพื่อก้าวไปสู่จุดมุ่งหมายของการบูรณาการเชื่อมโยงหน่วยงานภาครัฐที่สมบูรณ์แบบอย่างแท้จริง [7] มาตรฐานเว็บไซต์ภาครัฐได้กำหนดถึงรายละเอียดเกี่ยวกับเว็บไซต์ภาครัฐ เช่น การตั้งชื่อเว็บไซต์ ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหน่วยงาน ข้อมูลเปิดภาครัฐ การให้บริการของหน่วยงาน การมีส่วนร่วมของประชาชน ความมั่นคงปลอดภัยสำหรับเว็บไซต์ การประกาศนโยบาย เป็นต้น เว็บไซต์ของหน่วยงานภาครัฐนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อให้บริการและเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารแก่ประชาชน ซึ่งถือเป็นการเผยแพร่สารสนเทศ ประชาสัมพันธ์หน่วยงานและให้บริการประชาชนตามภารกิจของหน่วยงานแบบออนไลน์ จากความสำคัญดังกล่าวทำให้เกิดคำถามว่า ปัจจัยใดที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวง การศึกษานี้จึงเป็นการศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวง เพื่อผลที่ได้จะสามารถนำไปพัฒนาเว็บไซต์ของหน่วยงานภาครัฐให้เอื้อประโยชน์ต่อผู้ใช้งานมากที่สุด

II. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยตั้งความมุ่งหมายไว้ เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวง ซึ่งผลจากการวิจัยครั้งนี้จะทำให้ทราบคำตอบที่เป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวง เพื่อนำไปพัฒนาเว็บไซต์ให้ได้ตามมาตรฐานที่ภาครัฐกำหนดไว้

III. วิธีดำเนินการวิจัย

III.I. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

III.I.I. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

1. เว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวงในประเทศไทย จำนวน 20 เว็บไซต์ ได้แก่ เว็บไซต์กระทรวงกลาโหม เว็บไซต์กระทรวงการคลัง เว็บไซต์กระทรวงการต่างประเทศ เว็บไซต์กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา เว็บไซต์กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ เว็บไซต์กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม เว็บไซต์กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เว็บไซต์กระทรวงคมนาคม เว็บไซต์กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม เว็บไซต์กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เว็บไซต์กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์กระทรวงพาณิชย์ เว็บไซต์กระทรวงมหาดไทย เว็บไซต์กระทรวงยุติธรรม เว็บไซต์กระทรวงแรงงาน เว็บไซต์กระทรวงวัฒนธรรม เว็บไซต์กระทรวงศึกษาธิการ เว็บไซต์กระทรวงสาธารณสุข เว็บไซต์กระทรวงอุตสาหกรรม และเว็บไซต์สำนักนายกรัฐมนตรี

2. ประชาชนไทยผู้เคยเข้าใช้งานเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวง

III.I.II. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1. เว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวงในประเทศไทย จำนวน 20 เว็บไซต์

2. ประชาชนผู้เคยเข้าใช้งานเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวง ทั้งนี้ผู้วิจัยไม่สามารถทราบจำนวนที่แน่นอนของผู้ที่เคยเข้าใช้งานเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับประทรวงได้ ผู้วิจัยจึงกำหนดตัวอย่างในกรณีไม่ทราบข้อมูลจำนวนประชากร ซึ่งผู้วิจัยได้คำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างจากสูตรของคอแครน [8] ด้วยการกำหนดระดับความแปรปรวนของตัวแปรที่มีค่ามากที่สุด คือ p = 0.5 โดยมีระดับความเชื่อมั่นที่ 95% และสามารถยอมรับความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่างได้ 5% หรือ 0.05 จากการคำนวณพบว่า ในกรณีที่ไม่ทราบจำนวนประชากรในการวิจัยที่แน่นอน ณ ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% จะได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมจำนวน 385 คน แต่เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นจากการตอบแบบสอบถามที่ไม่ครบถ้วนของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจึงได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นจากเดิมอีกร้อยละ 5 โดยรวมจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ทั้งสิ้น 405 คน

III.II. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยนี้ใช้แบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวงเป็นเครื่องมือในการวิจัย ประกอบด้วย ตอนที่ 1 รายละเอียดทั่วไปเกี่ยวกับเว็บไซต์ ได้แก่ ชื่อหน่วยงาน ที่อยู่เว็บไซต์ของหน่วยงาน วันที่ทำการวิเคราะห์ ตอนที่ 2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์ ซึ่งกำหนดให้สอดคล้องตามข้อกำหนดและองค์ประกอบที่ระบุไว้ในมาตรฐานเว็บไซต์ภาครัฐ โดยแบบสอบถามมีลักษณะเป็นแบบตรวจรายการ ลักษณะของแบบสอบถามนี้เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง ระดับความสัมพันธ์ที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวง อยู่ในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง ระดับความสัมพันธ์ที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวง อยู่ในระดับมาก

3 หมายถึง ระดับความสัมพันธ์ที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวง อยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึง ระดับความสัมพันธ์ที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวง อยู่ในระดับน้อย

1 หมายถึง ระดับความสัมพันธ์ที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวง อยู่ในระดับน้อยที่สุด

III.III. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกระทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำแบบสอบถามที่ได้รับคืนกลับมาทั้งหมด จำนวน 427 ชุด โดยเกินจากจำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยเห็นว่าข้อมูลทั้งหมดเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการวิจัยนี้ จึงนำทั้งหมดมาตรวจสอบความสมบูรณ์ของการตอบ กำหนดการให้คะแนนคำตอบของแบบสอบถาม เป็นลักษณะแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้

ระดับความคิดเห็นมากที่สุด	กำหนดให้ 5 คะแนน
ระดับความคิดเห็นมาก	กำหนดให้ 4 คะแนน
ระดับความคิดเห็นปานกลาง	กำหนดให้ 3 คะแนน
ระดับความคิดเห็นน้อย	กำหนดให้ 2 คะแนน
ระดับความคิดเห็นน้อยที่สุด	กำหนดให้ 1 คะแนน

จากนั้นนำผลคะแนนที่ได้จากแบบสอบถาม มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ

III.IV. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่อสรุปและบรรยายผลการวิจัย ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวงรายด้าน กับความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวง ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation) ในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เกณฑ์ในการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ [9] ดังนี้

0.81 ขึ้นไป	มีความสัมพันธ์กันในระดับ สูง
0.61 – 0.80	มีความสัมพันธ์กันในระดับ ค่อนข้างสูง
0.41 – 0.60	มีความสัมพันธ์กันในระดับ ปานกลาง
0.20 – 0.41	มีความสัมพันธ์กันในระดับ ค่อนข้างต่ำ
0.20 ลงไป	มีความสัมพันธ์กันในระดับ ต่ำ

IV. ผลการวิจัย

จากการศึกษาครั้งนี้ พบผลการวิจัยที่น่าสนใจ ดังนี้

ตารางที่ I. ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวง รายด้าน

ลำดับ	ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานฯ	ระดับความคิดเห็น		
		$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
1	ปัจจัยด้านการตั้งชื่อเว็บไซต์ภาครัฐ	3.98	0.659	มาก
2	ปัจจัยด้านข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหน่วยงาน	3.90	0.644	มาก
3	ปัจจัยด้านข้อมูลเปิดภาครัฐ	3.88	0.719	มาก
4	ปัจจัยด้านการให้บริการของหน่วยงาน	3.92	0.819	มาก
5	ปัจจัยด้านการมีส่วนร่วมของประชาชน	3.94	0.711	มาก
6	ปัจจัยด้านคุณลักษณะที่ควรมี	3.92	0.648	มาก
7	ปัจจัยด้านความมั่นคงปลอดภัยสำหรับเว็บไซต์	3.78	0.759	มาก
8	ปัจจัยด้านการประกาศนโยบาย	3.69	0.813	มาก
รวมทุกปัจจัย		**3.88**	**0.501**	**มาก**

จากนั้นทำการวิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างปัจจัยด้านต่าง ๆ เป็นรายด้าน กับความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวง ผลการศึกษาปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ II. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวงรายด้าน กับความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวง

ลำดับ	ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวง	ความสามารถในการใช้งาน	
		สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	ระดับความสัมพันธ์
1	ปัจจัยด้านการตั้งชื่อเว็บไซต์ภาครัฐ	0.401**	ค่อนข้างต่ำ
2	ปัจจัยด้านข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหน่วยงาน	0.345**	ค่อนข้างต่ำ
3	ปัจจัยด้านข้อมูลเปิดภาครัฐ	0.354**	ค่อนข้างต่ำ
4	ปัจจัยด้านการให้บริการของหน่วยงาน	0.426**	ปานกลาง
5	ปัจจัยด้านการมีส่วนร่วมของประชาชน	0.425**	ปานกลาง
6	ปัจจัยด้านคุณลักษณะที่ควรมี	0.487**	ปานกลาง
7	ปัจจัยด้านความมั่นคงปลอดภัยสำหรับเว็บไซต์	0.499**	ปานกลาง
8	ปัจจัยด้านการประกาศนโยบาย	0.547**	ปานกลาง

**มีนัยสำคัญทางสถิติ .01

V. สรุปและอภิปรายผล

จากตารางที่ 1 ผลการวิจัย พบว่า ประชาชนผู้เคยเข้าใช้เว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวง ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นต่อปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวงโดยรวมอยู่ในระดับมาก ซึ่งสามารถจำแนกระดับความคิดเห็นโดยเรียงลำดับจากด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดไปหาน้อยที่สุดได้ดังนี้ ปัจจัยด้านการตั้งชื่อเว็บไซต์ภาครัฐ ปัจจัยด้านการมีส่วนร่วมของประชาชน ปัจจัยด้านการให้บริการของหน่วยงาน ปัจจัยด้านคุณลักษณะที่ควรมี ปัจจัยด้านข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหน่วยงาน ปัจจัยด้านข้อมูลเปิดภาครัฐ ปัจจัยด้านความมั่นคงปลอดภัยสำหรับเว็บไซต์ ปัจจัยด้านการประกาศนโยบาย

และจากตารางที่ 2 ผลการวิจัย พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีปัจจัย 3 ด้านที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวงในระดับค่อนข้างต่ำ ได้แก่ ปัจจัยด้านการตั้งชื่อเว็บไซต์ภาครัฐ ปัจจัยด้านข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหน่วยงาน ปัจจัยด้านข้อมูลเปิดภาครัฐ และมีปัจจัย 5 ด้านที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวงในระดับปานกลาง ได้แก่ ปัจจัยด้านการให้บริการของหน่วยงาน ปัจจัยด้านการมีส่วนร่วมของประชาชน) ปัจจัยด้านคุณลักษณะที่ควรมี ปัจจัยด้านความมั่นคงปลอดภัยสำหรับเว็บไซต์ ปัจจัยด้านการประกาศนโยบาย

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าการพัฒนาองค์ประกอบของเว็บไซต์ในด้านต่างๆ มีความสัมพันธ์และส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์ โดยการออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์ของหน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวงควรสอดคล้องกับแนวทางการจัดทำเนื้อหาเว็บไซต์ที่ทุกคนเข้าถึงได้สำหรับประเทศไทยปี 2553 (Thai Web Content Accessibility Guidelines 2010; TWCAG2010) ที่สำนักส่งเสริมและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร [6] ได้แก่ สามารถรับรู้ได้ สามารถใช้งานได้ สามารถเข้าใจได้ และคงทนต่อการเปลี่ยนแปลง โดยหากเมื่อมีการพัฒนาองค์ประกอบต่าง ๆ ของเว็บไซต์หน่วยงานภาครัฐระดับกระทรวงนี้ให้ครอบคลุม ครบถ้วน และสอดคล้องแล้วจะช่วยให้เกิดการบูรณการข้อมูลและสารสนเทศระหว่างหน่วยงาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ โจว; เหว่ย และหวัง [10] ที่ได้กล่าวถึงวิธีการออกแบบและพัฒนาให้เว็บไซต์เป็นเครื่องมือที่จำเป็นในการสร้างเว็บไซต์รัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ที่มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้การพัฒนาองค์ประกอบต่าง ๆ ควรคำถึงคุณลักษณะของเว็บไซต์ที่ดี ได้แก่ ความเรียบง่าย ความสม่ำเสมอ ความเป็นเอกลักษณ์ เนื้อหามีคุณภาพ ระบบนำทางง่ายต่อการใช้งาน และคุณภาพในการออกแบบ [11, 12] และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อาบูกัดดีม; อัลลัซซาม; ฮาดีฟ; และอัลซักโฮอุล [13] ที่พบว่าความสามารถในการใช้งานของเว็บไซต์เป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญที่สุด ที่ส่งผลสำคัญต่อคุณภาพของเว็บไซต์ ซึ่งสอดคล้องไปกับการนำเสนอข้อมูลที่ต้องกระชับและชัดเจน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เพราะได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานภาครัฐ และประชาชนผู้เคยเข้าใช้งานเว็บไซต์ที่ได้ให้ข้อมูลที่สำคัญและก่อให้เกิดประโยชน์สำหรับการวิจัย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

[1] T. D. Wilson, "Human Information Behaviour," Informing Science, vol. 3, no. 2, pp. 49-55, 2000.

[2] B. Wiggins, The Linked Systems Project : A Networking Tool for Libraries. Dublin, OH: OCLC, 1988.

[3] นงราม เหมือนฤทธิ์, "สถาปัตยกรรมสารสนเทศสำหรับการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศงานวิจัย," วิทยานิพนธ์ ปร.ด. (สารสนเทศศึกษา), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น, 2556.

[4] D. Green and J. M. Pearson, "Development of a Web Site Usability Instrument Based on ISO 9241-11," Journal of Computer Information Systems, vol. 47, no. 1, pp. 66-72, 2006/09/01 2006.

[5] J. Mvungi and T. Tossy, "Usability Evaluation Methods and Principles for the Web," International Journal of Computer Science and Software Engineering (IJCSSE), vol. 7, no. 4, pp. 165-171, 2015.

[6] กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, แนวทางการพัฒนาเว็บที่ทุกคนเข้าถึงได้ TWCAG2010 (Thai Web Content Accessibility Guidelines 2010). กรุงเทพฯ: กระทรวงฯ, 2553.

[7] สำนักงานรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์(องค์การมหาชน), มาตรฐานเว็บไซต์ภาครัฐ 2.0. กรุงเทพฯ: สำนักงานฯ, 2560.

[8] W. G. Cochran, Sampling Techniques, 3 ed. New York: John Wiley & Sons, 1977.

[9] พวงรัตน์ ทวีรัตน์, วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2540.

[10] X. Zhou, X. Wei, and T. Wang, "A Study on Government Website Governance - A Practical Analysis to UK Government Website," in 2012 Second International Conference on Business Computing and Global Informatization, 2012, pp. 269-272.

[11] ธวัชชัย ศรีสุเทพ, คัมภีร์ Web Design. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2544.

[12] มะลิวรรณ ระหูภา, "การพัฒนาเว็บไซต์และฐานข้อมูลโบราณวัตถุ : กรณีศึกษาพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติบ้างเชียง," วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (แขนงวิชาสารสนเทศศาสตร์), สาขาวิชาศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี, 2554.

[13] I. Abuqaddom, H. Alazzam, A. Hudaib, and F. Al-Zaghoul, "A measurable website usability model: Case Study University of Jordan," in 2019 10th International Conference on Information and Communication Systems (ICICS), 2019, pp. 83-87.

การพัฒนาออกแบบระบบการค้นหาเมนูอาหารไทยจากส่วนประกอบเพื่อแนะนำความเหมาะสมให้แก่ผู้บริโภค

ลักษณารีย์ อุดมปัญญาวรกุล
Luxsanaree Udompanyaworakul
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Master of Science Program in Information Technology, Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
Email address: ud.luxsanaree_st@tni.ac.th

ประจักษ์ เฉิดโฉม
Prajak Chertchom
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Master of Science Program in Information Technology, Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
Email address: Prajak@tni.ac.th

ณัฐกิตติ์ จิตรเอื้อตระกูล
Nattagit Jiteurtragool
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Master of Science Program in Information Technology, Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
Email address: nattagit@tni.ac.th

บทคัดย่อ *— การพัฒนาออกแบบระบบการแนะนำนี้ แสดงถึงสารอาหารที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย ที่ได้จากการรวมข้อมูลปริมาณพลังงาน สารอาหารบางชนิด จากเมนูอาหารไทย เพื่อมาประยุกต์ทำให้เกิดเมนูอาหารไทยจากส่วนประกอบที่ผู้บริโภคมีอยู่แล้ว โดยมีวิธีขั้นตอนดำเนินงานต่อไปนี้ 1) ศึกษาหาปัญหาและความสำคัญของปัญหา 2) ศึกษาทฤษฎีและบทความที่เกี่ยวข้อง 3) รวบรวมข้อมูล ตัวแปร ส่วนประกอบจากอาหารไทย 4) ศึกษา เรียนรู้เทคนิควิธีการที่เหมาะสมกับการวิจัย สำหรับการพัฒนาออกแบบระบบการแนะนำผู้บริโภค ด้วยเทคนิค* ***Clustering*** *เพื่อจัดกลุ่มประเภทอาหาร และประเภทของผู้บริโภค อย่างเทคนิควิธี* ***K-mean*** *เทคนิคการแนะนำแบบผสม หรือ* ***Hybrid filtering*** *ทีมีการรวมวิธีของการแนะนำแบบอิงเนื้อหา และ ส่วนร่วม*

คำสำคัญ *— Recommender Model , เมนูอาหารไทย , การแนะนำแบบผสม , การจัดกลุ่มข้อมูล , K-means*

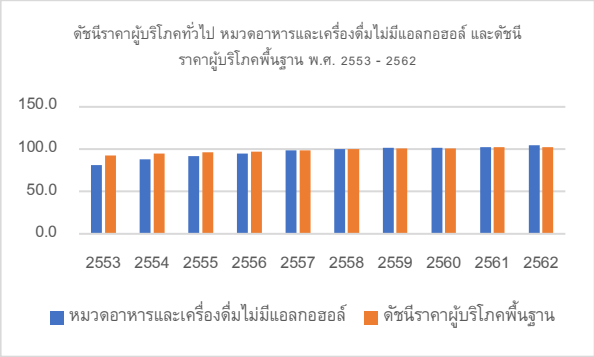
ABSTRACT ***—This system development and development suggests an appropriate nutrient for the target group. Obtained from the collection of energy quantity data Some nutrients From the Thai food menu In order to apply to create Thai food menus from ingredients that consumers already have with the following work procedure methods : 1) Study the problems and importance of the problems 2) Study the theories and related articles 3) Research data collection 4) Study and learn techniques and methods suitable for the research. For the development of system design, consumer guidance using Clustering techniques to classify foods And consumer type Such as the K-mean technique, hybrid filtering technique, which combines the methods of content based and collaborative Filtering***

Keywords *— Recommender Model , Thai Food Menus, Hybrid filtering , Clustering , K-means*

I. บทนำ

I.I ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

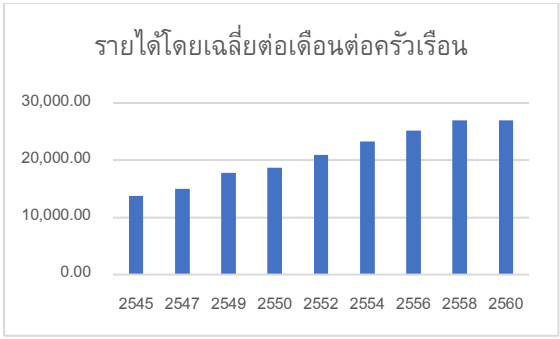
เนื่องด้วยปัจจุบันมีทางเลือกในการรับประทานอาหารหลากหลายทาง ผู้คนส่วนใหญ่ที่ต้องการความ สะดวกมักจะเลือกรับประทานจากการซื้อบริโภคจากร้านอาหารในห้างสรรพสินค้า หรือร้านอาหารข้างทาง ซึ่งจากสำนักงานดัชนีเศรษฐกิจการค้า สำนักงานนโยบายและกลยุทธศาสตร์การค้า กระทรวงพาณิชย์ พบว่าสถิติดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไป ตั้งแต่ปีพุทธศักราช 2553-2562 ในหมวดอาหารและเครื่องดื่มไม่มีแอลกอฮอล์ อยู่ที่ระหว่าง 81.3 ถึง 104.4 มีการสูงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆในแต่ละปีและเทียบเท่ากับค่าดัชนีราคาพื้นฐาน ดังกราฟที่แสดงต่อไปนี้



รูปที่ I. ดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไป หมวดอาหารและเครื่องดื่มไม่มีแอลกอฮอล์ และดัชนีราคาผู้บริโภคพื้นฐาน พ.ศ. 2553 – 2562

แหล่งที่มา : สำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า กระทรวงพาณิชย์

และการผลการสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม จากข้อมูลสถิติของรายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่อครัวเรือน ทั่วราชอาณาจักรไทย ตั้งแต่ปีพุทธศักราช 2545 ถึง 2560 อยู่ที่ระหว่าง 13,736 – 26,946.43 บาทต่อ1 ครัวเรือนดังกราฟต่อไปนี้



รูปที่ II. รายได้โดยเฉลี่ยต่อเดือนต่อครัวเรือน พ.ศ. 2545– 2560

แหล่งที่มา : การสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม

จากสถิติกราฟรูปภาพที่ I.และรูปภาพที่ II. รายได้โดยเฉลี่ยต่อเดือนต่อ1 ครัวเรือน อาจไม่เพียงพอต่อการเลี้ยงดูต่อปัจจัยต่าง ๆภายในครอบครัว อีกทางเลือกที่สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายนั้นก็คือการเลือกปรุงอาหารเอง เมนูอาหารไทยมีความหลากหลายทางรสชาติ ได้รับความนิยมจากทั้งนอกและภายในประเทศไทย ที่สามารถพบการสอนกรรมวิธีการปรุงการแนะนำอาหารไทย ได้จากสื่อช่องทางโซเชียลมีเดียต่าง ๆ ประเทศไทยเป็นประเทศที่เหมาะสมในการทำอาหารไทย ทั้งในเรื่องส่วนประกอบ ใช้สมุนไพรทำให้เกิดกลิ่นและ รสชาติที่เป็นเอกลักษณ์ ด้วยเพราะเหตุนี้ทำให้อาหารไทยเป็นอาหารที่ทำได้ทั้งง่ายและยาก ผู้บริโภคหลายคนไม่ทราบว่าจากวัตถุดิบที่ตนมีอยู่ สามารถประกอบอาหารไทยอะไรได้บ้าง อาหารนั้นๆ สามารถให้ปริมาณพลังงานที่เหมาะสมกับตนเองหรือไม่ พร้อมทั้งกลุ่มผู้บริโภคบางกลุ่มมีรสนิยมหรือพฤติกรรมในเรื่องรสชาติที่แตกต่างกันออกไป

ซึ่งทำให้ผู้วิจัยได้แรงบันดาลใจในการทำวิจัย สร้างระบบค้นหาเมนูอาหาร ไทยจากส่วนประกอบ ซึ่งเป็นวัตถุดิบส่วนประกอบที่สามารถหาได้ง่ายในประเทศไทยหรือเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และคัดกรองความเหมาะสมแก่ผู้ทาน ว่าผู้นั้นต้องได้รับโภชนาการในการบริโภคในแต่ละมื้อขั้นต่ำเท่าไร ตามกำหนดโภชนาการอาหารสุขภาพ ตามการคำนวณดัชนีมวลกาย (BMI)

I.II วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) พัฒนาระบบการค้นหาเมนูอาหารจากส่วนประกอบ เครื่องปรุงเพื่อนำไปใช้ Recommend Model แนะนำการปรุงอาหาร

2) ศึกษาและรวบรวมส่วนประกอบอาหารไทยที่ได้รวบรวมมาสำหรับสร้างระบบการค้นหาเมนูอาหาร

3) นำเสนอเมนูที่เป็นประโยชน์ และตรงต่อความต้องการของผู้บริโภค โดยการนำเสนอผ่านระบบแนะนำการค้นหาเมนูอาหารไทยที่เหมาะสมกับกลุ่มบริโภคแต่ละคน

I.III ขอบเขตของการวิจัย

1) ขอบเขตด้านกลุ่มข้อมูล

ข้อมูลเมนูโภชนาการอาหารไทยสำหรับกลุ่มตัวอย่าง ที่อยู่ในช่วงวัยทำงานที่อายุระหว่างช่วงอายุ 20-60 ปี ควรจะได้รับ ประกอบขึ้นจากวัตถุพื้นฐานของอาหารไทยที่สามารถหาซื้อได้ง่ายในประเทศไทย

2) ขอบเขตทางด้านเทคนิค

ระบบการค้นหาเมนูอาหารไทยจากส่วนประกอบเพื่อแนะนำความเหมาะสมให้แก่ผู้บริโภค จะใช้เทคนิคการแนะนำหมวดหมู่อาหารที่เหมาะสมกับผู้บริโภคคนนั้นๆ โดยจะใช้การจัดกลุ่มผู้บริโภคว่าควรรับประทานอาหารประเภทไหนจากการตั้งค่าโปรไฟล์ของผู้บริโภค

I.IV ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้นำเสนอ ระบบการค้นหาเมนูไทยอาหารจากส่วนประกอบ ให้แก่ผู้บริโภค

2) นำเสนอข้อมูลประเภท และสารอาหารไทยเพื่อจัดกลุ่มประเภทของอาหาร ที่ผู้บริโภคละกลุ่มควรจะได้รับ

3) สามารถนำไปต่อยอดในงานวิจัยอื่นๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องการแนะนำอาหาร หรือการแนะนำ ผู้บริโภคได้

I.V นิยามศัพท์เฉพาะ

โปรไฟล์ (Profile) ข้อมูลส่วนบุคคลหรือประวัติโดยย่อ ในที่นี้หมายถึงข้อมูลส่วนตัวตนในระบบเครือข่าย จะมีส่วนประกอบพื้นฐาน เช่น ชื่อนามสกุล อายุ ที่อยู่ ฯลฯ ซึ่งในแต่ละระบบเครือข่าย สามารถสร้างส่วนประกอบเพิ่มได้ เช่น ความชอบส่วนตัว

โภชนาการ คือการคัดเลือกอาหารและจัดเตรียมอาหาร ที่มีคุณประโยชน์ต่อร่างกาย ประกอบไปด้วย โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ที่อยู่ในหมวดให้พลังงาน และ เกลือแร่ วิตามินอยู่ในหมวดการซ่อมแซมร่างกาย ซึ่งนักโภชนาการขั้นสูงได้ วางแผนปริมาณสารอาหารแต่ละมื้อ ที่เหมาะสมให้แก่ผู้คนแต่ละวัย แต่ละเพศ

II. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

II.I แนวคิดทฤษฎี

II.I.I. หลักเกณฑ์ปริมาณสารอาหาร

หลักเกณฑ์ปริมาณสารอาหาร ที่คนไทยควรบริโภคต่อวัน[7] การประเมินคุณค่าทางหลักโภชนาการที่เหมาะสมกับร่างกาย ได้อ้างอิงจากปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวัน สำหรับคนไทย (Thai Recommended Daily Intake : Thai RDI) ได้มีการจัดแบ่งประเภทของอาหารตามรูปแบบการรับประทาน เช่น อาหารมื้อหลัก ขนมหรืออาหารว่างและเครื่องดื่ม พร้อมทั้งแบ่งแยกคุณสมบัติเฉพาะขออาหารจำพวก นม ผลไม้ เพราะเป็นอาหารที่ควรมีการส่งเสริมให้รับประทานสำหรับสังคมไทย จากนั้นได้ทำการกำหนดสัดส่วนของสารอาหารที่ควรได้รับอาหารประเภทต่างๆ ภายใน 1 หน่วยบริโภค (Serving Size) ตามรายละเอียดตารางที่ I

ตารางที่ I หลักเกณฑ์ปริมาณสารอาหาร ที่คนไทยควรบริโภคต่อวัน

ประเภทของอาหาร	พลังงาน		หมายเหตุ
	ร้อยละ	กิโลแคลอรี	
ขนมและอาหารว่าง	10	200	2 ครั้งต่อวัน
เครื่องดื่ม	2	40	1 แก้ว (200 มล.)
นม	6	120	1 แก้ว (200 มล.)
ผลไม้	10	200	3-4 ส่วน (50-70 Kcal ต่อวัน
อาหารเช้า	24	480	
อาหารกลางวัน	24	480	
อาหารเย็น	24	480	
รวม	100	2,000	
% RDI		100	

แหล่งที่มา : ข้อมูลจากคณะทำงานกำหนดเกณฑ์พลังงานและสารอาหาร

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านโภชนาการได้มีการเปรียบเทียบโภชนาการต่อ 1 หน่วยบริโภคของอาหารชนิดนั้นๆ จากสัดส่วนสารอาหารที่ควรจะได้รับจากอาหารประเภทต่างๆ ตามตารางที่ 2.1.2 ผู้เชี่ยวชาญได้แบ่งกลุ่มอาหารที่มีปริมาณพลังงานของอาหารเหมาะสมกับคนไทยในแต่ละมื้ออาหาร โดยมี พลังงาน น้ำตาล ไขมันรวม ไขมันอิ่มตัว ในการคัดเลือก และแบ่งกลุ่ม

II.I.II. ระบบแนะนำ

จากข้อมูลจำนวนมาก ที่ถูกสร้างขึ้นในเครือข่ายอินเตอร์เน็ต การดึงหรือค้นหาข้อมูลนั้นเป็นสิ่งที่ยากมาก ระบบแนะนำกลายเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการดึงข้อมูลเหล่านั้น ทำให้เกิดกากาการนำเสนอที่เกิด

ประโยชน์ให้แก่ผู้ใช้งานระบบ ระบบแนะนำจะมีการทำนายตั้งแต่การตั้งค่าของผู้ใช้งาน และจัดอันดับ ทำการแนะนำรายการใหม่ๆ

เทคนิคการแนะนำสำหรับบุคคล สำหรับผู้แนะนำและผู้ให้บริการการแนะนำสินค้าผลิตภัณฑ์ และบริการต่างๆ เพื่อให้ตอบสนองแก่ผู้บริโภคได้ดีที่สุด สำหรับงานวิจัยเรื่องระบบการแนะนำอาหารเพื่อสุขภาพ ได้ค้นพบวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้ใช้งานได้รับข้อมูลเกี่ยวกับอาหาร สูตรวิธีการทำ และโภชนาการสำหรับบุคคลนั้นๆ ซึ่งใช้การนำเสนอเทคนิคพื้นฐานในการแนะนำ

1) การแนะนำแบบมีส่วนร่วม Collaborative Filtering (CF) [5][6]

เทคนิคนี้ได้รับความนิยมมากที่ในหมวดของระบบการแนะนำ แนวคิดของวิธีนี้ จะวิเคราะห์ตามความคิดเห็นของผู้ใช้งานหลายๆคนภายในระบบที่มีปัจจัยเหมือนกันหรือคล้ายกัน โดยผู้ใช้งานอื่นจะให้คะแนนและทำการจัดอันดับ (Rating) และนำไปวิเคราะห์หาขอบเขตกลุ่มสมาชิกข้างเคียง (Neighbors) ที่มีความชอบเหมือนกัน เพื่อที่จะทำการแนะนำให้แก่กลุ่มเป้าหมายนั้นๆ

2) การแนะนำแบบอิงเนื้อหา Content-based (CB) [5][6]

ระบบนี้สร้างจากการแนะนำส่วนบุคคล เทคนิคนี้จะพิจารณาจากข้อมูลส่วนตัวพื้นฐาน เช่นเพศ อายุ และอาชีพ เป็นต้น ซึ่งระบบสามารถวิเคราะห์ได้จากการตั้งค่าข้อมูลผู้ใช้งาน (Profile) อีกทั้งพิจารณาจากข้อมูลพฤติกรรมการแสดงความพึงพอใจต่อชิ้นงานหรือบริการนั้นๆเพื่อวิเคราะห์รายละเอียดและนำไปอ้างอิงในการหาขอบเขตการแนะนำ เช่น ข่าว เว็บไซต์ หนังภาพยนตร์ เพลง อาหาร ฯลฯ มีวิธีการที่แนะนำในการทำการกรองสารสนเทศโดยดูจากเนื้อหา เช่น Information Retrieval หรือ การทำเหมืองข้อมูล (Machine Learning algorithms)

3) การแนะนำแบบผสม Hybrid Filtering (HF) [5][6]

ระบบแนะนำแบบผสม ซึ่งผสมผสานทั้ง Content-based (CB) และ Collaborative Filtering (CF) เพื่อส่งเสริมจุดเด่น และลดจุดด้อยไป เช่น สมมติว่า ระบบการทำงานแบบ Content-based เกิดปัญหาขึ้น ในขณะที่ Collaborative Filtering สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในจุดเดียวๆกัน ซึ่งระบบแนะนำแบบผสมนี้จะช่วยหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดของระบบแนะนำทั้งสองก่อนหน้านี้ได้ โดยวิธีการแนะนำแบบผสมสามารถแบ่งวิธีการได้ดังนี้

- Combining Separate Recommenders การแยกส่วนของระบบการแนะนำ โดยนำผลลัพธ์ของทั้งสอง แล้วใช้วิธีการ Linear หรือ Vote เพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด
- Adding Content-Based Characteristics to Collaborative Models คือการที่นำคุณสมบัติเฉพาะของวิธีการแนะนำแบบอิงเนื้อหา มาใช้งานร่วมในแบบผสม
- Adding Collaborative Characteristics to Content-Based Models การนำคุณสมบัติเฉพาะของวิธีการแนะนำแบบส่วนร่วมนำมาใช้ในแบบอิงเนื้อหา นิยมใช้ในการลดความเป็นมิติของกลุ่มข้อมูลผู้ใช้งานตามอ้างอิงเนื้อหา
- Developing a Single Unifying Recommendation Model สร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์ จากคุณสมบัติเฉพาะของทั้งสองเทคนิค คือ การแนะนำแบบอิงเนื้อหา และแบบส่วนร่วม

II.I.III. การจัดกลุ่ม (Clustering)[2][9]

ทฤษฎีการจัดกลุ่ม (Clustering) เป็นเทคนิคพื้นฐานในการวิเคราะห์คลังข้อมูลทางสถิติเพื่อนำไปใช้ในด้านต่างๆ รวมไปถึงการเรียนรู้ของการทำเหมืองข้อมูล ในการจัดการกลุ่มข้อมูลที่คล้ายกัน มีคุณลักษณะเหมือนกัน แล้วนำมาจัดอยู่ในหมวดหมู่เดียวกัน โดยมีหลักเกณฑ์ในการแบ่งดังนี้ “ให้หน่วยเดียวกันที่มีลักษณะที่สนใจเหมือนกันหรือคล้าย แต่หน่วยที่อยู่ต่างกลุ่มกันจะมีลักษณะที่สนใจต่างกัน” โดยวัตถุประสงค์ของการจัดกลุ่ม คือใช้ในการจัดกลุ่มที่ไม่ทราบมาก่อนว่าควรมีกี่กลุ่ม ควรแบ่งตามค่าของตัวแปรที่นำมาใช้ในการแบ่งอย่างไร

1) ตัวแปรที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน จะมีความสัมพันธ์กันมากกว่า ตัวแปรจากกลุ่มอื่นหรือไม่เหมือนกันกลุ่มอื่นเลย

2) ตัวแปรที่อยู่ต่างกลุ่มกัน จะไม่ความสัมพันธ์กันเลย หรือมีความสัมพันธ์น้อย

ตารางที่ II ตารางแสดงค่าความสัมพันธ์ของตัวแปร

	ตัวแปรที่ 1	ตัวแปรที่ 2..	ตัวแปรที่ k..	ตัวแปรที่ p
หน่วยที่1 :	X_{11}	X_{12}	X_{1k}	X_{1p}
หน่วยที่2 :	X_{21}	X_{22}	X_{2k}	X_{2p}
.	.	.	.	.
หน่วยที่ j :	X_{j1}	X_{j2}	X_{jk}	X_{jp}
.	.	.	.	.
หน่วยที่ n :	X_{n1}	X_{n2}	X_{nk}	X_{np}

ค่าของ X คือ ค่าสมมติ ที่แทนค่าในตัวแปรนั้นๆ

โดยที่ X_{jk} หมายถึง การวัดค่าครั้งที่ j ของตัวแปร k จะพบได้ว่าในแต่ละหน่วยถูกวัดด้วยตัวแปร p ตัว หน่วยที่ในที่นี้ก็คือ สิ่งๆนั้น ในการวิเคราะห์จัดกลุ่ม อาจจะมีการเรียกทับศัพท์ ว่า Item Case หรือ Object เป็นต้น

สำหรับวัตถุประสงค์ในการจัดกลุ่มของงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาออกแบบระบบการค้นหาเมนูอาหารไทยจากส่วนประกอบเพื่อแนะนำความเหมาะสมให้แก่ผู้บริโภค จะเป็น 2 วัตถุประสงค์ คือ

1) การจัดกลุ่มประเภทของผู้บริโภค

แบ่งกลุ่มผู้บริโภคด้วยจากการตั้งค่าข้อมูลส่วนตัว โดยดูจากข้อมูลโภชนาการพื้นฐานในแต่ละช่วงอายุ เพศ ความชอบของประเภทอาหร เป็นต้น ที่กลุ่มผู้บริโภคนั้นๆควรจะได้รับ

2) การจัดกลุ่มประเภทอาหาร

จัดกลุ่มตามข้อมูลโภชนาของอาหารนั้นๆ เช่น ปริมาณแคลอรี โปรตีน ไขมัน เพื่อให้เหมาะสมกับการแนะนำกลุ่มผู้บริโภค

II.II. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

II.II.I. งานวิจัยเกี่ยวระบบกับการแนะนำ

ระบบการแนะนำ ถูกนำมาใช้งานในธุรกิจหลายประเภท เช่น ธุรกิจการค้า ธุรกิจให้คำปรึกษา ฯลฯ เพื่อการนำเสนอสินค้า บริการที่มีคุณสมบัติตอบโจทย์กับความต้องการของผู้ใช้บริการ โดยระบบการแนะนำจะเก็บข้อมูลพื้นฐานและประวัติของผู้ใช้บริการในการวิเคราะห์

A.Felfernig et al.[1] และคณะ เสนอบทความเรื่อง Recommender Systems โดยได้กล่าวถึงงานภาพรวมของระบบการแนะนำผลิตภัณฑ์ด้วยเทคนิคที่ทำงานแตกต่างกัน เช่น Content-Based Filtering, Collaborative Filtering และ การคัดกรองข้อมูลจากองค์ความรู้ แนวทางการใช้เทคนิคการคัดกรองข้อมูลที่เหมาะสมกับรูปแบบการใช้งาน

พัชรลัย มีใย และ กาญจนา วิริยะพันธ์ [2] ประยุกต์ใช้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการสั่งซื้อ ADSL Modem ของบริษัทที่โอที จำกัด(มหาชน) โดยได้ใช้เทคนิค Clustering ซึ่งเป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบ Unsupervised Learning ที่ใช้การจัดกลุ่มข้อมูลที่ทราบจำนวนกลุ่มแน่นอนอยู่แล้ว ในการแก้ไขปัญหาการสั่งซื้อและลดการระบุจำนวนผลิตภัณฑ์ผิดพลาด และรวมไปถึงการตัดสินใจที่ไม่มีหลักเกณฑ์ของผู้ที่มีหน้าที่สั่งซื้อผลิตภัณฑ์ ผ่านโดยระบบการค้นหาข้อมูลและส่งออกรายงานในรูปแบบรายเดือนและรายปีได้ ซึ่งผลลัพธ์ทำให้การวิเคราะห์ในการตัดสินใจสั่งซื้อมีความถูกต้องมากขึ้น

รุ่งโรจน์ สุบรรณจุ้ย [3] ทำการพัฒนาระบบสนับการตัดสินใจในการซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้เทคนิค Decision Trees ในการแบ่งเกณฑ์ประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์เป็น Low , Medium , High โดยใช้องค์ประกอบของเครื่องคือ Processor, Memory, MemoryType, Harddisk, Graphic Adaptor ในการวิเคราะห์ผู้ใช้งาน สามารถค้นหาโดยระบุวัตถุประสงค์ในการใช้งานและงบประมาณลงไปในระบบเท่านั้น ไม่จำเป็นต้องระบุความต้องการอื่นอีก เช่น ยี่ห้อ น้ำหนักของเครื่องคอมพิวเตอร์ และ ขนาดหน้าจอคอมพิวเตอร์

ศุภชาต นิพัทธ์นันทพร [4] เสนอการพัฒนาระบบการแนะนำการเลือกสารปรุงแต่ง กลิ่นรส ในผลิตภัณฑ์ลูกอม โดยใช้เทคนิคต้นไม้ เพื่อทราบถึงปัจจัยในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์(เพศ อายุ รายได้ ภูมิลำเนา) และนำไปวิเคราะห์แนวโน้มความต้องการในอนาคต โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจากทางเว็บอินเทอร์เฟส ภาษา PHP ในการติดต่อกับผู้ใช้ระบบ และแบ่งจำแนก สารปรุงแต่งกลิ่นรส ในผลิตภัณฑ์ลูก ทั้งหมด 3 กลิ่นรส ได้แก่ 1. สารปรุงแต่งกลิ่นรสผลไม้ 2. สารปรุงแต่งกลิ่นรสกาแฟ 3. สารปรุงแต่งกลิ่นรสมินต์

Christoph Trattner และ David Elsweiler [5] ได้ศึกษาระบบการแนะนำรายการอาหาร และการปรุงอาหาร ภายในร้านอาหารหรือผลิตภัณฑ์ภายในร้านซุปเปอร์มาเก็ต ทำให้รู้ว่าพวกเขาสามารถช่วยเหลือผู้บริโภคให้มีสุขภาพที่ดีขึ้น ผ่านการสร้างระบบแนะนำที่รวบรวมข้อมูลทางโภชนาการที่เป็นประโยชน์แก่ผู้บริโภค

รศ.ดร. นุชรี เปรมชัยสวัสดิ์ [6] ได้เสนอระบบแบบหลายเกณฑ์ด้วยวิธีการรวบรวมข้อมูลความชอบผู้ใช้โดยทางอ้อม เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากการรวบรวมแบบโดยตรง โดยเสนอวิธีการรวบรวมข้อมูลแบบ Hybrid filtering จากข้อมูลเดิมที่มีอยู่แล้วของผู้ใช้ แล้วจึงมาทำการแนะนำไอเทมที่เหมาะสมที่สุดให้กับผู้ใช้เป็นรายเฉพาะบุคคล

จิรวรรณ ไพบูลย์วรชาติ และ นัท กุลวานิช [9] ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการจัดกลุ่มข้อมูล 4 วิธี สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงปกติแบบผสม ดังนี้ 1.Ward linkage 2.K-mean 3.การจัดกลุ่มแบบฟัซซี่ซีมีน และ 4.การจัดกลุ่มแบบอังกอริทึม EM โดยใช้ข้อมูลมีค่าเฉลี่ยของการซ้อนทับกันที่ 10% 20% 30% และ 40% มีจำนวนตัวแปรศึกษา 2 และ 3 ตัวแปร ข้อมูลมีขนาด 100 ตัวอย่าง จำนวนกลุ่มของการจัดกลุ่มเท่ากับ 2 3 และ 4 กลุ่ม เปรียบเทียบประสิทธิภาพโดยวิธีการวัดค่าความต่างของข้อมูลในกลุ่ม (RMSSTD) และวิธีการวัดค่าความต่างของข้อมูลระหว่างกลุ่ม (RS) พบว่าจำนวนตัวแปร เท่ากับ 2วิธีคือ แบบ K-mean และการจัดกลุ่มแบบฟัซซี่ซีมีน มีประสิทธิภาพของการจัดกลุ่มใกล้เคียงกัน ถ้าจำนวนตัวแปรศึกษา เท่ากับ 3 วิธีการจัดกลุ่มแบบ K-mean มีประสิทธิภาพของการจัดกลุ่มดีที่สุด

จากการศึกษาทฤษฎี ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวกับระบบการแนะนำ ผู้วิจัยได้เลือกใช้เทคนิคการจัดกลุ่มนิยมใช้กัน คือ K-mean และเทคนิคการแนะนำคือ ระบบการแนะนำแบบผสม (Hybrid Filtering) เนื่องจากเป็นเทคนิคการแนะนำ ที่มีการผสมผสานของอีกสองเทคนิค คือ แบบอิงเนื้อหา และ แบบส่วนร่วม ทำให้มีเสริมข้อดีในจุดที่อาจจะมีปัญหาเกิดได้ ทั้งยังมีข้อดีของทั้งสองเทคนิคต่างๆ

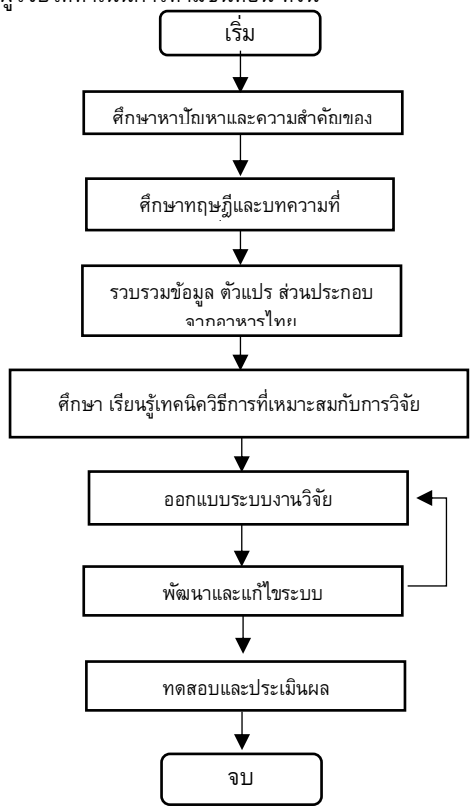
II.II.I. งานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาสารอาหารที่เหมาะสมกับคนไทย

สำนักงานพัฒนานโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ [7]ได้พัฒนาหลักเกณฑ์การจำแนกอาหาร โดยแบ่งเกณฑ์จำแนกออกเป็น 2 กลุ่มคือ 1) กลุ่มควรมีการควบคุมการบริโภค ประกอบด้วย พลังงาน ไขมันรวม ไขมันอิ่ม โซเดียม น้ำตาล และโคเลสเตอรอล 2) กลุ่มที่ควรส่งเสริมให้มีการบริโภค ประกอบด้วยโปรตีน ใยอาหาร ธาตุเหล็ก แคลเซียม วิตามินเอ ซี บี1 และบี2 โดยเปรียบเทียบจากปริมาณสารอาหารในอาหารชนิดใดๆ 1 หน่วยปริโภค ต่อปริมาณสารอาหารที่แนะนำต่อวัน (Thai Recommended Daily Intake , Thai RDI) แบ่งระดับปริมาณของสารอาหารเป็น 3 หลักเกณฑ์คือ พึงประสงค์ พอใช้ และต้องระมัดระวัง

III. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อการพัฒนาออกแบบระบบการค้นหาเมนูอาหารไทยจากส่วนประกอบเพื่อแนะนำความเหมาะสมให้แก่ผู้บริโภค

สำหรับการศึกษาเพื่อพัฒนาระบบแนะนำความเหมาะสมให้แก่ผู้บริโภค ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้



รูปที่ III แผนภาพขั้นตอนการทำงาน

III.I ศึกษาหาปัญหาและความสำคัญของปัญหา

ทำการศึกษาเพื่อหาปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งผู้วิจัยเล็งเห็นปัญหาจากผู้บริโภคไม่ทราบถึงเมนูอาหาร จากส่วนประกอบที่ตนมีอยู่ และพบถึงปัญหาเรื่องสุขภาพ ที่ผู้บริโภคหลายคนไม่ได้รับประทานอาหารที่เหมาะสมกับตนเอง

III.II ศึกษาหาทฤษฎีและบทความที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาและเรียนรู้จากวิจัยก่อนหน้า เพื่อเลือกเทคนิคการแนะนำและการจัดกลุ่มเพื่อใช้ในการทำงาน พัฒนาและแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุด

III.III รวบรวมข้อมูล ตัวแปร ส่วนประกอบจากอาหารไทย

การรวบรวมข้อมูล ส่วนประกอบและสารอาหารที่สำคัญในอาหารไทย ได้อ้างอิงจากหนังสือตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการอาหารไทย ของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ได้วิเคราะห์นำตัวแปรสำคัญ อย่างสารอาหารประเภทให้พลังงาน ได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ต่อ100 กรัมของอาหารที่ได้บริโภคเข้าไป

ตารางที่ III ตารางแสดงส่วนประกอบและสารอาหาร ของเมนูอาหารไทย

เมนูอาหารไทย		องค์ประกอบของสารอาหารต่อ 100 กรัมส่วนที่บริโภคได้			
ชื่อ	ส่วนประกอบ	พลังงาน (กิโลแคลอรี)	โปรตีน (กรัม)	ไขมัน (กรัม)	คาร์โบไฮเดรต (กรัม)
กระเพาะปลา	กระเพาะปลาแห้ง,น้ำซุป,เห็ดหอม	83	7.3	5.2	1.8
แกงไก่ใส่หยวกกล้วย	พริกแกงใต้,หยวกกล้วยอ่อน,ไก่,กะทิ	117	6.7	10.0	0
แกงผักกาดจอ	กระดูกอ่อน,กวางตุ้ง,ปลาร้า	56	2.8	3.2	4.3
แกงส้มผักรวมกับปลา	พริกแกงส้ม,ปลา,ผักรวม	24	2.0	0.5	29
ก๋วยเตี๋ยวผัดไทยใส่ไข่	เส้นจันทร์,น้ำมัน,เต้าหู้เหลือง,ไข่ไก่,น้ำมะขามเปียก,ถั่วงอก,ผักกุยช่าย	239	7.7	12.3	24.3
ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ราดหน้ากุ้ง	ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่,กุ้งแช่บ๊วย,ผัก,น้ำซุป,น้ำมันพืช,แป้งข้าวโพด	109	2.4	2.7	12.4

แหล่งที่มา: ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการอาหารไทย กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

III.IV ศึกษา เรียนรู้เทคนิควิธีการที่เหมาะสมกับการวิจัย

III.IV.I เทคนิคอัลกอริทึม K-means

เทคนิคอัลกอริทึม K-means เป็นวิธีการจำแนกจัดกลุ่มที่ได้รับความนิยม เนื่องจากมีวิธีการที่ง่ายและเข้าใจไม่ยาก มีหลักการคือ แบ่งกลุ่มออกเป็น K กลุ่ม (Partition) แทนแต่ละกลุ่มด้วยค่าเฉลี่ยของกลุ่ม และในการวัดระยะห่างของข้อมูลในกลุ่มเดียวกัน จะใช้ค่าเฉลี่ยนั้นเป็นศูนย์กลาง (Centroid) ของกลุ่ม แล้วดำเนินการดังนี้

1) ทำการสุ่มค่าเริ่มต้น จำนวน k ค่า Cluster Center (Centroid)

2) หาค่าระยะห่างระหว่างข้อมูลกับจุดศูนย์กลางมาที่สุด หากข้อมูลไหนใกล้ค่าจุดศูนย์กลางk มากที่สุดจะอยู่ในกลุ่มนั้น ดังแสดงในสมการ

$$Distance(a,b) = | X2 - X1 | + | Y2 - Y1 | \quad (1)$$

3) หาค่าเฉลี่ย (Mean) แต่ละกลุ่ม กำหนดให้เป็นค่าจุดกลาง (Centroid) ใหม่

4) วนกลับไปทำในข้อ 2) ใหม่จนกว่าค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มจะไม่เปลี่ยนแปลงหลังจากทำการจัดกลุ่ม และแบ่งประเภทของอาหารแล้ว จึงทำการเข้าสู่กระบวนการแนะนำผู้บริโภค โดยใช้เทคนิค Hybrid Filtering

III.IV.II เทคนิคการแนะนำแบบ Hybrid Filtering [6]

1) รวบข้อมูลความชอบของผู้บริโภคต่อกลุ่มไอเทม (ในที่นี้หมายถึงประเภทของอาหาร) และรวมเข้ากับคุณลักษณะของกลุ่มนั้นๆ

2) หา global criteria weights(น้ำหนักเกณฑ์สากล) ที่อธิบายถึงความชอบของกลุ่มบริโภคนั้นๆต่อคุณลักษณะทั่วไปของไอเทมนั้น

3) ทำการวิเคราะห์และสร้างข้อมูลความชอบ ความเหมาะสมของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของไอเทมนั้น

4) ทำการวัดค่าระดับความเข้มข้นของแต่ละคุณลักษณะที่เกิดขึ้นในเนื้อหาของไอเทม

IV. บทสรุป

การพัฒนาการสร้างระบบการแนะนำผู้บริโภค จากการทบทวนงานวิจัยเกี่ยวข้องและศึกษาทฤษฎีต่างๆ ซึ่งสรุปรอบการทำงานของงานวิจัยได้ว่า สารการที่สำคัญตามหลักเกณฑ์ตามความต้องการของคนไทย ซึ่งประกอบด้วย พลังงานหรือแคลอรี น้ำตาล ไขมันรวม ไขมันอิ่มตัว [7] และขอบเขตการศึกษาในกลุ่มคนตัวอย่าง คือ กลุ่มวัยทำงานที่มีอยู่ระหว่าง 20-60 ปี [8]จำเป็นต้องรับประทานอาหารให้หลากหลายและอย่างพอดี ซึ่งจะขึ้นอยู่กับ อายุในแต่ละช่วง เพศ และกิจกรรม เนื่องจากถ้าได้รับพลังงานมากเกินไป ร่างกายจะใช้ไม่หมด ทำให้เกิดสะสมและเป็นโรคอ้วนได้ ปริมาณพลังงานโดยประมาณที่ผู้ใหญ่วัยทำงานควรได้รับใน 1 วัน ตามตารางข้อมูลที่ IV.

ตารางข้อมูลที่ IV. ปริมาณพลังงานที่ผู้ใหญ่วัยทำงาน ควรได้รับต่อวัน

เพศ	อายุ (ปี)	พลังงาน (แคลอรี)
ชาย	20-30	2150
	31-60	2100
หญิง	20-60	1750

แหล่งที่มา : กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

V. การศึกษาวิจัยในอนาคต

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยในอนาคต ดังนี้

1. ศึกษาตัวแปรเรื่องรสชาติของอาหาร เพื่อวิเคราะห์และช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริโภค เช่น รสชาติเผ็ด ซึ่งเป็นอาการเผ็ดร้อน ผู้บริโภคบางคนไม่สามารถรับประทานในปริมาณมากได้

2. ศึกษาตัวแปรเรื่องภูมิภาคของอาหารชนิดนั้นๆ ว่าอยู่ภูมิภาคใดและควรใช้วัตถุจำเฉพาะในภูมิภาคนั้นๆ

3. ศึกษาตัวแปรในสารอาหาร หรือรสชาติต่างๆที่มีปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดสำแดงในโรคส่วนตัวของผู้บริโภค ไม่ควรแนะนำอาหารจำพวกนั้นให้แก่ผู้ป่วย

เอกสารอ้างอิง

[1] A. Felfernig et al., “Recommender systems,” Intelligent Systems Special Issue on Recommender Systems, ICSE, SWEDEN, January 10, 2010, pp.142-157

[2] พัชรำลัย มีใย และกาญจนา วิริยะพันธ์, “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการสั่งซื้อ ADSL MODEM” การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้าน

คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ, RUSCON, อยุธยา, 28-29 ตุลาคม 2553, หน้า 308-313.

[3] รุ่งโรจน์ สุบรรณจุ้ย, “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์” วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีสารสนเทศ), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ, 2550.

[4] ศุภชาต นิพัทธ์นันทพร, “การพัฒนาระบบการแนะนำการเลือก สารปรุงแต่ง กลิ่นรส ในผลิตภัณฑ์ ลูกอม โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ” กรุงเทพฯ : สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น , 2560

[5] Christoph Trattnet&David Elsweiler,”Food Recommender Systems ” Important Contributions, Challenges and Future Research Directions ,arXiv:1711.02760v2 [cs.IR] 10 Nov 2017.

[6] รศ.ดร. นุชรี เปรมชัยสวัสดิ์, “ระบบผู้แนะนำแบบหลายเกณฑ์จากข้อมูลแบบไฮบริด” วารสารสุทธิปริทัศน์ , มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ , 2555

[7] สำนักงานพัฒนานโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ , “โครงการพัฒนาหลักเกณฑ์ในการจำแนกอาหารเพื่อส่งเสริมการบริโภคอาหารที่ดีต่อสุขภาพ” สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ(สสส.) , 2556

[8] สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข , “กินตามวัยให้พอดี” , 2546

[9] จิรวรรณ ไพบูลย์วรชาติ และ นัท กุลวานิช, “การเปรียบเทียบวิธีการจัดกลุ่มสำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงปกติแบบผสม” การประชุมสัมมนาทางวิชาการ มทร.ตะวันออก มรภ.กลุ่มศรีอยุธยา และราชนครินทร์วิชาการแลวิจัย, 14-16 พฤษภาคม 2557, หน้า 311-314.

การพัฒนาระบบแนะนำบทความอัตโนมัติบนเว็บไซต์ของบริษัทธุรกิจสื่อโฆษณา

An article recommendation system for advertising media business company website

1st นิติรุจน์ อติไชยทักษ์
Nitirut Atichaipitak
สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Information Technology Program, Faculty of Information Technology, Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok / Thailand
at.nitirut_st@tni.ac.th

2nd ณัฐกิตติ์ จิตรเอื้อตระกูล
Nattagit Jiteurtragool
สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Information Technology Program, Faculty of Information Technology, Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok / Thailand
nattagit@tni.ac.th

3rd ประจักษ์ เฉิดโฉม
Prajak Chertchom
สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Information Technology Program, Faculty of Information Technology, Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok / Thailand
Prajak@tni.ac.th

บทคัดย่อ **—— จากข้อมูลสำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ได้จัดทำ รายงานผลการสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย ร้อยละ 48.3% ให้ความสำคัญกับการอ่านหนังสือหรือบทความออนไลน์ ดังนั้นผู้ใช้อินเทอร์เน็ตจึงให้ความสำคัญกับการเลือกอ่านหนังสือหรือบทความออนไลน์ โดยเลือกอ่านในสิ่งที่ผู้ใช้อินเทอร์เน็ตสนใจมากขึ้น การเลือกอ่านหนังสือหรือบทความออนไลน์ในเว็บไซต์ใดเว็บไซต์หนึ่งที่มีหนังสือหรือบทความออนไลน์เป็นจำนวนมากมีความยุ่งยากไม่สะดวกและไม่รวดเร็วปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่เรียกว่า ระบบแนะนำบทความอัตโนมัติ (Recommendation system) เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ ผู้อ่าน หนังสือหรือบทความออนไลน์บนเว็บไซต์ ได้รับข้อมูลที่ต้องการค้นหาได้รวดเร็วขึ้น โดยระบบพยายามที่จะแนะนำหนังสือหรือบทความออนไลน์ ให้ตรงกับความสนใจของผู้อ่าน ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการออกแบบระบบเว็บไซต์แนะนำ บทความอัตโนมัติบนเว็บไซต์ของบริษัทธุรกิจสื่อโฆษณาโดยการใช้ขั้นตอนวิธีการคัดกรองข้อมูลแบบอิงเนื้อหา กับการคัดกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม ดังนั้นบทความวิจัยนี้จะเสนอระบบแนะนำข้อมูลบทความด้านการตลาดออนไลน์เฉพาะบุคคล โดยใช้ประโยชน์จากข้อมูลบน Google Analytic ช่วยวิเคราะห์หาความสนใจของผู้ใช้ ได้อย่างมีประสิทธิภาพบนพื้นฐานความต้องการของผู้ใช้ระบบได้**

คำสำคัญ **—— ระบบแนะนำบทความ, วิธีการคัดกรองข้อมูลแบบอิงเนื้อหา, วิธีการคัดกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม, Google Analytic**

I. บทนำ

ปัจจุบันเว็บไซต์บทความ ข้อมูล ข่าวสาร เข้ามามีบทบาทกับชีวิตเราเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นการให้ข้อมูล การค้นหาข้อมูล หรือการทำธุรกิจ เว็บไซต์เป็นที่เก็บข้อมูลและรวบรวมความรู้ทุกอย่าง ซึ่งข้อมูลต่าง ๆได้เพิ่มขึ้นมากจนทำให้ผู้ใช้ยากที่จะหาบทความที่ตัวเองสนใจได้

เครื่องมือค้นหาที่ดีจึงต้องสามารถแสดงคำตอบที่ตรงกับใจของผู้ค้นหาและช่วยผู้ค้นหาในกรณีที่ไม่สามารถนึกถึงคีย์เวิร์ดที่แม่นยำได้ เพื่อที่จะแก้ปัญหาเหล่านี้ ระบบแนะนำ (Recommendation System)ได้ถูกคิดค้นและสร้างขึ้นมา ตัวอย่างเช่น ถ้าคุณต้องการอ่านบทความให้ความรู้ที่มีความเกี่ยวข้องกัน ก่อนเข้าไปนึกได้ว่าอยากอ่านเรื่องการตลาดออนไลน์ที่เป็นบทความล่าสุดเมื่ออ่านจบแล้วจะพบว่าเว็บไซต์ส่วนใหญ่จะเสนอแนะบทความล่าสุดให้อ่านซึ่งไม่ตรงใจกับผู้อ่านบทความเพราะว่าต้องใช้เวลาในการค้นหา บางคนตัดใจไม่เลือกหรือปิดเว็บไซต์ไม่อ่านไปเลยเพราะหาอ่านบทความที่ชอบไม่เจอ แต่ถ้ามีระบบแนะนำบทความ หน้าที่ของระบบคือระบบจะเก็บประวัติในการเลือกอ่านของผู้ใช้งานไว้ เช่นถ้าผู้ใช้งานมักจะอ่านบทความเรื่องการตลาด ระบบแนะนำก็จะแสดงรายการบทความทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับบทความการตลาดที่มีอยู่ทั้งหมดในเว็บไซต์ให้คุณ โดยคุณไม่จำเป็นต้องจำชื่อเรื่องของบทความได้ หรือ ไม่จำเป็นต้องเสียเวลาค้นหา

ระบบแนะนำบทความคือ ระบบค้นบทความให้ตรงกับบทความที่ต้องการของผู้ใช้โดยใช้เทคนิคการค้นบทความร่วมกับข้อมูลผู้ใช้สามารถทราบได้ว่ามีตัวเลือกอะไรบ้าง ซึ่งนอกจากจะช่วยแนะนำให้ผู้ใช้ที่มีข้อมูลผู้ใช้ในระบบ สามารถได้รับข้อมูลได้ตรงตามความสนใจของผู้ใช้แล้ว ระบบแนะนำข้อมูลยังสามารถช่วยให้ผู้ใช้ที่ไม่มีความรู้ประสบการณ์ช่วยในการตัดสินใจได้รับข้อมูลได้ตรงตามความต้องการ โดยทำการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งระบบแนะนำข้อมูลโดยทั่วไปมักใช้คำสำคัญ (Keyword) ที่ผู้ใช้ใส่เข้ามาในระบบไปเปรียบเทียบกับคำสำคัญในเอกสารเพื่อหาเอกสารที่เกี่ยวข้อง แล้วนำรายการเอกสารที่เกี่ยวข้องมาแสดงให้กับผู้ใช้

ปัจจุบันได้มีการทำวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับระบบแนะนำสินค้าหรือบริการเพื่อนำเสนอต่อผู้บริโภคมากขึ้น เช่น ระบบนำเสนอภาพยนต์ ระบบนำเสนอการท่องเที่ยว ระบบนำเสนอสินค้าออนไลน์ต่าง ๆ เช่น [1] งานวิจัยการพัฒนาระบบแนะนำการเลือกสาขาเพื่อศึกษาต่อระดับอาชีวศึกษาโดยใช้เทคนิคการคัดกรองข้อมูลแบบผสมระหว่างการคัดกรองข้อมูลแบบอิงเนื้อหากับการคัดกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยในเชิงคุณภาพโดยได้ทำการใช้ผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานในการประเมิน สรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นนี้มีความเหมาะสมในระดับดีและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างมีความเหมาะสม [2] งานวิจัยและพัฒนาระบบแนะนำร้านอาหารอัตโนมัติบนสมาร์ทโฟนโดยใช้ข้อมูลเชิงตำแหน่งและรายการอาหาร โดยเทคนิคส่วนการคัดกรองข้อมูลแบบอิงเนื้อหา โดยงานวิจัยนี้ กล่าวว่า แอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนส่วนใหญ่ไม่สามารถ

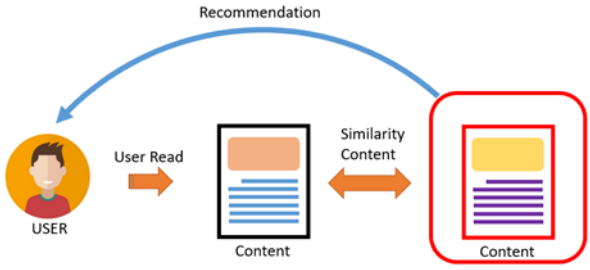
แนะนำรายการอาหารจากรายการอาหารส่วนประกอบและรสชาติได้และไม่สามารถค้นหาร้านอาหารจากรายการอาหารที่ต้องการได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว [3] งานวิจัยและพัฒนาระบบแนะนำแหล่งท่องเที่ยวของจังหวัดมหาสารคาม โดยใช้วิธีการกรองข้อมูลแบบผสมผสาน โดยงานวิจัยนี้ เป็นการวิจัยในเชิงคุณภาพโดยได้ทำการใช้ผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานในการประเมิน สรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถให้คำแนะนำกับผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใช้งานที่ง่าย สะดวกรวดเร็ว สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างมีความเหมาะสม [4] ระบบให้คำแนะนำภาพยนตร์ด้วยวิธีการผสมผสาน ซึ่งระบบแนะนำข้อมูลยังมีปัญหาผู้ใช้ใหม่และสินค้าใหม่ งานวิจัยนี้เสนอวิธีการแบบผสมผสานแบบใหม่เพื่อพัฒนากรอบความคิดในการแนะนำภาพยนตร์ด้วยวิธีการผสมผสานที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้ใหม่และข้อมูลภาพยนตร์ใหม่ เป็นการเตรียมข้อมูลจากการประมาณค่ากลุ่มเป็นการคำนวนผลรวมทั้งหมดภายในกลุ่มยกกำลังสองเพื่อให้ได้การจัดกลุ่มที่ดีที่สุด การจัดกลุ่มแบบฟัซซี่ซีมีนเพื่อลดความซับซ้อนของข้อมูลและเพิ่มความเกี่ยวข้องของค่าคะแนนของผู้ใช้กับ ภาพยนตร์ และการหาค่าความใกล้เคียงด้วยวิธีการ Item based การประมวลผลการแนะนำข้อมูล เป็นการหาค่าเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดและรวมน้ำหนัก วัดประสิทธิภาพด้วยค่าความแม่นนำ (Precision) และค่าคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error : MAE) ผลการวิจัยพบว่า การแก้ปัญหา ผู้ใช้ใหม่ ประสิทธิภาพของค่าความแม่นยำร้อยละ 85 ค่าคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย 2.1011 และการ แก้ปัญหาข้อมูลใหม่ ประสิทธิภาพของค่าความแม่นยำร้อยละ 87 ค่าคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย 2.0031 โดยสรุป วิธีการแบบผสมผสานที่พัฒนาขึ้น สามารถแนะนำข้อมูลภาพยนตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทความวิจัยนี้นำเสนอแนวทางการพัฒนาระบบแนะนำข้อมูลบทความด้านการตลาดออนไลน์เฉพาะบุคคล โดยใช้ประโยชน์จากข้อมูลบน Google Analytic ช่วยวิเคราะห์หาความสนใจของผู้ใช้ ได้อย่างมีประสิทธิภาพบนพื้นฐานความต้องการของผู้ใช้ระบบได้ ผ่านช่องทางเว็บไซต์ของบริษัทการตลาดออนไลน์แห่งหนึ่ง จะเป็นการเพิ่มโอกาสที่ข้อมูลจะไปถึงลูกค้าได้รวดเร็ว และมากยิ่งขึ้น ทำให้ผู้ใช้งานสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างรวดเร็ว ระบบแนะนำเป็นเครื่องมือหนึ่งในการทำการตลาดออนไลน์ และถูกใช้เป็นตัวแปรในการเลือกการนำเสนอบทความใหม่ที่ตรงกับความต้องการผู้ใช้งานในแง่การตลาด ทำให้เข้าใจความต้องการจริงของผู้ใช้งานที่เป็นรายบุคคลมากขึ้นซึ่งจะมีความแม่นยำกว่าการนำเสนอแบบภาพรวม

II. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

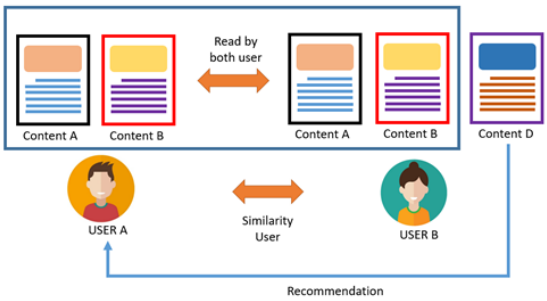
II.I ทฤษฎีระบบแนะนำ (Recommendation System)

วิธีการกรองแบบมีเนื้อหา (Content-based Filtering) เป็นวิธีของการกรองข้อมูลเพื่อหาความคล้ายคลึง การทำงานของเทคนิควิธีนี้ คือ จะ ให้ความสำคัญต่อเนื้อหาของข้อมูลเป็นสำคัญ เพื่อค้นหาข้อมูลที่ผู้ใช้แต่ละคนสนใจ ซึ่งวิธีนี้จะทำการคำนวณหาค่าความคล้ายคลึงกัน (Similarity Measure) ระหว่างข้อมูลหรือสินค้าที่ระบบมีอยู่กับความต้องการในตัวข้อมูลหรือสินค้าที่ผู้ใช้ต้องการ สำหรับการให้คะแนนความชอบต่อข้อมูลยังไม่ทั่วถึงหรือยังไม่ได้ให้คะแนนความชอบแก่ข้อมูลนั้นๆ จะไม่ส่งผลกระทบต่อเทคนิควิธีนี้ [2],[7]



รูปที่ I. วิธีการกรองแบบมีเนื้อหา (Content-based Filtering)

วิธีการคัดกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม (Collaborative Filtering) เป็นวิธีการที่นิยมใช้มากที่สุด วิธีการนี้จะเป็นการแนะนำข้อมูลให้กับผู้ใช้โดยพิจารณาจากประวัติการค้นหาของผู้ใช้คนอื่น ที่มีพฤติกรรมคล้ายกันซึ่งเคยค้นหาและทำการประเมินหรือให้ค่าคะแนนความนิยมกับข้อมูลนั้นๆ ไว้ก่อนหน้านี้แล้ว [4],[8]



รูปที่ II. การคัดกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม (Collaborative Filtering)

วิธีการกรองแบบผสม (Hybrid Filtering) ซึ่งเป็นวิธี การที่ผสมผสานระหว่างสองวิธีการข้างต้นเข้าด้วยกัน อาทิ การใช้วิธีการกรองแบบมีเนื้อหารวมกับวิธีการคัดกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม เพื่อแก้ไขปัญหาที่อาจจะเกิด (Cold-start problem) หรือความเบาบางของข้อมูล และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบขึ้นอีกด้วย [4],[9]



รูปที่ III. วิธีการกรองแบบผสม (Hybrid Filtering)

II.II ทฤษฎีการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing)

การประมวลผลภาษาธรรมชาติ [10] หรือ Natural Language Processing(NLP) คือ กระบวนการรับข้อมูลที่เป็นข้อความต่อเนื่อง กระบวนการวิเคราะห์ระดับคำ วิเคราะห์ชนิดคำ วิเคราะห์โครงสร้างไวยากรณ์และความหมายของข้อความ โดยใช้ฐานความรู้ เพื่อจัดเก็บเข้าคอมพิวเตอร์และเรียกใช้ฐานข้อมูลเพื่อแสดงผลเป็นไปตามเป้าหมายที่ต้องการ

การตัดคำและการกรองคำหยุด (Word Segmentation and StopWord Filtering) การตัดคำภาษาไทยคือการแยกแต่ละคำในประโยคในเอกสารภาษาไทยซึ่งมีการเขียนคำติดกัน การตัดคำนั้นจำเป็นจะต้องมีเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านประมวลผลภาษาธรรมชาติเช่น การแปลภาษา เป็นต้น

วิธีการตัดคำที่นิยมใช้กันมานานได้แก่วิธีการตัดคำโดยใช้กฎ วิธีการตัดคำโดยใช้พจนานุกรม และวิธีการตัดคำโดยใช้คลังข้อความ ปัจจุบันมีวิธีการตัดคำโดยใช้ NLP (Natural Language Processing) ซึ่งเป็นสาขาหนึ่งของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence หรือ AI) มาช่วยลดระยะเวลาและการค้นคำที่ไม่มีในระบบได้ถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น ในขณะที่กรองคำที่ไม่เกี่ยวข้องหรือ คำหยุด (Stopword) เป็นการนำคำที่ไม่สำคัญออกโดยที่ไม่ทำให้ความหมายของเอกสารเปลี่ยนแปลง หรือหมายถึงคำที่ใช้กันโดยทั่วไปที่ไม่มีความหมายสำคัญต่อเอกสาร เมื่อตัดออกจากเอกสารแล้วไม่ทำให้ใจความของเอกสารเปลี่ยนแปลง เช่น จึง ซึ่ง นี้ เป็นต้น

การประเมินค่าความสำคัญของวลี (TFIDF Calculate) [5] การประเมินค่าความสำคัญของวลี เป็นการคำนวณค่า ความสำคัญที่แต่ละวลีมีต่อเอกสาร พิจารณาความสำคัญของวลีและตำแหน่งของวลีในเอกสาร การคำนวณค่าความถี่ ใช้เทคนิคการกำหนดค่าความสำคัญให้กับคำในการแทนที่เอกสารเป็นแบบจำลองเวคเตอร์ (Vector-Space Model) คือค่าผลคูณระหว่าง TF (Term Frequency) และ (Inverse Document Frequency) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบความถี่ของวลีในเอกสารกับความถี่ของวลีในเอกสารอื่น ดังสมการ

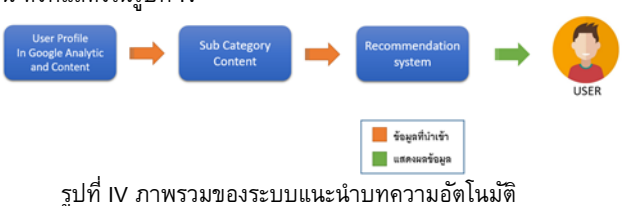
$$TF * IDF = freq(P,D) * \log_2 \frac{N}{n_p} \quad (1)$$

โดยที่

D คือ เอกสาร
P คือวลี
freq(P,D) คือ ความถี่ที่พบวลี *P* ในเอกสาร *D*
n_p คือ จำนวนเอกสารในฐานข้อมูลที่พบวลี *P*
N คือจำนวนเอกสารทั้งหมดในฐานข้อมูล

III. การพัฒนาระบบแนะนำบทความอัตโนมัติบนเว็บไซต์ของบริษัทของธุรกิจสื่อโฆษณา

ในบทนี้เป็นการเสนอระบบแนะนำข้อมูลบทความด้านการตลาดออนไลน์เฉพาะบุคคล ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบกระบวนการทำงานของระบบแนะนำบทความอัตโนมัติ โดยมีการนำข้อมูลผู้ใช้งานที่เข้าไปอ่านบทความในเว็บไซต์ของบริษัทธุรกิจสื่อโฆษณาแห่งหนึ่ง จำนวน 10,000 Record มาจาก Google Analytics เพื่อสร้างเป็นประวัติการใช้งาน และ กับข้อมูลบทความ มาเก็บในดาต้าเบส และนำข้อมูลบทความในเว็บไซต์ทั้งหมด 54 บทความ มาจัดทำเป็นหมวดหมู่ สำหรับใช้ในการแนะนำบทความให้กับผู้อ่าน ดังที่แสดงในรูปที่ IV



รูปที่ IV ภาพรวมของระบบแนะนำบทความอัตโนมัติ

การพัฒนาระบบแนะนำโดยอ้างอิงจากคำสำคัญและกลุ่มของผู้ใช้งานหรือความชอบของผู้ใช้งานคนนั้น เป็นการพัฒนาโดยใช้เทคนิค Content-Based Filtering หรือ Collaborative Filtering ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาโดยใช้โปรแกรมภาษา PHP หรือ Python และใช้ระบบฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySql) ในการเก็บข้อมูล

การสร้างแบ่งหมวดหมู่ย่อยของบทความ ด้วย Keyword เพื่อที่จะพัฒนาระบบแนะนำบทความอัตโนมัติบนเว็บไซต์ได้นั้น ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบสร้างแบ่งหมวดหมู่ย่อยของบทความด้วย Keyword โดยใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ของบริษัทธุรกิจสื่อโฆษณาแห่งหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยบทความทั้งหมด 54 บทความ ซึ่งขั้นตอนการหา Keyword สำหรับแบ่งหมวดหมู่ย่อยของบทความมีการทำงานดังรูปที่ V



รูปที่ V ขั้นตอนการหา Keyword สำหรับแบ่งหมวดหมู่ย่อยของบทความ

กระบวนการแบ่งหมวดหมู่ย่อยของบทความเริ่มจากการนำข้อมูลบทความทั้งหมด 54 บทความ มาเก็บไว้ในรูปแบบไฟล์ txt ทั้งหมด 54 ไฟล์ เพื่อนำเข้ากระบวนการการตัดคำ โดยใช้ชุดคำสั่งของไลบลารี่ PythaiNLP จากนั้นจึงเป็นกระบวนการกรองคำที่ไม่เกี่ยวข้อง (Stopword) และในขั้นตอนสุดท้ายจึงเป็นกระบวนการหาความถี่ของคำหรือการประเมินค่าความสำคัญของวลี (TFIDF Calculate) เพื่อนำมาเป็นคำสำคัญ หรือ keyword สำหรับจัดหมวดหมู่ย่อยของบทความเพื่อใช้สำหรับสืบค้นข้อมูลบทความและพัฒนาระบบแนะนำบทความ

ตัวอย่างบทความที่นำมาจากเว็บไซต์สามารถกำหนดหมวดหมู่หลักทั้งหมด4 หมวด1.SEO/SEM 2.Website 3.Social Media 4.Marketing และนำคำสำคัญของหมวดหมู่ย่อยใส่เข้าไปในหมวดหมูหลัก เช่น บทความเรื่อง “เตือนภัย เมื่อ Page Facebook ปลิว” คำสำคัญคือคำว่า “Facebook” ก็จะนำคำนี้ไปใส่ในหมวดหมู่หลักชื่อ Social Media เป็นต้น

การสร้างฐานข้อมูลผู้ใช้งาน เพื่อให้คำแนะนำผู้ใช้ได้อย่างถูกต้องจึงต้องมีการสร้างฐานข้อมูลผู้ใช้งาน โดยเป็นการนำข้อมูลผู้ใช้งานเว็บไซต์จากข้อมูลย้อนหลังเพื่อการจัดกลุ่มผู้ใช้งานตามหมวดหมู่ของบทความ โดยมีขั้นตอนดังนี้

นำเข้าข้อมูลผู้ใช้งานเว็บไซต์จากข้อมูลย้อนหลัง ซึ่งเป็นข้อมูลย้อนหลังระยะเวลา 1 ปี จาก Google Analytic โดยมีข้อมูล รหัสผู้ใช้งาน และข้อมูลที่ผู้ใช้งานเข้าไปดูบทความที่ต้องการอ่านและนำข้อมูลผู้ใช้งานเว็บไซต์บริษัท มาเก็บไว้ที่ Database โดยมีโครงสร้างตามตารางที่ I ตารางที่ I ตารางข้อมูลการอ่านบทความของผู้ใช้เบื้องต้นสำหรับระบบแนะนำบทความอัตโนมัติ

Id	Client Id	Date	Time	Content	URL
1	1154322	12/19/2019	9:31AM	5 Extensions	/post?id
2	2118717	12/19/2019	7:31AM	Facebooks	/post?id

ตารางข้อมูลการอ่านบทความของผู้ใช้เบื้องต้นสำหรับระบบแนะนำบทความอัตโนมัติ

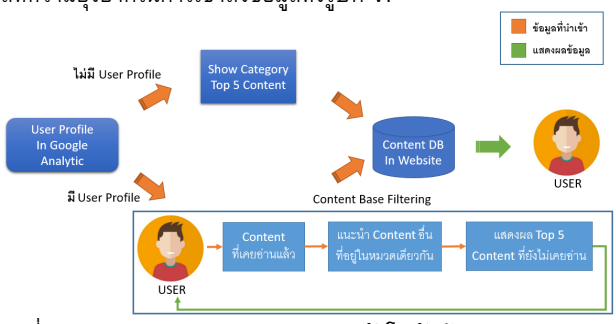
การนำข้อมูลผู้ใช้งานเว็บไซต์ย้อนหลัง มาประมวณผลใน Database เพื่อจัดกลุ่มว่าแต่ละ User ชอบอ่านบทความหมวดหมู่ไหน จัดลำดับบทความแต่ละหมวดหมู่ เป็นต้น สำหรับนำไปใช้งานต่อไป

ระบบแนะนำบทความอัตโนมัติบนเว็บไซต์ของบริษัทธุรกิจสื่อโฆษณาโดยภายในระบบแนะนำบทความจะทำงานที่อ้างอิงจาก User Profile ใน Google Analytic ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ ผู้ใช้งานใหม่และผู้ใช้ที่เคยมีประวัติการเข้าใช้

กรณีผู้ใช้งานที่ไม่มี User Profile ใน Google Analytic มาก่อน หรือเป็นผู้ใช้งานใหม่ ระบบจะทำการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลที่จัดอันดับหนึ่งถึงห้าที่มีคนอ่านมากที่สุดของบทความในแต่ละหมวดหมู่เพื่อแนะนำให้กับผู้ใช้งานกลุ่มนี้ที่ยังไม่มีประวัติการอ่านบทความมาก่อน และทำการเก็บ

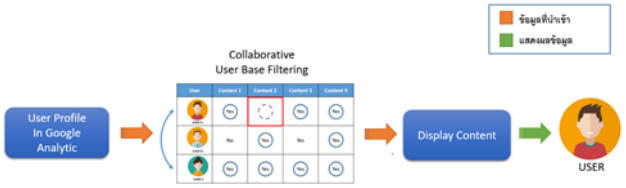
ข้อมูล

กรณีมี User Profile ระบบจะแนะนำบทความตามความต้องการของผู้ใช้งาน เช่น ผู้อ่านต้องการอ่านบทความเกี่ยวข้องกับหมวดหมู่เว็บไซต์ ระบบสามารถแนะนำบทความที่มีความคล้ายคลึงกับความต้องการของผู้อ่านได้ โดยใช้เทคนิค Content-based Filtering ทำให้ผู้ใช้งานเข้าถึงบทความที่ต้องการได้มากยิ่งขึ้น ตอบสนองความต้องการได้ทุกที่ทุกเวลา ลดความยุ่งยากในการเข้าถึงข้อมูลดังรูปที่ VI



รูปที่ VI การทำงานระบบแนะนำบทความอัตโนมัติด้วยเทคนิค Content-based Filtering

ระบบแนะนำบทความอัตโนมัติโดยใช้เทคนิค User-Based Collaborative Filtering ใช้ในกรณีมี User Profile โดยระบบจะนำข้อมูล Profile ของผู้อ่านบทความท่านอื่นมาเปรียบเทียบและแนะนำบทความให้กับผู้อ่านเป้าหมายลดความยุ่งยากในการเข้าถึงข้อมูลดังรูปที่ VII



รูปที่ VII การทำงานระบบแนะนำบทความอัตโนมัติด้วยเทคนิค

IV. แนวทางการประเมินผล

การทดสอบแบบแอลฟ่า (Alpha Test) เป็นการทดสอบเพื่อหาข้อบกพร่องหรือปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบ ดำเนินการทดลองใช้ขั้นต้น โดยผู้วิจัยเอง หลังจากนั้นจึงทำการแก้ไข ระบบให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

การทดสอบแบบเบต้า (Beta Test) เป็นการทดสอบความสมบูรณ์ของระบบ โดย ผู้วิจัยได้นำระบบไปทำการทดสอบความพึงพอใจต่อคุณภาพของระบบ โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านระบบแนะนำหนังสือ จำนวน 10 คน หลังจากนั้นผู้ วิจัยได้ทำการทดสอบ เพื่อหาความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้ จำนวน 30 คน และเมื่อทดสอบความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้แล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อมูลไปแก้ไขปรับปรุงระบบให้ตรงกับความต้องการของกลุ่มผู้ใช้ ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น หลังจากที่ได้ทำการพัฒนาระบบแล้ว ผู้พัฒนาระบบได้สร้างแบบสอบถามที่นำมาใช้ในการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบแนะนำบทความบนเว็บไซต์นี้ คือ แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจของระบบที่พัฒนาขึ้น โดยแบ่งการประเมินระบบตามลักษณะการทดสอบระบบออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

ด้าน Function Requirement Test เป็นการประเมินเพื่อดูว่าระบบที่ได้พัฒนาขึ้นนั้น มีความถูกต้องและมีความพึงพอใจตามความต้องการของผู้ใช้มากน้อยเพียงใด

ด้าน Functional Test เป็นการประเมินเพื่อดูว่าระบบที่ได้พัฒนาขึ้นนั้นมีความถูกต้องและมีความพึงพอใจสามารถทำงานได้ตามหน้าที่ที่มีอยู่ในระบบมากน้อยเพียงใด

ด้าน Usability Test เป็นการประเมินเพื่อดูว่าระบบที่ได้พัฒนาขึ้นนั้นมีความง่ายต่อการใช้งานมากน้อยเพียงใดและมีความเหมาะสมในการใช้งานแค่ไหน

เกณฑ์การพิจารณาความพึงพอใจของระบบ วัดจากคะแนนการประเมินผลของ กลุ่มตัวอย่างที่ได้ทำแบบประเมิน โดยต้องมีคะแนนเฉลี่ยการประเมินในระดับดีขึ้นไป จึงจะยอมรับว่าผู้ประเมินมีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ และสามารถนำระบบไปใช้งานได้จริงตาม ขอบเขตที่กำหนดไว้ เกณฑ์การให้คะแนนแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ II

ตารางที่ II. แสดงเกณฑ์การพิจารณาความพึงพอใจของระบบ

ระดับเกณฑ์การให้คะแนน		ความหมาย
เชิงคุณภาพ	เชิงปริมาณ	
มากที่สุด	5	ระบบที่พัฒนามีความพึงพอใจมากที่สุด
มาก	4	ระบบที่พัฒนามีความพึงพอใจมาก
ปานกลาง	3	ระบบที่พัฒนามีความพึงพอใจมาก
น้อย	2	ระบบที่พัฒนามีความพึงพอใจน้อย
น้อยที่สุด	1	ระบบที่พัฒนามีความพึงพอใจน้อย

การแปลผลการประเมินโดยกำหนดการแปลความหมายของช่วงคะแนนดังแสดงในตารางที่ III

ตารางที่ III แสดงเกณฑ์การแปลผลการประเมิน

เกณฑ์การให้คะแนน	ความหมาย
4.51 – 5.00	ระบบที่พัฒนามีความพึงพอใจในระดับดีมาก
3.51-4.50	ระบบที่พัฒนามีความพึงพอใจในระดับดี
2.51-3.50	ระบบที่พัฒนามีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
1.51-2.50	ระบบที่พัฒนามีความพึงพอใจในระดับน้อย
1.00-1.50	ระบบที่พัฒนามีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

V. สรุป

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นการนำเสนอแนวคิดและกรอบแนวทางสำหรับการพัฒนาระบบแนะนำบทความอัตโนมัติสำหรับเว็บไซต์ของบริษัทธุรกิจสื่อโฆษณา เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถค้นพบบทความ หรือข้อมูลที่มีความน่าสนใจได้ง่ายมากขึ้น รวมถึงมีการนำเสนอแนวทางการประเมินประสิทธิภาพของระบบแนะนำบทความ เพื่อช่วยเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาและปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และนอกจากนี้ ด้วยแนวโน้มความสำคัญของเทคโนโลยีในอนาคตที่กำลังจะเกิดขึ้น ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงประโยชน์ของระบบแนะนำบทความอัตโนมัติ ที่สามารถนำไปพัฒนาและต่อยอด เพื่อการใช้งานในด้านอื่นๆ อีกมากมาย นอกเหนือไปจากประโยชน์ในธุรกิจออนไลน์ อาทิเช่น ระบบแนะนำภาพยนต์ หนังสือ ร้านอาหาร เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณาจารย์และผู้เชี่ยวชาญที่ให้โอกาศในการนำเสนอแนวคิดในการทำงานวิจัยตามความสนใจของผู้ทำวิจัยในครั้งนี้ ทั้งให้คำปรึกษาทางด้านเทคนิกและ, แนวคิด, และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องตลอดระยะเวลาในการทำงานนวิจัยชิ้นนี้จนสามารถกำหนดขอบเขตของงานวิจัยได้อย่างเหมาะสม และสามารถนำไปต่อยอดเพื่อทำเป็นชิ้นงานจริงต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] ศลิษา หนูเสมียน. (2554). ระบบแนะนำการเลือกสาขาเพื่อศึกษาต่อระดับอาชีวศึกษา โดยเทคนิคการคัดกรองข้อมูลแบบผสมระหว่างการคัด กรองข้อมูลแบบอ้างอิงเนื้อหา กับ การคัดกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[2] ปาลิตา แสงสิริ. (2561). ระบบแนะนำร้านอาหารอัตโนมัติบนสมาร์โฟนโดยใช้ข้อมูลเชิงตำแหน่งและรายการอาหาร โดยเทคนิคส่วนการคัดกรองข้อมูลแบบอิงเนื้อหา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[3] อรนันท์ เชาว์พานิช, ระบบแนะนำแหล่งท่องเที่ยวของจังหวัดมหาสารคามโดยใช้วิธีการกรองข้อมูลแบบผสมผสาน, Vocational Education Innovation and Research Journal, 3(1), 25-31.2019.

[4] ธรรมนูญ ปัญญาทิพย์. (2562). ระบบให้คำแนะนำภาพยนตร์ด้วยวิธีการผสมผสาน. ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

[5] นายวัฒนพัชร์ เก้าลิ้ม. (2557). การค้นหาคำสำคัญในเอกสารภาษาไทยโดยใช้เทคนิคการค้นหารูปแบบความสัมพันธ์ในเหมืองข้อมูล ปริญญาวิทยาศาตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

[6] ทัศนีย์ อุทัยสุรี. (2556). การสกัดคำสำคัญจากบทคัดย่อภาษาอังกฤษ ปริญญาวิทยาศาตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

[7] KOMPAN, Michal; BIELIKOVÁ, Mária. Content-based news recommendation. In: International conference on electronic commerce and web technologies. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 61-72, 2010

[8] CHATURVEDI, Akshay Kumar; PELEJA, Filipa; FREIRE, Ana. Recommender system for news articles using supervised learning. arXiv preprint arXiv:1707.00506, 2017.

[9] SELONEN, Katri, et al. An Adaptive Recommender System for News Delivery. 2017.

[10] มาลินี นาคใหญ่. (2549). การวิเคราะห์ประโยคข้อมูล โดยอิงฐานความรู้ กรณีศึกษาการครองราชย์สมัยกรุงศรีอยุธยา ปริญญาวิทยาศาตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

เว็บแอปพลิเคชันเพื่อวัดประสิทธิภาพของ SME ในการนำ ICT มาใช้ในองค์กร

Web application to measure the efficiency of SME in implementing ICT in the organization.

1st อดิศักดิ์ เสือสมิง
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Information Technology Thai-Nichi Institute of Technology
กรุงเทพฯ ประเทศไทย
Bangkok Thailand
adisak@tni.ac.th

บทคัดย่อ --- งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับธุรกิจ SME สำหรับใช้ประเมินประสิทธิภาพของตัวเองในการนำเอา ICT มาใช้งานในองค์กร โดยระบบจะเริ่มจากการลงทะเบียนและกรอกข้อมูลพื้นฐานของ SME จากนั้นจะมีการประเมินในประเด็นต่าง ๆ จากบุคลากรในหลายฝ่าย และระบบสามารถแสดงผลการประเมินความสามารถในการนำ ICT มาใช้งานในองค์กร เปรียบเทียบกับ SME อื่น ที่มีความใกล้เคียงกันทั้งในประเด็นเรื่อง ประเภทธุรกิจ , จำนวนพนักงาน และ เงินทุน โดยงานวิจัยนี้ได้มีศึกษาความพึงพอใจ ในประสิทธิภาพด้านต่าง ๆ จากการใช้งานระบบโดยได้รับผลประเมินโดยรวมในระดับมาก

คำสำคัญ --- เว็บแอปพลิเคชัน, ประเมินค่า, วัดประสิทธิภาพ , วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม , เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

ABSTRACT --- This research is a web application development for SME businesses to assess their efficiency in implementing ICT in organizations. The system will start by registering and filling in the basic information of SME. There will be evaluations on various issues from personnel in many departments. And the system can show the results of evaluating the ability to use ICT in the organization. Compared with other SMEs that are similar in terms of the type of business, A number of employees, and capital. This research has studied satisfaction in various aspects of system performance by receiving the overall evaluation at a high level.

Keywords --- Web Application, Evaluation, Performance measurement, Small and Medium Enterprise or SME / SMEs, Information and Communication Technology or ICT

I. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร หรือ ICT เป็นเครื่องมือสำคัญที่ธุรกิจ ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแข่งขันให้ธุรกิจ เพื่อให้สามารถอยู่รอดได้ ในยุคที่มีการแข่งขันกันสูงในปัจจุบัน ความสำคัญดังกล่าวไม่ได้จำเป็นเฉพาะธุรกิจขนาดใหญ่ ที่มีเงินทุนสูงเท่านั้น สำหรับ SME (SMEs) หรือ วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ก็จำเป็นเช่นกัน เนื่องจากธุรกิจ SME ซึ่งมีความหมายรวมถึง อุตสาหกรรมการผลิต)Manufacturing) กิจการค้าส่งและค้าปลีก)Whole sale and Retail) และกิจการบริการ)Service) ที่ปัจจุบันคิดเป็น 95% ของธุรกิจในประเทศไทย จึงเป็นกลุ่มที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศในด้านต่างๆ เช่น ช่วยสร้างงาน , สร้างมูลค่าเพิ่ม , สร้างเงินตราต่างประเทศ
และ สร้างความเข้มแข็งให้กับระบบเศรษฐกิจโดยรวม เป็นต้น

ดังนั้น ในช่วงที่มีการแข่งขันกันทางเศรษฐกิจอย่างสูงในปัจจุบัน SME จึงควรใช้งาน ICT เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ลดต้นทุน และเพิ่มโอกาสในการแข่งขันทางธุรกิจให้มากที่สุด โดยการพัฒนาแอปลิเคชั่นนี้จะช่วยให้ SME สามารถประเมินตัวเอง ทำให้เห็นจุดอ่อน ที่จะนำไปสู่การปรับปรุงและให้ความสำคัญมากขึ้นในการนำเอา ICT มาใช้ในองค์กรโดย แอปพลิชั่นสามารถเปรียบเทียบในประเด็นต่าง ๆ กับ SME อื่นที่ใกล้เคียงกัน จึงเป็นเหตุผลให้งานวิจัยนี้เกิดขึ้น

II. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักสองข้อ เพื่อ 1) พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อช่วย SME ในการวัดประสิทธิ์ภาพการนำ ICT มาใช้งานในองค์กร และ 2) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

III. วิธีดำเนินการวิจัย

III.I ขอบเขตการวิจัย

III.I.I พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อวัดประสิทธิภาพของ SME ในการนำ ICT เข้ามาใช้ในองค์กร

ระบบถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้ SME สามารถวัดประสิทธิ์ภาพการนำเอา ICT มาใช้งาน ในประเด็นที่สำคัญ ๆ เช่น การสื่อสาร (Communication), การประเมินความเสี่ยง (Risk assessment), การวางแผน (Planning) เป็นต้น โดยประเด็นดังกล่าวได้จากการสัมภาษณ์บุคลากรในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม [1]

ระบบสามารถแบ่งสิทธิของผู้ใช้ตามบทบาท เช่น Admin ของ SME ที่เป็นผู้บันทึกข้อมูลพื้นฐานของ SME และกำหนดคนที่จะทำแบบประเมิน โดยผู้ทำการประเมินจะใช้บุคลากรสามฝ่ายในหน่วยงานที่มีหน้าที่แตกต่างกัน คือ หน่วยงานด้าน IT , หน่วยงานด้านธุรกิจ และ หน่วยงานด้านสื่อสารกับลูกค้า โดยผลการประเมิน
ของ SME สามารถดูโดยเปรียบเทียบกับ SME ที่ใกล้เคียงกันในประเด็นประเภทธุรกิจ , จำนวนพนักงาน และปริมาณเงินทุน ได้

III.I.II ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

ผู้ทำวิจัยได้ทำการออกแบบคำถาม และ เกณฑ์การให้คะแนนโดยกระจายแบบสอบถามให้กลุ่มตัวอย่างตามภาคธุรกิจ เช่นการค้า , การผลิตอุตสาหกรรม , การผลิตเกษตร และการบริการของ SME ในประเทศไทย โดยกระจายตามสัดส่วนที่มีในประเทศ [2] จำนวน 40 ชุด จากนั้นจึงรวบรวมแบบสอบถามมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

III.II วิธีดำเนินการวิจัย

III.II.I พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อวัดประสิทธิ์ภาพของ SME ในการนำ ICT มาใช้งานในองค์กร

ได้ทำการพัฒนาตามรูปแบบ System Development Life Cycle: SDLC ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ

I) การกำหนดปัญหา (Problem Definition) ซึ่งคือขอบเขตของการวิจัย ข้อ 3.1.1 ที่ได้กำหนดไว้

II) การวิเคราะห์ (Analysis) ได้ศึกษาข้อมูลของ SME ในประเทศไทย จากหน่วยงานราชการ เช่น ข้อมูลพื้นฐานของ SME ในประเทศไทย [2] และ ข้อมูลการลงทะเบียนผู้ประกอบการ SME จาก สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (สสว.) [3]

III) การออกแบบ (Design) เป็นการออกแบบเว็บแอปลิเคชันที่เน้นการพัฒนาในรูปแบบ Responsive Web Design ที่เป็นเทคนิคการออกแบบเว็บไซต์ที่จะมีการปรับเปลี่ยนขนาดของเว็บไซต์ให้เหมาะสมกับการแสดงผลบนหน้าจอ บนอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน เช่น คอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ค หรือ โทรศัพท์มือถือได้ สำหรับฐานข้อมูลได้ออกแบบด้วยแนวคิดของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (RDBMS)

IV) การพัฒนา (Development) ดำเนินการสร้างเว็บแอปพลิเคชัน ในรูปแบบ Responsive Web Design โดยใช้ภาษา PHP และ Bootstrap โดยใช้ MySQL เป็นฐานข้อมูล

V) การทดสอบ (Testing) นำแอปพลิเคชันที่พัฒนามาทำการทดสอบตามที่ได้ออกแบบไว้ และหากมีการทำงานผิดพลาดก็นำไปแก้ไขจนกว่าจะได้แอปพลิเคชันตามที่ได้วิเคราะห์และออกแบบไว้

VI) การติดตั้ง (Implementation) นำเว็บแอปพลิเคชันติดตั้งบน Server สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ https://sme-research.tni.ac.th

VII) การบำรุงรักษา (Maintenance) การตรวจสอบข้อมูลความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างใช้งานและดำเนินการแก้ไข โดยใช้ผลศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชันเป็นข้อมูลประกอบด้วย

III.II.II ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

ผู้วิจัยพัฒนาแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน โดยออกแบบให้เป็นรูปแบบสำรวจรายการ (Checklist) ที่แบ่งระดับประสิทธิภาพเป็น 5 ระดับ คือ น้อยมาก (1 คะแนน), น้อย (2 คะแนน), ปานกลาง (3 คะแนน), มาก (4 คะแนน) และ มากที่สุด (5 คะแนน) โดยแบบสอบถามได้สอบถามกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับประสิทธิภาพของระบบ ในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

I) การประเมินด้านการทำงานตามฟังก์ชั่น (Functional) เป็นการประเมินความสามารถของโปรแกรมว่าสามารถทำงานตามหน้าที่ได้มากน้อยเพียงใด

II) การประเมินด้านความเร็วในการประมวลผล (Performance) เป็นการประเมิน ความสามารถของโปรแกรมว่ามีเร็วในการประมวลผลมากน้อยเพียงใด

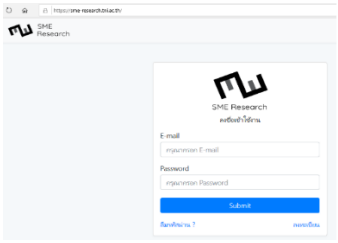
III) การประเมินด้านความสะดวกและความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability) เป็น การประเมินความสามารถของโปรแกรมว่ามีความง่ายต่อการใช้งานมากน้อยเพียงใด

โดยกลุ่มตัวอย่างที่ทำแบบสอบถาม คือ ผู้ใช้งานระบบที่เป็น SME จำนวน 40 ชุด โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต)Arithmetic Mean หรือ X) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation หรือ S.D.)

IV. ผลการวิจัย

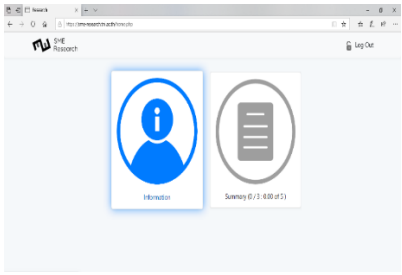
IV.I พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อวัดประสิทธิ์ภาพของ SME ในการนำ ICT มาใช้งานในองค์กร

I) หน้า Home page ของงานอยู่ที่ https://sme-research.tni.ac.th โดยในหน้าแรกผู้ใช้สามารถลงทะเบียน, แก้ไข password และการแจ้ง password ในกรณีที่ลืม ตามรูปที่ I



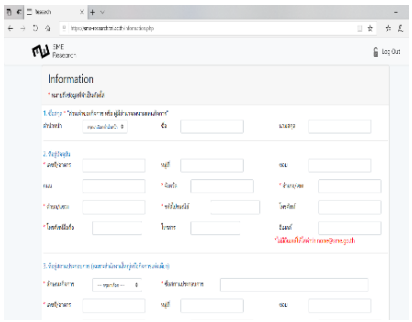
รูปที่ I Home page ของระบบ

II) หลังจากผู้ลงทะเบียนเข้าไปได้แล้ว จะมีสถานะเป็น *Admin ของ SME* โดยสามารถกรอกข้อมูลพื้นฐาน และดูผลประเมินประสิทธิ์ภาพการนำ ICT มาใช้งานในองค์กรตัวเองได้ ตามรูปที่ II



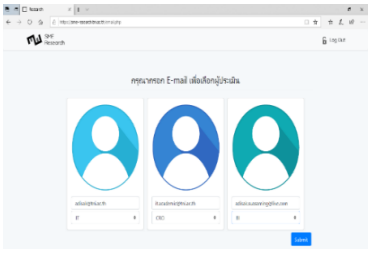
รูปที่ II หน้าจอหลักของ Admin ของ SME

III) Admin ของ SME สามารถเข้าไปกรอกข้อมูลพื้นฐานของธุรกิจ ตัวเอง เช่น ที่ตั้ง, รูปแบบธุรกิจ, เงินทุนจดทะเบียน, จำนวนพนักงาน ฯลฯ โดยระบบมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนบันทึกทุกครั้ง ตามรูปที่ III



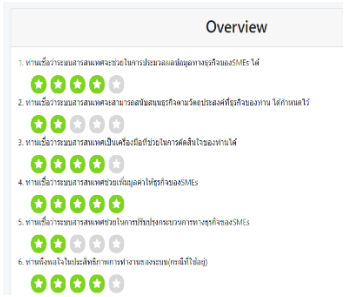
รูปที่ III หน้าจอกรอกข้อมูลพื้นฐานของ SME

IV) เมื่อกรอกข้อมูลพื้นฐานเรียบร้อย Admin ของ SME สามารถกำหนดบุคคลที่ต้องการให้ประเมินได้โดยกำหนด E-mail และ เลือกว่าเป็นบุคคลกลุ่มใด โดยกำหนดให้เป็นบุคลากร 3 หน่วยงานคือ หน่วยงานด้าน IT, หน่วยงานด้านธุรกิจ และ หน่วยงานด้านสื่อสารกับลูกค้า โดยระบบจะทำการส่ง E-mail พร้อม Password ไปยังบุคคลที่ระบุไว้เพื่อให้เข้ามาทำแบบประเมิน ตามรูปที่ IV



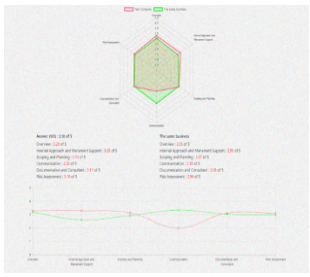
รูปที่ IV หน้าจอ Admin ของ SME กำหนดคนทำประเมิน

V) คนในหน่วยงาน SME ที่ถูกกำหนดให้ทำแบบประเมิน จะได้รับข้อมูลทาง E-mail และสามารถเข้าไปทำการประเมินได้ ตามรูปที่ V



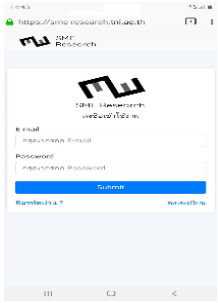
รูปที่ 5 หน้าจอทำแบบประเมิน

VI) Admin ของ SME สามารถเข้ามาดูผลประเมินของธุรกิจตัวเองเปรียบเทียบกับธุรกิจอื่น ที่อยู่ในธุรกิจเดียวกัน, เงินทุน และ จำนวนบุคลากรอยู่ในระดับเดียวกัน โดยแสดงในรูปแบบ Radar Chart และ Line Chart ตามรูปที่ VI



รูปที่ VI หน้าจอแสดงผลประเมินของธุรกิจ SME

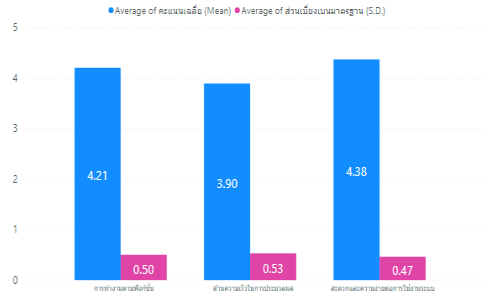
VII) การแสดงผลเว็บแอปลิเคชันจะมีคุณสมบัติ Responsive Design ที่สามารถดูผลได้อย่างสวยงามในโทรศัพท์มือถือ ตามรูปที่ VII



รูปที่ VII ตัวอย่างการแสดงผลแบบ Responsive Design บนมือถือ

IV.II ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่าง โดยผลประเมินโดยรวมเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพของระบบ ในด้านต่างๆ แสดง ตามรูปที่ VIII

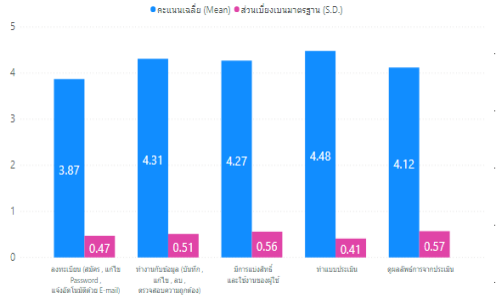


รูปที่ VIII ผลการประเมินความพึงพอใจโดยรวมต่อประสิทธิภาพของระบบในด้านต่างๆ

จากผลการประเมินประสิทธิภาพโดยรวม *"ความสะดวกและความง่ายต่อการใช้งานระบบ"* ได้ค่าเฉลี่ยสูงสุด ที่ 4.38 รองลงมาคือ *"การทำงานตามฟังก์ชั่น"* ได้ค่าเฉลี่ย 4.21 และด้านที่ได้ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ *"ความเร็วในการประมวลผล"* ได้ 3.90

ทำให้ภาพรวมแล้ว ความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน ได้ค่าเฉลี่ย 4.16 (S.D. = 0.50) ซึ่งอยู่ในระดับ มาก และเมื่อดูรายละเอียดของผลประเมินแต่ละด้าน จะมีผลดังนี้

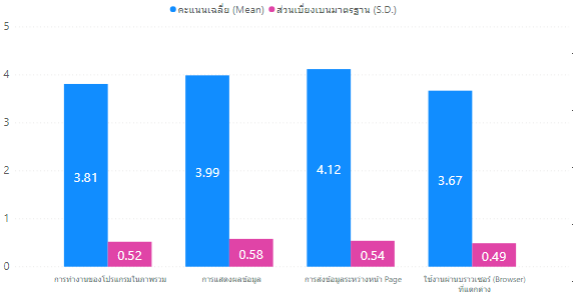
I) การประเมินด้านการทำงานตามฟังก์ชั่น (Functional) ได้ผล ตามรูปที่ IX



รูปที่ IX ผลการประเมินด้านการทำงานตามฟังก์ชั่น

จากผลการประเมินด้านการทำงานตามฟังก์ชั่น ประเด็น *"การทำการประเมิน"* ได้ค่าเฉลี่ยสูงสุด ที่ 4.48 รองลงมาคือ *"ทำงานกับข้อมูล (บันทึก , แก้ไข , ลบ , ตรวจสอบความถูกต้อง)"* ได้ค่าเฉลี่ย 4.31 ตามมาด้วย *"มีการแบ่งสิทธิ์ และใช้งานของผู้ใช้"* ได้ค่าเฉลี่ย 4.27 และ *"ดูผลลัพธ์การจากประเมิน"* ได้ค่าเฉลี่ย 4.12 โดยประเด็นที่ได้ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ *"ลงทะเบียน (สมัคร , แก้ไข Password , แจ้งอัตโนมัติด้วย E-mail)"* ได้ 3.87

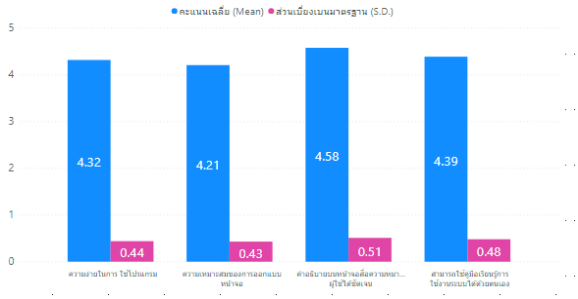
II) การประเมินด้านความเร็วในการประมวลผล (Performance) ได้ผลตามรูปที่ X



รูปที่ X สรุปผลการประเมินด้านความเร็วในการประมวลผล

การประเมินด้านความเร็วในการประมวลผล ประเด็น *"การส่งข้อมูลระหว่างหน้า Page"* ได้ค่าเฉลี่ยสูงสุด ที่ 4.12 รองลงมาคือ *"การแสดงผลข้อมูล"* ได้ค่าเฉลี่ย 3.99 และ *"การทำงานของโปรแกรมในภาพรวม"* ได้ค่าเฉลี่ย 3.81 โดยประเด็นที่ได้ค่าเฉลี่ยน้อยสุดคือ *"ใช้งานผ่านบราวเซอร์ (Browser) ที่แตกต่าง"* ได้ 3.67

III) การประเมินด้านความสะดวกและความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability) ได้ผลตามรูปที่ XI



รูปที่ XI ผลการประเมินด้านความสะดวกและความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability)

จากผลการประเมินด้านความสะดวก และ ความง่ายต่อการใช้งานระบบ ประเด็น *"คำอธิบายบนหน้าจอสื่อความหมายกับ ผู้ใช้ได้ชัดเจน"* ได้ค่าเฉลี่ยสูงสุด ที่ 4.58 รองลงมาคือ *"สามารถใช้คู่มือเรียนรู้การ ใช้งานระบบได้ด้วยตนเอง"* ได้ค่าเฉลี่ย 4.39 และ *"ความง่ายในการ ใช้โปรแกรม"* ได้ค่าเฉลี่ย 4.32 โดยประเด็นที่ได้ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ *"ความเหมาะสมของการออกแบบ หน้าจอ"* ได้ 4.21

V. สรุปและอภิปรายผล

ปัจจุบันเว็บแอปพลิเคชัน สามารถใช้งานได้จริงที่ https://sme-research.tni.ac.th โดยจากการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน และได้รับคำแนะนำเพิ่มเติมจากกลุ่มตัวอย่างทำให้พบประเด็นที่น่าสนใจ ดังนี้

1.) ความเร็วในการประมวลผลระบบ ที่ได้ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเพียง 3.90 ผู้วิจัยพบว่าในช่วงแรกของการเปิดใช้ระบบ มีปัญหาในการปรับแต่งค่าของ Web Server ยังไม่เหมาะสมต่อการใช้งานจำนวนมาก ซึ่งได้แก้ไขแล้ว
2.) ระบบตอบรับอัตโนมัติด้วย E-mail ยังพบปัญหาในเรื่องความเร็ว และความถูกต้อง ซึ่งได้แก้ไขด้วยปรับการตั้งค่า และแก้ไขโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว
3.) ระบบในส่วนของการกรอกข้อมูลพื้นฐานของ SME จะมีความซ้ำซ้อนกับ ระบบสมาชิกของสำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม(สสว.) [3] ซึ่ง SME ส่วนใหญ่เป็นสมาชิกอยู่แล้ว ถ้าระบบปัจจุบันสามารถไปดึงข้อมูลจากระบบสมาชิกดังกล่าวได้ก็จะเป็นการดี ซึ่งประเด็นนี้ผู้วิจัยเห็นด้วย โดยวางแผนที่จะนำเสนอในงานวิจัยขั้นถัดไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความกรุณาของศูนย์สารสนเทศและการสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ได้ช่วยติดตั้งเว็บแอปพลิเคชันบนเซิร์ฟเวอร์ของสถาบัน ตลอดจนถึงการติดตั้งระบบ E-mail อัตโนมัติ และแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ให้ลุล่วงมา ทางผู้ทำวิจัยขอขอบคุณมา ณ. ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] Prajak Churchdom, Senshu Yoshii, Patsama Charoenpong and Tanasin Yatsungnoen, Strategic approach to adopt ICT in SMEs, TNI Journal of Engineering and Technology, 1 Jan - June 2019, P.73
[2] สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม(สสว.), (ออนไลน์), เข้าถึงได้ที่ https://www.sme.go.th, สืบค้นวันที่ 1 พ.ย. 2562
[3] สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม(สสว.), "แบบคำขอลงทะเบียน SME เพื่อเข้ารับบริการ" (ออนไลน์), เข้าถึงได้ที่ https://members.sme.go.th/newportal/res_member.aspx, สืบค้นวันที่ 1 พ.ย. 2562

แนวทางการปรับปรุงภาพถ่าย และพื้นหลัง ของผลิตภัณฑ์รองเท้า สำหรับธุรกิจออนไลน์ ด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ

Guidelines for improving photography and alternative background of shoe products for online businesses using image processing techniques

ธนทัต จันทร์เกตุ
Thanatouch Chanket
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of Information Technology, Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
ch.thanatouch_st@tni.ac.th

บทคัดย่อ **—— ยุคแห่งเทคโนโลยีดิจิทัลทำให้การซื้อขายออนไลน์เติบโตอย่างรวดเร็ว เช่น การใช้อินเทอร์เน็ตในชีวิตประจำวัน เพิ่มการอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้แก่ผู้ใช้ ผู้บริโภคถูกกระตุ้นให้สนใจหรือตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าจากการนำเสนอสินค้าด้วยภาพถ่าย งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาแนวทางการปรับปรุงภาพถ่ายซึ่งสามารถเข้าถึงได้ทุกที่ทุกคน เพื่อเพิ่มความดึงดูดการซื้อผลิตภัณฑ์รองเท้าผ่านช่องทางออนไลน์ โดยการวิเคราะห์ภาพถ่ายเพื่อแยกวัตถุและพื้นหลัง และทำการปรับปรุงภาพ สี พื้นหลังเพื่อสื่ออารมณ์ด้วยโทนสีที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ ตามหลักจิตวิทยา รวมถึงตามหลัก Color Scheme และ Color Image Scale ของ Shigenobu Kobayashi**

ผลิตภัณฑ์รองเท้าเมื่อมีการปรับปรุงสีพื้นหลังโดยการเลือกสีที่เข้ากันช่วยส่งเสริมโทนสีผลิตภัณฑ์ ผ่านสีรองเท้า และสีพื้นหลัง ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความโดดเด่น ดึงดูด น่าสนใจ มีผลต่อการเลือกซื้อ และกระบวนการตัดสินใจซื้อของลูกค้า*มากยิ่งขึ้น*

คำสำคัญ **—— ภาพถ่าย, Color Scheme, Color Image Scale, พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์, ผลิตภัณฑ์รองเท้า**

ABSTRACT **— E-commerce and online shopping are getting noticeable growth rapidly as more like using the internet in everyday life. Most consumers make a decision to purchase merchandise based on photograph. Purpose of this paper to focus increase the attractiveness the image of products by extract background image to matching background color Used by Color scheme and Color Image Scale developed by Japan's leading color psychologist, Shigenobu Kobayashi.**

The Different colours of the background impact our Mood Tone and matching colour background improves Mood Tone of shoe and emotion of the customer feel and the image with balance theme with product and colour background affects online transactions and customer decision-making process.

Keywords **—— Images, *Color Scheme*, Color Image Scale, E-commerce, Shoe**

I. บทนำ

ในปัจจุบันการทำธุรกิจต่างๆ ได้มีการเติบโตและเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วรวมถึงการขายสินค้าออนไลน์ สอดคล้องกับผลสำรวจ ETDA หรือสำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ จากผลสำรวจมูลค่า E-Commerce ไทยปี 2561 พบว่ามีอัตราการเติบโตขึ้นถึง 14.04% [1] ธุรกิจ E-Commerce หมายถึง การทำธุรกรรมผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในทุกช่องทางที่เป็นอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ อินเทอร์เน็ต และระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ การพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ สามารถกระทำผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ การโอนเงินอิเล็กทรอนิกส์ การโฆษณาในอินเทอร์เน็ต การซื้อขายออนไลน์ [2] ในยุคดิจิทัลทุกคนสามารถเป็นเจ้าของธุรกิจร้านขายสินค้าออนไลน์ได้ง่ายมากขึ้น เพียงแค่มีสมาร์ทโฟน กล้องถ่ายรูปและอินเทอร์เน็ต การใช้สมาร์ทโฟนในการถ่ายรูปสินค้าจึงเป็นที่นิยมมากขึ้น เพราะสามารถถ่ายภาพได้ทุกที่อย่างรวดเร็ว ทันเวลา พกพาสะดวก สามารถเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตเพื่อนำรูปที่ถ่ายอัพโหลด เพื่อขายออนไลน์ได้ในทันที

ผู้ค้าผลิตภัณฑ์รองเท้าบางรายมีปัญหาการนำเสนอสินค้าด้วยภาพเนื่องจากไม่มีความรู้ ความชำนาญด้านการถ่ายภาพ การตกแต่งภาพหรือ บางสถานการณ์ทำให้ภาพถ่าย หรือพื้นหลังที่ถ่ายมีความไม่สวยงาม ไม่เข้ากับสินค้า เด่นชัดกว่าตัวสินค้าที่ต้องการเสนอ รวมถึงปัญหาของการสื่อความหมายของผลิตภัณฑ์รองเท้ามีหลากหลายประเภท สี ลักษณะการใช้งาน จึงควรมีการปรับแต่งพื้นหลัง เพื่อทำให้สินค้าดูน่าสนใจ โดดเด่นขึ้น เพื่อดึงดูดความต้องการของลูกค้า

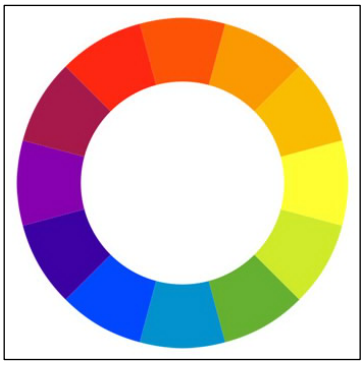
ภาพถ่ายที่สวยงาม คือหัวใจสำคัญของการขายสินค้าออนไลน์ [3] รูปภาพมีความสวยงาม สีสัน และโทนสีของภาพ ตรงตามจุดประสงค์ของตัวสินค้า เสริมความน่าดึงดูดก็จะช่วยสร้างความประทับใจแรก และส่งผลให้ผู้ซื้อตัดสินใจได้ง่าย เมื่อมีการเปรียบเทียบกับร้านค้ารายอื่น ๆ ภาพถ่ายสินค้าที่สวยงามก็จะมีผลต่อการตัดสินใจสั่งซื้อสินค้าด้วยเช่นกัน เพราะรูปภาพถือเป็นตัวดึงดูดผู้ซื้อในการตัดสินใจสั่งซื้อได้ง่ายมากขึ้น รวมถึงจากผลสำรวจส่วนมาก ผู้คนที่เข้ามาซื้อจะให้ความสนใจที่รูปภาพของสินค้าเป็นอันดับต้นๆ [4-6]

II. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแนะนำแนวทางการพัฒนาปรับปรุงภาพถ่าย เพิ่มความน่าสนใจ และดึงดูด สำหรับการทำภาพธุรกิจออนไลน์ โดยใช้เรื่องทฤษฎีของสีเข้ามาช่วย รวมถึง ศิลปศาสตร์ และจิตวิทยาในการสร้างความน่าดึงดูดให้กับรูปผลิตภัณฑ์รองเท้า รวมถึงแนวทางการใช้สี การประยุกต์สีพื้นหลัง กับตัว ผลิตภัณฑ์รองเท้า เพื่อสื่ออารมณ์ เพิ่มความน่าสนใจให้มากขึ้น

III. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ร้านค้าออนไลน์มีหน้าที่นำเสนอสินค้าให้กับลูกค้าผ่านทางหน้าจอมือถือหรือหน้าจอคอมพิวเตอร์ ลูกค้าไม่สามารถจับต้องหรือมองเห็นสินค้าจริงได้ สิ่งที่ร้านค้าจะต้องทำอย่างต่อเนื่องคือการกระตุ้นให้ลูกค้ามีความสนใจในสินค้า มีความต้องการสินค้า และมีความเชื่อมั่นในร้านค้าว่าจะได้รับสินค้าที่ดีมีคุณภาพ รูปสินค้ามีส่วนสำคัญอย่างมาก เพื่อประกอบการตัดสินใจของลูกค้าว่าจะคลิกเข้าไปทำการซื้อหรือไม่ [3] แต่ปัญหาของร้านค้าออนไลน์ส่วนใหญ่ใช้รูปถ่ายที่ไม่ดีพอ หรือถ่ายโดยไม่จัดองค์ประกอบ โดยไม่ให้ความสำคัญกับรูปสินค้า รูปภาพที่ดีสามารถเพิ่มยอดขายให้กับธุรกิจออนไลน์ได้ [6] ลูกค้าไม่สามารถจับต้องสินค้าได้ สิ่งแรกที่จะสามารถดึงสายตาลูกค้าไว้ได้คือรูปภาพของสินค้า ควรใช้รูปที่มีคุณภาพดี [4] ดัง Lee & Turban [7] ได้กล่าวว่ารูปแบบความไว้วางใจในพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์คือสถานะในด้านจิตวิทยาของทั้งสองฝ่ายที่กำลังติดตามปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน เนื่องจากผู้ขายและผู้ซื้อไม่ได้มีการพบหน้ากัน ผู้ซื้อได้เห็นเพียงแค่รูปภาพของสินค้าแต่ไม่เห็นตัวสินค้าจริงๆ รูปภาพจึงเป็นส่วนที่ช่วยตัดสินใจว่าผู้ขายมีความจริงจัง จริงใจกับการค้าขายออนไลน์หรือไม่ นับเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะดึงดูดสายตา ส่งเสริมการขาย สร้างความน่าเชื่อถือให้กับร้านค้าได้ [5] รวมถึงองค์ประกอบสีสันของสินค้า สีของสินค้า สีของฉากพื้นหลัง ต้องมีความสัมพันธ์กันตามทฤษฎีสี และ คู่สี Color Scheme สีต่างๆสามารถใช้สื่ออารมณ์ได้ความสัมพันธ์ระหว่างสีแต่ละสี ซึ่งรูปภาพส่วนใหญ่ มักจะถูกแต่งแต้มด้วยสีแดง เขียว และ น้ำเงิน (RGB) สีเหล่านี้คือแม่สี ซึ่งเมื่อนำมารวมกันจะเกิดสีต่างๆ คู่สีที่นิยมใช้ของสี คือ สีข้างเคียง (Analogous) , สีเอกรงค์ (Monochromatic) , การไล่โทนสีของสีเดียวกัน (Monotone) และ คู่สีตรงข้าม (Complementary) ยึดหลักวงล้อของสี [8]



รูปที่ I. วงล้อสี

Analogous สีข้างเคียง หรือสีที่อยู่ติดกันของวงล้อสีเป็นโทนสีที่ใช้สีถัดไปในวงล้อสี สีชุดนี้สามารถสร้างงานออกแบบที่น่าสนใจได้

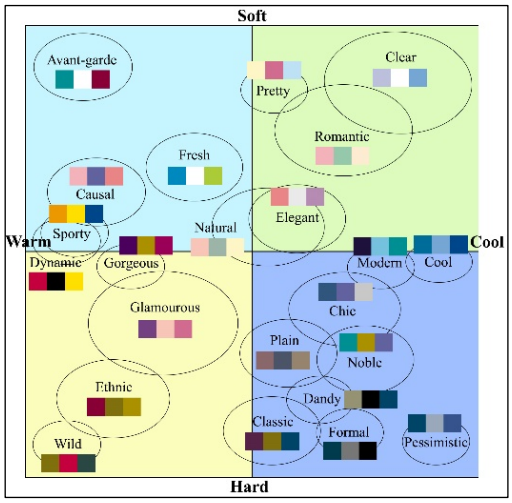
Monochromatic ใช้สีเดียวในภาพ ช่วยเพิ่มความโดดเด่นให้กับงานและเพิ่มอารมณ์ของสีลงไปในงานได้ สีเหล่านี้มีความแตกต่างกันในเฉดสีที่อยู่ในกลุ่มสีเดียวกัน ซึ่งแต่ละสีจะอยู่ในแถบสีเดียวกันของวงล้อสี

Monotone การใช้คู่สีที่เป็นเฉดหรือสีเดียวกัน แต่มีความสดของสีที่ต่างกัน ซึ่งความสดของสีนั้นไม่ได้เกิดจากการผสมสีกับสีอื่น แต่เกิดจากการปรับค่าเปอร์เซ็นต์ความอ่อนหรือเข้มของสี

Complementary สีคู่ตรงข้ามสามารถสร้างความโดดเด่นกระตุ้นอารมณ์ โดยเลือกสีคู่ตรงข้ามกันในวงล้อสี เพื่อให้ได้สีที่แตกต่างจากสีหลักออกมาให้ดูโดดเด่นยิ่งขึ้น [9]

หลัก Color Scheme มีส่วนช่วยในการออกแบบเว็บไซต์ โดยใช้สีเป็นหลัก ช่วยในการเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย อ่านสบายตา หาเมนูได้รวดเร็ว สีช่วยแยกแยะปุ่ม หรือจุดสำคัญของเว็บไซต์โดยกำหนดแนวทางเพื่อการออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์ ตามหลัก WCAG2.1 มาตรฐานสากล การออกแบบเว็บไซต์ โดยเว็บไซต์จะสามารถทำการอ่านเนื้อหาข้อมูลได้สมบูรณ์นั้น จำเป็นที่ จะต้องถูกพัฒนาขึ้นตามแนวทางการพัฒนาเว็บที่เรียกว่า WCAG 2.1 (Web Content Accessibility Guidelines 2.0) [10] ของ W3C (World Wide Web Consortium) [11] โดยคำนึงถึงผู้อ่าน ผู้ใช้งาน ร่วมถึงผู้พิการทางสายตา [12]

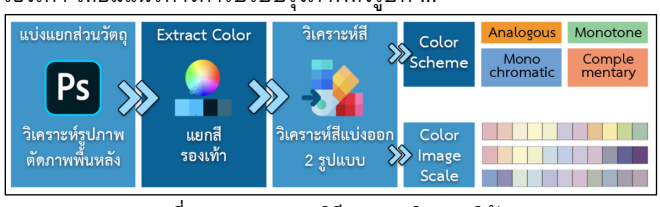
โคบายาชิ (Kobayashi) ได้สร้างระบบ Color Image Scale ขึ้นมาเพื่อเป็นเครื่องมือในการแยกแยะคุณสมบัติต่างๆของสีที่ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ สีพื้นหลัง แต่ละสีมีความละเอียดอ่อน มีความหมายเป็นของตัวเอง รวมถึงการสื่ออารมณ์ผ่านสี ส่งผลกระทบต่ออารมณ์ความรู้สึกของผู้พบเห็น การใช้สีในงานออกแบบคือการสื่อสารที่สามารถบ่งบอกอารมณ์ของงานได้มากที่สุด ซึ่งในระบบของ Japanese Industrial Standard จะมีอยู่ 10 สีที่ใช้เป็นพื้นฐานในการผสมสีต่างๆ โดยแต่ละสีจะมีความแตกต่างของโทนสีด้วย 2 ปัจจัยหลัก คือ ความสว่างของสี Value และ ความอิ่มตัวของสี ระบบการไล่ระดับสีของ Kobayashi ขึ้นอยู่กับระยะระหว่างสีในสเกลที่ส่งผลต่อภาพลักษณ์ของสี ดังเช่น สีขาว สีแดง และสีดำ ที่มีระยะห่างไกลจากกัน ทำให้ภาพลักษณ์ของสียิ่งแตกต่างกันมากขึ้น ในทางตรงข้าม สีที่มีระยะห่างใกล้เคียงกันก็จะทำให้ภาพลักษณ์คล้ายคลึงกัน [13]



รูปที่ II. Color Image Scale

IV. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาและพัฒนาเทคนิคการปรับปรุง ตกแต่งภาพ และสีพื้นหลัง สำหรับธุรกิจออนไลน์ เพื่อเพิ่มความน่าสนใจให้กับผลิตภัณฑ์รองเท้า โดยมีแนวทางการปรับปรุงภาพดังรูปที่ III

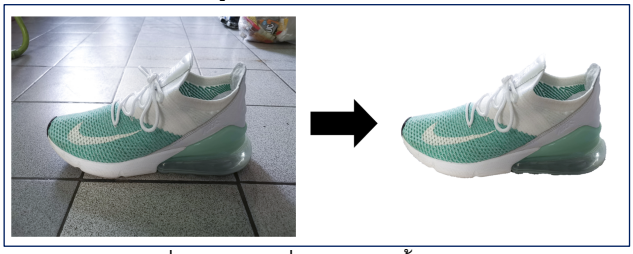


รูปที่ III. Flowchart วิธีการดำเนินการวิจัย

IV.I การแบ่งแยกส่วนวัตถุ

นำรูปภาพรองเท้า เข้าโปรแกรม Photoshop เพื่อทำการวิเคราะห์รูปภาพ โดยการเพิ่มค่าความสว่าง Brightness และ Shadow +10 เพื่อเพิ่ม

ประสิทธิภาพของ Photoshop Select Subject AI ในการตัดพื้นหลัง เพื่อแยกตัวรองเท้าออกมา ดังรูปที่ IV



รูปที่ IV. รองเท้าที่ผ่านการตัดพื้นหลังออก

IV.II Extract Color

นำรูปภาพรองเท้า ดังรูปที่ IV Extract สีด้วยโปรแกรม Adobe Color โปรแกรมวิเคราะห์ได้ Representative color ทั้งหมด 4 สีในแต่ละคู่



รูปที่ V. รองเท้าที่ Extract ได้ Representative color 4 สี

IV.III วิเคราะห์สี

การวิเคราะห์สีเพื่อเพิ่มความน่าดึงดูด น่าสนใจ แบ่งได้ 2 แนวทาง Color scheme และ Color Image scale

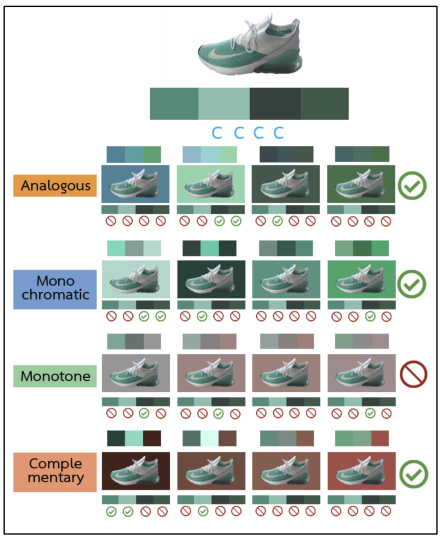
IV.III.I Color scheme

เมื่อได้รูปที่ V นำมาแยกโทนสี ตามวรรณะสี Cold & Warm ดังรูปที่ VI



รูปที่ VI. แยกวรรณะสี Cold & Warm

จึงนำมาทดสอบกับสีพื้นหลัง ที่ได้มาจาก Color Scheme ได้แก่ Analogous, Monochromatic, Monotone, Complementary ตรวจสอบสีผ่านโปรแกรม Colour Contrast Analyzer มาตรฐานของ WCAG2.1 ในหมวด Non-Text Contrast (AA) เพื่อตรวจค่าการตัดกันของสี ระหว่าง Representative color ของรองเท้าและสีพื้นหลัง เช่น ผลที่ได้ตามหมวดวรรณะสี CCCC เหมาะสมกับสีพื้นหลังในหมวด Analogous, Monochromatic, Complementary ดังรูปที่ VII



รูปที่ VII. ตัวอย่างผลทดสอบ Colour Contrast Analyzer (WCAG2.1)

จากการทดสอบสีกับผลิตภัณฑ์รองเท้าในหลายๆคู่ เมื่อแบ่งรองเท้าตามวรรณะสี Cold & Warm ได้ผลลัพธ์สีพื้นหลังที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์รองเท้า ดังในตารางที่ I

ตารางที่ I. ทดสอบสี

Color Scheme	CCCC	WWWW	WWWC	CCCW	CCWW
Analogous	/				/
Monochromatic	/				/
Monotone		/		/	/
Complementary	/		/		/

โดยผลลัพธ์รูปผลิตภัณฑ์รองเท้าที่ได้จากหลัก Color Scheme จะถูกเรียงลำดับตามค่า Lightness ของสีพื้นหลัง ในกรณีในแต่ละColor Scheme มีสีพื้นหลังที่ผ่านการทดสอบเกิน 1 สี จากการทดสอบส่วนมาก สีที่มีค่า Lightness สูง จะช่วยคุมโทนของตัวรองเท้าได้ดี โดยพื้นหลังที่มีค่า Lightness ต่ำควรเพิ่ม Effect เข้าไปเพื่อทำให้พื้นหลังดูมีมิติและ เข้ากับผลิตภัณฑ์ ดังในรูปที่ VIII

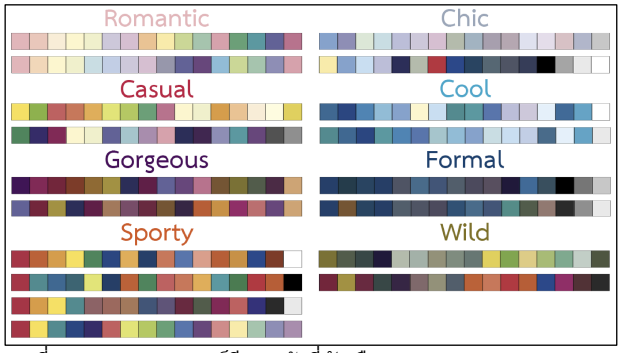


รูปที่ VIII. รูปผลลัพธ์ สีที่ผ่าน WCAG
นำมาเรียงตามค่า Lightness มาก ไป น้อย

IV.III.II Color Image scale

เมื่อผ่านขั้นตอนการแบ่งแยกส่วนวัตถุ และได้ Representative color ทั้งหมด 4 สีในแต่ละคู่ดังรูปที่ V นำ Representative color 4 สี มา

Matching กับสีใกล้เคียงในตาราง Color Image Scale ที่คัดเลือกจากอารมณ์สีของรองเท้าในแต่ประเภทดังรูปที่ IX จะได้ Theme อารมณ์สี ของรองเท้า

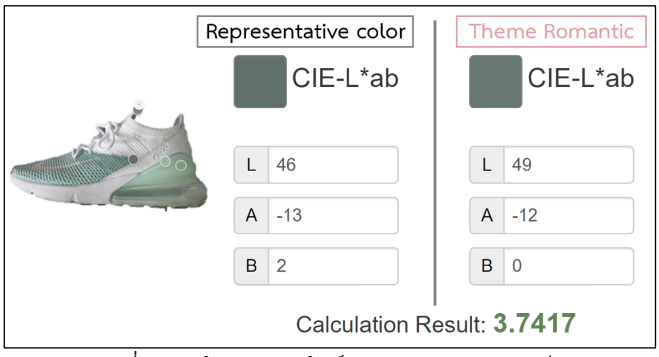


รูปที่ IX. Theme อารมณ์สีรองเท้าที่คัดเลือกจาก Color Image Scale

นำค่าสี Lab ของ Representative color และ Themeอารมณ์สี มาหาค่า Delta E CIE-76 เพื่อเทียบค่าความแตกต่างของสี ตามสมการที่ (1)

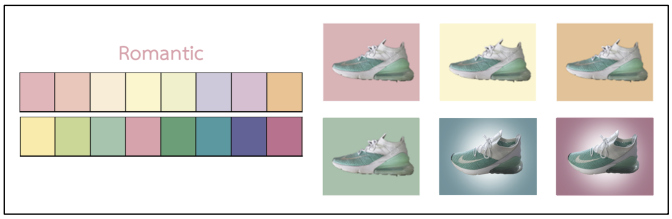
$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(L^*_2 - L^*_1)^2 + (a^*_2 - a^*_1)^2 + (b^*_2 - b^*_1)^2} \quad (1)$$

ΔE^*_{ab} ค่าความต่างสีที่ได้จากการคำนวณ
L^* ค่าความสว่าง (Brightness) ของสี
a^* ค่าความอิ่มตัว (Saturation) ของสี
b^* ค่าความต่าง (Hue) ของสี



รูปที่ X. รูปตัวอย่าง ผลลัพธ์ค่าความแตกต่างของสี

นำค่าจากสมการที่ (1) มาคำนวณด้วยการกำหนดค่า L^*_1, a^*_1, b^*_1 เป็นค่าของชุดสี Representative Color ที่ Extract ออกมา และค่า L^*_2, a^*_2, b^*_2 เป็นค่าของชุดสีใน Theme อารมณ์สีที่เลือกมาจาก Color image scale โดยเมื่อได้ค่า Delta E นำค่าความแตกต่างของสีที่น้อยที่สุดมาเป็นสีพื้นหลัง โดยทุกสีอยู่ในกลุ่มของ Theme อารมณ์สี ที่ได้ Matching กับรองเท้าเช่น หมวด Romantic สีพื้นหลังก็จะเป็น สีที่อยู่ในหมวดหมู่ Romantic ทั้งหมด ดังรูปที่ IX



รูปที่ XI. รูปผลลัพธ์ ใน Themeอารมณ์สี Romantic ของ Color Image Scale

V. ผลการวิจัย

จากการดำเนินงานหมวด Color Scheme ทดสอบสีกับผลิตภัณฑ์รองเท้าในหลายๆคู่ เมื่อแบ่งรองเท้าตามวรรณะสี Cold & Warm และนำไปทดสอบด้วยโปรแกรม Colour Contrast Analyzer เพื่อทำการหาค่าตัดกันของ Color Scheme ซึ่งแบ่งเป็น Analogous, Monochromatic, Monotone, Complementary โดยทดสอบจากสีพื้นหลังของแต่ละหมวด เมื่อได้ผลลัพธ์สีพื้นหลังอาจมีมากกว่า 1 สี จึงใช้ Lightness ช่วยในการตัดสินใจรูปภาพพื้นหลังควรออกสีโทนอ่อน ส่วนของหมวด Color Image Scale เมื่อเลือกโทนสีรองเท้าที่ Matching ได้เหมาะสมกับ Theme อารมณ์สีในตาราง Color Image Scale จึงนำมาเปรียบเทียบค่า Delta E นำค่าความแตกต่างของสีที่น้อยที่สุดมาเป็นสีพื้นหลัง จึงได้สีพื้นหลังใน Theme ของ Color Image Scale โดยสีพื้นหลังสามารถมีหลายสีที่เหมาะสมใน Theme เดียวกัน ต่อรองเท้า 1 คู่

VI. สรุป

งานวิจัยนี้ เสนอแนวทางการปรับปรุงภาพถ่ายสำหรับธุรกิจออนไลน์ โดยมุ่งเน้นการเลือกใช้ สีพื้นหลัง ให้กับผลิตภัณฑ์รองเท้า โดยมีการประยุกต์ใช้สี ทฤษฎีสี วรรณะของสี หลักColor Scheme และตารางColor Image Scale เข้ามา รวมถึงใช้เทคโนโลยีและโปรแกรม Adobe Photoshop, Adobe Color, Colour Contrast Analyzer ในการวิเคราะห์รูปภาพ สีต่างๆ การวัดค่า Contrast ในการแสดงผลต่างๆบนหน้าเว็บไซต์ โดยสีที่ผ่านกระบวนการทดสอบ มาช่วยส่งเสริมให้ตัวผลิตภัณฑ์รองเท้าดูโดดเด่น มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้นด้วยการใช้ สีพื้นหลังเข้ามาช่วย สื่ออารมณ์สีของผลิตภัณฑ์รองเท้า และ วิธีการใช้รูปภาพสินค้า ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด สื่ออารมณ์ สร้างสีสัน ทำให้ผู้มีความบกพร่องทางสายตาเกี่ยวกับเรื่องสี สามารถเข้าถึงได้สะดวกขึ้น ด้วยการทดสอบผ่านมาตรฐาน WCAG ในการทำเว็บไซต์ ผู้ใช้เล็งเห็นแนวทางการขายผลิตภัณฑ์รองเท้า ผ่านช่องทางออนไลน์ที่เพิ่มมากขึ้น การลงรูปขายสินค้าที่ง่ายมากขึ้น รวมถึงผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่สามารถปรับปรุงให้เข้ากับการใช้งาน และมีประโยชน์ในธุรกิจออนไลน์ต่างๆ ได้มากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยมีความเห็นว่ากระบวนการวิเคราะห์สียังมีความยุ่งยากและซับซ้อนอยู่บ้าง อาจพัฒนาปรับปรุงให้ง่าย และสามารถนำไปต่อยอด และพัฒนาความสามารถ ความแม่นยำ ในการวิเคราะห์ให้สะดวก รวดเร็วยิ่งขึ้น หรือ พัฒนาระบบการจัดการสีแบบอัตโนมัติ รวมถึง ปรับปรุงให้เข้ากับการใช้งานในธุรกิจออนไลน์ต่างๆได้

เอกสารอ้างอิง

[1] สุรางคณา วายุภาพ, "ผลสำรวจมูลค่า E-Commerce ไทยปี 2561 เป็นอย่างไรบ้าง," [Online].Available : www.etda.or.th/app/webroot/content_files/13/files/20190131_Day3_CEO_V09.02.pdf.0020. [Accessed: 2562].

[2] Wikipedia, "ความหมาย E-Commerce," Wikipedia.org [Online].Available : https://th.wikipedia.org/wiki/การพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์. [Accessed: 8 กุมภาพันธ์ 2562].

[3] Wei Di, Neel Sundaresan, Robinson Piramuthu and Anurag Bhardwaj, "Is a Picture Really Worth a Thousand Words? - On the Role of Images in E-commerce," Conference: Proceedings of the 7th ACM international conference on Web search and data mining.

[4] DigitalMarketingwow, "ภาพถ่ายสินค้านั้น สำคัญกับแบรนด์ไฉน," [Online].Available : Digitalmarketingwow.com.[Accessed: 19 มกราคม 2560].

[5] Ulrike Steinbrück, Heike Schaumburg, Sabrina Duda and Thomas

Krüger, “A Picture Says More Than A Thousand Words - Photographs As Trust Builders in E-Commerce Websites,” Human Factors in Computing Systems, CHI 2002, Minneapolis, Minnesota, USA, April 20-25, 2002.

[6] mddgadvertising.com, “it’s All About the Images,” mddgadvertising.com [Online].Available : https://www.mdgadvertising.com/marketing-insights/infographics/its-all-about-the-images-infographic/ [Accessed: 29 ตุลาคม 2018].

[7] Lee, M., & Turban, E. (2001). “A trust model for consumer Internet Shopping,” *International Journal of Electronic Commerce, 6*(1).

[8] Sombat prajonsant, “Designing color scheme for contemporary mudmee silk product,” ACA2013Thanyaburi: Blooming Color for Life December 11-14, 2013.

[9] Yossakrai Saithong, “COMMUNICATING THE FANTASY APPEAL THROUGH GRAPHIC DESIGN FOR TWEENS,” วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์) ปีที่ 10 ฉบับที่ 20 กรกฎาคม - ธันวาคม 2561.

[10] Frode ,Eika Sandnes and Anqi Zhao, “A Contrast Colour Selection Scheme for WCAG2.0- compliant Web Designs based on HSV-half-Planes,” 2015 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics.

[11] Wan Abdul Rahim Wan Mohd Isa , Ahmad Iqbal Hakim Suhaimi , Nadhirah Ariffin and Nurul Fatimah Ishak, “Accessibility Evaluation Using Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0,” 2016 4th International Conference on User Science and Engineering (i-USEr).

[12] Priyanuch Tongprakob and Yachai Limpiyakorn, “Increasing Efficiency of Data Accessibility on Web for Visually Impaired,” Information Technology Journal Vol. 10, No. 1, January - June 2014.

[13] Shigenobu Kobayashi, “Color Image Scale,” Kodansha International Ltd (1 Mar. 1992).

การศึกษาการจำแนกข้อมูลความเป็นส่วนตัวโดยใช้เทคนิคการเข้ารหัสและการแฮช

A study of privacy data classifications by using encryption and hashing

นภัทร อรุณธนา
Napat Aruntana
วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยรังสิต
College of Digital Innovation and Information Technology (DIIT)
Rangsit University
Bangkok Thailand
napat.aruntana@gmail.com

บทคัดย่อ —— พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลของประเทศไทย พ.ศ. 2562 มีผลกระทบต่อผู้ประกอบการในทุกองค์กรที่จำเป็นต้องเตรียมความพร้อมเพื่อให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของกฎหมาย โดยมุ่งเน้นที่องค์กรแผนกหรือนิติบุคคลให้มี "มาตรฐาน" ในการจัดการข้อมูลส่วนบุคคลอย่างเหมาะสมและเพียงพอกับข้อมูลส่วนบุคคล กระบวนการที่สำคัญที่สุดคือวิธีการจัดหมวดหมู่ส่วนบุคคลเพื่อปกป้องข้อมูลและป้องกันการเข้าถึงข้อมูลที่ไม่ได้รับอนุญาตรวมถึงป้องกันการเปลี่ยนแปลงข้อมูลโดยไม่มีสิทธิ์ ซึ่งกระบวนการทั้งหมดนี้ต้องใช้เทคโนโลยีที่ซับซ้อนและงบประมาณลงทุนจัดทำระบบอย่างมาก งานวิจัยนี้ขอนำเสนอกรณีศึกษาการจำแนกข้อมูลความเป็นส่วนตัวโดยใช้เทคนิคการเข้ารหัสและการแฮช เพื่อจัดประเภทข้อมูลความเป็นส่วนตัวอย่างง่าย และการเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล ผู้วิจัยได้รวมฟังก์ชัน การกำหนดอัตลักษณ์ของข้อมูล และเข้ารหัสที่จำเป็น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงาน และการจัดการข้อมูล การจำแนกข้อมูล ในกรณีที่ข้อมูลในฐานข้อมูลถูกจัดเก็บในที่ไม่เหมาะสม ถูกโจรกรรม หรือถูกทำสำเนา ข้อมูลส่วนบุคคลเหล่านั้นก็ยังคงปลอดภัย โดยเจ้าของข้อมูล หรือผู้ควบคุมข้อมูลยังสามารถตราจสอบข้อมูลได้ผู้เดียว จากผลการทดลองพบว่าสามารถครอบคลุมการจำแนกประเภทข้อมูลส่วนบุคคลที่จำเป็นทั้งหมด และยังคงความถูกต้องของข้อมูลก่อน และ หลัง การประมวลผลข้อมูลได้ดี อีกทั้งรูปแบบการทำงานนี้ยังแสดงให้เห็นอีกว่าสอดคล้องกับแนวปฏิบัติเพื่อปกป้องข้อมูลหลักปกปิดและป้องกันการเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆโดยไม่ได้รับอนุญาต ขณะที่งบประมาณการจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวมีค่าใช้จ่ายเล็กน้อย เมื่อเทียบกับการลงทุนในระบบอื่นที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

คำสำคัญ —— **พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลของประเทศไทย พ.ศ. 2562, การจำแนกข้อมูลความเป็นส่วนตัว, การเข้ารหัส, การแฮช**

ABSTRACT — Thailand Personal Data Protection Act BE 2562 affects all organizations and entrepreneurs across the country. It states that these organizations must prepare to comply with legal requirement set out accordingly. It aims to impose “standard conduct” in managing personal data appropriately and sufficiently at all levels. The most crucial process is how to implement personal classification to protect data and prevent any unauthorized access to change or alter data. All these processes require a sophisticated technology and a huge investment budget to carry out. This research presents a case study of data privacy classification using encryption and hashing techniques to easily classify privacy information and data collection in the database. The researcher has applied both the function data hashing and encrypting techniques to increase the efficiency of performance and data management classification. In case that the data in the database is improperly stored or get stolen or copied, these personal information is still safe. The data subject and data controllers can control the data themselves. The result also shows that it covers the classification of all necessary personal information and still maintains the accuracy of the information before and after processing the data. Furthermore, this mentioned technique has also been demonstrated to be consistent with the guidelines for protecting key data as well as concealing and preventing an authorized access to information. It also requires such a small budget to implement the data storage in comparison to investing in other systems that are sold in the markets.

Keywords —— ***Thailand Personal Data Protection, protect data, privacy data classification, encryption, hashing***

I. บทนำ

เมื่อมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ทำงานในรูปแบบของเทคโนโลยีสารสนเทศ คอมพิวเตอร์จึงมีบทบาทที่สำคัญในการจัดเก็บข้อมูลและบันทึกข้อมูลได้อย่างง่ายดาย ข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้ รวมถึงข้อมูลส่วนบุคคล เช่น ชื่อ ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ พฤติกรรมการติดต่อสาร หรืออื่นๆ ที่สามารถระบุถึงเจ้าของข้อมูลได้ เมื่อรวบรวมอย่างดีก็จะมีมูลค่ามหาศาลต่อผู้ประกอบการสามารถนำข้อมูลต่าง ๆเหล่านี้มาวิเคราะห์พฤติกรรมผู้บริโภค เพื่อนำเสนอสินค้าและบริการ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ถือเป็นข้อมูลส่วนบุคคล ที่เจ้าของข้อมูลต้องการปกปิดข้อมูลไม่ต้องการให้ผู้อื่นสืบค้นและนำข้อมูลไปแสวงหาผลประโยชน์หรือเปิดเผยโดยไม่ได้รับความยินยอมจากเจ้าของข้อมูล ดังนั้น จึงได้มีการตราพระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. 2562 (Personal Data Protection Act B.E. 2562 (2019) หรือ PDPA) และจะมีผลบังคับใช้อย่างเต็มรูปแบบในวันที่ 28 พฤษภาคม พ.ศ. 2563

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบ Software ต่าง ๆเพื่อการป้องกันเข้าถึงข้อมูล แต่การทำมาใช้ในทางธุรกิจยังมีราคาสูงอยู่มาก ในกรณีของธุรกิจขนาดเล็กยังไม่สามารถที่จะจัดหามาใช้เพื่อการปกป้องข้อมูลได้ตามพระราชบัญญัติดังกล่าว

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาแนวทางการจำแนกข้อมูลความเป็นส่วนตัวโดยใช้เทคนิคการเข้ารหัสเพื่อป้องการการสืบค้นไปยังข้อมูลต้นทางของเจ้าของข้อมูล และการแฮช ซึ่งเป็นการปกปิดข้อมูลผ่านขั้นตอนทางคณิตศาตร์แบบทางเดียว โดยจะทำให้ข้อมูลมีความปลอดภัยสูง การเข้าถึงข้อมูลยากโดยการแปลงข้อความที่ระบุถึงตัวตนของเจ้าของข้อมูลเป็นข้อมูลของแฮทและสามารถที่จะอ้างอิงค่าแฮทนั้นไปยังเจ้าของข้อมูลได้ ซึ่งชุดข้อมูลดังกล่าวที่ถูกเก็บไว้ในระบบหลังทำการเข้ารหัสและแฮทแล้ว จะไม่สามารถระบุถึงเจ้าของข้อมูลได้ นั่นหมายถึงในกรณีที่ข้อมูลรั่วไหลออกไปจากระบบ ผู้ที่มีรหัสในการถอดเท่านั้น จะเป็นผู้ที่สามารถเข้าถึงข้อมูล และทราบถึงข้อมูลที่แท้จริงของเจ้าของข้อมูลได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการเข้ารหัสและการแฮชในการจำแนกข้อมูลความเป็นส่วนตัว
2. เพื่อศึกษาวิธีการเข้ารหัสและการแฮชในการปกปิดข้อมูล
3. เพื่อศึกษาความถูกต้องในการสืบค้นข้อมูลต้นทาง

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาและออกแบบวิธีคัดแยก และการแยกเก็บข้อมูลส่วนบุคคล ให้เป็นข้อมูลที่ไม่สามารถบ่งบอกตัวตนของผู้เป็นเจ้าของข้อมูล
2. ศึกษาและออกแบบวิธีการป้องกันการเปลี่ยนแปลงข้อมูลโดยการทำ hashing และ indexing รวมถึงการเข้ารหัส hashing เพื่อปกป้อง index ข้อมูล
3. วิเคราะห์และเปรียบเทียบความปลอดภัยในกรณีที่ข้อมูลรั่วไหลเพื่อให้สอดคล้อง และสามารถนำไปใช้ได้จริงตามพระราชบัญ ญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. 2562

II. งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

II.I พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. 2562 (Personal Data Protection Act B.E. 2562 (2019) หรือ PDPA)[1]

พระราชบัญญัตินี้มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล เหตุผลและความจำเป็นในการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคลตามพระราชบัญญัติเพื่อให้การคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลมีประสิทธิภาพและเพื่อให้มีมาตรการเยียวยาเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลจากการถูกละเมิดสิทธิในข้อมูลส่วนบุคคลที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งการตราพระราชบัญญัตินี้สอดคล้องกับเงื่อนไขที่บัญญัติไว้ในมาตรา ๒๖ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยแล้ว

II.II Hashing

การแฮชคือฟังก์ชันทางคณิตศาตร์ ซึ่งอยู่ในหัวข้อหนึ่งของหลักทฤษฎี Cryptography[2] โดยการทำงานของแฮช เป็นขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลที่มีความยาวต่างกัน เพื่อให้ได้มาซึ่งค่าตัวเลขที่มีขนาดจำนวนหลักเท่ากัน เพื่อไว้ใช้อ้างอิงข้อมูลต้นทาง[3] หรือใช้อ้างอิงข้อมูลการระบุตัวตนจากต้นทางได้ ซึ่งเป็นการคำนวนตัวเลขคณิตศาสตร์ทางเดียวที่แปลงข้อความที่ชัดเจนเป็นข้อความตัวเลข ข้อความตัวเลขที่ได้จะไม่ถูกถอดค่าและเรียกว่า hash, hash value หรือ digest ของข้อความ มันอาจดูแปลกที่ไม่มีกุญแจในการทำงาน แต่การ HASH สามารถทำหน้าที่ของมันได้ ข้อความที่ชัดเจนสามารถถูกแฮชอีกครั้งในเวลาใดก็ได้และเปรียบเทียบกับแฮชดั้งเดิม โดยจะสามารถรู้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ กับความสมบูรณ์ของข้อความที่ตั้งต้น ข้อมูลอินพุตสามารถเปลี่ยนแปลงความยาวได้ในขณะที่ความยาว HASH ได้รับการแก้ไข ดังตัวอย่างรูปแบบการทำงานของ Hash ในตารางที่ I.

ตารางที่ I. เครื่องมือ รูปแบบการทำงานของ Hash

Algorithm	The Size of the Message Digest (Bit)	Message Block Size	Collision
MD2	128	128	Yes
MD4	128	512	Almost
MD5	128	512	Yes
RIPEMD	128	512	Yes
RIPEMD-128/256	128/256	512	No
RIPEMD-160/320	160/320	512	No
SHA-0	160	512	Yes
SHA-1	160	512	There is a Disability
SHA-256/224	**256/224**	**512**	**No**
SHA-512/384	512/384	1024	No
WHIRPOOL	512	512	No

หมายเหตุ : อักษรตัวหนา หรือรูปแบบที่ใช้การทำ HASH และการเข้ารหัสในการทดลองครั้งนี้

II.III SALT

ค่า SALT เป็นค่าคงที่ในฐานข้อมูล ที่ถูกสร้างขึ้นโดยการสุ่มเพื่อจะใช้กับข้อมูลแต่ละรายการ[4] เพื่อใช้ร่วมกับฟังค์ชั่น HASH โดยค่า SALT ส่วนใหญ่จะเป็นตัวเลข หรือตัวอักษรที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อนำไปใช้ร่วมกับกระบวนการทำ HASH การเพิ่มค่า SALT เข้าไปในกระบวนการ HASH โดยการนำมาต่อกันกับค่า HASH ทำให้ค่าตั้งต้นที่อาจจะมีการซ้ำกัน จะมีผลหลังจากการทำ HASH จะมีค่าของผล HASH ต่างกัน เพื่อป้องกันผลของ HASH ซ้ำกัน โดยง่ายต่อการคาดเดาค่าตั้งต้นได้ โดยส่วนใหญ่จะใช้ในการเก็บรหัสผ่านเพราะโอกาสที่บุคคลจะใช้พาสเวิร์ดซ้ำอาจจะมีอยู่ โดยการทำเช่นนี้ ผู้บุกรุกจะไม่สามารถเดาได้จากค่า HASH ที่ตรงกันและสามารถป้องกันการโจมตี HASH ที่คำนวณไว้ล่วงหน้าได้ เนื่องจาก SALT เป็นค่าสุ่ม ที่มีความแตกต่างกันในแต่ละกรณี การใช้ SALT จึงถือว่าเป็นการปกป้องรหัสผ่านที่ใช้กันทั่วไป หรือผู้ใช้ที่ใช้รหัสผ่านเดียวกันในหลายๆ ไซต์ได้

II.IV Encryption and Decryption

การเข้ารหัสและการถอดรหัส เป็นส่วนหนึ่งของหลักทฤษฎี Cryptography[2] เพื่อความปลอดภัยในการรับส่งข้อมูล ความปลอดภัยของข้อมูลเป็นสิ่งสำคัญมาก มีอัลกอริธึมการเข้ารหัสมากมาย มีการใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ตามความสำคัญ การเข้ารหัสมีอัลกอริธึมหลายประเภท เช่น อัลกอริธึมแบบสมมาตร Symmetric, อัลกอริธึมแบบอสมมาตร Asymmetric การวิเคราะห์เปรียบเทียบพารามิเตอร์ที่สำคัญ[5] โดยการเข้ารหัสเป็นเทคนิคการรักษาความปลอดภัย ที่เปลี่ยนแปลงข้อมูลจากสถานะปกติที่สามารถเข้าใจได้ เรียกว่า ข้อมูลที่ชัดเจน Clear Text เป็นข้อมูลที่ถูกเข้ารหัส Cipher Text โดยอาจจะมีการใช้กุญแจ Key ในกระบวนการเข้ารหัสและถอดรหัส โดยผู้ที่จะถอดรหัสได้ต้องผู้ที่ได้รับอนุญาต หรือผู้ที่มีกุญแจเท่านั้น ถึงจะสามารถถอดรหัสและอ่านข้อมูลได้ โดยรูปแบบการเข้ารหัสแบบ Symmetric แสดงในตารางที่ II.

ตารางที่ II. เครื่องมือ และรูปแบบเทคนิคการเข้ารหัสแบบ Symmetric

Algorithm	Key Size (Bits)	Block size (Bits)	Attacks	Level of security	Encryption speed
DES	64	64	Brute force	Adequate	Very slow
3DES	112, 118	64	Differential and Related-key	Adequate	Very slow
RC5	0-2040	34,64,128	Co-relation and Timing	Secure	Slow
IDEA	128	64	Linear	Secure	Fast
Blowfish	32-448	64	No	Highly	Very fast
AES	128,192,256	128	Side Channel	Excellent	Faster

หมายเหตุ : อักษรตัวหนา หรือรูปแบบที่ใช้การทำ HASH และการเข้ารหัสในการทดลองครั้งนี้

II.V Pseudonymization

กระบวนการจัดการข้อมูลโดยระบุวิธีการลบ หรือการแทนที่ข้อมูลส่วนบุคคลโดยตรง เช่นชื่อ นามสกุล หมายเลขโทรศัพท์ หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน จากชุดข้อมูล แต่อาจจะปล่อยข้อมูลส่วนอื่นไว้ในตำแหน่งที่สามารถระบุบุคคลทางอ้อมได้ เป็นกระบวนการเพื่อควบคุมความปลอดภัยของข้อมูลส่วนบุคคล เพื่อป้องกันการเข้าถึงข้อมูลส่วนบุคคลจากผู้ไม่ได้รับอนุญาต ทั้งนี้ความเป็นส่วนตัว รวมถึงสิทธิของบุคคลและองค์กร อาจจะการส่งต่อไปยังผู้อื่นที่ต้องการใช้ข้อมูลบางส่วน การใช้เทคนิค Pseudonymization สามารถให้การปกป้องความเป็นส่วนตัวที่ดีที่สุด โดยการใช้ข้อมูลส่วนบุคคลลักษณะนี้ สามารถช่วยในการจัดกลุ่มของข้อมูลที่รวบรวมในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบได้[6]

II.VI Kutools

Kutools เป็นเครื่องมือที่รวบรวมการทำงาน สำหรับการใช้งานร่วมกับโปรแกรม Microsoft Excel ที่มีประโยชน์พร้อมคุณสมบัติขั้นสูงกว่า 300 รายการเพื่อลดความซับซ้อนของงานที่ซับซ้อนหลายประเภทให้กลายเป็น Excel เพียงไม่กี่คลิก ตัวอย่างเช่นการเข้ารหัสเซลล์ และการถอดรหัสเซลล์ ด้วยการใช้งานนี้สามารถเข้ารหัสเซลล์ที่เลือก โดยเลือกช่วงที่ต้องการเข้ารหัสหรือถอดรหัส คลิก "เข้ารหัสเซลล์ หรือถอดรหัสเซลล์" และใส่รหัสผ่าน ซึ่งจะช่วยให้การใช้ Excel ประหยัดเวลาในการทำงานและปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานอย่างมาก

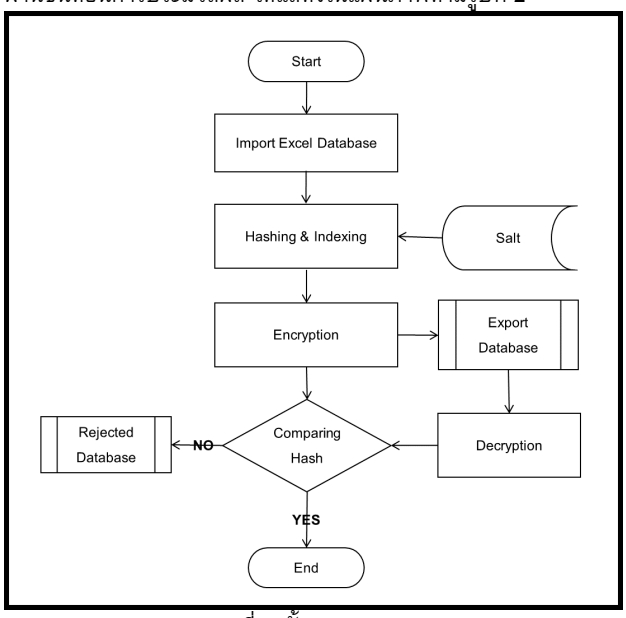
III. ระเบียบวิธีวิจัย

III.I ระเบียบวิธีวิจัย

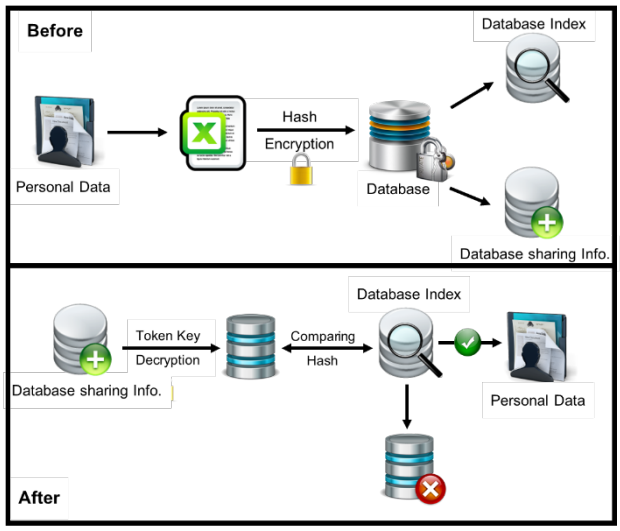
กระบวนการทำงานเริ่มจากการนำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่อยู่บนอินเทอร์เน็ต โดยการนำมาเก็บไว้ในรูปแบบ Microsoft Excel ทำการจัดแบ่งข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่ ทำการจัดเก็บข้อมูลที่ระบุถึงตัวบุคคล(ชื่อ นามสกุล) และข้อมูลอื่นๆ เช่น เลขที่บัตรประจำตัวประชาชน อายุ ที่อยู่ แยกกันอยู่ในแต่ละคอลัมน์ หลักจากนั้น เติมค่าข้อมูลเข้าไปร่วมกับข้อมูลที่ระบุถึงตัวบุคคล โดยค่าข้อมูลดังกล่าวเรียกว่า Salt เพื่อป้องกันข้อมูล ในกรณีที่มี ชื่อ นามสกุล ซ้ำกันในฐานข้อมูล ขั้นตอนต่อจากการเติมค่าข้อมูล Salt คือการนำข้อมูลไปผ่านกระบวนการ การทำแฮท เพื่อทำการสร้างอัตลักษณ์ให้กับข้อมูลที่ระบุถึงตัวบุคคล และจัดข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ Indexing ต่อจากนั้นทำการเข้ารหัสข้อมูลที่ได้อีกครั้งเพื่อเป็นการป้องกันการสืบค้นข้อมูล ไปยังข้อมูลที่ระบุถึงตัวบุคคลได้ เมื่อได้ข้อมูลดังกล่าวหลังจากการเข้ารหัสแล้ว จะทำการแยกฐานข้อมูลออกเป็น 2 ชุด โดยชุดที่หนึ่ง เป็นข้อมูลใช้สำหรับการอ้างอิง ที่ประกอบไปด้วยค่าแฮท และข้อมูลที่ระบุถึงตัวบุคคล (ชื่อ นามสกุล) และชุดที่สอง คือข้อมูลที่ประกอบไปด้วยค่าการเข้ารหัสของแฮช และข้อมูลอื่นๆ ที่ประกอบด้วย วัน เดือน ปีเกิด อายุ ที่อยู่ โดยสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ วิจัยต่อไปได้

ในการตรวจสอบข้อมูลความถูกต้องเพื่อให้สามารถเข้าถึงข้อมูลที่ระบุถึงตัวบุคคลได้ จะต้องมีกุญแจในการถอดรหัสค่าในฐานข้อมูลชุดที่สอง เพื่อให้ได้มาซึ่งค่าแฮท โดยหลังจากที่ได้ค่าแฮท ก็สามารถนำค่าแฮทไปตรวจสอบกับข้อมูลในฐานข้อมูลชุดที่หนึ่ง ซึ่งจะได้มาซึ่งข้อมูลที่ระบุถึงตัวบุคคล โดยมีขั้นตอนการทำงานแสดงตามรูปที่ 1

โดยส่วนประกอบการทำงาน ดังแสดงในขั้นตอนก่อนการนำเข้าข้อมูลผ่านขั้นตอนการประมวลผล และหลังจากการนำข้อมูลที่ได้จากการผ่านขั้นตอนการประมวลผล ได้แสดงในแผนภาพตามรูปที่ 2



รูปที่ 1 ขั้นตอนการทำงาน



รูปที่ 2 ส่วนประกอบการทำงาน

IV. การทดลอง

IV.I การออกแบบการทดลอง

การทดลองนี้กระทำในสภาพแวดล้อมเครือข่ายจำลองโดยการเลือกใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการนำเข้าฐานข้อมูลการจ่ายเงินของเบี้ยยังชีพคนชรา ที่ได้จากทะเบียนประกาศของทางราชการ และรายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมของสถานพยาบาลที่มีการเผยแพร่บนอินเทอร์เน็ต เพื่อนำมาเป็นกลุ่มตัวอย่างฐานข้อมูลตั้งต้นในการทดลองประมวลผล โดยการทำงานผ่านขบวนการ Hashing และ Encryption เพื่อสร้างเป็นฐานข้อมูล

Indexing ใหม่ และผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการนำข้อมูลมาประมวลผล และนำข้อมูลกลับมา Decryption เพื่อเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลตั้งต้นในการทดสอบ ประสิทธิภาพความแม่นยำของการประมวลผล และตรวจสอบถึงข้อมูลรายชื่อของบุคคลในทะเบียน ว่าถูกต้องหรือไม่

IV.II ติดตั้งระบบ

ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Microsoft Excel ร่วมกับการใช้คำสั่ง Macro จาก Blog codedocu.com โดยใช้การประมวลผลด้วยฟังก์ชัน HASH SHA256 ซึ่งก่อนทำการประมวลผล ผู้วิจัยได้สร้างค่า Salt เพิ่มเข้าไปในการทดลอง เนื่องจากการใช้ข้อมูลทะเบียนรายชื่อของตัวอย่างฐานข้อมูลตั้งต้นอาจจะมีรายชื่อที่ซ้ำกัน การเพิ่มค่า Salt เข้าไปจะมีผลทำให้การประมวลผลมีความแม่นยำมากขึ้น โดยการประมวลผลข้อความด้วยด้วยฟังก์ชัน HASH SHA256 เป็นค่าที่ผนวก จะถูกแทรกลงในแมโคร vba

= get_HASH_SHA256 (Cell Index)

ซึ่งผลของค่า HASH (Indexing) จะแสดงในรูปแบบของเลขฐาน 16 จำนวน 64 ตัวอักษร(ไบต์) หรือเท่ากับ 256 บิต โดยจำนวนจะเท่ากันหมดสำหรับทุกข้อมูลที่ผ่านกระบวนการ HASH

ผู้วิจัยยังได้ทำการติดตั้งเครื่องมือในการเข้ารหัสโดยใช้ปลั๊กอินชื่อ Kutools ที่ใช้สำหรับโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อทำการเข้ารหัสจากค่า HASH SHA256 (Indexing) ที่ได้จากกระบวนการแรก โดยการเข้ารหัสของโปรแกรม Kutools จะใช้การเข้ารหัสแบบ Symmetric Key DES

หลังจากที่ได้ผลลัพท์ของการผ่านกระบวนการดังกล่าวนั้น ทางผู้วิจัยได้จัดทำตารางของข้อมูลใหม่ โดยแยกประเภทของตารางเป็นดังนี้

1. ข้อมูลของค่า HASH (Indexing) และรายชื่อ ตารางที่ III
2. ข้อมูลส่วนค่า HASH กับ ENCRYPTION (Indexing) และข้อมูลส่วนบุคคล

ตารางที่ III ตัวอย่างตารางข้อมูลของค่า HASH และ รายชื่อ

No.	Toekn (SHA-256)	ชื่อ นามสกุล
1	80e5a0c3c9635dfbd7e76d5dc72f478d8a57010e131156f38cf8dcd98ff6771f6	น.ส.ยม เล่าทุย
2	7d14406271970 58e2834c7b85ef3b58378089a513088a74a7b14fe5ddc32e5cb	นางประกอบ ดวงตารา
3	b175b2af88ebcfeffee12326a42abdb6eb61a9830a515554dba4598d97ceba10	นางวิรัช ธรรมสาโรรัชต์
4	6693d1eaf0606819462120 17f47952b31071d3cd4f7e6ff0c5c9ec2d2923da34	น.ส.บรรจง เขียนประพิษฐ์
5	10c2661adbcd9b0ef38f06545a5741cd263cdc2e925366a4cf280d256ea49218	นายวิเชียร กลิ่นสมเชื้อ
6	dfe3160ce958b53a3e08a2bf6c8a000002fa762153a024ba1b77724fd204c03b	นายจรัส ประภัสสโร
7	3c61428aaf7d83dc8b6f2915a82ff7296ce73725cb4821fa86d3bf7881609863	นายภักดี กัลยาณวัตน์
8	5936b2557f8220ba414297d4f28abcb59e52afa2b2038e6f09eda67787536f91	น.ส.ฉวี เทียมทัด
9	1ae66b0d5d29f6ac0a98ce46ddbcb4c2921b3dc09a6dbb2b46b585dbe466730c	นางสมบัติ สุขสวน
10	e0032af1a362566c04536f8a5313052e0944c5ae22c96e6cf9f796549227cd0d	นางกว้าง ใสแสง
11	5bbf5ab7c4355ce4ecb372a4ba23a0c8c800b18aeb6fc246b1f921ef531955a7	นายสำรวย ทองประสี
12	cc6f5ed3e67e402aed163df1358973e790b60bd555a6962056d56914790d9cec	น.ส.บรรเทิง ช้างน้อย
13	db1f83f95d46eb03186c78744f030d369b3964f878ea7af71231756a9202cb7f	น.ส.เจียน ช่งก๊อ
14	c453bab7f5e19f57cce45f6d762def3107c09c2477ae694d2fff511d425c8dcc	น.ส.ผ่องศรี สวัสดิ์หว่าง
15	a1085d4799138aa5848b13979da520fbac862c76a43b7f0cf8344ca08db793c9	นางอุไร ใจเร็ว

ตารางที่ IV ตัวอย่างตารางข้อมูลของค่า HASH กับ ENCRYPTION (Indexing) และข้อมูลส่วนบุคคล

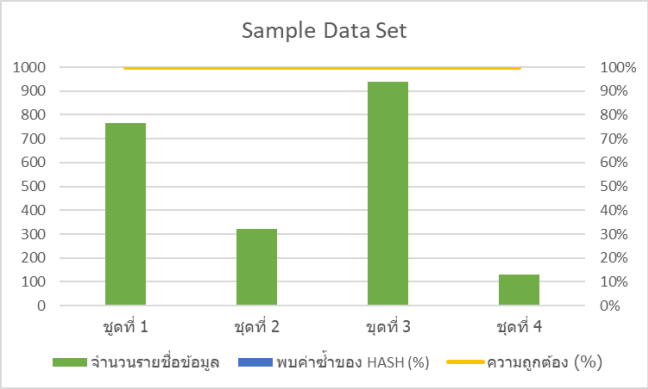
HASH (Encrypt)	บัตรประจำตัวประชาชน	Birthday	Age	Address
D81D3D5EDKMxDCS1HenamomuM1LVH1m9famsLmhryDkb	3-7306-00578-XX-X	4 เมษายน 2490	69	หมู่ 1
54CF1C2EzdMGJ8WV2mZht+n58KehLsRA2NWpwqv+8YUB	3-7306-00575-XX-X	- / - / 2490	69	หมู่ 1
FF4A1B33M4HcMFBx3r2Bdx8jIBIagPlybU/tPlOghjC8wlvOM	3-7306-00575-XX-X	- / - / 2490	69	หมู่ 1
CF415A7BmdtlJhsR902uZB/gul9gaSTT9Er7i/0X6HYs5nfdQ/3	3-7306-00576-XX-X	- / - / 2491	68	หมู่ 1
AC1C697DBR/wOTLRLihPj4Fi63itqny6N0cWCKN+1tlklzc6Lt	3-7306-00576-XX-X	18 กุมภาพันธ์ 2491	68	หมู่ 1
5FB5F6DEOLyeC7Qn3dHlYr8jOtG1XJpTzwPfRDJFfmJFG87	3-7306-00579-XX-X	5 ธันวาคม 2491	67	หมู่ 1
F958782Fl4/P61vrfdTexd9pfTjCKf4j9LET4Dl8EXGcsTAnUCp	3-7306-00579-XX-X	15 พฤศจิกายน 2491	67	หมู่ 1
84CD72F2HL/yQ5yuAM+IT+EX6JVoydvYnE0eY0IJev8bsPb	3-7306-00580-XX-X	5 ธันวาคม 2492	67	หมู่ 1
5547FFA2ClChYuAgYi5T2XSLqVDQ9KSb9clXTA0gQbYZfM	3-7306-00581-XX-X	7 กุมภาพันธ์ 2492	67	หมู่ 1
C906C44EZUwkYdkVlg4AiIB9MHPFB4Xn1evfEFhCzFyXeDC	3-3419-00644-XX-X	- / - / 2492	67	หมู่ 1
7C56DEB7zUZkFRAxJ2eSCIY8hsCvP78YFjfW+XKqm8V/W	3-7306-00576-XX-X	- / - / 2491	68	หมู่ 1
8193EC52ey2x4P+GjCDF6gP+LtvoE3HDkGU+kb6olTkC1wn	3-7306-00577-XX-X	- / - / 2492	67	หมู่ 1
AA4488B5xxsA7Z4JLR1+r6BKZNPbbYmHVyA18kfupfHlxcZ	3-7306-00579-XX-X	1 สิงหาคม 2490	69	หมู่ 1
58778C33C4UsWhXEzaeEvuaf10Mw0lpEaQkVVYU4wrfkSIX	3-7306-00580-XX-X	24 พฤศจิกายน 2491	67	หมู่ 1
8A03E7F1zReO5OJqM2x54omXC2Uste0gdcFb9cZpgbT9sr4	3-7303-00928-XX-X	- / - / 2492	67	หมู่ 1

ซึ่งข้อมูลจากตารางที่สอง เป็นข้อมูลที่สามารถเผยแพร่ หรือนำไปเก็บยังที่ต่างๆได้ โดยข้อมูลดังกล่าวจะไม่มีความเชื่อมโยงต่อกัน ผู้ที่เข้าถึงข้อมูลจะไม่สามารถทราบได้ว่า ข้อมูลส่วนบุคคลดังกล่าว เกี่ยวโยงกับรายชื่อเจ้าของข้อมูลใดโดยข้อมูลทั้งสองจะกลับมาเชื่อมโยงกันได้ จะต้องมีรหัสในการ Decryption ซึ่งโดยปกติแล้วผู้ที่ดูแลข้อมูล (Data Controller) จะเป็นผู้ที่เก็บรหัสในการ Decryption ไว้ ซึ่งจะเป็นผู้เดียวที่จะสามารถทราบถึงข้อมูลส่วนบุคคลได้

โดยกระบวนการ การทำ Decryption โดยการใช้กุญแจการถอดรหัส จะได้ค่าแฮชตั้งต้นกลับมา ซึ่งสามารถนำค่าดังกล่าวมาตรวจสอบและเปรียบเทียบกับตาราง Indexing ในตารางที่หนึ่ง โดยผู้วิจัยได้ใช้ Function ของ VLOOKUP ที่มีอยู่ในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อตรวจสอบข้อมูลที่ได้ กับฐานข้อมูลตั้งต้นว่าถูกต้องตรงกันหรือไม่

V. ผลการทดลอง

เพื่อให้ในการออกแบบระบบมีความเหมาะสม ผู้วิจัยได้ทดลองใช้งานระบบที่ได้รับการออกแบบตามรูปที่ 2 โดยการสร้างระบบจำลองทั้งระบบขึ้นมาโดยใช้ตัวอย่างฐานข้อมูลตั้งต้น 4 ชุด และใช้ข้อบังคับพื้นฐานที่ระบบควรทำได้คือ การเก็บข้อมูล การใช้ข้อมูล และการเปิดเผยข้อมูล พบว่าสามารถนำมาใช้ในกระบวนคัดแยกสำหรับสิทธิการขอเข้าถึงและขอสำเนาข้อมูลได้อย่างดี และในขณะเดียวกันก็สามารถสร้างความมั่นใจให้กับทั้ง Data Subject (เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล) และ Data Controller (ผู้ควบคุมข้อมูลส่วนบุคคล) ว่าข้อมูลถูกเข้ารหัสไว้ทั้งหมด ในกรณีที่เหตุการณ์ไม่คาดคิดเกิดขึ้น เช่น หากมีข้อมูลรั่วไหลออกไปจากระบบด้วยเหตุสุดวิสัย ข้อมูลนั้นจะไม่สามารถนำไปใช้งาน หรือไม่สามารถส่งผลกระทบใดต่อเจ้าของข้อมูลได้ ซึ่งถือว่าเป็นการสร้างความมั่นคงปลอดภัยให้กับข้อมูลในระบบทั้งหมด



รูปที่ 3 กราฟตารางเปรียบเทียบความถูกต้องของข้อมูลที่ทำการทดสอบ

ตารางที่ IV ตารางเปรียบเทียบความถูกต้องของข้อมูลที่ทำการทดสอบ

ข้อมูล	จำนวนรายชื่อข้อมูล	พบค่าซ้ำของ HASH (%)	ความถูกต้อง (%)
ชุดที่ 1	766	0%	100%
ชุดที่ 2	321	0%	100%
ชุดที่ 3	939	0%	100%
ชุดที่ 4	130	0%	100%

VI. สรุป

ผลการศึกษาการจำแนกข้อมูลความเป็นส่วนตัวโดยใช้เทคนิคการเข้ารหัสและการแฮชนี้ สามารถจำแนก แยกเก็บข้อมูลส่วนบุคคลให้เป็นข้อมูลที่ไม่สามารถบ่งบอกตัวตนของผู้เป็นเจ้าของข้อมูลเทียบกับความถูกต้องแม่นยำกับข้อมูลจำนวนมาก และยังสามารจำแนกประเภทข้อมูลส่วนบุคคลที่จำเป็นทั้งหมดได้ดีกว่ารูปแบบเดิมที่ใช้คนในการจำแนกข้อมูล นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์ผลของการทดสอบแล้ว รายงานผลสรุปได้แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการทำงานนี้สอดคล้องกับแนวปฏิบัติเพื่อปกป้องข้อมูลที่จำเป็นได้โดยไม่มีความผิดปกติของข้อมูลที่ถอดรหัสกลับมาได้ถูกต้องแม่นยำ 100% ซึ่งเพียงพอสำหรับการปกป้องข้อมูลหลักและป้องกันการเข้าถึงโดยไม่ได้รับอนุญาต ในขณะเดียวกันจากรายงานของการพบข้อมูลรั่วไหลของโลกปัจจุบัน แสดงให้เห็นว่า ผลการศึกษานี้สามารถแก้ไขปัญหาการเข้าถึงข้อมูลส่วนบุคคลได้ดี และสามารถนำไป ปรับใช้กับงานที่ต้องการเข้าถึงข้อมูลส่วนบุคคล เช่นข้อมูลสถิติทางการแพทย์ อายุของผู้ป่วย โรคของผู้ป่วย ผลเลือดของผู้ป่วย โดยปกปิดชื่อ นามสกุลของเจ้าของข้อมูล หรือสามารถนำไปใช้กับข้อมูลทางการเงินการธนาคาร การวงเงินการกู้เงินวัตถุประสงค์การกู้เงิน โดยอาจนำมาวิเคราะห์ร่วมกับ AI ในการประยุกค์ใช้เพื่อคาดการณ์ความเป็นไปได้ในอนาคต ทั้งนี้สามารถนำผลการทดลองไปใช้งานร่วมกับระบบที่ต้องการแบ่งปันข้อมูล ในการทำวิจัยอื่นๆ โดยไม่จำเป็นต้องทราบถึงเจ้าของข้อมูล ด้วยข้อมูลที่นำมาทดลองจำนวนพันกว่ารายการ แสดงให้เห็นว่าสามารถแก้ไขการจัดเก็บข้อมูลให้เป็นไปตามข้อปฏิบัติภายใต้กฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลที่จะมีผลบังคับใช้ในวันพฤหัสบดีที่ 28 พฤษภาคม 2563 ด้วยงบประมาณที่อาจจำเป็นต้องใช้ในการเก็บข้อมูลให้มีความปลอดภัย งานวิจัยนี้สามารถนำไปศึกษาค้นคว้าต่อยอดในเรื่องประสิทธิภาพต่างๆ ระยะเวลา ความเร็วของการใช้เทคนิคแฮท การเข้ารหัสประเภทอื่นๆ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในฐานข้อมูลชนิดต่างๆ โดยใช้การทดสอบในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันเช่น ความเร็วของระบบ ชนิดของหน่วยประมวลผล ขนาดหน่วยความจำ ชนิดของหน่วยเก็บข้อมูล รวมถึงความเร็วในการเขียนอ่านข้อมูล ตลอดจนนำ Cloud Computing หรือ การประมวลผลแบบคลาวด์มาต่อยอดใช้ในงานวิจัยด้วยเพื่อให้ครอบคลุมทุกความต้องการของทุกภาคส่วนต่อไป และยังสามารถนำผลการศึกษาไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ทางการค้าได้ รวมถึงสามารถจะนำไปใช้ในการเผยแพร่ข้อมูลส่วนบุคคลโดยไม่ต้องระบุเจ้าของข้อมูลในการทำงานวิจัยทางด้านสถิติต่างๆได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] พระบาทสมเด็จพระปรเมนทรรามาธิบดีศรีสินทรมหาวชิราลงกรณ์ พระวชิรเกล้าเจ้าอยู่หัว, “พระราชบัญญัติ คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. ๒๕๖๒,” ราชกิจจานุเบกษา หน้า 52 เล่ม 136 ตอนที่ 69. 2019.

[2] Gauravaram, Praveen, “Cryptographic Hash Functions: Cryptanalysis Design and Application,” Ph.D. thesis, Information Security Institute, Faculty of Information Technology, Queensland University of Technology. 2007.

[3] Gupta, Piyush, and Kumar, Sandeep, “A Comparative Analysis of SHA and MD5 Algorithm,” International Journal of Computer Science and Information Technologies 5 (3) 4492-4495. 2014.

[4] Patel, Pritesh N., Jigisha K. Patel and Paresh V. Virparia. “A Cryptography Application using Salt Hash Technique,” Semanticscholar Corpus ID: 61371245 Volume 2, Issue 6 Page 236. 2013.

[5] Sriperumuduru Srilaya, Dr. Sirisha Velampalli, "Cryptography: The Key Technology For Security Management.", International Journal of Research and Analytical Reviews (IJRAR). 2020

[6] Claerhout B, De Moor GJ, De Meyer F, “Secure communication and management of clinical and genomic data: the use of pseudonymisation as privacy enhancing technique.”, Stud Health Technol Inform. 2003.

ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณและตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

Multiple Linear Regression Model and Artificial Neural Network Model for Predicting Runoff in Songkhla Lake Basin

สร้อยกนก ศรีสวัสดิ์
Soikanok Srisawat
ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
Dept. of Mathematics and Statistics
Faculty of Science,
Prince of Songkla University
จังหวัดสงขลา ประเทศไทย
Songkhla Thailand
bowsoikanok@gmail.com

กรกช วิจิตรสงวน เจ็ดวรรณะ
Korakot Wichitsa-nguan Jetwanna
ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
Dept. of Mathematics and Statistics
Faculty of Science,
Prince of Songkla University
จังหวัดสงขลา ประเทศไทย
Songkhla Thailand
korakot.w@psu.ac.th

สุกฤษฎิ์ เกิดแสง
Sukrit Kirtsaeng
กรมอุตุนิยมวิทยา
Thai Meteorological Department
กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
Bangkok Thailand
sukritk@hotmail.com

บทคัดย่อ — **การพยากรณ์ปริมาณน้ำท่ามีความสำคัญต่อการจัดการทรัพยากรน้ำ และการพยากรณ์การเกิดอุทกภัย ซึ่งเป็นประเด็นทางธรรมชาติที่ส่งผลกระทบในวงกว้าง การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่ารายวันในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาโดยตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณและตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่ารายวัน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่ารายวันตั้งแต่ตั้งแต่วันที่ 4 มิถุนายน พ.ศ.2561 ถึงวันที่ 25 ธันวาคม พ.ศ. 2561 เพื่อใช้ในการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ (Calibration) 2) ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่ารายวันตั้งแต่วันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ.2561 ถึงวันที่ 31 ตุลาคม พ.ศ.2562 เพื่อใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพการพยากรณ์ของตัวแบบ (Validation) โดยใช้ค่าสถิติ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และสัมประสิทธิ์ประสิทธิผลของ Nash และ Sutcliffe (E_{NS}) เป็นตัววัดประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของตัวแบบ ผลการศึกษา พบว่าตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาดีกว่าตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียม**

คำสำคัญ — **น้ำท่า, น้ำฝน, การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ, โครงข่ายประสาทเทียม**

ABSTRACT — **Runoff prediction has an important role in water management and flood prediction. Flood are now one of the most concerned natural issues. This study aims to compare the performance between the Multiple Linear Regression Model and the Artificial Neural Network Model for predicting runoff in Songkhla Lake Basin, Songkhla Thailand. The data of daily rainfall and runoff from June 4th, 2018 to December 25th, 2018 were used for calibration of models. Data from December 26th, 2018 to October 31st, 2019 were used for validation of models. The performance of the models was evaluated based on these statistics; Coefficient of Determination (R^2), Root Mean Square Error (RMSE) and Nash-Sutcliffe Efficiency Coefficient (E_{NS}). It was found that the performance of the Multiple Linear Regression Model is better than the Artificial Neural Network Model in prediction of daily runoff for Songkhla Lake Basin.**

Keywords — **Rainfall, Runoff, Multiple Linear Regression, Artificial Neural Network**

I. บทนำ

อุทกภัยเป็นปัญหาที่ประเทศไทยประสบเป็นประจำทุกปี ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนเป็นจำนวนมาก ย้อนหลังไปเมื่อปี พ.ศ. 2554 ได้เกิดมหาอุทกภัย ซึ่งนับเป็นเหตุการณ์น้ำท่วมที่รุนแรงที่สุดของประเทศไทยในรอบกว่ากึ่งศตวรรษ เหตุการณ์น้ำท่วมดังกล่าวครอบคลุมพื้นที่กว่า 1 ใน 3 ของจังหวัดในประเทศไทย ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจและพื้นที่เกษตรกรรมอย่างหนัก [1]

ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาเป็นที่ราบลุ่มขนาดใหญ่ ตั้งอยู่ภาคใต้ฝั่งตะวันออกของประเทศไทย ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดผ่านทะเลจีนใต้และอ่าวไทย เป็นผลให้ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลารับเอาไอน้ำเข้ามาทำให้มีปริมาณน้ำฝนค่อนข้างสูงในช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคมของทุกปี จากการแปลผลวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม THEOS และดาวเทียม LANDSAT-5 TM เมื่อปี พ.ศ.2552 พบว่าพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดน้ำท่วมส่วนใหญ่จะเป็นบริเวณพื้นที่ราบลุ่ม โดยเฉพาะพื้นที่ราบลุ่มรอบลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา [2]

ในปัจจุบัน นักวิจัยได้นำตัวแบบทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์ทางด้านอุทกวิทยากันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะ ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (Runoff) ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานทางอุทกวิทยาที่สำคัญสำหรับนำไปแก้ไขปัญหาทางอุทกภัย ดังนั้นหากเราสามารถพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าได้อย่างถูกต้อง จะช่วยให้สามารถจัดการทรัพยากรน้ำให้เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจะช่วยลดปัญหาทางอุทกภัยได้ รวมทั้งจะช่วยในการตัดสินใจล่วงหน้าในการทำการเกษตรภายในประเทศ [3]

การศึกษาในต่างประเทศหลาย ๆ งาน พบว่าตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่า (Rainfall-Runoff Model) ส่วนใหญ่จะเป็นตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) [4] ซึ่งตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมเป็นตัวแบบทาง Machine Learning ที่เลียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์เพื่อใช้วิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนค่อนข้างสูง

จากปัญหาข้างต้น ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่จะนำตัวแบบทางสถิติมาใช้เป็นเครื่องมือในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่า เพื่อศึกษาตัวแบบที่มีประสิทธิภาพสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณและตัว

แบบโครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่ารายวันในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

II. ผลงานที่เกี่ยวข้อง

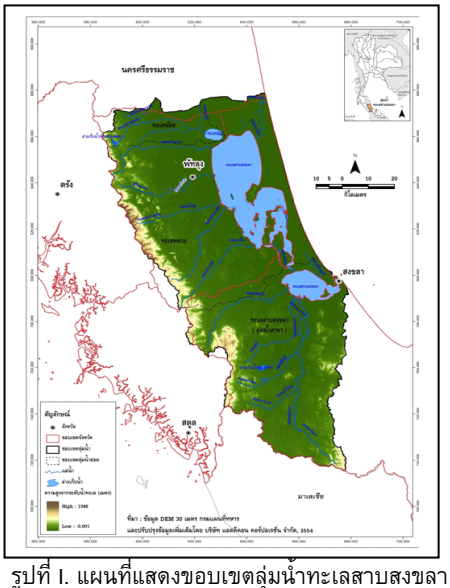
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างตัวแบบเพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำท่า ประกอบด้วย การศึกษาความสามารถของตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมต่อการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่า [4] โดยใช้ข้อมูลนำเข้าเปรียบเทียบกัน 2 ชุด นั่นคือข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันเพียงอย่างเดียวและข้อมูลปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่า พบว่าตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่ารายวันเป็นข้อมูลนำเข้าสามารถให้ค่าพยากรณ์ของปริมาณน้ำท่าได้แม่นยำกว่าใช้ข้อมูลนำเข้าเป็นปริมาณน้ำฝนเพียงอย่างเดียว ในการศึกษาประสิทธิภาพการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าของตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมและตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ [5] สรุปได้ว่าตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพในการการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าได้ดีกว่าตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ โดยในงานวิจัยบางฉบับใช้รูปแบบการเรียนรู้ในตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียม (Training Algorithms) 5 ชนิด ได้แก่ Momentum, Conjugate Gradient, Levenberg Marquardt, Delta Bar Delta และ Quickprop [6] เพื่อเปรียบเทียบหาวิธีการเรียนรู้ที่ดีที่สุดสำหรับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าและปริมาณน้ำฝน ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และสัมประสิทธิ์ประสิทธิผลของ Nash และ Sutcliffe (E_{NS}) เป็นตัววัดประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของตัวแบบ [4] [5] [6]

III. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ระหว่างตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression Model: MLR) และตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network Model: ANN) โดยขั้นตอนการศึกษาสามารถแบ่งได้ดังขั้นตอนต่อไปนี้ 1. รวบรวมและทำความสะอาดข้อมูลปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่าจากระบบบริการสารสนเทศ กรมอุตุนิยมวิทยาและระบบบันทึกระดับน้ำ ของศูนย์ป้องกันวิกฤตน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ ตามลำดับ 2. แบ่งข้อมูลที่พร้อมสำหรับการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ (Calibration) และข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพการพยากรณ์ของตัวแบบ (Validation) 3. วิเคราะห์หาตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณและตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียม 4. เปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าระหว่างตัวแบบทั้งสอง

III.I พื้นที่ศึกษา (Study Area)

ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาเป็นลุ่มน้ำแห่งเดียวในประเทศไทย ที่มีระบบทะเลสาบแบบลากูน (Lagoon) ขนาดใหญ่ เป็นแอ่งรองรับน้ำจืด (น้ำฝน น้ำจืดจากคลอง และน้ำหลาก) โดยมีน้ำเค็มจากน้ำทะเลไหลเข้ามาผสม ตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูด $6^{\circ}45'$ ถึง $8^{\circ}00'$ เหนือและเส้นลองติจูด $99^{\circ}30'$ ถึง $100^{\circ}45'$ ตะวันออก พื้นที่ประมาณ 8,484.35 ตารางกิโลเมตร แบ่งเป็นแผ่นดิน (รวมเกาะ) ประมาณ 7,652.81 ตารางกิโลเมตร และเป็นพื้นที่ทะเลสาบประมาณ 831.54 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่ครอบคลุม 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดนครศรีธรรมราช (อำเภอชะอวดและอำเภอหัวไทรบางส่วน) จังหวัดพัทลุงและจังหวัดสงขลา (ยกเว้นพื้นที่อำเภอนาทวี อำเภอจะนะ อำเภอเทพาและอำเภอสะบ้าย้อย) รวม 147 ตำบล 26 อำเภอ แสดงได้ดังรูปที่ I ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามีพื้นที่รับน้ำประมาณ 3,368.4 ตารางกิโลเมตร [7] โดยการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและน้ำท่ารายวันตั้งแต่วันที่ 4 มิถุนายน พ.ศ.2561 ถึงวันที่ 31 ตุลาคม พ.ศ.2562 และนำข้อมูลมาแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้ 1) ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและน้ำท่ารายวันตั้งแต่วันที่ 4 มิถุนายน พ.ศ.2561 ถึงวันที่ 25 ธันวาคม พ.ศ.2561 เพื่อใช้ในการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ (Calibration) 2) ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและน้ำท่ารายวันตั้งแต่วันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ.2561 ถึงวันที่ 31 ตุลาคม พ.ศ.2562 เพื่อใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพการพยากรณ์ของตัวแบบ (Validation) ซึ่งข้อมูลปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่าได้รับการอนุเคราะห์จากระบบบริการสารสนเทศ กรมอุตุนิยมวิทยาและระบบบันทึกระดับน้ำ ของศูนย์ป้องกันวิกฤตน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ ตามลำดับ



รูปที่ I. แผนที่แสดงขอบเขตลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา
แหล่งที่มา : สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) [7]

III.II ตัวแบบที่ใช้ในการศึกษา (Models)

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาตัวแบบที่มีประสิทธิภาพสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณและตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่ารายวันในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ซึ่งรายละเอียดของตัวแบบที่ใช้ในการศึกษา มีดังนี้

III.II.I ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression Model: MLR)

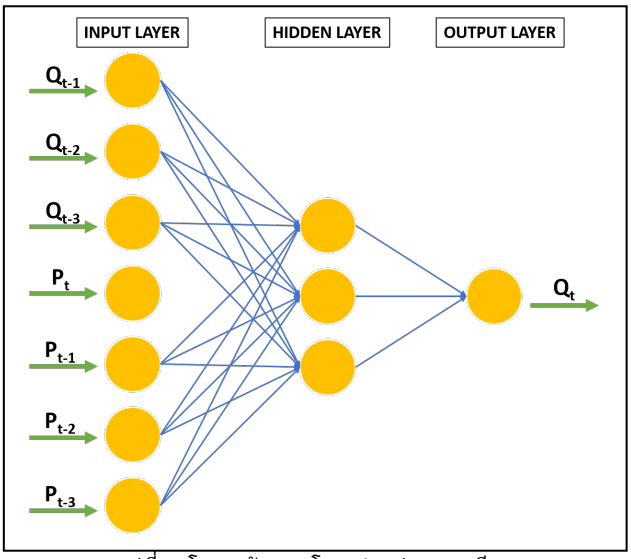
การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) เป็นการวิเคราะห์เชิงสถิติเกี่ยวข้องกับตัวแปรตามที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระมากกว่า 1 ตัว ถ้าความสัมพันธ์ดังกล่าวมีลักษณะเชิงเส้นในพารามิเตอร์แล้ว นั่นคือ การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression) [8] ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เขียนได้ดังสมการต่อไปนี้

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \ldots + \beta_p x_{ip} + \varepsilon_i \qquad (1)$$

โดย Y_i แทน ตัวแปรสุ่ม
β_i แทน สัมประสิทธิ์การถดถอย (พารามิเตอร์)
x_{ip} แทน ตัวแปรที่เป็นอิสระต่อกัน และมีค่าคงตัว
ε_i แทน พจน์ค่าคลาดเคลื่อนสุ่ม

III.II.I ตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network Model: ANN)

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) เป็นเทคนิคแขนงหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ที่จำลองการทำงานของระบบประสาทในสมองของมนุษย์ โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้



รูปที่ II. โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม

โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วย 4 องค์ประกอบดังต่อไปนี้ 1. ข้อมูลนำเข้า (Input) 2. ข้อมูลส่งออก (Output) 3. ชั้นซ่อนเร้น (Hidden Layer) และ 4. ค่าน้ำหนัก (Links) ดังรูปที่ II

โครงข่ายประสาทเทียมเป็นตัวแบบซึ่งจำลองการทำงานของระบบประสาทของมนุษย์ จะมีหน่วยการทำงานหลายหน่วยมาประมวลผลร่วมกัน มีการส่งค่าในแต่ละหน่วยเพื่อใช้ในการคำนวณผลลัพธ์ ตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมเป็นตัวแบบที่มีการปรับเปลี่ยนตัวเองระหว่างการเรียนรู้ จึงถูกนำมาใช้ในการหาตัวแบบเพื่ออธิบายความพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม [9]

III.III ค่าสถิติที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพ (Performance Evaluation)

ค่าสถิติที่ใช้ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของตัวแบบในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และสัมประสิทธิ์ประสิทธิผลของ Nash และ Sutcliffe (E_{NS})

III.III.I ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of determination: R^2)

คือความผันแปรของตัวแปรตอบสนองที่สามารถอธิบายได้มีอยู่ในตัวแบบเชิงเส้นนี้ได้ร้อยละเท่าไร โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$R^2 = \frac{\left[\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i-\bar{Y}\right)\left(\hat{Y}_i-\bar{\hat{Y}}\right)\right]^2}{\left[\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i-\bar{Y}\right)^2\right]\left[\sum_{i=1}^{n}\left(\hat{Y}_i-\bar{\hat{Y}}\right)^2\right]} \quad (2)$$

III.III.II รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE)

คือค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย มีสมการดังนี้

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(Y_i-\hat{Y}_i)^2} \quad (3)$$

III.III.III สัมประสิทธิ์ประสิทธิผลของ Nash และ Sutcliffe (Nash-Sutcliffe Coefficient Efficiency: E_{NS})

คือดัชนีที่นิยมใช้ในการบอกค่าความแม่นยำของตัวแบบ (Model Performance) ในทางอุทกวิทยา โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$E_{NS} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(Y_i-\hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(Y_i-\bar{Y})^2} \quad (4)$$

โดย Y_i แทน ค่าสังเกต (Observed Value) ที่ i เมื่อ i มีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง n

$\hat{Y}_i$ แทน ค่าพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบ

$\bar{Y}$ แทน ค่าเฉลี่ยของ Y_i

$\bar{\hat{Y}}$ แทน ค่าเฉลี่ยของ $\hat{Y}_i$

IV. ผลและการอภิปรายผล

การศึกษาครั้งนี้ มีตัวแปรต้น (Input Variables) เป็นปริมาณน้ำท่า ณ เวลาย้อนหลัง 1 วัน ปริมาณน้ำท่า ณ เวลาย้อนหลัง 2 วัน ปริมาณน้ำท่า ณ เวลาย้อนหลัง 3 วัน ปริมาณน้ำฝน ณ เวลาปัจจุบัน ปริมาณน้ำฝน ณ เวลาย้อนหลัง 1 วัน ปริมาณน้ำฝน ณ เวลาย้อนหลัง 2 วัน และปริมาณน้ำฝน ณ เวลาย้อนหลัง 3 วัน ซึ่งแทนด้วย Q_{t-1}, Q_{t-2}, Q_{t-3}, P_t , P_{t-1}, P_{t-2} และ P_{t-3} ตามลำดับ และมีตัวแปรตาม (Output Variables) คือ ปริมาณน้ำท่า ณ เวลาปัจจุบัน (Q_t)

ความหมายของคำว่า **“ณ เวลาปัจจุบัน”** คือ ข้อมูลของวันที่ศึกษา

ความหมายของคำว่า **“ณ เวลาย้อนหลัง 1 วัน”** คือ ข้อมูลก่อนหน้าวันที่ศึกษา 1 วัน

ความหมายของคำว่า **“ณ เวลาย้อนหลัง 2 วัน”** คือ ข้อมูลก่อนหน้าวันที่ศึกษา 2 วัน

ความหมายของคำว่า **“ณ เวลาย้อนหลัง 3 วัน”** คือ ข้อมูลก่อนหน้าวันที่ศึกษา 3 วัน

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบจากการใช้ข้อมูลในส่วนแรก (ตั้งแต่วันที่ 4 มิถุนายน 2561 ถึง วันที่ 25 ธันวาคม 2561: Calibration) มาสร้างตัวแบบเพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา พบว่า ตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาได้ดีกว่าตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ซึ่งค่าสถิติที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพสามารถแสดงได้ ดังตารางที่ I

ตารางที่ I. ค่าสถิติที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพของ (Calibration)

Model	R^2	E_{NS}	RMSE
MLR	0.9386	0.8788	0.2235
ANN	0.9854	0.9584	0.1309

จากตารางที่ I อธิบายได้ว่า ตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาได้

ดีกว่าตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เนื่องจากค่าสถิติที่ใช้อธิบายความสามารถในการพยากรณ์ของตัวแบบ ซึ่งก็คือค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) และค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิผลของ Nash และ Sutcliffe (E_{NS}) ของตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมมีค่าสูงกว่าตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ และค่าสถิติที่บ่งชี้เกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนของตัวแบบนั่นคือ รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมมีค่าต่ำกว่าตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

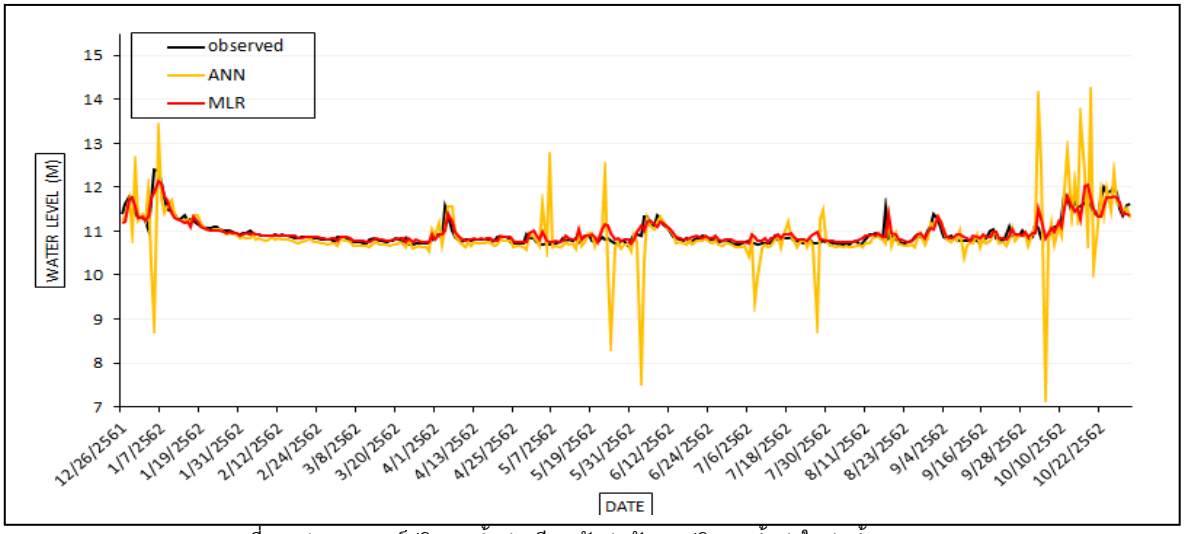
ผลการทดสอบประสิทธิภาพการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าใช้ข้อมูลส่วนที่สอง (ตั้งแต่วันที่ 26 ธันวาคม 2561 ถึง วันที่ 31 ตุลาคม 2562: Validation) พบว่า ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณให้ประสิทธิภาพการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าได้ดีกว่าตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งค่าสถิติที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพสามารถแสดงได้ ดังตารางที่ II

ตารางที่ II. ค่าสถิติที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพ (Validation)

Model	R^2	E_{NS}	RMSE
MLR	0.9071	0.8185	0.1334
ANN	0.4679	-2.0387	0.5460

จากตารางที่ II อธิบายได้ว่า ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาได้ดีกว่าตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียม เนื่องจากค่าสถิติที่ใช้อธิบายความสามารถในการพยากรณ์ของตัวแบบ ซึ่งก็คือค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) และค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิผลของ Nash และ Sutcliffe (E_{NS}) ของตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีค่าสูงกว่าตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียม และค่าสถิติที่บ่งชี้เกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนของตัวแบบนั่นคือ รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีค่าต่ำกว่าตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียม จึงกล่าวได้ว่า ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาได้ดีกว่าตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียม

ผู้จัดทำได้ทำการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์และค่าสังเกตของปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาระหว่างตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณและตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งแสดงได้ดังภาพที่ III เพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างของค่าพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบทั้งสองได้ชัดเจนยิ่งขึ้น



ภาพที่ III. ค่าพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าเทียบกับค่าสังเกตปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

จากภาพที่ III เป็นกราฟเส้นเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณและตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมของกับค่าสังเกตปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ตั้งแต่วันที่ 26 ธันวาคม 2561 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2562 พบว่าค่าพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (เส้นสีแดง) มีค่าใกล้เคียงกับค่าสังเกต (เส้นสีดำ) ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลามากกว่าค่าพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งต่างจากค่าพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียม (เส้นสีเหลือง) ที่เมื่อเทียบกับค่าสังเกตพบว่ามีบางช่วงที่มีค่าแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ผลที่ได้ไม่ตรงกับงานวิจัยส่วนใหญ่ที่ได้อ้างอิงไว้ข้างต้น ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากวิธีการเลือกข้อมูลนำเข้าที่แตกต่างกัน หรือมีลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกัน ซึ่งทำให้ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ศึกษาต่างกัน

V. สรุปผล

การพยากรณ์ปริมาณน้ำท่ารายวันในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาด้วยตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณและตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้ข้อมูลในช่วงการทดสอบประสิทธิภาพการพยากรณ์ (Validation) และการใช้ค่าสถิติที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพ ซึ่งได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิผลของ Nash และ Sutcliffe (E_{NS}) ในการทดสอบประสิทธิภาพการพยากรณ์ของตัวแบบ พบว่า ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีประสิทธิภาพการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาดีกว่าตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียม

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่าความซับซ้อน ทำให้มีลักษณะไม่เหมาะสำหรับการวิเคราะห์เท่าที่ควร ในการศึกษาครั้งถัดไป ควรมีการแปลงข้อมูล (Transformation) เพื่อปรับข้อมูลให้มีลักษณะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ และควรใช้ข้อมูลมากขึ้นและศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำท่าเพิ่ม เพื่อประสิทธิภาพการพยากรณ์ที่ชัดเจนขึ้น

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่าแค่เพียง 1 ตัวแปร ดังนั้นเพื่อความแม่นยำที่เพิ่มมากขึ้น จึงควรศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่าให้มากขึ้น เช่น ปริมาณการไหลของน้ำ ปริมาณการสะสมของน้ำในดิน อัตราการระเหยของน้ำ การใช้ที่ดิน (Land Use) [10] [11] เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ “ทุนผลการเรียนดีเด่น มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์” ที่ให้โอกาสในการเข้าศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา เลขที่สัญญา SOGPA19/2561 เจ้าหน้าที่กรมอุตุนิยมวิทยา สำนักงานใหญ่ เขตบางนา กรุงเทพมหานคร และระบบบันทึกระดับน้ำ ของศูนย์ป้องกันวิกฤตน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ

เอกสารอ้างอิง

[1] กฤษฎ์เลิศ สัมพันธารักษ์ และโสมรัศมิ์ จันทรัตน์, “Flood and Farmers: ผลกระทบของมหาอุทกภัยต่อทัศนคติและพฤติกรรมของครัวเรือนภาคเกษตร”, สถาบันวิจัยเศรษฐกิจป่วย อึ๊งภากรณ์, 2558.

[2] ศูนย์ภูมิอากาศ กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา, “ภูมิอากาศจังหวัดสงขลา”, กรมอุตุนิยมวิทยา, 2562.

[3] สุภักดิ์ กุลโท, “การประมาณปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินที่อาศัยแบบจำลอง CA-Marcov โดยแบบจำลอง SWAT: กรณีศึกษา ลุ่มน้ำย่อยห้วยตุงลุงในลุ่มน้ำมูล”, (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2555.

[4] P.Sundara Kumar, T.V.Praveen and M.Anjanaya Prasad, “Artificial Neural Network Model for Rainfall-Runoff-A Case Study”, International Journal of Hybrid Information Technology, pp.263-272, 2016.

[5] P.M. Chavan และ S.K. Ukarande, “Comparison of Rainfall-Runoff Model Using ANN and MLR”, ISSN (Online), 2347-2812, 2016.

[6] Vijay Kumar Singh, Pravendra Kumar and Bhaskar Pratap Singh. “Rainfall-Runoff Modelling Using Artificial Neural Networks (ANNs) and Multiple Linear Regression (MLR) Techniques”, Indian Journal of Ecology, 43(2), pp.436-442, 2016.

[7] สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน), “การดำเนินการด้านการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลโครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 ลุ่มน้ำ และแบบจำลองน้ำท่วมน้ำแล้ง: ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา”, 2555.

[8] นราทิพย์ จั่นสกุล และทัศนา วิกยานนท์, “การวิเคราะห์การถดถอยโดยใช้โปรแกรม R”. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่, พิมพ์ครั้งที่ 2 โรงพิมพ์ดิจิตอล คณะวิทยาศาสตร์ (หน่วยโสตทัศนศึกษา), 2560.

[9] ศุภโชค แสงสว่าง, “การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมกับงานทางด้านการเกษตร”, วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 26 ฉบับที่ 2 พ.ค.-ส.ค., 2559.

[10] จำเนียร เผื่อนดา และสุวัฒน์ จันทิวงค์, “กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าของลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบน”, สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพืชพันธ์, 2546.

[11] คำพระจันทร์ วงศ์ชนะ, “การจัดสรรการใช้ที่ดินลุ่มน้ำปิงตอนบนเพื่อเพิ่มปริมาณน้ำท่าในฤดูแล้ง”, (วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต), สาขาการใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2554.

Cat Breed Groups Identification by Eye Shape Matching using Image Processing Techniques

1st Nacha Zawping
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
za.nacha_st@tni.ac.th

2nd Saprangsit Mruetusatorn
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
saprangsit@tni.ac.th

***Abstract*— Cat breeds or their groups can be identified with some unique features. This paper proposes image processing techniques to identify 4 groups of genetic relationships from 45 cat breeds referred to the CFA standard (The Cat Fanciers' Association), based on the feature of cat-eye shape. Using an image processing method to define the feature of the original images by Template matching technique to find the average of the pixels for creating the template references of shape matching with the input images using correlation base-algorithm with the calculation and adjustment the data with auto-rotate and move for matching the shapes depicted in the image input to store. The results of the pixel that gives the best score in the best matrix for classification of breeds using pixel-based identification. According to the experimental result, certain cat breeds could be accurately classified into their groups they belong to. The shape of the cat eyes can indicate the type of breeds within the group, appearing as a group 1 round shape 14 breeds, group 2 oval shape 11 breeds, group 3 almond shape 14 breeds and group 4 fruits shape 6 breeds, which delivers accurate results exactly as required by the standard of the world.**

Keywords*— *Identification, Image Processing, Template Matching, Correlation Based-Algorithm

I. Introduction

Cats are one kind of pets that possess unique characteristics of each breed. Much attention from many associations has been paid to characteristics of cat breeds in order to be used to formulate a specific standard through research to clearly identify the breed in science. The globally recognized standards include the CFA (The Cat Fanciers' Association) [1] and the TICA (The International Cat Association) standard. [2] In Thailand, the Cat Fanciers Club of Thailand [3] is one of the registered members using the CFA standard. There are 45 breeds of cats that have been listed in accordance with the Show Standards in the years 2019-2020. [4]

Cat Breed Groups Identification that has a common genetic relationship is considered a very sensitive issue due to the external characteristics of cats has similar characteristics. Therefore, humans must be used for classification only, which may take a long time or may produce results that are inaccurate from the discretion of the investigator.

Identifying cat breeds affecting business in the pet market. Registered cat breeds or contest cats tend to have a high price. There is also an opportunity to find a home or adoptee more easily than domestic cat in the market in general. At the same time, the business of goods and services related to pets began to play a role in Thai society widely. Overall, Thailand's pet business in 2018 is worth 30 billion baht, an increase of 10% from 2016. [5] Clearly identifying the differences between cat breeds is useful in increasing the chances of finding a home or caretaker for both farm cats and stray cats including the benefits in terms of pet business, pet products and services business significantly for being prepared to cope and develop products to further expand the business.

This research focuses on design and development of Cat Breed Groups Identification by Eye Shape Matching. It is referenced in 2 global standards: the CFA standard in reference, the number and specifications of 45 registered breeds and the TICA standard for reference on cat eye shapes. [6] It has proposed a classification method using the Template Matching of Contour Shape technique for Breed Identification to predict the possibility of cat breeds from image data processing by specifying the scope of the study, choose to use the characteristics of a straight face image only around the cat's eyes. It was divided into 45 images to create a shape template for matching the shape of the eyes and 45 images for experimental efficiency in the method of classification of cat breeds in a total of 90 images. The classification with eye shape matching can accurately and accurately identify the possibility of the breeds to 84.44%

II. Related Work

A. Cat Breeds

Cats are genetically diverse organisms. For a long time humans have studied the evolution of cats by classifying taxonomy, which is a classification of cats according to natural relationships. Cats are in the Kingdom of Animalia in the Phylum Chordata and Class Mammalia in the Order Carnivora of Family Felidae in Genus Felis and Breeds Catus. [7] According to the CFA standard for domestic cat, there are currently more than 45 breeds worldwide.

Cats are a popular pet. [8] The genetic diversity in the breed of the cat creates the characteristics of the breed that is unique. For this reason, there are many associations that see the importance of studying the genetic features of cat breeds until the idea of establishing the standard of the association and publish the specifications of the standard to member groups around the world for reference in accordance with domestic cat breed registration regulations and competition organizers and also covers the educational support and promotion of the pet business that has a tendency for continuous growth. [9]

B. Cat Feature

Common features of cats can be divided into 2 main groups: short hair and long hair. [10] In the short haired cat group, the length of the fur does not exceed 2 inches. In the short haired cat group, the length of the cat's fur does not exceed 2 inches. The external characteristics of cat breeds can

be divided into 2 parts: head and body. The head of a cat is more than one characteristic, which makes it possible to show the identity of the breed. Every cat breed will be different. While the body characteristics are related to the shape of the head. The shape characteristics of cat breeds in the TICA standardization consist of clearly specifying the shape characteristics of various parts or external organs of the cat breed such as the shape of the head, the shape of the ear and the profile including areas around the nose, mouth, and chin and the shape of the eyes, etc.

Characteristic features of the eyes in the cat breed - The eye is an important element or organ, one of the proportions of the cat's face area. The cat has 2 eyes. The standard shape of a cat's eye can appear in only one shape in one breed, which can be classified into 10 shapes, as can be seen in Figure 1



Fig.1 The characteristics of the eye shape in the breed of cat as standard.

Figure Label 1 shows the difference in the shape of the eye level. From the observation of the same shape group, the size of the eyes may be larger or smaller, respectively. A group of 5 eye shape features are classified as features that appear in standard cat breeds only. Non-standardized cat breeds may also appear in unusual shapes in the eyes of other cat breeds.

C. Breeds Identification

Cat identification from past to present, registration and contest for cat breeds requires experts to determine the validity that must be in strict accordance with the rules of the standard. Characteristics of cat breeds are complex, requiring personal knowledge to identify differences in order to correctly classify breeds. Using humans in class can give you accurate results, but it may cause problems with the timing of a specific cat breed. This is a complex matter that requires personal knowledge to differentiate in order to correctly classify breed. Classified human use can produce accurate results, but it may lead to problems with slow work times and discrepancies caused by the discretion of the investigator.

At present, technology has been developed to help identify animal breeds that can reduce working time and increase the efficiency of accuracy. Classification of cat breeds can be classified by factors of important and unique characteristics of that breed. There are various methods for breed classification. In most breeds, the classification must be based on the characteristics of the breed as specified in the standards of the animals in that breed such as classifying dog breeds by referring to breed features in accordance with AKC (American Kennel Club) standards [11] or classifying cat breeds based on CFA standards. In the event that the accuracy of the breed is required, other than references from Reliable data sources, the method is considered an important selection method for breed identification that requires the efficiency of accuracy.

D. Image Processing

Classification of breed using image identification - The interest in the study and development of tools for identifying people, animals and objects using image identification has gained widespread popularity. The methods used to distinguish the characteristics of highly similar strains must be analyzed to identify the characteristics that can clearly distinguish between one breed. When compared to other breed in the same breed group, the identification of breed specific characteristics from the overall characteristics that are not in the area of interest can reduce processing time. Identification of animal characteristics by image processing methods in the area of the face by focusing on points of interest, consisting of identifying animal characteristics by processing image data on the face by focusing on a particular point for example, identifying the characteristics of a domestic cat's nose by using the image recognition technique, it is possible to classify specific features in one cat, which shows the uniqueness of that cat for tracking to prevent stray or missing cats. [12] Not only has a recognizable method, the template matching method is also one of the methods used for classification. This method has the expertise of classifying pixel-by-pixel shapes, which provide relatively high accuracy.

E. Template Matching of Contour Shape

Template Matching of Contour Shape is data management within 2 images. For matching between template images and input image with positioning, resizing and the calculation of the numerical index indicating the correlations of images [58] that are more or less similar or different, are considered correlations which are indicators of the level of 2 variables. It is only the area selection interested in the contour analysis of the shape matching within both images. [13] Shape matching is a way of clearly identifying internal features so as for precise template matching, [14] to distract the unnecessary parts within the image and increase the efficiency of matching effectively.

From the study of the classifying method of breed from related research, it is found that the importance of breed identification using matching image data processing methods, the internal characteristics of the breed must be studied in order to categorize the breed according to the specific characteristics arising from the genetic relationship in the cat breed. It can separate the group of breed that have the shape of the eye into 5 groups of 10 sub-features [15] to reduce the possibility of extracting unrelated information in the consideration. This may cause errors which cause incorrect results for pattern matching, image data modeling for processing of the characteristics in 45 breeds of cats. The selection of visual data only for the eye contours of the cat breed is shown in the procedure in Chapter 3.

F. Normalized Cross-Correlation Algorithm

Comparison of similarities of images using Normalized Cross-Correlation method [16] is a comparison of locations between two variables that can indicate the relationship between experimental images and template shapes in matching in order to effectively demonstrate consistent results, including methods for finding the relationship between pixel points in two correlated images, as shown in Equation in Figure 2.

$$C(x,y) = \frac{\sum_{y'=0}^{h-1}\sum_{x'=0}^{w-1} T(x',y')I(x+x',y+y')}{\sqrt{\sum_{y'=0}^{h-1}\sum_{x'=0}^{w-1} T(x',y')^2 \sum_{y'=0}^{h-1}\sum_{x'=0}^{w-1} I(x+x',y+y')^2}}$$

Fig. 2 Normalized Cross-Correlation Algorithm Formular

It defines T as a template image, 1 as an input image, T (x, y) as a point of interest within the image. It starts from 0. 0of the template image (x, y) as the focus of the image, starting from 0. 0of the experimental image W-w + 1H-h + 1as the number of times of 1template image that is shifted to the test. [17]

G. Structural Similarity Index Measuring and Root Mean Square

Structural Similarity Index Measuring and Root Mean Square, the similarity index of a structure or shape is a method of checking system performance by measuring the similarity between two images. [18] In general, it is called the SSIM method. In the image data processing process, the similarity index works with the pixels that are inside the image. The index of the image in the processing of the image by matching, when showing a low calculation, it indicates the inconsistency between the pixels within the image that needs to be inspected. [68] Conversely, if there is a high numeric index value, it can identify similarities, the highest resemblance will be 1 and there will be no similarity, which will be -1. The similarity index is calculated in the image window by measuring between two windows x and y in size N x N. It will compare two images with the characteristics of 3 properties: Luminance (l), Contrast (c) and Structure (s) and a, 8.y, which will be the brief weight setting of the equation. [69] As shown in Equation in Figure 3.

$$SSIM(x,y) = [l(x,y)^{\alpha} \cdot c(x,y)^{\beta} \cdot s(x,y)^{\gamma}]$$

Fig. 3 Structural Similarity Index Measuring Formular

$$x_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i^2} = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \cdots + x_N^2}{N}}$$

Fig.4 Root Mean Square (RMS)

H. Confusion Matrix

The Confusion Matrix is one of the methods for evaluating the effectiveness of a model for the analysis of classification problems. Outcome Variable has 2 values: predicted and actual values. [19] It can be divided into 4 forms. In general, it appears as the True Negative value, which predicted that the first shape matches the correct value as the first shape. False Positive predicts that it is the wrong second shape that does not match the correct value, it should be the first shape, False Negative predicts that the first shape is wrong, which does not match the correct value, it should be the second shape, True Positive predicts that the second shape is correct, which corresponds to the value of the second shape. The results are shown as Recall, Precision and Accuracy. Recall value refers to the accuracy of attention to the truth. While Precision is the calculation together with the wrong answer to the side of how accurate the value is. Finally, Accuracy is the calculation of the correct answer to the total number, which is the overall result of the model. [20] As shown in Equation in Figure 4.

$$Precision = \frac{True\ Positive}{True\ Positive + False\ Positive}$$

$$Recall = \frac{True\ Positive}{True\ Positive + False\ Negative}$$

$$Accuracy = \frac{True\ Positive + True\ Negative}{True\ Positive + True\ Negative + False\ Positive + False\ Negative}$$

$$F1 = 2\,x\,\frac{Precision * Recall}{Precision + Recall}$$

Fig. 5 Structural Similarity Index Measuring Formular

Pattern analysis of research-related methods is an important part of understanding the process of classifying cat breeds by processing image data using template matching methods. It is one method of classifying groups to match from similarities. The cat breed classification by eye shape features clearly indicates the desired feature to find the proportion of the area from the position and the number of pixels to retrieve the shape characteristics within the image for the shape matching; it is possible to filter out data that has many similar characteristics in the characteristics of the cat breed. It includes the ability to reduce side noise that is beyond the focus of the combined processing and also helps work to be more effective in classifying cat breeds for accurate and effective results.

III. METHODOLOGY

3.1 Study and analysis of the differences in the characteristics of 45 cat breeds as standard

It studied the characteristics of cat breeds in order to be grouped and initially classified with references from data according to 2 world standards: CFA and TICA standards, including research studies that categorize breeds based on genetic relationships in cat breeds.

3.2 Data preparation process for image matching processing

3.2.1 Collecting images and information of 45 cat breeds 2 sources were selected: Total 90 images from the CFA and TICA data sets. It is divided into 2 parts:

1) 45 images of eye contour modeling

2) Part of the performance test and the results of the method of 45 images

3.2.2 Pixels Analysis

Pixels Analysis is done by using the function Import or Export a Sequence of Files with the tools MATLAB_R2017B in order to check the quality of all

image data before finding the average value and to find the relationship of image data size for the design of image data processing methods, matching RGB 3 planes color model [21] with 8 bits and resolution 72 dpi (Drop Per Ink).

3.3 Defining groups of eye shape features in cat breeds

Characteristics of cat breeds on the face are a landmark and are most important to the breed classification, compared to other areas. However, cat breeds still need to use every element to accurately identify the breed while one of the features, which is just one of the features of all the facial organs, can be identified as a group of breed. From the study, it is possible to specify the characteristics that will be used to classify the breed. The characteristics of the eyes that can be divided into 5 groups according to the shape of the eyes according to the TICA standard while in the cat breeds in accordance with the CFA standards, only 4 groups of accepted eye characteristics are accepted.

The use of the shape characteristics of the eyes is a basic characteristic for classifying the breed that can be referenced alongside the groups of genetically related breed. Although the study in this research is mainly focused on groups of cat breeds that have been accepted as CFA standards only but the characteristics of the eyes in the standard breed can still indicate the possibility of mixed-breed grouping cat or hybrid cat as well. It can be based on features that belong to the same group, may have a genetic relationship with the cat breeds according to that standard group. Since the characteristics of kittens or cats that are formed from the mix are inherited from breeders and breeders and cannot be mutated to be different from the specifications specified in the standard, except in groups of cats of different breed. The amount of features in all headers, as shown in Figure 6.

Features		Unique	Similarity	Total / Feature
Shapes	Head Shape	4	9	12
	Eye Shapes	4	6	10 Feature per 5 groups
	Ears Shape	2	1	3

Fig. 6 Quantities of 3 characteristics of shapes in 45 breeds of cats according to standards 2018-2019

Eye shapes can be divided into 5 groups and 10 shapes according to TICA standards but in the CFA standards, only 4 groups appear in 45 breeds, as shown in Figure 7.

Groups	Eye Shape Feature	Breeds Quantity	Breeds Total	Breeds
1	Almond	9	14	Abyssinian
1	Almost Almond	1	14	American Bobtail
1	Almond	9	14	Balinese
1	Almond	9	14	Burmilla
1	Almond	9	14	Colorpoint Shorthair
1	Large Almond	4	14	Egyptian Mau
1	Almond	9	14	European Burmese
1	Almond	9	14	LaPerm
1	Large Almond	4	14	Norwegian Forest
1	Large Almond	4	14	Ocicat
1	Almond	9	14	Oriental
1	Almond	9	14	Siamese
1	Large Almond	4	14	Singapura
1	Almond	9	14	Somali
2	Almost Round	8	14	American Shorthair
2	Almost Round	8	14	American Wirehair
2	Almost Round	8	14	Birman
2	Round	6	14	Bombay
2	Round	6	14	British Shorthair
2	Round	6	14	Burmese
2	Almost Round	8	14	Chartreux
2	Round	6	14	Exotic
2	Almost Round	8	14	Korat
2	Almost Round	8	14	Manx
2	Round	6	14	Persian
2	Round	6	14	Scottish Fold
2	Almost Round	8	14	Selkirk Rex
2	Almost Round	8	14	Siberian
3	Oval	10	11	Bengal
3	Oval	10	11	Cornish Rex
3	Oval	10	11	Devon Rex
3	Oval	10	11	Havana Brown
3	Oval	10	11	Japanese Bobtail
3	Large Oval	1	11	Khao Manee
3	Oval	10	11	Lykoi
3	Oval	10	11	Maine Coon Cat
3	Oval	10	11	Ragdoll
3	Oval	10	11	Toybob
3	Oval	10	11	Russian Blue
4	Walnut	4	6	American Curl
4	Walnut	4	6	Ragamuffin
4	Lemon	1	6	Sphynx
4	Peach Pit	1	6	Tonkinese
4	Walnut	4	6	Turkish Angora
4	Walnut	4	6	Turkish Van
5	Triangle	0	0	-

Fig.7 Cat Eye Groups of Breed

3.4 Design and development of cat breed classification methods using Template Matching of Contour Shape

Cat's eyes can be divided into 4 groups of shapes, according to the breed specified in CFA standards. The similarities between the 4 groups of shapes are very likely to cause errors in size, angle, and image data processing from other disturbances. In this regard, the design of working methods for group classification by matching templates requires Image templates that go through the process of evaluating shapes without distractions for more perfect results and to find the similarity within the group by comparing the template image and input image by using the correlation method which compares the similarity of the image using Normalized method Cross-Correlation.

It is a method for finding the relationship between pixel points in two images by rotating the axis of the clock in 360 degrees to find the angle of degrees that are closest to the original image by showing the best value (Best Score) before enlarging or reducing the size of the original image to find the best value of the size. The result will be displayed as the best Matrix value. It appears as a Binary value equal to 0 and 1 for finding the similarity of the experimental image comparison with 45 template images. It can be classified using the Pixel-Base method. The result of matching the template by finding the value of Cross-Correlation will be a pixel matrix for determining the Structural Similarity Index Measure. [20] To analyze the relationship of consecutive pixels, the value obtained from the low image similarity index shows the inconsistency between the pixels within the image being examined.

3.5 Normalized analysis Cross-Correlation method in the shape template matching process

When the template image is matched with the image used for the Normalized Cross-Correlation experiment, it appears as a correlation value in the form of Pixel Matrix, which appears as a continuous and similar pixel point image for analysis of shape similarity indexes. The value obtained from the similarity index of images below -1 indicates the incompatibility between the template image and the image being examined and the value 1 means the most similar. The researcher will collect a total of 45 values from the template images in 45 breeds per 1 sample image which can be separated into 4 groups of shapes which are 14 breeds in the almond group, 14 breeds in the group of spheres, 11 breeds in the group of oval shapes and 6 varieties in the group of shapes that are similar to fruits. In the collection, the sum of squares of each group will be analyzed statistically by evaluating the Root Mean Square of the group for accuracy checking

The findings of this study could be concluded that images of 45 cat breed groups used to create the Shape Template and 45 images of 45 breeds used in the experiment could be identified by Template Matching, covering all breeds and 4 cat eye shapes. The results were effective and basically sufficient.

IV. Performance Analysis

Performance measurement of the method in this research has chosen the principles of Confusion, Precision, and Recall to measure the effectiveness to find the Outcome Variable which appears as True Negative, False Positive, False Negative, and True Positive as shown in the results of Figure 8.

Accuracy 84.44% / 45 Breeds

Predicted Class

Actual Class	almond	round	oval	fruits
almond	10	0	0	4
round	0	12	2	0
oval	0	1	10	0
fruits	0	0	0	6

Group	Recall	Precision	F1	Accuracy
almond	71.43%	100%	83.33%	84.44%
round	85.71%	92.31%	88.89%	
oval	90.91%	83.33%	86.96%	
fruits	100%	60%	75.00%	

Fig.8 Evaluation results

Figure Label 6, the results can be analyzed as follows: Data processing of 45 template image and 45 input image shows that the Recall value is at the threshold level with percentages of accuracy in comparing almond shape templates which appear at 100%, Round shape appeared at 92.31% and an error value of 7.69%, the ellipse appears correct, 83.33% and an error value of 16.67% while the fruit shape appears 60% correct and an error value of 40%

Basically, there are the similarities in the cat eye shapes for every breed. However, the similarities in eye shapes of some cat breed groups are higher than those in other groups. The results of this study indicated that almond and fruit shape groups were relatively similar. The similarity is a sharp tip of the eyes. Of 45 breeds, the largest proportion of cat eye shape belonged to almond-shaped eyes (14 breeds), compared to other groups.

The overall cat eye shape could be categorized into two large groups. The first group was characterized by round to oval shaped eyes. The second group was characterized by 4 fruit shaped features, namely Lemon shape, Pit Peach shape, Walnut shape, and Almond shape. The features of these shapes were in the same direction, causing more errors than those detected in other shapes due to the number of possibilities of up to 4 shapes.

The results of the precision of the almond shape have an accuracy of 71.4% and an error value of 28.57%, spherical value with an accuracy of 85.71% and an error value of 14.29%, elliptical shape with an accuracy of 90.91% and an error value of 9.09%, and fruit-like shapes appear 100% accurate, and no errors were found. In the calculation of the accuracy, it appears that the accuracy of 84.44% is considered good.

V. Conclusion

The classification of cat breeds with the shape of the eyes is just a basic feature of cat breeds. However, the results can indicate that the characteristics of the eyes can be classified into groups of cat breeds are good and are a significant feature

compared to one of the features of all shapes that appear in cat breeds.

The findings of this research implied that the classification of cat breeds from eye shape matching with image processing techniques is one of the methods that can be used to classify the breeds of the breed from the characteristics of the image effectively. The result appears to be an Accuracy of 84.44% which is considered good. As a result of the error, it is caused by the discrepancy of the shape in the data preparation process due to limitations in image quality resulting in insufficient options.

The methodological development using the Template Matching is only one technique used to identify cat breed groups based on features of cat-eye shape. However, other methods can be used to accurately classify cat breed groups, such as machine learning. Such methods require a lot of information in training in order to be processed to achieve the most accurate results. However, this research contained a limited amount of information. Template Matching does not require a lot of data. Therefore, this method is consistent to the condition of a limited amount of data. In developing the methodology in the future, the machine learning will be selected to validate the efficiency and accuracy of the cat breed groups identification for greater performance.

REFERENCES

[1] The Cat Fanciers' Association, “CFA Breed”, [Online]. Available: www.cfa.org. [Accessed: January 1, 2019].
[2] The International Cat Association (TICA), “Cat Breeds”, [Online]. Available: www.tica.org. [Accessed: January 1, 2019].
[3] Cat Fanciers’ Club of Thailand, “About Cat Fanciers’ Club of Thailand”, [Online]. Available: www.cfct-cat.com. [Accessed: January 1, 2019].
[4] The Cat Fanciers' Association, “Show Standards 2018 - 2019”, Ohio: The Cat Fanciers’ Association, Inc., pp. 1-37, May, 2018.
[5] Kasikorn Bank, “Lifestyle of The New Generation Driving The Pet Market Growing Up”, [Online]. Available: www.kasikornbank.com. [Accessed: May 3, 2019].
[6] Nacha Zawping and Saprangsit Mruetusatorn, “An Information Analysis for Cat Breeds Identification”, National Conference on Information Technology (NCIT2019), 2019.
[7] Amy Fischer, Ph.D. Animal Sciences, “Domestication of The Cat”, [Online]. Available: www.cdn.citl.illinois.edu. [Accessed: January 1, 2019].
[8] EBSCO Industries, Inc., “Pet Ownership Around The World”, EBSCO, [Online]. Available: www.ebsco.com. [Accessed: January 1, 2019].
[9] Department of Business Development, “Pet Care Business”, Business Analysis, December, 2018.
[10] Kehler JS, “Four Independent Mutations in the Feline Fibroblast Growth Factor 5 Gene Determine the Long-Haired Phenotype in Domestic Cats”, Oxford Journal of Heredity, vol. 98, Issue. 6, pp. 555–566, September, 2007.
[11] American Kennel Club (AKC), “Dog Breeds”, 2019 [Online]. Available: www.combibreed. com. [Accessed: August 8, 2019].
[12] Rifka Widyastuti, “Cat’s Nose Recognition Using You Only Look Once (Yolo) and Scale-Invariant Feature Transform (SIFT)”, 2018 IEEE 7th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2018), October 9, 2018.
[13] Xiaolu Zhang, “A Mobile Application for Cat Detection and Breed Recognition Based on Deep Learning”, Conference of 2019 IEEE 1st International Workshop on Artificial Intelligence for Mobile (AI4Mobile), February 24, 2019.
[14] Peng Wang, “Joint Object and Part Segmentation Using Deep Learned Potentials”, International Conference on Computer Vision (IEEE) 2015, December 7, 2015.
[15] The International Cat Association (TICA), “TICA Standard Guidelines Packet”,Texas: The International Cat Association, pp. 10, January, 2014.
[16] Simoncelli, E.P.; Bovik, A.C. (2003-11-01),“Multiscale structural similarity for image quality assessment.”, Conference Record of the Thirty-Seventh Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers, 2004.
[17] Simoncelli, E.P.; Bovik, A.C. (2003-11-01),“Multiscale structural similarity for image quality assessment.”, Conference Record of the Thirty-Seventh Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers, 2004.
[18] Mathworks, “Similarity Index Between Different Size Images”, [Online]. Available: ww2.mathworks.cn. [Accessed: 3 Jan, 2020]. [68] Mathworks, “SSIM”, [Online]. Available: ww2.mathworks.cn. [Accessed: 3Jan, 2020].
[19] Imatest, “Confusion Matrix”, ”, [Online]. Available: www.imatest.com [Accessed: 9 Jan, 2019].
[20] Mathworks, “SSIM: Structural Similarity Index”, [Online]. Available: ww2.mathworks.cn. [Accessed: 9 Jan, 2020].
[21] Mathworks, “Display Separated Color Channels of An RGB Image”, [Online]. Available: ww2.mathworks.cn. [Accessed: 3 May, 2019].

การพัฒนารูปแบบการแนะนำงานสำหรับองค์กรและผู้สมัครตามทักษะการเรียนรู้ด้วยเทคนิคป่าแบบสุ่ม

Development of Job Recommendation Model for Organizations and Applicants According to Learning Skills with Random Forest Techniques

1st สหธิติถามวัต
Saha Thitithamawat
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok Thailand
th.saha_st@tni.ac.th

2nd ประจักษ์ เฉิดโฉม
Prajak Chertchom
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok Thailand
Prajak@tni.ac.th

บทคัดย่อ — **จากผลการสำรวจภาวการณ์ทำงานของประชากรจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ ในปีพุทธศักราช 2562 พบว่า จำนวนผู้ว่างงานที่สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีมีอัตราการว่างงานมากกว่าค่าเฉลี่ยอัตราการว่างงานในทุกระดับการศึกษา สอดคล้องกับหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้สมัครงาน ซึ่งให้ความสำคัญกับทักษะและประสบการณ์มากกว่าวุฒิการศึกษา งานวิจัยนี้จึงเสนอรูปแบบการแนะนำงานสำหรับองค์กรและผู้สมัครตามทักษะการเรียนรู้ด้วยเทคนิคป่าแบบสุ่ม (Random Forest) ซึ่งการนำเสนอเทคนิคป่าแบบป่าสุ่มนี้ ได้ผลมาจากผลการเปรียบเทียบทางเทคนิคและการสร้างโมเดลแนะนำ โดยแบ่งการเปรียบเทียบแบ่งออกเป็น 2 ครั้ง ได้แก่ ครั้งที่ 1 เป็นการสังเคราะห์โมเดลด้วยข้อมูลผู้มีงานทำจำนวน 120 ราย และครั้งที่ 2 เป็นการสังเคราะห์โมเดลด้วยข้อมูลนักศึกษาที่ถูกพยากรณ์รวม 1,115 ราย โดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลพบว่า Random Forest มีค่าความแม่นยำมากที่สุด (74.17%) ส่วน Naïve Bays และ Deep Learning ไม่เหมาะกับการนำมาใช้ทำนายในงานวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากมีค่าความแม่นยำน้อยมาก**

คำสำคัญ — **4MAT, ป่าแบบสุ่ม, รูปแบบแนะนำ, ทักษะการเรียนรู้, เหมืองข้อมูล**

ABSTRACT — **According to the National Statistical Office as at 2019, the results of Labor Force Survey showed that there is high-unemployed rate for undergraduate level. This evidence reveals that the organizations use the criteria for selection from skill and experiences rather than certificate. This study proposes a job recommendation system for organization and job finders by using a random forest technique. Moreover, researchers did a comparison between several techniques, which are the Gradient Boosted Trees, the Random Forest Naïve Bays and Deep Learning to find out the suitable method for job recommendation system. First, researchers use 120 employees for model synthesizing and the second synthesis model use 1,115 students for prediction. From model's performance evaluation, this study found that the accuracy rate from Random Forest is 74.17% while Naïve Bays and Deep Learning have the lowest accuracy thus this study applies the Random Forest for job recommendation system.**

Keywords — **4MAT, Random Forest, Recommendation Model, Learning Skills, Data Mining**

การว่างงาน (Unemployment) หรือภาวการณ์ที่บุคคลในวัยแรงงานที่พร้อมจะทำงานแต่ไม่สามารถหางานทำได้ โดยตัวเลขการว่างงานนอกจากเป็นเครื่องมือที่บ่งชี้อัตราการว่างงานในประเทศยังเป็นเครื่องชี้วัดภาวะเศรษฐกิจซึ่งถือเป็นปัจจัยอย่างหนึ่ง ซึ่งจากรายงานสรุปผลการสำรวจภาวการณ์ทำงานของประชากร สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกันยายนในปีพุทธศักราช 2562 [1] เมื่อจำแนกตามการศึกษาที่สำเร็จพบว่า จำนวนผู้ว่างงานที่สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีมีอัตราการว่างงานมากกว่าค่าเฉลี่ยอัตราการว่างงานในทุกๆ เดือน และเมื่อเทียบตามระดับการศึกษาพบว่า ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกันยายนมีจำนวนถึง 5 เดือนที่มีอัตราการว่างงานของผู้ที่จบปริญญาตรีมากที่สุด

สอดคล้องกับมุมมองค์กร เมื่อหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้สมัครงาน [2] ให้ความสำคัญกับการรับพนักงานจากทักษะและประสบการณ์มากกว่าวุฒิการศึกษา และในมุมมองของผู้สมัครที่เป็นนักศึกษาจบใหม่ การรู้จักประเมินตนเอง ในด้านบุคลิกภาพ ทักษะ ประสบการณ์อาจยังไม่สามารถแสดงให้องค์กรได้รับรู้มากนัก โดยเมื่อกล่าวถึงบุคลิกภาพ (Personality) คือ ผลรวมของอิทธิพลที่อธิบายว่าทำไมบุคคลถึงกระทำพฤติกรรมใดๆ ในสถานการณ์หนึ่ง โดยการประเมินบุคลิกภาพจึงเป็นกระบวนการของการวัดอิทธิพลเหล่านั้นในเชิงปริมาณ [3] เช่นเดียวกับรูปแบบความต้องการในการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential Learning Cycles) และรูปแบบการเรียนรู้ในฐานะปัจจัยทางจิตวิทยาสำคัญในการช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งการวิเคราะห์ผู้เรียน จะทำให้ทราบถึงพฤติกรรมของผู้เรียน ความสนใจ และความต้องการต่างๆ โดยยึดหลักว่าเมื่อบุคคลพร้อมที่จะทำแล้วได้ทำจะย่อมเกิดความพอใจและพร้อมที่จะปฏิบัติตาม

จากที่กล่าวมา ผู้วิจัยมีความประสงค์ในการนำเสนอวิธีการพัฒนารูปแบบการแนะนำงานสำหรับองค์กรและผู้สมัครตามทักษะบุคลิกภาพในการเรียนรู้ (Personality Skills) โดยการผสมผสานเทคนิคป่าแบบสุ่ม (Random Forest) เพื่อพัฒนาระบบผู้แนะนำจากข้อมูลผลเกรดเฉลี่ยในระดับอุดมศึกษา มาใช้ในการสนับสนุนวิเคราะห์นักศึกษาจบใหม่หรือลดจำนวนผู้ว่างงานที่ไม่เคยทำงานมาก่อนให้มีงานทำด้วยรูปแบบการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

II. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เปรียบเทียบเทคนิควิธีการทางด้านการทำเหมืองข้อมูลในการสังเคราะห์โมเดล

2. สังเคราะห์รูปแบบการแนะนำงานจากผลคะแนนทางการศึกษาและรูปแบบการเรียนรู้

3. วิเคราะห์และนำเสนอ เทคนิคและแนะนำโมเดลที่สังเคราะห์จากข้อมูลนักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศที่จบการศึกษา มาเพื่อใช้จัดทำระบบ Job Recommendation System

III. หลักการพื้นฐาน ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

III.I ปัจจัยในการเลือกผู้สมัครเข้าทำงาน

จากงานวิจัยของ Caldwell และคณะ [4] ได้อธิบายถึงความสำคัญของการเลือก ปัจจัยหรือความแตกต่างของคุณลักษณะส่วนบุคคลที่ทำให้เกิดความแตกต่างที่สำคัญในการบรรลุผลลัพธ์ในองค์กรสมัยใหม่ ซึ่งเสนอแนะเกี่ยวกับการปรับปรุงกระบวนการสรรหาบุคลากรไว้ 6 ปัจจัย ได้แก่ 1) ความรักและความอุตสาหะ 2) การตีความกระบวนการสู่การปฏิบัติ 3) พื้นฐานความรู้ 4) ความฉลาดทางอารมณ์ 5) ความซื่อสัตย์ และ 6) ประสิทธิผลการสื่อสาร โดยสังเกตได้ว่า ปัจจัยส่วนใหญ่ยากต่อการพิจารณาก่อนรับเข้าทำงานและจะรับรู้ได้เมื่อเข้าทำงานแล้ว นอกจากพื้นฐานความรู้ที่สามารถรับรู้ได้จากผลการเรียน

III.II ทฤษฎีรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT

รูปแบบความต้องการในการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential Learning Cycles) รูปแบบการเรียนรู้ที่มีอิทธิพลมากที่สุดทฤษฎีหนึ่งที่ได้รับการพัฒนาโดย David Kolb ในช่วงต้นทศวรรษ 1970 ทฤษฎีการเรียนรู้จากประสบการณ์และเครื่องมือที่คิดค้นขึ้นเพื่อทดสอบทฤษฎี LSI (Learning Style Inventory) [5] จากการตั้งข้อสังเกตว่าผู้เรียนบางคนมีความชอบที่แน่นอนสำหรับกิจกรรมบางอย่าง

ต่อมา McCarthy ได้พัฒนาวิธีการสอนที่เรียกว่า 4MAT [6] ที่อิงตามทฤษฎีของ Kolb's cycle of learning โดยมุ่งส่งเสริมความถนัดของผู้เรียนและส่งเสริมการใช้สมอง 2 ซีกอย่างสมดุลกัน อันจะส่งผลให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพและผู้เรียนได้เกิดการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ โดยโมเดล 4MAT เสนอแนวคิดทางการศึกษา โดยเสนอกิจกรรมและรูปแบบพฤติกรรมที่บุคคลสามารถใช้ความเรียนรู้ไปบูรณาการอย่างประสบความสำเร็จ โดยเสนอประเภทรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนดังนี้

1. ผู้เรียนถนัดการใช้จินตนาการ (Imaginative Learners) รับรู้ผ่านประสาทสัมผัสและความรู้สึกและสามารถประมวลกระบวนการเรียนรู้ได้ดียิ่งในภาวะที่ตนเองได้มีโอกาสเฝ้ามอง

2. ผู้เรียนถนัดการวิเคราะห์ (Analytic Learners) รับรู้ในลักษณะการสังเกตและนำสิ่งที่รับรู้มาประมวลผลจนเกิดเป็นความคิด พร้อมทั้งมุ่งวิเคราะห์จนเกิดเป็นองค์ความความรู้ใหม่

3. ผู้เรียนถนัดใช้สามัญสำนึก (Commonsense Learners) รับรู้โดยผ่านกระบวนความคิดและสิ่งที่เป็นนามธรรม โดยการประมวลความรู้นั้นจะต้องผ่านการทดลองหรือกระทำจริง

4. ผู้เรียนที่สนใจค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (Dynamic Learners) ผู้เรียนจะรับรู้ผ่านสิ่งที่เป็นรูปธรรมและการกระทำ สามารถถักทอความคิดให้ขยายกว้างขวางและเสาะหาการวิเคราะห์เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

III.III ระบบผู้แนะนำ (Recommender System)

ระบบผู้แนะนำถูกสร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาเรื่องข้อมูลจำนวนมากและได้ถูกนำไปใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายๆ ด้าน [7] ระบบแนะนำงานสำหรับส่วนการสรรหางานได้เกิดขึ้นและมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว อีกทั้งนิยมใช้ในการวิจัยในสถาบันการศึกษาและนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งเทคนิคในการทำระบบผู้แนะนำแบ่งได้ดังนี้

1. การแนะนำแบบอิงเนื้อหา โดยมีหลักการแนะนำรายการที่มีเนื้อหาใกล้เคียงกับที่ผู้ใช้เป้าหมายต้องการ [8] ที่ให้ความสนใจกับคุณภาพของข้อมูลจากการจับคู่ระหว่างคนและความต้องการของลักษณะงาน

2. การแนะนำแบบมีส่วนร่วม เป็นวิธีการหาความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับผู้ใช้ที่คล้ายกัน ซึ่งมีรสนิยมเดียวกันกับผู้ใช้เป้าหมายและแนะนำรายการตามสิ่งที่ผู้ใช้คนอื่นชอบ โดยใช้ข้อมูลของสินค้าและผู้ใช้จำนวนมากเพื่อคาดการณ์ว่า ผู้ใช้ที่ไม่เคยใช้สินค้านั้นจะชอบสินค้านั้นหรือไม่

3. การแนะนำซึ่งกันและกัน เป็นระบบแนะนำพิเศษ [9] ของระบบความพึงพอใจของทั้งสองผู้ใช้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง เป็นผลให้เกิดความได้เปรียบสำหรับทั้งผู้ใช้และปรับปรุงความถูกต้องของระบบแนะนำ

4. การแนะนำแบบผสม ที่รวมเอาสองระบบคือ การแนะนำแบบอิงเนื้อหา และการแนะนำแบบมีส่วนร่วม มาทำงานช่วยกัน [10] โดยระบบแบบผสมนี้ไม่มีขั้นตอนตายตัว ซึ่งช่วยเลี่ยงข้อจำกัดของเทคนิคทั้งสองได้ แต่มีความซับซ้อนและการใช้ทรัพยากรสูง โดยในงานวิจัยได้ใช้เทคนิค ในการสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์ จากคุณสมบัติเฉพาะของเทคนิคการแนะนำทั้งสองวิธี

III.IV เทคนิคป่าแบบสุ่ม (Random Forest)

เป็นการสุ่มเลือกแอตทริบิวต์ ออกมาเป็นหลายๆ ชุดและสร้างโมเดลด้วยเทคนิค Decision Tree มีวิธีการที่คล้ายกับ Bagging แต่เพิ่มการสร้างความหลากหลายของโมเดลด้วยการสุ่มแอตทริบิวต์แทนที่จะเป็นการสุ่มเฉพาะข้อมูลตัวอย่างเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีข้อดีคือลดค่า correlation ระหว่าง Tree เริ่มจากการสุ่มตัวอย่างชุดใหม่จากจำนวนข้อมูลทั้งหมด (Bootstrapping) ใช้วิธีสุ่มแบบแทนที่ให้ได้ออกมาชุดจำนวนที่ต้องการโดยมีลักษณะไม่เหมือนกันมาสร้างโมเดลต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) [11] โดยนิยามเอนโทรปี (Entropy) หลักจากนั้น ทำการหาผลลัพธ์ (Aggregation) จากแต่ละโมเดล (Bagging) เช่น การโหวต (Voting)

III.V งานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านระบบแนะนำงาน

Siting Zheng และคณะ [12] ได้ทำการสำรวจระบบแนะนำงานซึ่งมุ่งเน้นไปที่ข้อมูลผู้ใช้และเทคโนโลยีระบบแนะนำเพื่อเพิ่มความแม่นยำและประสิทธิภาพ โดยกล่าวว่าเทคนิคแนะนำซึ่งกันและกัน (Reciprocal Recommender) เป็นอีกเทคนิคหนึ่งที่ได้รับความสนใจมากขึ้นจากนักวิจัย เนื่องจากข้อได้เปรียบและประสิทธิภาพของผู้แนะนำจะถูกนำไปใช้ในโดเมนได้ทุกประเภทนอกเหนือจากโดเมนการสรรหางาน

Minh-Luan Tran และคณะ [13] ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบระบบแนะนำผู้สมัครงาน โดยทำการรวบรวมข้อมูลจาก 3 เว็บไซต์ผู้ให้บริการประกอบด้วย 7,623 งานที่แยกออกมาสำหรับใช้งานการทดสอบ มีผู้ใช้ทั้งหมด 59 รายที่มีส่วนร่วมในการจัดอันดับงานรวมทั้งให้ข้อเสนอแนะเพื่อประเมินประสิทธิภาพของวิธีการต่างๆ โดย ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการ Content-Based ที่ใช้เนื้อหาเป็นแบบ ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ

Jorge Martinez-Gil และคณะ [14] นำเสนอคำแนะนำอัตโนมัติของข้อเสนองาน จากการเปรียบเทียบเทคนิค Random Forest และเทคนิค Support Vector Machine การประเมินเชิงประจักษ์ ได้แสดงให้เห็นข้อเท็จจริงที่น่าสนใจ ได้แก่ 1. ทั้งสองเป็นอัลกอริทึมการเรียนรู้ที่แม่นยำมากในบริบทของการแนะนำงานอัตโนมัติ 2. ทั้งสองมีความสามารถจัดการกับตัวแปรต่าง ๆ ได้โดยไม่ต้องทิ้งตัวแปรใดๆ และ 3. Random Forest สามารถให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีประโยชน์เพื่อทำความเข้าใจการโต้ตอบระหว่างตัวแปรต่างๆ ในทางกลับกัน SVM มีความแม่นยำมากกว่าแต่ยากต่อการตีความแบบจำลองโดยมนุษย์

อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่าในแต่ละงานวิจัยต่างมีข้อดี ข้อเสียและมีเอกลักษณ์ในการนำไปประยุกต์ใช้ที่หลากหลาย ซึ่งเมื่อวิเคราะห์แล้ว

ผู้วิจัยจึงเห็นว่าเทคนิคป่าแบบสุ่มแก้ไขปัญหาโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ และข้อจำกัดการแนะนำแบบมีส่วนร่วมในโดเมนสรรหางาน โดยเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพโมเดลแบบรวมกลุ่มที่มีความแม่นยำแต่อาจพบปัญหา Cold-Start เนื่องจากข้อมูลเริ่มต้นของงานวิจัยน้อยเกินไป

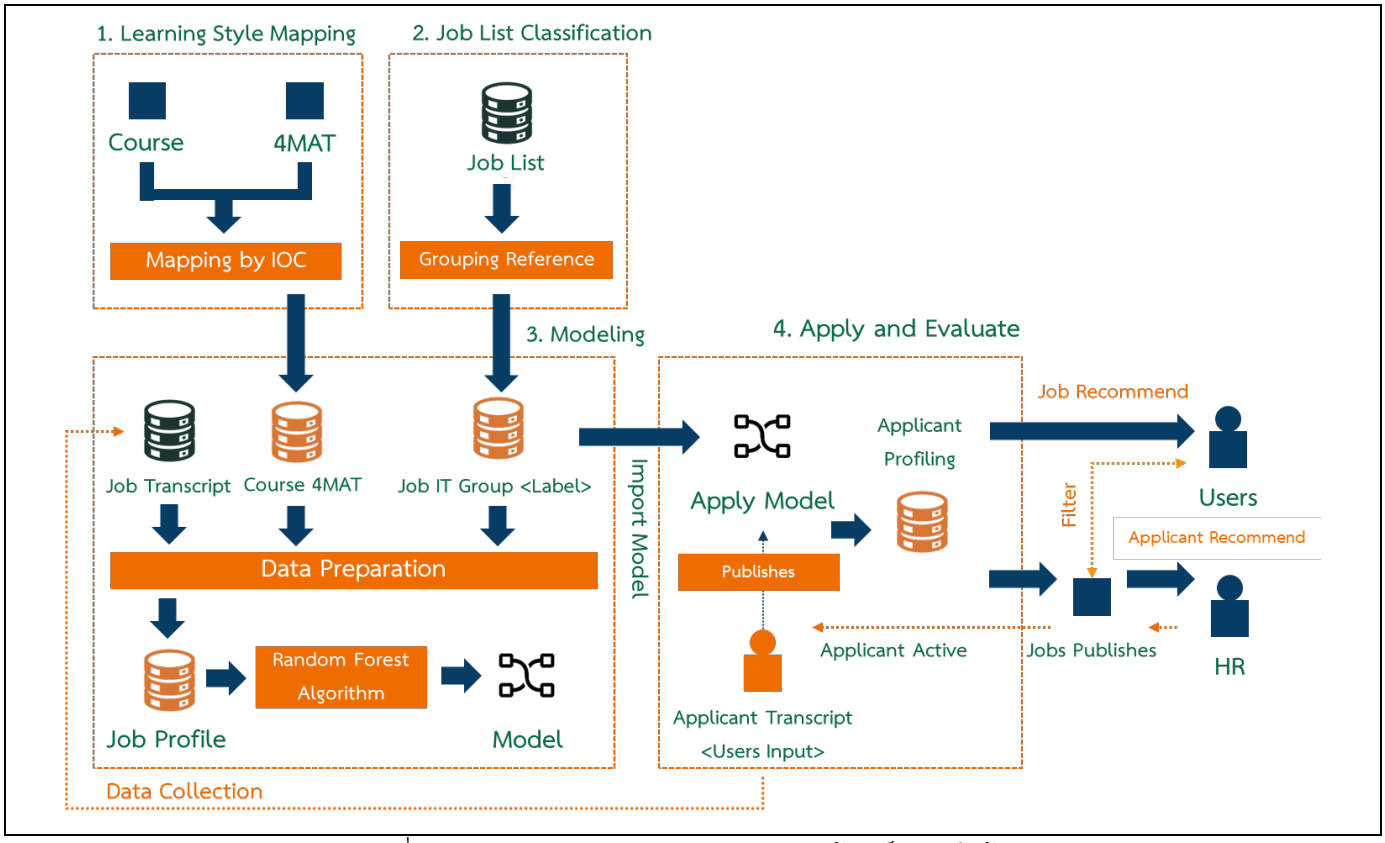
IV. วิธีการดำเนินการวิจัย

IV.I วิเคราะห์ปัญหาและกำหนดกรอบแนวคิด

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ปัญหาและข้อมูลปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการว่างงานของนักศึกษาจบใหม่ที่ไม่เคยผ่านประสบการณ์ทำงานและการคัดเลือกผู้สมัครงานของฝ่ายทรัพยากรบุคคล จากการศึกษาข้อมูลและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านบริหารทรัพยากรบุคคลเกี่ยวกับความคิดเห็น ปัจจัยที่ใช้ในการคัดเลือกผู้สมัครงานและผู้ที่ทำงานในด้านการพัฒนาระบบจัดหางานให้ได้แนวคิดในการพัฒนาระบบการแนะนำงานที่มีความแม่นยำทั้งส่วนองค์กรและผู้สมัครงาน รวมถึงได้คัดเลือกผู้เชี่ยวชาญทางเพื่อช่วยในการหาค่าความสอดคล้องระหว่างหลักสูตรและรูปแบบการเรียน 4MAT จึงได้กำหนดกรอบแนวคิด ตามภาพที่ III

IV.II แบบฟอร์มและวิธีการสำหรับหาค่าความสอดคล้อง

ออกแบบฟอร์มสอบถามด้วยเครื่องมือ Google Sheet ด้วยเหตุผลง่ายต่อการส่งแบบฟอร์มและใส่ค่าความสอดคล้องจากรายวิชาที่มีจำนวนมาก รวมถึงแบ่งกลุ่มอย่างง่ายจากคำสำคัญ โดยกำหนดค่าในการกรอกข้อมูลและแสดงตัวอย่างได้ตามตารางที่ I เมื่อกำหนดค่า 1 สำหรับคำตอบที่แน่ใจว่ารายวิชานั้นตรงกับหมวดใดหมวดหนึ่ง กำหนดค่า 0 สำหรับ คำตอบไม่แน่ใจ ว่าอยู่ในหมวดใดและกำหนดค่า -1 สำหรับคำตอบที่แน่ใจว่าไม่ตรงกับหมวดใดเลย



รูปที่ III. กรอบการทำงานรูปแบบการแนะนำงานสำหรับองค์กรและผู้สมัคร

IV.III แบ่งกลุ่มตำแหน่งที่ใช้ในงานวิจัย

เทียบได้กับส่วนการจำแนกตำแหน่งงาน (Job List Classification) จากการกำหนดขอบเขตตำแหน่งงานที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ตำแหน่งงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศโดยแบ่งออกเป็น 2 ระดับคือ กลุ่มงานและตำแหน่งงานเมื่อกรองจากฐานข้อมูลที่ใช้ [15] จำนวน 7 กลุ่ม 26 ตำแหน่ง ตามตารางที่ I

ตารางที่ I กลุ่มงานและตำแหน่งที่ใช้ในงานวิจัย

กลุ่มงาน
1. Computer Network Specialists
2. Computer Support Specialist
3. Database Administrator
4. Information Security Specialist
6. Software/Application Developer
7. Web Developer

IV.IV สังเคราะห์รูปแบบแนะนำงาน

เทียบได้กับส่วนการสร้างโมเดล (Modeling) ทำหน้าที่สร้างโมเดลสำหรับทำนายผลเพื่อนำค่าที่ทำนายไปแนะนำงานโดยนำข้อมูลจากฐานข้อมูลทั้ง 3 ส่วนมาทำการจัดเตรียมข้อมูล (Data Preparation) เป็นฐานข้อมูลรายละเอียดงาน (Job Profile) ได้แก่ 1) ฐานข้อมูลรายวิชาที่ระบุค่าความสอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT 2) ฐานข้อมูลตำแหน่งงานซึ่งกำหนดเป็นค่าทำนายและ 3) ฐานข้อมูลเกรดเฉลี่ยรายวิชาที่ได้จากการเก็บข้อมูลตั้งต้นจำนวน 120 รายและการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมจากผู้สมัครงานที่ได้รับการตอบรับจากผู้จ้างงานเมื่อทีการใช้งานจริง ซึ่งในงานวิจัยได้ใช้โปรแกรม Rapidminer เครื่องในการทำเหมืองข้อมูลในการสร้างโมเดลและวัดผลประสิทธิภาพ โดยกำหนดรายละเอียดการตั้งค่าเทคนิคป่าแบบสุ่มตามตารางที่ II

IV.V ปรับปรุงข้อมูลเพิ่มเติม

เทียบได้กับส่วนการนำไปใช้และเพิ่มประสิทธิภาพ (Apply and Evaluate) ผู้วิจัยได้นำผลการทำนายกลุ่มงานจากการนำข้อมูลนักศึกษามาทดลองในการเพิ่มข้อมูลสำหรับสังเคราะห์โมเดล จำนวน 995 ราย และได้นำเทคนิคในการทำเหมืองข้อมูล 3 เทคนิค ได้แก่ Naïve Bayes, Decision Tree และ Deep Learning ซึ่งเป็นเทคนิคประเภทจำแนกข้อมูล (Classification) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนหลังนำเข้าข้อมูลเพิ่มเติม

V. ผลการวิจัย

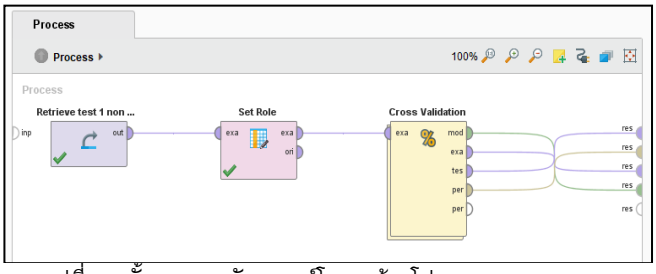
V.I สังเคราะห์รูปแบบแนะนำงาน

การศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการแนะนำงานสำหรับองค์กรและผู้สมัครตามทักษะการเรียนรู้ด้วยเทคนิคป่าแบบสุ่ม (Random Forest) มีวัตถุประสงค์หลักในการสังเคราะห์รูปแบบการแนะนำงานสำหรับวิเคราะห์ศักยภาพของนักศึกษาจบใหม่จากผลคะแนนทางการศึกษาและรูปแบบการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดเตรียมข้อมูลก่อนการสังเคราะห์โมเดล โดยสามารถสรุปรายละเอียดจำนวนข้อมูลได้ตามตารางที่ II

ตารางที่ II กลุ่มงานและตำแหน่งที่ใช้ในงานวิจัย

รายการ	ข้อมูล
รายวิชา	779
นักศึกษาที่จบการศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ	995
รายวิชาที่สอดคล้องกับผู้เรียนประเภท Imaginative	73
รายวิชาที่สอดคล้องกับผู้เรียนประเภท Analytic	389
รายวิชาที่สอดคล้องกับผู้เรียนประเภท Common Sense	339
รายวิชาที่สอดคล้องกับผู้เรียนประเภท Dynamic	447
กลุ่มงาน	7
บุคคลที่ทำงานทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ	120

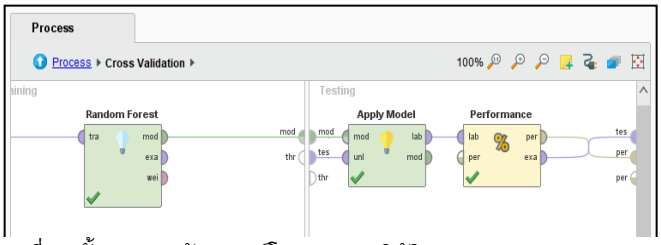
ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Rapid miner ในการสังเคราะห์รูปแบบและวัดประสิทธิภาพของโมเดลการแนะนำงานด้วยอัลกอริทึ่มป่าแบบสุ่ม โดยในขั้นตอนแรกเป็นการนำเข้าข้อมูลรายละเอียดงาน (Job Profile) ที่ได้ทำการจัดเตรียมจำนวน 120 รายการ ต่อไปกำหนดให้ กลุ่มงาน เป็นป้ายกำกับที่ใช้ในการทำนาย นำเข้าสู่กระบวนการ 5 Cross Validation แสดงขั้นตอนการสังเคราะห์โมเดลได้ตามภาพที่ IV



รูปที่ IV. ขั้นตอนการสังเคราะห์โมเดลด้วยโปรแกรม RapidMiner

โดยในส่วนปฏิบัติการ 5 Cross Validation มีองค์ประกอบ 2 ส่วนได้แก่ 1. ส่วนการฝึก (Training) โดยใช้อัลกอริทึ่มในการทำนายป่าแบบสุ่มรับเข้าข้อมูลและส่งออกโมเดลสู่ส่วนที่ 2 คือส่วนการทดสอบ (Testing) โดยใช้ตัวปฏิบัติการ Apply Model สำหรับการนำโมเดลที่ได้ไปใช้ ซึ่งรับเข้าโมเดลและข้อมูลจากการแบ่งข้อมูล หลังจากนั้น ทำการส่งข้อมูลป้ายกำกับไปยังส่วนวัดประสิทธิภาพโมเดล แสดงตามภาพที่ V

โดยเมื่อทำการประมวลผลจากขั้นตอนที่ได้เตรียมไว้ สามารถส่งออกผลลัพธ์ประสิทธิภาพโมเดลตามตารางที่ III อธิบายได้ว่า การสังเคราะห์โมเดลแนะนำงานจำนวน 7 กลุ่มงานด้วยเทคนิคป่าแบบสุ่ม มีค่าประสิทธิภาพความแม่นยำ 56.67% ค่าเฉลี่ยความเที่ยง 47.10% ค่าเฉลี่ยความระลึก 53.21% และค่า F-Measure 49.97%



รูปที่ V. ขั้นตอนการสังเคราะห์โมเดลส่วนปฏิบัติการ 5 Cross Validation

ตารางที่ III ประสิทธิภาพของรูปแบบแนะนำงานครั้งต้น

	ตัวชี้วัดประสิทธิภาพโมเดล	ค่าประสิทธิภาพ
1	Accuracy	55.83%
2	Weighted mean precision	45.33%
3	Weighted mean recall	53.57%
4	F-Measure	49.11%

V.II เปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดล

หลังจากผู้วิจัยทำการวัดประสิทธิภาพของโมเดลแล้ว จึงทำการสังเคราะห์โมเดลเพิ่มเติมเพื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ด้วยโปรแกรม Rapidminer โดยแสดงผลตามตารางที่ IV อธิบายได้ว่า เมื่อกำหนดให้ กลุ่มงาน เป็นป้ายกำกับในการทำนาย พบว่าเทคนิค Random Forest มีค่าความแม่นยำมากที่สุดคือ 56.67% ลำดับสองคือเทคนิค Decision Tree คือ 50.83% ตามลำดับ

ตารางที่ IV เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละอัลกอริทึ่ม

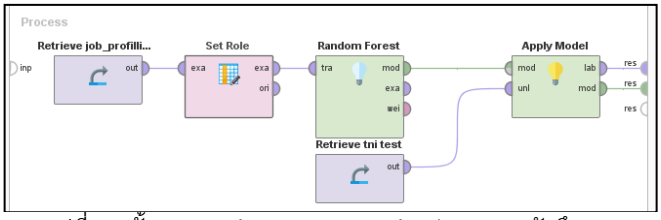
อัลกอริทึ่ม	Accuracy	Precision	Recall
Random Forest	56.67%	47.10%	53.21%
Naïve Bayes	27.50%	09.20%	18.33%
Decision Tree	50.83%	41.38%	46.79%
Deep Learning	28.33%	11.25%	22.86%

V.III วิเคราะห์ผลการแนะนำงาน

เมื่อทำการวัดเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลด้วยเทคนิคป่าแบบสุ่มและเทคนิคอื่นๆ แล้วพบว่าประสิทธิภาพของโมเดลยังมีค่าความแม่นยำในระดับน้อย โดยผู้วิจัยมีความสนใจในการนำเข้าข้อมูลนักศึกษาที่จบการศึกษาแล้วมาทำนายผลการแนะนำกลุ่มงาน จำนวน 995 ราย ซึ่งมีกระบวนการตามตารางที่ V และแสดงผลลัพธ์การทำนายตามรูปที่ VII

ตารางที่ V ขั้นตอนการทำนายผลการแนะนำกลุ่มงานของนักศึกษา

กลุ่มงาน	Accuracy
Database Administrator	460
Software/Application Developer	223
Information Security Specialist	97
Computer Network Specialist	78
Web Developer	76
Computer Support Specialist	36
Information Technology Analysts	25



รูปที่ VI. ขั้นตอนการทำนายผลการแนะนำกลุ่มงานของนักศึกษา

V.IV ปรับปรุงประสิทธิภาพโมเดล

เมื่อนำผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนายมาใช้เพิ่มข้อมูลรายละเอียดงาน (Job Profile) สำหรับจำลองการเพิ่มขึ้นของข้อมูลจากการกระทำของผู้ว่าจ้าง แล้วนำมาสังเคราะห์โมเดลใหม่โดยเปรียบเทียบอัลกอริทึ่ม แสดงตามตารางที่ VI

ตารางที่ VI เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละอัลกอริทึ่ม

อัลกอริทึ่ม	Accuracy	Precision	Recall
Random Forest	74.17%	66.73%	63.19%
Naïve Bayes	53.54%	29.53%	33.39%
Decision Tree	71.58%	61.14%	60.21%
Deep Learning	58.21%	33.96%	34.75%

เห็นได้ว่าค่าความแม่นยำ ของเทคนิค Random Forest ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลลัพธ์จำนวนโมเดลและเงื่อนไข ตามตารางที่ VII อธิบายได้ว่า เทคนิค Random Forest มีจำนวนโมเดลจำนวน 5 โมเดล และจำนวนเงื่อนไข 1,285 เงื่อนไข

ตารางที่ VII เปรียบเทียบจำนวนโมเดลและจำนวนเงื่อนไข

ต้นไม้	Random Forest	
	โมเดล	เงื่อนไข
Tree 1	1	225
Tree 2	1	257
Tree 3	1	271
Tree 4	1	277
Tree 5	1	255
รวม	5	1,285

V. สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากรูปแบบความต้องการในการเรียนรู้เชิงประสบการณ์และวิธีการสอนโดยแบ่งผู้เรียนออกเป็น 4 แบบหรือ 4MAT ได้แสดงถึงรูปแบบที่บุคคลมีความถนัดในการหาความรู้ใหม่ๆ ในแบบต่างๆ เช่นเดียวกับในแต่ละอาชีพงานที่มีรูปแบบศึกษาที่มุ่งเน้นการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน เพียงแต่รูปแบบการเรียนรู้ได้เป็นส่วนหนึ่งในการสร้างประสบการณ์ในแต่ละอาชีพงานได้อย่างรวดเร็วเช่นกัน

โดยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเพียงนำเสนอเทคนิคการสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์ มาใช้ในการแนะนำเพื่อแก้ปัญหาข้อจำกัดต่างๆ ไม่มากก็น้อย และเพื่อสร้างความหลากหลายทางด้านวิธีการแนะนำที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งมีผลการประเมินประสิทธิภาพการการสังเคราะห์รูปแบบการแนะนำงานจากผลคะแนนทางการศึกษาและรูปแบบการเรียนรู้ พบว่า 1. เทคนิค Random Forest มีค่าความแม่นยำมากที่สุด 2. เทคนิค Naïve Bays และเทคนิค Deep Learning ไม่เหมาะกับการนำมาใช้ทำนายในงานวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากมีค่าความแม่นยำน้อยมาก เมื่อมีฐานข้อมูลเป็นตัวเลขที่มีความแปรปรวนต่ำและระยะความกว้างของข้อมูลน้อย

อย่างไรก็ตาม ชุดข้อมูลในการสร้างโมเดลตั้งต้นและทำนายเพื่อสังเคราะห์โมเดลในครั้งที่ 2 นำมาจากสถาบันการศึกษาเพียง 2 แห่งและมีขอบเขตของอาชีพด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเท่านั้น ดังนั้น ความหลากหลายของกลุ่มงาน ตำแหน่งงานและความสอดคล้องรายวิชาต่อรูปแบบการเรียนรู้ อาจไม่สามารถนำไปใช้ในวงกว้างได้และในปัจจุบันได้มีเทคนิคในการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมากที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งมีความน่าสนใจในการค้นคว้าเช่นเทคนิค Gradient Boosted Trees ที่ใช้หลักการของ Ensemble Meta-Algorithm หรือรู้จักกันในวงการว่า Weak Learner มาใช้ในการศึกษาในงานถัดไป

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม, “ภาระการทำงานของประชากร 2562,” [Online]. Available: http://www.nso.go.th/sites/2014/DocLib13/ด้านสังคม/สาขาแรงงาน/ภาวะการทำงานของประชากร/ภาวะการทำงานของประชากร62 [Accessed: 28 ตุลาคม 2019].

[2] ณัฐวุฒิ พงศ์สิริ, “ทิศทาง HR การบริหารงานปี 2559,” HR society magazine, ฉบับที่ 14, เลขที่ 162, หน้า 8-11, มิถุนายน, 2559.

[3] K. F. Geisinger, et al. “APA handbook of testing and assessment in psychology, Vol. 2: Test theory and testing and assessment in industrial and organizational psychology,” American Psychological Association, vol.2, no. 1, pp. 9-15, January 2013.

[4] C. Caldwell, et al. "Selecting for flair factors: improving the selection process," Business and Management Research, vol.7, no.1, pp. 1-10, January 2018.

[5] D. A. Kolb, “Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development” New Jersey: FT press, 2014.

[6] B. McCarthy, et al., “Teaching around the 4MAT® Cycle: Designing Instruction for Diverse Learners with Diverse Learning Styles,” Toronto: Corwin Press, 2006.

[7] W. Chen, et al., “Hybrid deep collaborative filtering for job recommendation,” 2017 2nd IEEE International Conference on Computational Intelligence and Applications, ICCIA 2017, Beijing, China, September 8-11, 2017, pp. 275-280.

[8] Z. Siting, et al., “Advancement of personalized recommender systems,” 2012 7th International Conference on Computer Science & Education, ICCSE 2012, Melbourne, VIC, Australia, July 14-17, 2012, pp. 920-924.

[9] L. Pizzato, et al., “Reciprocal recommender system for online dating,” Proceedings of the fourth ACM conference on Recommender systems, ACM RecSys 2010, Barcelona, Spain, September 21, 2010, pp. 353-354.

[10] นลินี โสพัศสถิต, “การใช้ระบบแนะนำสนับสนุนการตัดสินใจ,” รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, กรุงเทพฯ, 2555.

[11] L. Breiman, “Random forests,” Machine Learning, vol. 45, no 1, pp. 5-32, January 2001.

[12] Z. Siting, et al., “Job recommender systems: a survey,” 2012 7th International Conference on Computer Science & Education, ICCSE 2012, Melbourne, Australia, July 14-17, 2012, pp. 920-924.

[13] M. L. Tran, et al., “A comparison study for job recommendation,” 2017 International Conference on Information and Communications, ICIC 2017, Hanoi, Vietnam, June 26-28, 2017, pp. 199-204.

[14] Z. Siting, et al., “Job recommender systems: a survey,” 2012 7th International Conference on Computer Science & Education, ICCSE 2012, Melbourne, Australia, July 14-17, 2012, pp. 920-924.

[15] A. Doyle, “IT Jobs: Career Options, Job Titles, and Descriptions,” [Online]. Available: https://www.thebalancecareers.com/list-of-information-technology-it-job-titles-2061498 [Accessed: Nov 1 2018].

วิธีการใหม่ในการป้องกันการโจมตีด้วยครอสไซต์สคริปติ้ง

The new method to defend against Cross-site Scripting Attacks

1st ชาตรี ทองวรรณ
Chatree Tongwan
มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
Roi Et Rajabhat University
Roi Et / Thailand
chatree@reru.ac.th

บทคัดย่อ **—— ในทุกวันนี้เว็บแอปพลิเคชันได้ถูกนำมาใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิตในด้านต่าง ๆ เช่น การเงิน, สังคมและอื่น ๆ เนื่องจากเว็บแอปพลิเคชันสามารถเปิดให้บริการได้อย่างต่อเนื่องและสามารถเข้าถึงได้จากเกือบทุกพื้นที่ อย่างไรก็ตามเว็บแอปพลิเคชันมักถูกพัฒนาขึ้นมาจากหลายเทคโนโลยีจึงส่งผลให้มีช่องโหว่มากมายที่ผู้ไม่หวังดีใช้ในการโจมตีเพื่อขโมยข้อมูลที่มีความละเอียดอ่อน จากสถิติขององค์กรไม่แสวงหากำไร OWASP ได้จัด 10 อันดับความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของเว็บแอปพลิเคชันในปี 2017 พบว่าการโจมตีด้วยครอสไซต์สคริปติ้ง (XSS : Cross-Site Scripting) เป็นหนึ่งในช่องโหว่ของเว็บแอพพลิเคชันอันดับต้น ๆ ในการโจมตี XSS นั้น ผู้ไม่หวังดีพยายามนำเอาสคริปต์ (script) ที่เป็นอันตรายไปฝังไว้ในหน้าเว็บ (webpage) เป้าหมาย โดยทั่วไปสคริปต์ที่เป็นอันตรายนิยมเขียนขึ้นด้วยภาษา JavaScript ในบทความวิจัยนี้เราได้นำเสนอวิธีการใหม่ในการตรวจสอบและป้องกันการโจมตี XSS โดยได้นำวิธีการเข้ารหัสและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลมาใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบและป้องกัน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการใหม่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ**

คำสำคัญ **—— การโจมตี XSS, การเข้ารหัสเว็บ, ความปลอดภัยของเว็บ**

ABSTRACT **— Today, web applications are used to facilitate life in many aspects of life such as finance, society and others. The web application can be open for service continuously, and can be accessed from almost any area. However, web applications are often developed from many technologies. As a result, there are many vulnerabilities that attackers use to attack to steal sensitive information. From the statistics of non-profit organizations, OWASP has ranked the top 10 web application security risks in 2017. It is found that Cross-Site Scripting is one of the top web application vulnerabilities. The XSS attacks that an attacker tries to include a malicious script in the target webpage. In general, most malicious scripts written with JavaScript. In this paper, we propose a new method for detecting and preventing XSS attacks. By using encryption methods and data validation as a tool for detection and prevention. Experimental results show that the new method works effectively.**

Keywords **—— XSS attacks, Web encryption, Web security.**

I. บทนำ

ทุกวันนี้เว็บแอปพลิเคชันกลายเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินชีวิตของคนเรา โดยเราได้นำเอาเว็บแอปพลิเคชันมาใช้งานเพื่ออำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิตในด้านต่างๆ เช่น การเงิน, สังคม, สุขภาพ, การศึกษา, ความบันเทิงและข่าวสาร เนื่องจากเว็บแอปพลิเคชันสามารถเปิดให้บริการได้อย่างต่อเนื่องและสามารถเข้าถึงได้จากเกือบทุกพื้นที่ด้วยการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทำให้เราสามารถสื่อสาร ทำงานหรือแม้แต่ใช้งานเพื่อความบันเทิงได้ตลอดเวลา

เนื่องจากเว็บแอปพลิเคชันเป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาแล้วนำไปจัดเก็บรวบรวมเอาไว้บนเซิร์ฟเวอร์ (server) การเข้าถึงสามารถเข้าถึงได้ผ่านเบราว์เซอร์ โดยทั่วไปแล้วเว็บแอปพลิเคชันจะประกอบด้วยโปรแกรมที่พัฒนาเพื่อให้ทำงานในฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (server-side) ที่อาจจะพัฒนาขึ้นด้วยภาษาโปรแกรม PHP หรือ ASP หรือ JSP และอื่นๆ เพื่อใช้ในการจัดการข้อมูลและโปรแกรมที่พัฒนาให้ทำงานในฝั่งไคลเอ็นต์ (client-side) ที่อาจจะพัฒนาขึ้นด้วยภาษาโปรแกรม HTML หรือ CSS หรือ JavaScript เพื่อใช้ในการจัดแสดงหน้าเว็บ ตกแต่งหน้าเว็บให้สวยงามและสามารถตอบโต้กับผู้ใช้งานได้

อย่างไรก็ตามเว็บแอปพลิเคชันมักถูกพัฒนาขึ้นมา จากหลายเทคโนโลยี หลายภาษาโปรแกรมจึงส่งผลให้มีช่องโหว่มากมายที่ผู้ไม่หวังดีใช้ในการโจมตี เพื่อขโมยข้อมูลที่มีความละเอียดอ่อน ทำให้องค์กรต้องเสียค่าใช้จ่ายที่สูงเพื่อรักษาปลอดภัยจากช่องโหว่เหล่านี้ จากสถิติขององค์กรไม่แสวงหาผลกำไร OWASP ได้จัด 10 อันดับความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของเว็บแอปพลิเคชันในปี 2017 พบว่า XSS เป็นหนึ่งในช่องโหว่ของเว็บแอพพลิเคชันอันดับต้นๆ ซึ่งสามารถจำแนกรูปแบบการโจมตีด้วย XSS ได้สามรูปแบบคือ การโจมตี XSS สะท้อนกลับ (Reflected XSS attack) การโจมตี XSS เก็บไว้ (Stored XSS attack) และการโจมตี XSS บนพื้นฐานของ DOM (DOM-based XSS attack)

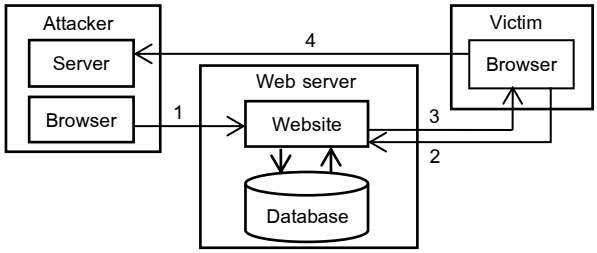
II. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของงานการวิจัยนี้ เพื่อศึกษาการโจมตี XSS พร้อมกับนำเสนอวิธีการใหม่ในการตรวจสอบและป้องกันการโจมตี XSS ทั้งสามรูปแบบ คือ การโจมตี XSS สะท้อนกลับ การโจมตี XSS เก็บไว้ และการโจมตี XSS บนพื้นฐานของ DOM ด้วยการนำเอาวิธีการเข้ารหัสข้อมูลและการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล มาใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบและป้องกัน

III. การโจมตีด้วย XSS

การโจมตีด้วย XSS ผู้ไม่หวังดีจะพยายามนำเอาสคริปต์ที่เป็นอันตรายไปวางเอาไว้บนหน้าเว็บของผู้ตกเป็นเหยื่อ (victim) โดยทั่วไปแล้วสคริปต์ที่เป็นอันตรายมักจะถูกเขียนขึ้นด้วยภาษา JavaScript เมื่อผู้ตกเป็นเหยื่อเข้าเยี่ยมชมหน้าเว็บที่มีการฝังสคริปต์ที่เป็นอันตรายเอาไว้ผ่านเบราว์เซอร์ของผู้ตกเป็นเหยื่อเอง หน้าเว็บพร้อมกับสคริปต์ที่เป็นอันตรายก็จะถูกโหลดมาประมวลผลที่เบราว์เซอร์ของผู้ตกเป็นเหยื่อ เพื่อขโมยข้อมูลของผู้ตกเป็นเหยื่อ เช่น คุกกี้ (cookie) หมายเลขบัตรเครดิต

รหัสผ่าน (password) และอื่นๆ [1] รูปที่ 1 แสดงมุมมองการโจมตี XSS ในลักษณะทั่วไป



รูปที่ 1. มุมมองการโจมตีด้วย XSS ในลักษณะทั่วไป

จากรูปที่ 1 ด้านบนนี้แสดงให้เห็นมุมมองการโจมตี XSS ในลักษณะทั่วไป ที่ผู้ไม่หวังดีพยายามนำเอาสคริปต์ที่เป็นอันตรายไปฝังไว้บนหน้าเว็บเป้าหมายและเมื่อผู้ตกเป็นเหยื่อเข้าเยี่ยมชมหน้าเว็บ สคริปต์ที่เป็นอันตรายก็จะใช้ประโยชน์จากข้อมูลของผู้ตกเป็นเหยื่อ โดยแอบขโมยเอาข้อมูลของผู้ตกเป็นเหยื่อ เช่น คุกกี้ หมายเลขบัตรเครดิต รหัสผ่าน และอื่น ๆ เป็นต้น สำหรับกระบวนการโจมตี XSS ที่แสดงในรูปที่ 1 มีขั้นตอนดังนี้ :

1. เมื่อผู้ไม่หวังดีค้นพบช่องโหว่ในหน้าเว็บที่ต้องการ ผู้ไม่หวังดีก็จะนำเอาสคริปต์ที่เป็นอันตรายไปฝังไว้บนหน้าเว็บหรือนำไปจัดเก็บไว้บนฐานข้อมูล ผ่านช่องโหว่ที่ค้นพบ

2. ผู้ตกเป็นเหยื่อเข้าเยี่ยมชมหน้าเว็บ เบราว์เซอร์ของผู้ตกเป็นเหยื่อจะทำการส่งคำร้องขอหน้าเว็บที่ฝังสคริปต์ที่เป็นอันตรายเอาไว้

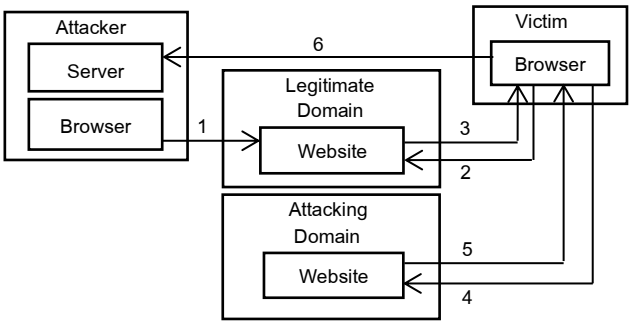
3. เมื่อเว็บเซิร์ฟเวอร์ (web server) ได้รับคำร้องขอก็จะทำการส่งหน้าเว็บพร้อมสคริปต์ที่เป็นอันตรายกลับไปให้ผู้ตกเป็นเหยื่อ

4. สคริปต์ที่เป็นอันตรายก็จะถูกประมวลผลภายใต้เบราว์เซอร์ของผู้ตกเป็นเหยื่อ โดยสคริปต์ที่เป็นอันตรายจะแอบขโมยเอาข้อมูลของผู้ตกเป็นเหยื่อ เช่น คุกกี้ หมายเลขบัตรเครดิต รหัสผ่าน และอื่น ๆ ส่งกลับไปให้ผู้ไม่หวังดี

เมื่อผู้ไม่หวังดีได้รับข้อมูลที่ต้องการแล้วผู้ไม่หวังดีก็จะนำเอาข้อมูลที่ได้ไปใช้งานที่อาจจะนำไปใช้งานในทางไม่ดีที่อาจจะส่งผลกระทบหรือผลเสียหายต่อผู้ตกเป็นเหยื่อ

ดังนั้นเพื่อที่จะให้สามารถจัดการกับปัญหาของการโจมตีด้วย XSS อย่างมีประสิทธิภาพผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและเรียนรู้วิธีการโจมตี XSS ซึ่งวิธีการโจมตี XSS ที่มีหลากหลายวิธีการดังนี้

การโจมตี XSS สะท้อนกลับ (Reflected XSS attack) [1][2][3] บางครั้งจะเรียกอีกอย่างว่าการโจมตีแบบไม่ถาวร (non-persistent attack) เกิดขึ้นเมื่อสคริปต์ที่เป็นอันตรายถูกสะท้อนออกจากเว็บแอปพลิเคชันไปยังเบราว์เซอร์ของผู้ตกเป็นเหยื่อ ซึ่งสคริปต์ที่เป็นอันตรายมักถูกส่งผ่านการร้องขอไปกับยูอาร์แอล (URL) ที่ไม่ได้รับการตรวจสอบหรือป้องกันที่ดีพอ ซึ่งการเผยแพร่สคริปต์ที่เป็นอันตรายนี้ ผู้ไม่หวังดีมักจะฝังยูอาร์แอลไว้ในอีเมลหรือเว็บไซต์บุคคลที่สาม (เช่นส่วนแสดงความคิดเห็นหรือในสื่อสังคมออนไลน์) ยูอาร์แอลมักถูกฝังอยู่ภายในข้อความที่กระตุ้นให้ผู้ตกเป็นเหยื่อคลิก เมื่อผู้ตกเป็นเหยื่อคลิกเบราว์เซอร์ก็จะส่งคำร้องขอไปยังเว็บไซต์ (website) ที่มีช่องโหว่ที่มีการฝังสคริปต์ที่เป็นอันตรายเอาไว้ ซึ่งสคริปต์ที่เป็นอันตรายก็จะถูกสะท้อนกลับไปโจมตีผู้ตกเป็นเหยื่อเอง ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2. การโจมตี XSS สะท้อนกลับ

จากรูปที่ 2 ด้านบนนี้แสดงให้เห็นการโจมตี XSS สะท้อนกลับ ที่ผู้ไม่หวังดีมีวัตถุประสงค์เพื่อขโมยข้อมูลของผู้ตกเป็นเหยื่อ ซึ่งมีขั้นตอนการโจมตีดังนี้ :

1. ผู้ไม่หวังดีนำเอายูอาร์แอลที่เชื่อมโยงไปยังสคริปต์ที่เป็นอันตรายฝังไว้ในเว็บไซต์บุคคลที่สาม (ในส่วนแสดงความคิดเห็นหรือในสื่อสังคมออนไลน์) ภายในข้อความที่กระตุ้นให้ผู้ตกเป็นเหยื่อคลิก

2. เมื่อผู้ตกเป็นเหยื่อเข้าเยี่ยมชมหน้าเว็บดังกล่าว เบราว์เซอร์จะส่งคำร้องขอหน้าเว็บที่ฝังยูอาร์แอลที่เป็นอันตรายเอาไว้

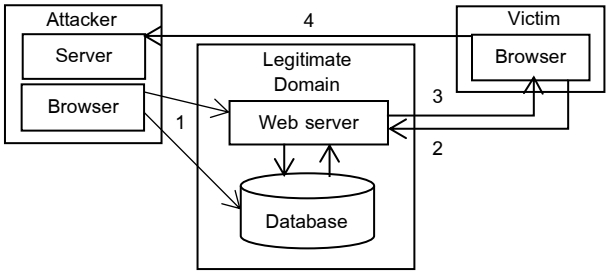
3. เว็บเซิร์ฟเวอร์ได้รับคำร้องขอก็จะส่งหน้าเว็บที่ร้องขอกลับไปให้ผู้ที่ตกเป็นเหยื่อ

4. เมื่อผู้ตกเป็นเหยื่อคลิกลิงค์ (link) ที่เชื่อมโยงไปยังสคริปต์ที่เป็นอันตราย เบราว์เซอร์ของผู้ตกเป็นเหยื่อจะส่งคำร้องขอไปยังเว็บไซต์ของผู้ไม่หวังดี

5. เมื่อเว็บเซิร์ฟเวอร์ของผู้ไม่หวังดีได้รับคำร้องขอก็จะทำการส่งสคริปต์ที่เป็นอันตรายกลับไปให้ผู้ตกเป็นเหยื่อ

6. สคริปต์ที่เป็นอันตรายก็จะถูกประมวลผลภายใต้เบราว์เซอร์ของผู้ตกเป็นเหยื่อ โดยสคริปต์ที่เป็นอันตรายจะแอบขโมยเอาข้อมูลของผู้ตกเป็นเหยื่อส่งกลับไปให้ผู้ไม่หวังดี

การโจมตี XSS เก็บไว้ (Stored XSS attack) [1][2][3] บางครั้งจะเรียกอีกอย่างว่าการโจมตีแบบถาวร (persistent attack) เกิดขึ้นเมื่อผู้ไม่หวังดีได้ส่งสคริปต์ที่เป็นอันตรายไปจัดเก็บไว้บนเว็บเซิร์ฟเวอร์ (web server) หรือ ฐานข้อมูล ที่อาจจะอยู่ในรูปแบบของไฟล์ (file) หรืออาจจะฝังสคริปต์ที่เป็นอันตรายไว้ในแท็กเอชทีเอ็มแอล (HTML tag) เช่น แท็กความคิดเห็น (comment tag) เป็นต้น และจะถูกเรียกขึ้นมาทำงานในภายหลังเมื่อผู้ตกเป็นเหยื่อเข้าเยี่ยมชมหน้าเว็บดังกล่าว ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3. การโจมตี XSS เก็บไว้

การโจมตี XSS เก็บไว้ ถือเป็นรูปแบบการโจมตีรูปแบบหนึ่งที่พบบ่อยที่สุด เนื่องจากเว็บไซต์ส่วนใหญ่จะอนุญาตให้ผู้ใช้สามารถแชร์เนื้อหาหรือแชร์วิดีโอ รวมไปถึงการแสดงความคิดเห็นได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสื่อสังคม

ออนไลน์ ที่อนุญาตให้ผู้ใช้งานสามารถแชร์เนื้อหาต่อๆ ไปได้ ทำให้มีผู้ตกเป็นเหยื่อการโจมตีจำนวนมาก จากรูปที่ 3 มีขั้นตอนการโจมตีดังนี้ :

1. ผู้ไม่หวังดีพยายามนำสคริปต์ที่เป็นอันตรายไปบันทึกเก็บไว้บนเว็บเซิร์ฟเวอร์หรือฐานข้อมูลของเว็บไซต์เป้าหมายผ่านช่องโหว่ที่ค้นพบ

2. ผู้ตกเป็นเหยื่อเข้าเยี่ยมชมหน้าเว็บดังกล่าว เบราว์เซอร์ของผู้ตกเป็นเหยื่อจะทำการส่งคำร้องขอหน้าเว็บ

3. เมื่อเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้รับคำร้องขอก็จะทำการค้นหาหน้าเว็บที่ร้องขอหรือ เว็บเซิร์ฟเวอร์จะส่งคำสั่ง SQL ไปดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาประมวลผลแล้วส่งหน้าเว็บกลับไปให้ผู้ร้องขอ

4. สคริปต์ที่เป็นอันตรายก็จะถูกประมวลผลภายใต้เบราว์เซอร์ของผู้ตกเป็นเหยื่อแล้วส่งข้อมูลของผู้ตกเป็นเหยื่อกลับไปให้ผู้ไม่หวังดี

การโจมตี XSS บนพื้นฐานของ DOM (DOM-based XSS attack) [1][2][3] เป็นรูปแบบการโจมตี XSS ที่อาจจะถูกใช้ในการโจมตีทั้ง การโจมตี XSS สะท้อนกลับ และ การโจมตี XSS เก็บไว้ เนื่องจาก DOM เป็นแพลตฟอร์ม (platform) ที่เป็นกลางที่อนุญาตให้เขียนโปรแกรมหรือสคริปต์เข้าถึงและปรับปรุงโครงสร้างเอกสาร HTML แบบไดนามิก (dynamic) ได้ ดังนั้นผู้ไม่หวังดีจึงใช้คุณสมบัติของ DOM ในการเขียนสคริปต์ที่เป็นอันตรายในการเข้าถึงและปรับปรุงโครงสร้างเอกสาร HTML ให้เป็นรูปแบบที่ผู้ไม่หวังดีต้องการ จากนั้นก็ทำการส่งสคริปต์ที่เป็นอันตรายไปประมวลผลที่เบราว์เซอร์ของผู้ที่ตกเป็นเหยื่อ อาจจะใช้วิธีการโจมตีรูปแบบการโจมตี XSS สะท้อนกลับ หรือ การโจมตี XSS เก็บไว้ ก็ได้ ตัวอย่างสคริปต์ที่เป็นอันตรายที่ใช้คุณสมบัติของ DOM ดังรูปที่ 4

```
<a id="myA" href="https://www.w3schools.com">w3schools</a>
<button onclick="myFunc( )">Try it</button>
<script>
function myFunc( ) {
  document.getElementById("myA").href ="https://www.reru.ac.th/";
}
</script>
```

รูปที่ 4. การโจมตี XSS บนพื้นฐานของ DOM

จากรูปที่ 4 แสดงเอกสาร HTML ที่ประกอบไปด้วยยูอาร์แอลที่เชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ของ "w3schools" และสคริปต์ที่เขียนขึ้นด้วยภาษา JavaScript เริ่มต้นเมื่อนำเอาเอกสาร HTML นี้ไปดำเนินการประมวลผลบนเบราว์เซอร์ ยูอาร์แอลจะชี้และเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ของ "w3schools" แต่เมื่อทำการรันสคริปต์ ยูอาร์แอลจะถูกเปลี่ยนให้เชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ "www.reru.ac.th/" แทน ด้วยคุณสมบัติ ของ DOM ทำให้เราสามารถเข้าถึงและปรับปรุงโครงสร้างเอกสาร HTML ได้อย่างง่ายดาย

IV. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการแก้ปัญหาการโจมตี XSS มีนักวิจัยได้นำเสนอแนวทางแก้ไขมากมายสำหรับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในส่วนนี้ทางผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลงานวิจัยเหล่านี้พร้อมทั้งทำการศึกษาข้อดีและข้อเสีย ที่ประกอบด้วย

Arun Prasath Sivanesan, Akshay Mathur และ Ahmad Y Javaid [2] ได้นำเสนอวิธีการตรวจจับการโจมตี XSS ในเว็บไซต์ที่ใช้ HTML5 โดยพัฒนาส่วนขยายเบราว์เซอร์ (browser extension) ในการตรวจจับการโจมตี XSS และแจ้งเตือนผู้ใช้เมื่อใดก็ตามที่อาจจะเกิดการโจมตี XSS

Twana Assad TAHA และ Murat KARABATAK [3] ได้นำเสนอแนวทางการป้องกันการโจมตี XSS ด้วยการใช้งานฟังก์ชั่น PHP ในการตรวจจับและป้องกันการโจมตี XSS ที่ประกอบด้วยสองวิธีการ คือ วิธีแรกใช้งานนิพจน์ปรกติ (regular expression) ในการตรวจสอบข้อมูลที่ป้อนจากผู้ใช้งานและวิธีที่สองใช้งานนิพจน์ปรกติอื่นในการตรวจสอบข้อมูลนำเข้าทุกรายการที่มีความเป็นไปได้ที่จะเผชิญกับสคริปต์ที่เป็นอันตราย

Kunal Gupta, Rajni Ranjan Singh และ Manish Dixit [4] ได้นำเสนอวิธีการตรวจจับการโจมตี XSS ด้วยระบบตรวจจับการบุกรุก (IDS : intrusion detection system) โดยระบบตรวจจับการบุกรุกจะคอยตรวจสอบแพ็กเก็ต (packets) ที่ส่งออกไปและส่งกลับเข้ามายังเครือข่ายและสร้างล็อก (log) สำหรับแพ็กเก็ตที่มีความเสี่ยงต่อการโจมตี XSS หรือ มีความเสี่ยงตามกฎที่กำหนด

Abdalla Wasef Marashdih, Zarul Fitri Zaaba และ Khaled Suwais [5] ได้นำเสนอวิธีการตรวจหาการโจมตี XSS ใน PHP เว็บแอปพลิเคชันด้วยการตรวจหาช่องโหว่ทั้งหมดภายในซอร์สโค้ด (source code) ของเว็บแอปพลิเคชันก่อนที่จะนำเว็บแอปพลิเคชันขึ้นสู่ระบบหรือก่อนที่ผู้ไม่หวังดีจะค้นพบช่องโหว่ดังกล่าว โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ซอร์สโค้ดที่ประกอบไปด้วย การวิเคราะห์แบบคงที่ (static analysis) และ การวิเคราะห์แบบไดนามิก (dynamic analysis)

Gurpreet Kaur , Bhavika Pande , Ayushi Bhardwaj , Gargi Bhagat และ Shashank Gupta [6] ได้นำเสนอสถาปัตยกรรมในการตรวจสอบและป้องกันการโจมตี XSS ที่ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นขั้นตอนแบบออฟไลน์ (Offline) จะเป็นการแยก JavaScript ออกจากหน้าเว็บแล้วนำไปจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการตรวจสอบต่อไป ขั้นตอนที่สองเป็นขั้นตอนแบบออนไลน์ (online) เป็นขั้นตอนในการตรวจจับการโจมตี XSS โดยทุกการตอบกลับจาการร้องขอหน้าเว็บจะมีการแยกเอา JavaScript ออกจากหน้าเว็บแล้วนำมาตรวจสอบกับ JavaScript ที่จัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล

จากที่ทางผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ พบว่างานวิจัยเหล่านั้นได้นำเสนอแนวทางการตรวจสอบและป้องกันการโจมตีXSS ที่ยังไม่ครอบคลุมการโจมตีในหลายกรณี ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำเสนอวิธีการใหม่ที่มีความสามารถในการตรวจสอบและป้องกันการโจมตี XSS ที่ครอบคลุมทุกกรณี

V. วิธีการใหม่สำหรับป้องกันการโจมตี XSS

ในการออกแบบวิธีการใหม่ในการตรวจสอบและป้องกันการโจมตี XSS ประกอบไปด้วย 2 ส่วนการทำงาน ดังรูปที่ 5

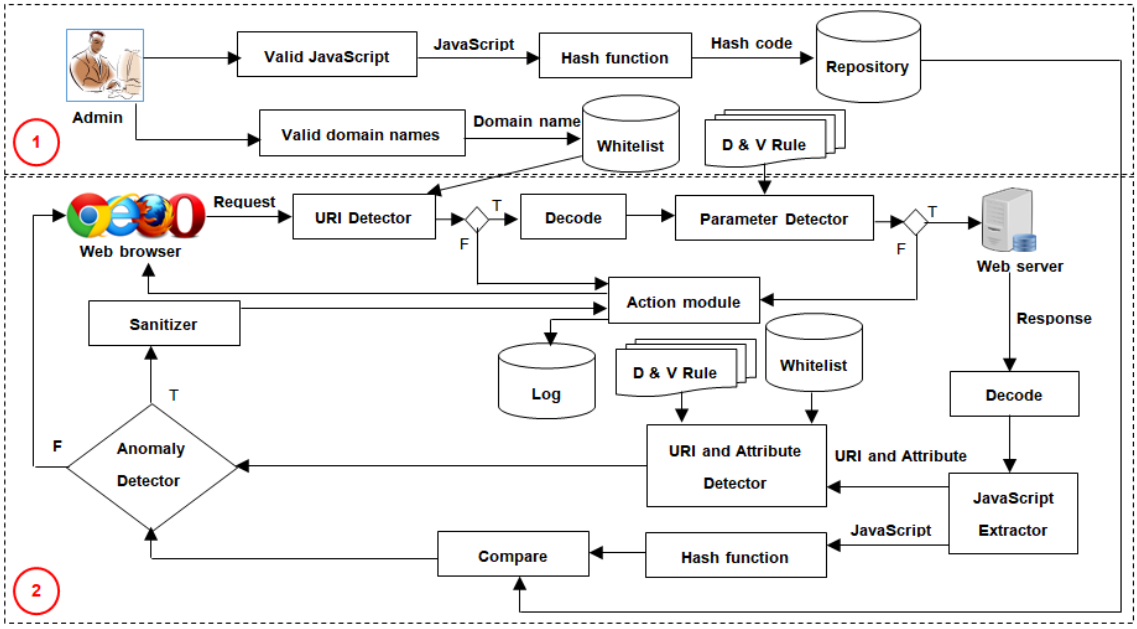
ส่วนที่ 1 เป็นส่วนกำหนดค่าเริ่มต้น ทำงานแบบออฟไลน์ สำหรับกำหนดค่าเริ่มต้นที่จำเป็นในการตรวจสอบการโจมตี XSS ดำเนินการโดยผู้ดูแลระบบ ประกอบด้วยส่วนของการทำงานย่อยๆ ดังนี้

Valid JavaScript: นำ JavaScript ต้นแบบที่มีใช้งานในแต่ละหน้าเว็บทั้งหมด มาผ่านฟังก์ชันแฮช (hash function) จากนั้นนำรหัสแฮช (hash code) ที่ได้ไปจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล (repository)

Valid domain names: กำหนดชื่อโดเมน (domain names) ต่างๆ ที่อนุญาตให้มีการร้องขอทรัพยากร เช่น รูปภาพ ไฟล์และอื่นๆ จากภายนอกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล (Whitelist)

D & V Rule : ข้อกำหนดหรือกฎที่จำเป็นในการตรวจสอบยูอาร์แอลหรือค่าของแอตทริบิวต์ (attribute) เช่น อักขระพิเศษหรือฟังก์ชันของ JavaScript ที่ไม่อนุญาตให้ใช้งาน

ส่วนที่ 2 ทำงานแบบออนไลน์ จะตรวจสอบทุกๆ ยูอาร์แอลของการร้องและทุกการตอบกลับ (response) ประกอบด้วยส่วนการทำงานย่อย 2 ส่วน ดังนี้



รูปที่ 5. วิธีการใหม่สำหรับป้องกันการโจมตี XSS

การทำงานย่อยส่วนที่ 1 สำหรับตรวจสอบในส่วนของการร้องขอทรัพยากรต่างๆ ของเบราว์เซอร์ ประกอบด้วย

URI Detector: ทำหน้าที่ในการตรวจสอบชื่อโดเมนว่าเป็นชื่อโดเมนที่อนุญาตให้ร้องขอหรือเชื่อมโยงหรือไม่

Decode: ทำหน้าที่ในการถอดของรหัสอักขระเอชทีเอ็มแอล (HTML character codes) [7][8] ที่อาจจะอยู่ในรูปแบบของฐานสิบหก หรือ ฐานอื่นๆ ให้อยู่ในรูปแบบข้อความปกติ

Parameter Detector: จะเป็นการดำเนินการตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ที่ส่งมาพร้อมกับยูอาร์แอลโดยใช้นิพจน์ปรกติ

Action module: ดำเนินการจัดเก็บล็อก (log) และส่งต่อหน้าเว็บไปให้เบราว์เซอร์ หน้าเว็บที่ส่งต่อจะถูกกำจัดสคริปต์ที่เป็นอันตรายออก

การทำงานย่อยส่วนที่ 2 จะตรวจสอบและคัดกรองการตอบกลับจากเว็บเซิร์ฟเวอร์ก่อนที่เบราว์เซอร์จะนำเอาหน้าเว็บไปแปลความหมายเพื่อแสดงผล ประกอบด้วย

JavaScript Extractor: คัดแยก JavaScript และแอตทริบิวต์ที่อาจจะมีสคริปต์ที่เป็นอันตราย เช่น src, href , onload, onerror และอื่นๆ

hash function: ฟังก์ชันแฮชแบบเดียวกันที่ใช้ในการกำหนดค่าเริ่มต้น

URI and Attribute Detector: นำเอายูอาร์แอลที่มีการเชื่อมโยงในหน้าเว็บมาทำการตรวจสอบกับชื่อโดเมนในฐานข้อมูลพร้อมทั้งนำเอากฎหรือข้อกำหนด (D & V Rule) มาทำการตรวจสอบยูอาร์แอลและค่าของแอตทริบิวต์ว่ามีอักขระต้องห้ามหรือคำต้องห้ามหรือไม่

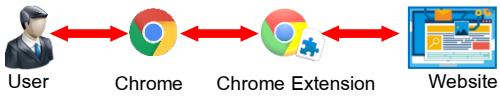
Sanitizer: [9] กำจัดสคริปต์หรือยูอาร์แอลที่เป็นอันตรายทิ้ง

Compare: ทำหน้าที่ในการเปรียบเทียบรหัสแฮชที่ได้กับรหัสแฮชที่จัดเก็บไว้บนฐานข้อมูล

Anomaly Detector: ทำหน้าที่ในการตัดสินใจ ถ้าผลลัพธ์จากการดำเนินงานมีความผิดปกติจะส่งหน้าเว็บไปให้ Sanitizer กำจัดสคริปต์หรือยูอาร์แอลที่เป็นอันตรายทิ้ง แต่ถ้าไม่มีความผิดปกติจะส่งหน้าเว็บไปให้เบราว์เซอร์แสดงผล

VI. สภาพแวดล้อมของการทดลอง

ในการทดลองการตรวจสอบและคัดกรองการโจมตี XSS ผู้วิจัยได้มีการพัฒนาและจัดสภาพแวดล้อมในการทดลอง ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6. สภาพแวดล้อมของการทดลอง

ในการพัฒนาและจัดสภาพแวดล้อมในการทดลองการตรวจสอบและคัดกรองการโจมตี XSS ผู้วิจัยได้พัฒนาส่วนของการทำงานในรูปแบบของส่วนขยายเบราว์เซอร์ที่ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

เว็บเบราว์เซอร์ที่ใช้ในการพัฒนาและทดลองการโจมตี XSS ทางผู้วิจัยได้เลือกใช้งานเบราว์เซอร์ในส่วนของ chrome

ส่วนการทำงานในการตรวจสอบและคัดกรองการโจมตี XSS ผู้วิจัยได้พัฒนาอยู่ในรูปแบบของส่วนขยายเบราว์เซอร์ ในที่นี้พัฒนาด้วย chrome extension และภาษาโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาส่วนขยายเบราว์เซอร์ประกอบไปด้วย ภาษา HTML, CSS, JavaScript และ AJAX

เว็บแอปพลิเคชันที่ใช้สำหรับติดต่อและเข้าถึงข้อมูลในฐานข้อมูล พัฒนาด้วยภาษา PHP เวอร์ชัน 5.6.30 ติดตั้งอยู่บนระบบปฏิบัติการ Windows 10

เว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ทำหน้าที่คอยให้บริการแก่ผู้ใช้ที่เรียกชมหน้าเว็บทางผู้วิจัยเลือกใช้งาน Apache เวอร์ชัน 2.4.25

ฐานข้อมูลที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลที่สำคัญในการทดลอง ทางผู้วิจัยเลือกใช้งาน MySQL เวอร์ชัน 5.0.11

การกำหนดกฎหรือข้อกำหนดที่จำเป็นในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ซึ่งกฎหรือข้อกำหนดเหล่านี้จะถูกนำมาใช้ในการตรวจสอบยูอาร์แอลและแอตทริบิวต์ที่ไม่อนุญาตให้มี ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. กฎหรือข้อกำหนดในการตรวจสอบข้อมูล

Rules	ใช้ในการตรวจสอบ
คำสำคัญต้องห้าม เช่น eval, alert, script, javascript, document และอื่น ๆ	ใช้ในการตรวจสอบยูอาร์แอลและแอตทริบิวต์
อักขระต้องห้าม เช่น /, *, -, &, #, :,% เป็นต้น	

ฟังก์ชันแฮช จะเป็นการนำเอา JavaScript มาทำการเข้ารหัส ซึ่งทางผู้วิจัยได้เลือกใช้อัลกอริทึมแบบ SHA-1 ที่มีความปลอดภัยและความเร็วในการเข้ารหัส

การกำหนดชื่อโดเมน โดยชื่อโดเมนเหล่านี้จะถูกนำมาใช้ในการตรวจสอบการเชื่อมโยงหรือร้องขอทรัพยากรจากภายนอก เพื่อป้องกันการเชื่อมโยงจากแหล่งที่ไม่ปลอดภัย ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2. ตัวอย่างชื่อโดเมน

ตัวอย่างชื่อโดเมนที่อนุญาตให้เชื่อมโยง
https://www.reru.ac.th/
https://admission.reru.ac.th/
https://grad.reru.ac.th/

VII. การทดลองการโจมตี

ในการทดลองการโจมตี ทางผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบต่างๆ ในการทดลองการโจมตีแต่ละรูปแบบ ดังนี้

การทดลองการโจมตี XSS สะท้อนกลับ ทางผู้วิจัยได้มีการกำหนดรูปแบบการเชื่อมโยงในลักษณะต่างๆ ที่เป็นไปได้ ดังรูปที่ 7

```
<link href="https://www.reru.ac.th/css/mn.css" />
<script src="https://www.reru.ac.th/js/sd.js" />
data.php?d=%3Cscript%3E%20alert(%27xx%27);%20%3C/script%3E
```

รูปที่ 7. รูปแบบการเชื่อมโยง

การทดลองการโจมตี XSS เก็บไว้ ทางผู้วิจัยได้มีการกำหนดรูปแบบของการโจมตีที่เป็นไปได้ โดยนำไปบันทึกเก็บไว้ในฐานข้อมูลเพื่อรอถูกเรียกใช้งานในภายหลัง ดังรูปที่ 8

```
">><<img src="#" onerror="alert(1);//">>
<iframe src="javascript : alert(1);" />
--><script>alert("zz");</script><!--
```

รูปที่ 8. ตัวอย่างการทดลองโจมตี XSS เก็บไว้

การทดสอบการโจมตี XSS บนพื้นฐานของ DOM ทางผู้วิจัยได้มีการได้เขียนสคริปต์ โดยใช้คุณสมบัติของ DOM เพื่อเข้าถึงโครงสร้างเอกสาร HTML จากนั้นได้นำเอาสคริปต์ไปจัดวางในส่วนต่างๆ ของเอกสาร HTML ที่เป็นไปได้ ดังรูปที่ 9

```
var x = document.getElementsByTagName ( "a" );
x[ 0 ].href="https://www.reru.ac.th/";
```

รูปที่ 9. ตัวอย่างการทดลองโจมตี XSS เก็บไว้

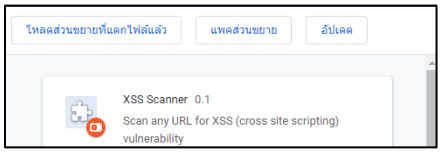
ในกรณีการตรวจสอบคัดกรองยูอาร์แอลและแอตทริบิวต์ทางผู้วิจัยได้นำเอาคำสำคัญต้องห้ามและอักขระต้องห้ามที่ได้กำหนดไว้มาสร้างเป็นกฎหรือข้อกำหนดร่วมกับนิพจน์ปรกติในการตรวจสอบ ดังรูปที่ 10

```
var pt1 = /(eval | alert | script | javascript | - | & | # | : | %)/i;
if( pt1.test( url ) ) { alert('attack'); }
if( pt1.test( attribute ) ) { alert('attack'); }
```

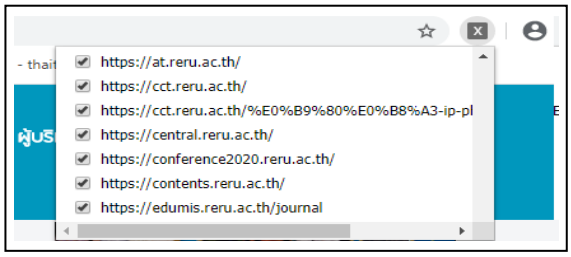
รูปที่ 10. ตัวอย่างการตรวจสอบและคัดกรองข้อมูล

VIII. ผลการทดลองและอภิปรายผล

จากการทดลองในการโจมตี XSS ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองในการตรวจสอบคัดกรองการโจมตีในรูปแบบต่างๆ สรุปได้ดังนี้

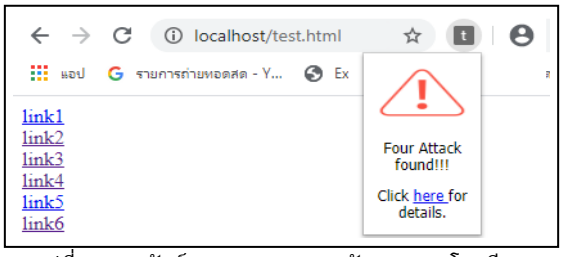


รูปที่ 11. โหลดส่วนขยายกำหนดให้กับเบราว์เซอร์ (chrome)



รูปที่ 12. ผลลัพธ์ของค้นหาและคัดกรองยูอาร์แอล

รูปที่ 11 แสดงการโหลดส่วนขยายที่พัฒนาขึ้นมาใช้ในการทดลองตรวจสอบและป้องกันการโจมตี XSS เพื่อกำหนดให้เบราว์เซอร์และรูปที่ 12 แสดงการค้นหาและคัดกรองยูอาร์แอล ผลปรากฏว่าวิธีการใหม่สำหรับป้องกันการโจมตี XSS ที่ทางผู้วิจัยได้นำเสนอนี้สามารถตรวจสอบเจอทั้งหมด



รูปที่ 13. ผลลัพธ์ของการตรวจสอบคัดกรองการโจมตี XSS

รูปที่ 13 แสดงผลลัพธ์การทดลองในการตรวจสอบและคัดกรองการโจมตี XSS ผลปรากฏว่าวิธีการใหม่สำหรับตรวจสอบและป้องกันการโจมตี XSS สามารถตรวจสอบเจอทั้งหมด

IX. สรุป

บทความวิจัยนี้เป็นการนำเสนอวิธีการใหม่ในการตรวจสอบและป้องกันการโจมตี XSS ทั้งสามรูปแบบ คือ การโจมตี XSS สะท้อนกลับ การโจมตี XSS เก็บไว้ และการโจมตี XSS บนพื้นฐานของ DOM ด้วยการ

นำเอาวิธีการเข้ารหัสข้อมูลและการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล มาใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบและป้องกัน วิธีการใหม่นี้ประกอบไปด้วย 2 ส่วนการทำงาน คือ ส่วนที่ 1 ทำงานแบบออฟไลน์สำหรับกำหนดค่าเริ่มต้นที่จำเป็นในการตรวจสอบและส่วนที่ 2 ทำงานแบบออนไลน์สำหรับตรวจสอบและป้องกันการโจมตี XSS สำหรับการพัฒนาและจัดสภาพแวดล้อมในการทดลองผู้วิจัยได้พัฒนาส่วนของการทำงานในรูปแบบของส่วนขยายเบราว์เซอร์ จากการทดลองเบื้องต้นพบว่าวิธีการใหม่ที่นำเสนอนี้มีความสามารถในการตรวจสอบและป้องกันการโจมตี XSS ได้อย่างอย่างมีประสิทธิภาพ แต่เนื่องจากว่าวิธีการใหม่ในการตรวจสอบและป้องกันการโจมตี XSS จะใช้ค่าเริ่มต้นที่ถูกกำหนดโดยผู้ดูแลระบบมาใช้ในการตรวจสอบ ดังนั้นถ้าการกำหนดค่าเริ่มต้นไม่ครอบคลุมทุกกรณีที่เป็นไปได้ก็อาจส่งผลต่อการตรวจสอบและป้องกันการโจมตี XSS ได้

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความเอื้อเฟื้อข้อมูลที่เป็นประโยชน์และความร่วมมือต่างๆ จากหลายท่านที่ให้การสนับสนุน ตั้งแต่เริ่มต้นทำวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์ ต้องขอขอบพระคุณ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ที่ได้ให้การสนับสนุนเครื่องมือและสถานที่ในการทำวิจัยและขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร วรากร ศรีเชวงทรัพย์. ที่ได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้บทความวิจัยนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Shaimaa Khalifa Mahmoud,Marco Alfonse,Mohamed Ismail Roushdy and Abdel-Badeeh M. Salem, "A Comparative Analysis of Cross Site Scripting (XSS) Detecting and Defensive Techniques," The 8th IEEE International Conference on Intelligent Computing and Information Systems (ICICIS 2017), pp. 36-42, Dec. 2017.

[2] Arun Prasath Sivanesan, Akshay Mathur and Ahmad Y Javaid, "A Google Chromium Browser Extension for Detecting XSS attack in HTML5 based Websites," 2018 IEEE International Conference on Electro/Information Technology (EIT), pp. 0302-0304, May 2018.

[3] Twana Assad TAHA and Murat KARABATAK, "A proposed approach for preventing Cross-Site Scripting," 2018 6th International Symposium on Digital Forensic and Security (ISDFS) , pp.228-231, March 2018.

[4] Kunal Gupta, Rajni Ranjan Singh and Manish Dixit, "Cross site scripting (XSS) attack detection using intrustion detection system," 2017 International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS), pp.199-203, June 2017.

[5] Abdalla Wasef Marashdih , Zarul Fitri Zaaba and Khaled Suwais, "Cross Site Scripting: Investigations in PHP Web Application," 2018 International Conference on Promising Electronic Technologies (ICPET), pp.25-30, Oct. 2018.

[6] Gurpreet Kaur , Bhavika Pande , Ayushi Bhardwaj , Gargi Bhagat and Shashank Gupta, "Defense against HTML5 XSS Attack Vectors: A Nested Context-Aware Sanitization Technique," 2018 8th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering, pp.442-446, Jan. 2018.

[7] Mahmoud Mohammadi, Bill Chu and Heather Richter Lipford, "Detecting Cross-Site Scripting Vulnerabilities through Automated Unit Testing," 2017 IEEE International Conference on Software Quality, Reliability and Security, pp.364-373, July 2017.

[8] Jinkun Pan and Xiaoguang Mao, "Detecting DOM-Sourced Cross-Site Scripting in Browser Extensions," 2017 IEEE International Conference on Software Maintenance and Evolution, pp.24-34, Sept. 2017.

[9] Abdalla Wasef Marashdih and Zarul Fitri Zaaba, "Detection and Removing Cross Site Scripting Vulnerability in PHP Web Application," 2017 International Conference on Promising Electronic Technologies, pp.26-31, Oct. 2017.

การออกแบบวิธีการนำเสนอโปรแกรม Business Intelligence เพื่อผู้มีภาวะตาบอดสี

เมธาพร เจ็งธรรม[1], ประจักษ์ เฉิดโฉม[2]
สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
1771/1 ถ.พัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพ 10250
ch.methaporn_st@tni.ac.th[1], prajak@tni.ac.th[2]

บทคัดย่อ — **ในปัจจุบันการแข่งขันทางด้านธุรกิจมีมากขึ้น หน่วยงานต่าง ๆ มีการใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลมากขึ้น เครื่องมือที่นิยมในปัจจุบัน ได้แก่ Tableau, Power BI หรือจะเป็นเครื่องมือที่เป็นส่วนคำสั่งในแพลตฟอร์ม (Platform) ของภาษาที่ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรม เช่น ภาษาไพธอน (Python) ภาษาอาร์ (R) นอกจากการออกแบบการนำเสนอให้ดูสวยงาม เข้าใจง่ายแล้ว สิ่งที่ควรคำนึงถึงอีกหนึ่งอย่างคือ จะออกแบบอย่างไรให้ผู้ที่มีปัญหาในด้านการมองเห็นสีผิดปกติสามารถเข้าใจการนำเสนอข้อมูลได้ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบการนำเสนอข้อมูลให้เหมาะสมกับผู้มีภาวะตาบอดสีสำหรับผู้ใช้งานเครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลด้านธุรกิจอัจฉริยะให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น**

คำสำคัญ — **การนำเสนอ, โปรแกรมธุรกิจอัจฉริยะ,ตาบอดสี**

ABSTRACT — The present business competition is increase. A company using data analysis and data visualization tools for forecast, setting a marketing strategy.The popular data visualization tools at the present, such as library for visualize data on Python programming, R Programming, or data analysis and data visualization tools, such as Power BI, Tableau.

A part form the designing and easy to understand, designer or users should be concern about friendly designing for color-blindness person.This research aim to guild designer or user for designing data visualization on Business Intelligence field.

***Keywords* — Visualization, Business Intelligence Program, Colorblindness.**

I. บทนำ

อาการตาบอดสีเป็นอาการของคนที่ไม่สามารถแยกแยะสีสันได้เหมือนกับคนทั่วไปไม่ถือเป็นความผิดปกติและสามารถใช้ชีวิตได้เหมือนคนทั่วไป แต่อาจพลาดโอกาสบางอย่างในชีวิต[1] โดยเฉพาะข้อจำกัดในเรื่องของการเลือกประกอบอาชีพ ความสำคัญของการมองเห็นสีต่าง ๆ ถือเป็นความสามารถที่จะช่วยให้แยกแยะและจัดหมวดหมู่สิ่งต่าง ๆ ได้[2] โดยกลไกการมองเห็นสีนั้นเริ่มต้นจากการรับแสงจากเซลล์รับภาพที่จอประสาทตา มีการประมวลผลหลัก ๆ 3 สี ได้แก่ เซลล์สีแดง เซลล์สีเขียว และเซลล์สีน้ำเงิน เมื่อเซลล์ถูกแสงกระตุ้นจะทำการส่งข้อมูลไปยังสมองเพื่อประมวลผลและแยกแยะสีต่าง ๆ ตามลำดับ

[3] ระดับความรุนแรงของอาการตาบอดสีแบ่งออกเป็น แบ่งออกเป็น 3 ลำดับคือ ระดับความรุนแรงเล็กน้อย, ระดับความรุนแรงปานกลาง และระดับความรุนแรงมาก

II. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

II.I ทฤษฎีตาบอดสี

เราเห็นแสงสีจากเซลล์รูปแท่ง (Rod cell) และรูปกรวย (Cone cell) ที่บุอยู่ตรงเปลือกลูกตาชั้นใน[4] นัยน์ตาแต่ละข้างจะมีเซลล์รูปแท่งประมาณ 120 ล้านเซลล์ และเซลล์รูปกรวยประมาณ 6-7 ล้านเซลล์ เซลล์รูปแท่งทำหน้าที่ตรวจรับแสง ภาพสีดำ ขาวและเฉดเทา เซลล์รูปกรวยแต่ละเซลล์จะมีสารสีหรือโปรตีนออปซินทำหน้าที่รับคลื่นแสงสี แดง เขียว และน้ำเงินซึ่งมีคลื่นแสงยาว ปานกลาง และสั้นตามลำดับ เมื่อแสงผ่านเข้ามายังนัยน์ตา เซลล์รูปแท่งและรูปกรวยที่อยู่ผนังด้านในจะส่งผลไปยังสมอง สมองจะประมวลผลเพื่อบอกให้เรารู้ว่าสีที่เราเห็นนั้นมีสีอะไรบ้าง เซลล์รูปกรวยทั้งสามชนิดจะทำหน้าที่ร่วมกันแล้วส่งไปยังสมองให้รายงานผลออกมา เช่น เมื่อเซลล์รูปกรวยสีน้ำเงินกับสีแดงทำหน้าที่รับภาพได้ทั้งคู่ สมองก็จะบอกเราว่าสีนั้นคือสีม่วง เป็นต้น

[5] เซลล์รูปกรวยไวต่อแสงน้อยกว่าเซลล์รูปแท่งในจอตา (ซึ่งสนับสนุนการเห็นในระดับแสงต่ำ) แต่ทำให้รับรู้สี นอกจากนี้ ยังสามารถรับรู้รายละเอียดชัดกว่าและการเปลี่ยนแปลงภาพรวดเร็วกว่า เพราะเวลาการสนองต่อสิ่งเร้าเร็วกว่าของเซลล์รูปแท่ง เซลล์รูปกรวยปกติเป็นหนึ่งในสามชนิด แต่ละชนิดมีสารสีต่างกัน คือ เซลล์รูปกรวย-เอส เซลล์รูปกรวย-เอ็ม และเซลล์รูปกรวย-แอล ฉะนั้นเซลล์รูปกรวยแต่ละเซลล์จึงไวต่อความยาวคลื่นของแสงที่มองเห็นได้ซึ่งสอดคล้องกับแสงความยาวคลื่นสั้น ความยาวคลื่นกลางและความยาวคลื่นยาว เนื่องจากมนุษย์ปกติมี่เซลล์รูปกรวยสามชนิดที่มีโฟตอปซิน (Photopsin) ต่างกัน

II.II ประเภทของตาบอดสี

ประเภทของตาบอดสีสามารถแบ่งได้ 3 ประเภท รายละเอียดดังนี้ [6]

ตาบอดสีแดง (Protanomaly) ตาบอดสีแดงเป็นการบกพร่องตรงเซลล์รูปโคนเป็นเซลล์รับแสงสีแดงหรือมีสารสีที่ดูดกลืนความยาวคลื่นที่ยาวในที่นี้คือแสงสีแดง ความสว่างของสีแดงสีส้มและสีเหลือง จะลดลงอย่างมากเมื่อเทียบกับภาวะปกติบุคคลผู้ที่มีอาการตาบอดสีแบบนี้ จะสับสนในเรื่องสีระหว่างสีแดงและสีดำหรือสีเทาเข้มจะทำให้มองไม่เห็นสีแดงของสัญญาณไฟจราจรโดยที่ยังสามารถแยกสีแดงออกจากสีเขียวและสีเหลืองได้โดยอาศัยความสว่างของสี แต่ก็ไม่สามารถแยกได้ทุกสี เช่น สีม่วง (สีไวโอเล็ต) สีม่วงอ่อน (สีลาเวนเดอร์) และสีม่วงเข้ม (สีเพอร์เพิล) ไม่สามารถแยกโดยใช้ความสว่างของสีได้เพราะว่ามีส่วนประกอบของสีแดงเรื่อ ๆ เช่น ดอกไม้สีชมพูจะสะท้อนทั้งแสงสีแดงและแสงสีน้ำเงินทำให้มองเห็นเป็นสีน้ำเงิน

อาการตาบอดสีแดง ไม่สามารถแยกสีดังต่อไปนี้

- เห็นสีแดงทุกเฉดเป็นสีดำ
- คู่สีที่อันตรายคือ คู่สีน้ำตาลเข้มกับสีเขียวเข้ม, คู่สีส้มเข้มกับสีแดงเข้ม
- คู่สีน้ำเงินบางเฉดกับสีแดงบางเฉด, คู่สีม่วงกับสีชมพูเข้ม
- คู่สีเขียวกับสีส้ม

ตาบอดสีเขียว (Deuteranopia) ตาบอดสีเขียวเป็นการบกพร่องตรงเซลล์รูปโคนที่เป็นเซลล์รับแสงสีเขียวหรือมีสารสีที่ดูดกลืนความยาวคลื่นกลางๆ ในที่นี้ คือ แสงสีเขียว ตาบอดสีเขียวจะยากในการหาลักษณะ

เด่นที่ต่างกันระหว่างสีเขียวกับสีแดงที่มีสีน้ำเงินปนเข้าไปด้วย ในเงื่อนไขนี้บางครั้งอาจจะอ้างถึงข้อบกพร่องในการมองเห็นสีเขียว/แดง บุคคลผู้ที่มีอาการตาบอดสีเขียวจะมีปัญหาในการแบ่งแยกสี เหมือนกับผู้ที่มีอาการตาบอดสีแดง แต่ไม่มีความผิดปกติทางด้านความสว่างของสี ชื่อของสีแดง สีส้ม สีเหลือง และสีเขียว ในที่นี้หมายถึงจะมีสีต่างไปเล็กน้อยจากสีจริงๆ โดยที่แต่ละคนอาจจะเห็นสีแตกต่างกันไปทำนองเดียวกับสีม่วง (สีไวโอเล็ต) สีม่วงอ่อน (สีลาเวนเดอร์) สีม่วงเข้ม (สีเพอร์เพิล) และสีน้ำเงินที่มีชื่อเพิ่มขึ้นมานั้นจะสอดคล้องกับสีที่คล้ายๆกันที่เห็น

อาการตาบอดสีเขียว ไม่สามารถแยกสีดังต่อไปนี้

- คู่สีแดงกับสีเขียว
- สีน้ำเงินกับสีเขียวกับสีเทาและสีชมพู
- คู่สีเขียวสว่างกับสีเหลือง
- คู่สีชมพูอ่อนกับสีเทาอ่อน
- คู่สีฟ้าอ่อนกับสีม่วง (สีม่วงดอกไลลัก)

ตาบอดสีน้ำเงิน (Tritanomaly) ตาบอดสีน้ำเงินเป็นไดโครเมทชนิดหนึ่งที่บกพร่องตรงเซลล์รูปโคนที่เป็นเซลล์รับแสงสีน้ำเงินหรือมีสารสีที่ดูดกลืนความยาวคลื่นสั้นๆในที่นี้ก็คือแสงสีน้ำเงิน ตาบอดสีน้ำเงิน เป็นชนิดของตาบอดสีที่พบเจอได้ยากมากที่สุด

อาการตาบอดสีน้ำเงิน ไม่สามารถแยกสีดังต่อไปนี้

- คู่สีฟ้าอ่อนกับสีเทา
- คู่สีม่วงเข้มกับสีดำ
- คู่สีเขียวกับสีน้ำเงิน
- คู่สีส้มกับสีแดง

ในตำราของต่างประเทศจะแบ่งประเภทการบอดสีออกเป็น 3 ประเภท และแต่ละประเภทจะมีการแบ่งตามอาการบอดสี ได้แก่ [7]

I) ประเภทบอดสีแดง-สีเขียว
   - ตาบอดสีเขียว (Deuteranomaly)
   - ตาบอดสีแดง (Protanomaly)
   - ตาบอดสีเขียว แบบไม่สามารถแยกสีแดง,สีส้ม และสีเขียวได้ (Deuteranopia)
   - ตาบอดสีแดง แบบมองเห็นความสว่างของสีแดงกับสีส้มลดลงจากสีเดิม (Protanopia)

II) ประเภทบอดสีน้ำเงิน-สีเหลือง
   - ตาบอดสีน้ำเงิน-สีเหลือง แบบแยกคลื่นความถี่ของแสงสีทั้งสองไม่ได้ (Tritanopia)
   - ตาบอดสีน้ำเงิน (Tritanomaly)

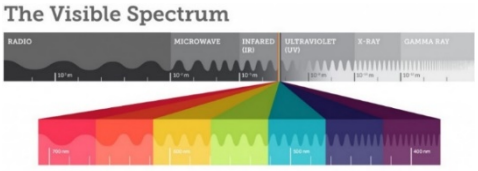
III) ประเภทตาบอดสีโดยสมบูรณ์ (Complete color-blindness) ตาบอดสีโดยสมบูรณ์ คือ ไม่สามารถรับรู้สีใดๆ ได้ จะมองเห็นวัตถุต่างๆ เป็นสีขาวและเฉดสีเทา (Grey Scale)

II.III แสง

แสง ในความหมายทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง [8] เป็นการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าในบางส่วนของสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า คำนี้ปกติหมายถึง แสงที่มองเห็นได้ ซึ่งตามนุษย์มองเห็นได้และทำให้เกิดสัมผัสการรับรู้ภาพ แสงที่มองเห็นได้ปกตินิยามว่ามีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 400–700 นาโนเมตร ระหว่างอินฟราเรด (ที่มีความยาวคลื่นมากกว่าและมีคลื่นกว้างกว่านี้) และอัลตราไวโอเล็ต (ที่มีความยาวคลื่นน้อยกว่าและมีคลื่นแคบกว่านี้) ความยาวคลื่นนี้หมายถึงความถี่ช่วงประมาณ 430–750 เทระเฮิรตซ์

[9] คลื่นแสงจะมีความยาวคลื่นในช่วงที่แตกต่างกันออกไป โดยความยาวคลื่นแสงที่สั้นที่สุดที่ตามนุษย์สามารถมองเห็นได้ คือ ความยาวคลื่นประมาณ 400 นาโนเมตรซึ่งเป็นสเปกตรัมของแสงสีม่วง และความยาวคลื่นที่ยาวที่สุดที่ตาของมนุษย์สามารถมองเห็นได้ คือ ความยาวคลื่นประมาณ 700 นาโนเมตร ซึ่งเป็นสเปกตรัมของแสงสีแดง โดยเรียกช่วงคลื่นแสงซึ่งอยู่ในขอบเขตที่กล่าวมานี้ว่า สเปกตรัมที่ตามองเห็นได้ (Visible Spectrum)

[10] คลื่นแสงที่มีขนาดยาวกว่า 700 นาโนเมตร ได้แก่ แสงอินฟราเรด (Infrared ray) คลื่นไมโครเวฟ (Microwave ray) คลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์ ส่วนคลื่นที่สั้นกว่า 400 นาโนเมตร ได้แก่ แสงอัลตราไวโอเลตหรือแสงยูวี (Ultra violet light หรือ UV light) รังสีเอ็กซ์ (X-ray) และรังสีแกมมา (Gamma ray) ซึ่งตาคนเรามองไม่เห็นเนื่องจากจอตาคนเราไม่มีเซลล์รับรู้การเห็นสีนั้นๆ



รูปที่ 1 ความยาวคลื่นแสง [11]

II.IV แนวทางในการออกแบบสำหรับคนตาบอดสีตามมาตรฐานการเข้าถึงเว็บไซต์ (Web Accessibility)

1.ออกแบบแผนภูมิและกราฟต่างๆด้วยความระมัดระวัง[12] ตรวจสอบให้มั่นใจว่าการใช้ข้อความต่างๆหรือการเน้นข้อความสำคัญต่างๆ เช่น การใช้ช่องว่าง, รูปทรงต่างๆ
ข้อความที่อยู่บนภาพควรมีอัตราส่วนการตัดกันของสีที่ 4.5:1 เป็นอย่างน้อย และใช้ข้อความเท่าที่จำเป็น

2. คำนึงถึงการใช้ข้อความและพื้นหลังที่เหมาะสม

3. สำหรับตัวอักษรขนาดปกติ ให้มีอัตราส่วนการตัดกันของสีอย่างน้อย 7:1

4.ตัวอักษรขนาดใหญ่ (มากกว่า 18 พ้อยต์/24 พิกเซลหรือ 14 พ้อยต์/19 พิกเซลแบบตัวหนา) มีขนาดของอัตราส่วนอย่างน้อย 3:1

5.สำหรับข้อความที่เป็นลิ้งค์ให้มีขนาดอย่างน้อย 3:1 และมีตัวบ่งชี้ (เช่น เส้นใต้) และควรปรากฏลิ้งค์เมื่อใช้เม้าส์ชี้ที่เหนือข้อความ

II.IV การออกแบบสำหรับคนตาบอดสี

ปัญหาในการออกแบบสำหรับคนตาบอดสีโดยเฉพาะเรื่องการใช้สีนั้น เป็นสิ่งที่ผู้ออกแบบควรให้ความสำคัญ ไม่ว่าผู้ออกแบบจะอยู่ในอุตสาหกรรมด้านไหนก็ตาม ผู้ออกแบบควรคำนึงการออกแบบที่สามารถทำให้คนที่เป็นและไม่เป็นตาบอดสีสามารถเข้าถึงข้อมูลต่างๆได้เท่าเทียมกัน
[13] ผู้ออกแบบควรพิจารณาการใช้สี ในกรณีที่ใช้สีสื่อความหมาย

- ลิ้งค์ : ใช้สีที่แตกต่างกันเพื่อเน้นให้ผู้ใช้ทราบว่าเป็นลิ้งค์เข้าสู่เว็บไซต์ แนะนำผู้ออกแบบให้ใช้การขีดเส้นใต้
- แผนภูมิและกราฟ : การใช้กราฟและแผนภูมิมักจะใช้สีเพื่อเป็นการเน้น แยกข้อมูล ควรใช้พื้นผิว ลายต่างๆ (เช่น เส้น,จุด, เครื่องหมายแฮช (#) และอื่นๆ) แทนการใช้สี

- แผนที่ : แผนที่ส่วนใหญ่จะใช้สีในการแสดงข้อมูลเส้นทางของรถประจำทาง, ทางด่วน และทางหลวงชนบท
- เกม : ส่วนใหญ่ในเกมต่างๆ จะใช้สีในการแบ่งทีมของผู้เล่นหรือเพื่อบอกความแตกต่างในระบบเกม ผู้ออกแบบควรพิจารณาการออกแบบเกมด้วยการเพิ่มข้อบ่งชี้ (Indicator) เพื่อแยกความแตกต่างระหว่างวัตถุ (Object) ระหว่างทีมของผู้เล่น (Team) และอื่นๆ

ผู้ออกแบบสามารถนำตัวชี้วัดนี้มาใช้ในการออกแบบ

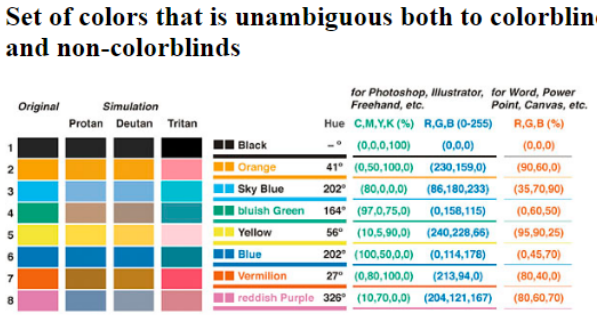
- ไม่ควรใช้สีผสมกัน เช่น สีแดงกับสีเขียว, สีเขียวกับสีน้ำตาล, สีน้ำเงินกับสีม่วง, สีเขียวกับสีน้ำเงิน, สีเขียวอ่อนกับสีเหลือง, สีน้ำเงินกับสีเทา, สีเขียวกับสีเทา และสีเขียวกับสีดำ
- ใช้สีที่มีความตัดกันสูง คนตาบอดสีสามารถแยกเฉดสี, ความสว่างของสี และค่าความบริสุทธิ์ของสีได้ดีกว่า
- ใช้พื้นผิว ลายต่างๆ ในการใช้แผนที่, แผนภูมิ, กราฟ และอินโฟกราฟิก ควรประกอบด้วยพื้นผิว (เช่น เส้น, จุด, เครื่องหมายแฮช (#)) เพิ่มลงไปในการใช้สีเพื่อสื่อความหมาย
- ออกแบบชิ้นงานในมุมมองของคนที่เป็นตาบอดสี



รูปที่ 2 การนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสมกับคนที่เป็นตาบอดสี [14]

จากในรูปที่ 2 นั้น เป็นการทำนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสมกับคนที่เป็นตาบอดสี เพราะมีการใส่รายละเอียดต่างๆ เช่น ลายเส้น, ลายพื้นผิวต่างๆ เพื่อให้สังเกตได้ง่าย เห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน ถึงแม้ว่าคนเป็นตาบอดสีเห็นข้อมูลชุดนี้ก็สามารถเข้าใจได้

II.V การใช้สีให้เหมาะสมกับผู้มีอาการตาบอดสี



รูปที่ 3 สีที่เหมาะสมสำหรับคนที่เป็นตาบอดสี [15]

คำอธิบายสำหรับรูปที่ 3 [16]

- สีแดงสำหรับให้ผู้มีอาการตาบอดสีโดยเฉพาะสีแดงให้ใช้สี Vermilion (สีแดงอมส้ม เป็นสีแดงที่มีสีส้มมาเจือจาง) หลีกเลี่ยงการใช้สีเหลืองกับสีเขียวด้วยกัน
- สำหรับการใช้สีเขียวให้ใช้สี Bluish Green (สีเขียวอมน้ำเงิน)
- การใช้สีม่วงให้เลือกใช้สี Reddish purple แทนการใช้สีม่วง เพราะในสีม่วงมีสีน้ำเงินผสมอยู่ด้วย
- ระหว่างสี Vermilion (สีแดงส้ม) กับสีเหลือง มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน สามารถเลือกนำมาใช้ได้
- สีฟ้ากับสีน้ำเงินต้องให้ทั้งสองสีนี้มีค่าความสว่างและความอิ่มตัวแตกต่างกันจนสังเกตเห็นได้ชัด
- ไม่ว่าจะเป็นผู้ที่ไม่ได้มีอาการตาบอดสี แต่การที่จะให้มาดูเส้นที่เล็กและบางกับตัวอักษรตัวเล็กที่เป็นสีเหลืองและสีน้ำเงินก็อ่านยากแล้ว ถ้าจะให้เส้นและตัวอักษรในลักษณะนี้ควรใช้สีน้ำเงินเข้มหรือสีส้ม

II.IV วิธีการเลือกสีให้สามารถสังเกตได้ง่าย [17]

หลังจากที่ออกแบบรูปแบบการนำเสนอได้รูปแบบอย่างที่กล่าวมาก่อนหน้านี้แล้ว มาถึงขั้นตอนการเลือกใช้สีในการนำเสนอให้อ่านง่ายมากขึ้น สีไม่ใช่ปัจจัยเดียวที่นักออกแบบต้องใส่ใจการเลือกให้เหมาะสมกับผู้ที่มีอาการตาบอดสีเท่านั้น การเลือกใช้สีกับรูปทรง สัญลักษณ์ที่แตกต่างกันก็ช่วยทำให้อ่านง่ายขึ้น ใช้เวลาในการทำความเข้าใจน้อยลงและนักออกแบบยังสามารถนำวิธีการต่างๆนำไปประยุกต์ใช้ได้กับทุกคนอีกด้วย หลักการมีทั้งหมด 4 ข้อดังนี้

1. หลีกเลี่ยงที่จะใช้สีในการเน้นข้อมูลเพียงอย่างเดียว
2. หลีกเลี่ยงการใช้ข้อความหรือวัตถุที่มีสีกลมกลืนกับพื้นหลัง ตัวอย่างเช่น ตัวอักษรสีแดงบนพื้นหลังสีเขียว หรือตัวอักษรสีสว่างบนพื้นหลังสีเข้ม เป็นต้น
3. ใช้ตัวอักษรและสัญลักษณ์ให้หนาหรือใหญ่เท่าที่จะเป็นไปได้ เพราะเวลาคนเรามองวัตถุที่เล็ก เซลล์รูปกรวยจะทำงานเพียงบางส่วน ผู้ที่มีอาการตาบอดสีจะมองข้อความหรือสัญลักษณ์ที่เล็กได้ยากมาก สำหรับการเลือกใช้รูปแบบตัวอักษรควรใช้รูปแบบ Arial, Helvetica, Times หรือ New York
4. ระมัดระวังในการใช้สีแดง สำหรับผู้ที่ไม่มีอาการตาบอดสีจะรู้สึกว่าสีแดงเป็นสีที่สว่าง สดใส แต่สำหรับผู้มีอาการตาบอดสีโดยเฉพาะผู้มีอาการตาบอดสีแดงจะเห็นสีแดงเป็นสีที่ออกไปทางสีน้ำเงินหรือสีเขียวเข้ม เพราะผู้ที่มีอาการตาบอดสีแดงไม่สามารถมองเห็นคลื่นความยาวของสีแดงได้ และจะเห็นสีแดงเข้มเป็นสีออกไปทางสีดำ ดังนั้น นักออกแบบควรหลีกเลี่ยงการใช้ตัวอักษรสีแดงบนพื้นหลังสีดำ

ฟอนต์สามารถแบบออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ[18] คือแบบมีเชิง (Serif) และแบบไม่มีเชิง (San Serif) ซึ่งรูปแบบของเชิงตัวอักษรจะเป็นขีดเล็กๆ อยู่ที่ปลายตัวอักษร จะทำให้รู้สึกถึงความสง่างามและเป็นทางการ หรือถ้าพิมพ์ตัวเล็กก็จะดูสวยงามเพราะมีช่องว่างตัวหนังสืออยู่มาก ฟอนต์แบบไม่มีเชิงนั้นจะตรงข้ามกันคือจะไม่มีขีดที่ปลายตัวอักษร ให้ความรู้สึกเรียบง่ายและทันสมัย หากพิมพ์ตัวใหญ่ก็จะดูหนักแน่น เหมาะที่จะใช้เป็นหัวเรื่องหรือชื่อเรื่อง

ฟอนต์แบบไม่มีเชิงได้แก่ Calibri, Arial, Verdana, Century Gothic

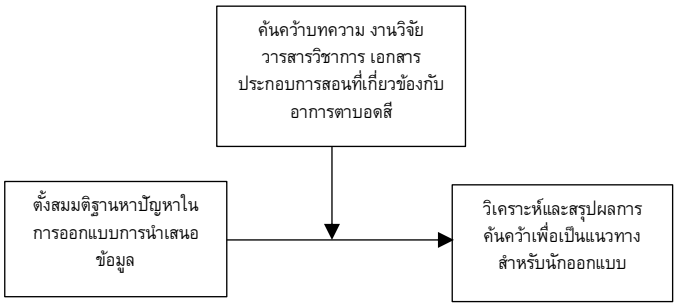
- Calibri เป็นอักษรที่มีขนาดเล็ก ดูภูมิฐาน และดูเป็นงานเป็นการ
- Arial เป็นสีที่ใช้ได้ในเกือบทุกสถานการณ์

- Verdana เป็นตัวอักษรที่ดูสะอาดตา และพบเห็นได้บ่อย แต่น้อยกว่า Arial เพียงล็กน้อย แต่มีความคลาสสิกอยู่ในตัว
- Century Gothic แบบอักษรดั้งเดิม ดูทันสมัย ภูมิฐาน และดูมีความมั่นใจ

III. การวิเคราะห์

กรอบแนวคิดสำหรับงานวิจัยนี้ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ตั้งสมมติฐาน เริ่มจากการหาปัญหาที่คิดว่าเป็นปัญหาในการออกแบบการนำเสนอข้อมูล
ขั้นที่ 2 ศึกษา ค้นคว้าบทความ งานวิจัย วารสารวิชาการ เอกสารประกอบการสอนที่เกี่ยวข้องกับอาการตาบอดสี
ขั้นที่ 3 วิเคราะห์และสรุปผลการค้นคว้าเพื่อเป็นแนวทางสำหรับนักออกแบบ



รูปที่ 4 กรอบแนวคิดวิจัย

IV. สรุป

แนวทางสำหรับการออกแบบรูปแบบการนำเสนอข้อมูลให้เหมาะสมกับคนตาบอดสี สรุปได้ดังนี้

I) ไม่ควรใช้คู่สีอันตรายสำหรับคนตาบอดสี เช่น สีแดงกับสีเขียว, สีแดงกับสีดำ
II) ใช้สีที่ตัดกันมากๆ สีที่ใช้แต่ละสีต้องมีค่าความอิ่มตัว (Saturation Value) ที่แตกต่างกันมากจนสังเกตเห็นได้ชัด
III) เพิ่มลวดลายต่างๆ เช่น จุด,เส้น, รูปทรงเรขาคณิต ในการทำแผนภูมิ กราฟต่างๆ เพื่อให้สังเกตได้ง่าย
IV) หลีกเลี่ยงการใช้สีพื้นหลังกับสีตัวอักษรเป็นคู่สีอันตราย เช่น ตัวอักษรสีแดงพื้นหลังสีดำ เป็นต้น
V) ขนาดของตัวอักษร ขนาดอักษรปกติควรใช้ขนาดอักษรมากกว่า 18 พ้อยต์ และแบบตัวหนาขนาด 14 พ้อยต์
VI) การเลือกใช้รูปแบบตัวอักษรแบบมีเชิง (Serif) ควรเลือกใช้แบบ Times และ New York หรือแบบไม่มีเชิง (San Serif) อย่าง Arial และ Helvetica
VII) ให้ผู้ออกแบบคิดอยู่เสมอว่าให้ใช้สีเพื่อให้สังเกตข้อมูลได้ง่าย ไม่ใช้สีในการสื่อความหมายของข้อมูล แต่ถ้าใช้สีในการสื่อความหมายของข้อมูลให้มีสัญลักษณ์หรือข้อความสั้นๆบอกความหมายของข้อมูลกำกับไว้ด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณาจารย์ที่ให้โอกาสในการนำเสนอแนวคิดในการทำงานวิจัยตามความสนใจของผู้วิจัย ทั้งได้ให้คำปรึกษาด้านแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องตลอดระยะเวลาในการทำงานวิจัยจนสามารถกำหนดขอบเขตของงานวิจัยได้อย่างเหมาะสม และสามารถนำไปพัฒนาต่อไปได้ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] โรงพยาบาลปิยะเวท. “ตาบอดสี”, [Online].Available: http://www.piyavate.com/service/frontend/service_article_detail/id/14/article/291.

[2] Rama Channel. “ตาบอดสี ความผิดปกติในการมองเห็น ที่ส่งผลโดยตรงกับชีวิตประจำวัน”, [Online].Available: https://med.mahidol.ac.th/ramachannel/home/article/ตาบอดสี-ความผิดปกติในกา/

[3] Colblindor, “COLOR BLIND ESSENTIALS”, “The cause of color blindness”, pp.6.

[4] สุภาพร สุกสีเหลือง. “ตาบอดสี: ใครคิดว่าไม่สำคัญ”, Thai J. Genet.2015, 8 (S), หน้า 43-46.

[5] เซลล์รูปกรวย, [Online].Available: https://th.wikipedia.org/wiki/เซลล์รูปกรวย

[6] Color Blind Awareness, [Online].Available: http://www.colourblindawareness.org/colour-blindness/types-of-colour-blindness/

[7] Jerry Gordinier. “Color Blind Accessibility Guidelines and Recommendation”, [Online].Available: http: //www.geraldgordinier.com/wp-content/uploads/2016/09/color-blind-accessibility-1.pdf.

[8] ธนิกานต์ ศรีต้นวงศ์, “การประดิษฐ์ชุดอุปกรณ์ประกอบกล้องเพื่อการถ่ายภาพสเปกตรัมแสงที่เลี้ยวเบนผ่านเกรตติง”, [Online].Available: http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Phys/Thanikan_S.pdf.

[9] ฟิสิกส์ราชมงคล. “เรื่องที่ 4.1.1 ทฤษฎีการมองเห็นสีของมนุษย์”, [Online].Available: http://www.rmutphysics.com/charud/naturemystery/colour/colour.htm

[10] โรงพยาบาลจะนะ. “ตาบอดสี (Color blindness)”, [Online].Available: Chanahospital.go.th/content/ตาบอดสี-color-blindness.

[11] Neil Humphrey. “When the Invisible Becomes Visible” [Online].Available: https://possibility.teledyneimaging.com/invisible-becomes-visible/.

[12] Jerry Gordinier., “Color Blind Accessibility”, [Online].Available:http://www.geraldgordinier.com/wp-content/uploads/2016/09/color-blind-accessibility-1.pdf.

[13] “Designing for colorblindness”, University of Wisconsin, [Online].Available: https://ce.uwex.edu/wp-content/uploads/2016/06/DesignForColorBlindness.pdf.

[14] “Designing for colorblindness”, University of Wisconsin, [Online].Available: https://ce.uwex.edu/wp-content/uploads/2016/06/DesignForColorBlindness.pdf.

[15] Masataka Okabe and Kei Ito. “Set of colors that is unambiguous both to colorblinds and non-colorblinds,” [Online].Available: https://jfly.uni-koeln.de/color/#cudo.

[16] Masataka Okabe and Kei Ito. “Set of colors that is unambiguous both to colorblinds and non-colorblinds,” [Online].Available: https://jfly.uni-koeln.de/color/#cudo.

[17] Claus O. Wilke., “Color Scale”, Fundamentals of Data Visualization, [Online].Available: https://serialmentor.com/dataviz/index.html.

[18] สุธาพร ล้ำเลิศกุล, “พูดด้วยภาพ พรีเซนต์อย่างไร ให้ถูกใจคนฟัง”, บทที่ 7 เลือกฟอนต์ให้โดนใจและเหมาะสมกับงานนำเสนอ, ใช้ฟอนต์อะไรดี, หน้าที่ 92.

แบบจำลองสำหรับการพยากรณ์แนวโน้มราคาหลักทรัพย์ด้วยอัตราส่วนทางการเงิน ของบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

Predictive Model of Stock Price Trend with Financial Ratios of Listed Companies in Stock Exchange of Thailand

ฐาปะนีย์ สามัคคี
สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
กรุงเทพฯ ประเทศไทย
sa.thapanee_st@tni.ac.th

ณัฐกิตติ์ จิตรเอื้อตระกูล
สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
กรุงเทพฯ ประเทศไทย
nattagit@tni.ac.th

สุพิตา วิพัฒน์กิจไพศาล
สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
กรุงเทพฯ ประเทศไทย
wi.supita_st@tni.ac.th

ประจักษ์ เฉิดโฉม
สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
กรุงเทพฯ ประเทศไทย
prajak@tni.ac.th

บทคัดย่อ —การทำนายราคาหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์เป็นเรื่องที่น่าสนใจในแง่ของผลตอบแทนการลงทุน โดยนักลงทุนพยายามคาดการณ์แนวโน้มราคาหลักทรัพย์โดยการติดตามความเคลื่อนไหวของราคาวันต่อวัน การพิจารณาข้อมูลในงบการเงิน หรือแม้แต่การเปรียบเทียบอัตราส่วนทางการเงินของบริษัทในตลาดหลักทรัพย์ ซึ่งทั้งหมดนั้นเป็นการตัดสินใจเลือกลงทุนโดยใช้การคาดการณ์ของนักลงทุนเอง

งานวิจัยชิ้นนี้จึงประยุกต์ใช้โมเดลเพื่อพยากรณ์แนวโน้มราคาหลักทรัพย์ ด้วยอัตราส่วนทางการเงินของบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลอัตราส่วนทางการเงินที่สะท้อนถึงผลการดำเนินงานของธุรกิจ ได้แก่ อัตราหนี้สินต่อทุน, อัตรากำไรสุทธิ, อัตราผลตอบแทนจากสินทรัพย์, อัตราผลตอบแทนจากทุน, อัตราหมุนเวียนของสินทรัพย์ถาวร และอัตราหมุนเวียนของสินทรัพย์ทั้งหมด ย้อนหลัง 4 ปี และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของราคา ได้แก่ ราคาหลักทรัพย์เพิ่มขึ้นมากกว่า 50%, ราคาหลักทรัพย์เพิ่มขึ้นระหว่าง 0% - 50%, ราคาหลักทรัพย์ลดลง 0% - 50% และราคาหลักทรัพย์ลดลงมากกว่า 50% โดยใช้โมเดล Random Forest ร่วมกับ Synthetic Minority Oversampling Technique (SMOTE) ในการพยากรณ์ พบว่า โมเดล Random Forest สามารถพยากรณ์แนวโน้มราคาหลักทรัพย์ โดยใช้อัตราส่วนทางการเงินของบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ได้แม่นยำถึง 72%

คำสำคัญ — แบบจำลองพยากรณ์, อัตราส่วนทางการเงิน, เทคนิคป่าแบบสุ่ม, เทคนิคการสุ่มเพิ่มตัวอย่างกลุ่มน้อย

ABSTRACT **— The prediction of stock prices in Stock Exchange of Thailand (SET) is the interesting issue in case of investment return. The investors try to forecast the stock price trend by tracking daily stock price movement, financial statement analysis, or even financial ratio comparison. These methods are investment decision of the investors by themselves. However, this study will apply the predictive model with the four-year financial ratios of the listed companies in SET factors such as Debt-to-Equity (D/E), Net Profit Margin (NPM), Return on Asset (ROA), Return on Equity (ROE), Fixed Asset Turnover, Total Asset Turnover to predict the groups of stock price movement which are more than 50% price increase, price increase between 0% - 50%, price drop between 0% - 50%, and more than 50% price drop. The predictive model is applied Random Forest together with Synthetic Minority Oversampling Technique (SMOTE). It is found that this algorithm method can predict the stock price trend through the factors of the financial ratios of the listed companies in SET market with 72% accuracy rate**

Keywords **—Random Forest, Predictive Model, Financial Ratios, SMOTE**

I. บทนำ

เมื่อพิจารณาถึงการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ในปัจจุบันที่มุ่งเน้นถึงผลตอบแทนของการลงทุน มีนักวิเคราะห์พยายามใช้เครื่องมือต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการใช้วิทยาการข้อมูล การสร้างโมเดลการพยากรณ์เพื่อคาดการณ์ผลตอบแทนการลงทุน แต่อย่างไรก็ตามพบว่า งานวิจัยในการสร้างโมเดลเพื่อคาดการณ์แนวโน้มราคาหุ้นส่วนใหญ่ มักใช้จะใช้ข้อมูลราคาซื้อขายหลักทรัพย์เป็นปัจจัยหลักในการคิดวิเคราะห์ โดยปกติแล้วราคาหุ้นมักจะมีแนวโน้มแปรผันตามปัจจัย 2 ประการ ได้แก่ ผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับทั้งในรูปแบบเงินปันผลหรือส่วนต่างราคา และความเสี่ยงที่นักลงทุนต้องแบกรับในการลงทุน ซึ่งแนวโน้มการทำกำไรในอนาคต, รูปแบบการดำเนินกิจการของบริษัท, ฐานะทางการเงิน รวมทั้งปัจจัยภายนอกอื่น ๆ จะกำหนดทิศทางของราคาหุ้น และจะสะท้อนถึงความเสี่ยงจากการลงทุน ทั้งนี้งานวิจัยในการสร้างโมเดลที่ผ่านมา มิได้คำนึงถึงผลประกอบการของบริษัท และมิได้นำข้อมูลในงบการเงิน หรืออัตราส่วนทาง

การเงิน มาเป็นปัจจัยในการสร้างโมเดลเพื่อทำนายและจัดกลุ่มหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

งานวิจัยชิ้นนี้จึงรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ผ่านเว็บไซต์ SETSMART (https://www.setsmart.com) ประกอบด้วยข้อมูลอัตราส่วนทางการเงินที่สะท้อนถึงผลการดำเนินงานของธุรกิจ ได้แก่ อัตราหนี้สินต่อทุน, อัตรากำไรสุทธิ, อัตราผลตอบแทนจากสินทรัพย์, อัตราผลตอบแทนจากทุน, อัตราหมุนเวียนของสินทรัพย์ถาวร และอัตราหมุนเวียนของสินทรัพย์ทั้งหมด ย้อนหลัง 4 ปี และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของราคา ได้แก่ ราคาหลักทรัพย์เพิ่มขึ้นมากกว่า 50%, ราคาหลักทรัพย์เพิ่มขึ้นระหว่าง 0% - 50%, ราคาหลักทรัพย์ลดลง 0% - 50% และราคาหลักทรัพย์ลดลงมากกว่า 50% รวมทั้งสิ้น 394 หลักทรัพย์ เพื่อนำมาเปรียบเ และนำข้อมูลดังกล่าวมาเป็นข้อมูลในการสร้างแบบจำลองเพื่อคาดการณ์แนวโน้มราคาหลักทรัพย์ในอนาคต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความถูกต้องและผลตอบแทนการลงทุน อีกทั้งสามารถคาดการณ์หลักทรัพย์ที่มีแนวโน้มขาดทุน เพื่อเพิ่มความระมัดระวังในการลงทุน และช่วยในการวางแผนการลงทุนในอนาคต แก่นักลงทุนทั่วไปให้มีข้อมูลในการตัดสินใจได้รอบคอบชัดเจนขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์แนวโน้มราคาหลักทรัพย์ด้วยอัตราส่วนทางการเงิน ของบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

II. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

II.I การลงทุนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

การลงทุน หมายถึงการนำเอาทรัพย์สินหรือเงินสดที่บุคคลถืออยู่หรือเก็บสะสมไว้ไปดำเนินการเพื่อก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม หรือให้ได้รับผลตอบแทนกลับคืนมาในช่วงเวลานั้น ๆ ภายใต้เงื่อนไข ข้อจำกัด หรือความเสี่ยงที่บุคคลนั้นจะยอมรับได้ การลงทุนในหลักทรัพย์ ถูกดูแลควบคุมโดย ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยซึ่งเป็นองค์กรที่จัดตั้งขึ้นโดยพระราชบัญญัติตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย พ.ศ. 2517 เพื่อทำหน้าที่เป็นแหล่งระดมเงินทุนระยะยาวที่มีประสิทธิภาพ ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญของการลงทุน ได้แก่ หลักทรัพย์จดทะเบียน ในงานวิจัยชิ้นนี้จะหมายถึง หลักทรัพย์ที่ออกโดยบริษัทมหาชน จำกัด ที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย นักลงทุน หมายถึงผู้ที่เข้าซื้อหลักทรัพย์ โดยสั่งซื้อผ่านบริษัทสมาชิกที่ได้รับใบอนุญาตให้ประกอบธุรกิจนายหน้าค้าหลักทรัพย์

II.II งบการเงินและสัดส่วนทางการเงิน

งบการเงิน หมายถึง รายงานทางการเงินที่แสดงฐานะทางการเงิน และผลการดำเนินงานของกิจการ ในระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง ณ วันสิ้นงวดบัญชี อาจจะเป็นระยะเวลา 3 เดือน 6 เดือน หรือ 1 ปี ส่วนประกอบของงบการเงิน ควรประกอบด้วย งบดุล (Balance Sheet) งบกำไรขาดทุน (Profit and Loss Statement) งบแสดงการเปลี่ยนแปลงในส่วนของเจ้าของ (Statement of changes in owner's equity) งบกระแสเงินสด (Cash Flow statement) และหมายเหตุประกอบเงินการเงิน (Note to Financial Statement) เพื่อเป็นหลักฐานในการบันทึกรายการบัญชี ทำให้ทราบผลการดำเนินงานและฐานะการเงินของกิจการ โดยให้ข้อมูลแสดงผลกระทบทางการเงินจากเหตุการณ์ในอดีตและผลกระทบที่จะเกิดในอนาคต ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อตัดสินใจเชิงเศรษฐกิจของผู้ใช้งบการเงิน

อัตราส่วนทางการเงินเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์งบการเงินให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยคำนวณได้จากรายการในงบการเงินของบริษัท อาทิ งบกำไรขาดทุน งบดุล และงบกระแสเงินสด สามารถแสดงเป็นรายการเปรียบเทียบระหว่างปีปัจจุบัน กับปีก่อนหน้า เพื่อให้เห็นถึงแนวโน้มของธุรกิจ อีกทั้งอาจแสดงเป็นรายการเปรียบเทียบกับระหว่างบริษัทกับบริษัทอื่น ๆ ในอุตสาหกรรมเดียวกัน เพื่อเปรียบเทียบผลการดำเนินงาน และแนวโน้มการดำเนินกิจการในอนาคต

II.III ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลอง

Random Forest เป็นโมเดลที่ทำการสุ่มเลือกคุณสมบัติออกมาจากชุดข้อมูล จากนั้นนำเอาชุดของคุณสมบัติเหล่านั้นมาสร้างแบบจำลองด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจหลาย ๆ ต้น โดยจะถูกควบคุมด้วย 3 ปัจจัยคือ ต้นไม้แต่ละต้นจะถูกสอน (Train) โดยการใช้เซตข้อมูลย่อยจากข้อมูลตัวอย่าง โดยจะค้นหาโนด (Node) แต่ละโนดที่อยู่ในกิ่งที่ดีที่สุดของต้นไม้ โดยใช้การสุ่มเลือกคุณสมบัติจาก N คุณสมบัติ โดยไม่มีการตัดออก จนได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด หลังจากการสร้างป่า แล้วทำการให้คะแนน (Vote) หากต้นไม้ต้นใดได้คะแนนสูงสุด ก็จะนำเอาต้นไม้นั้นออกมาสร้างเป็นโมเดลตามสมการที่ 1

$$E(x, M) = \frac{1}{S}\sum_{s=1}^{S} \beta_s M_s \quad (1)$$

S คือ จำนวนชุดของโมเดลพื้นฐาน
M คือ แบบจำลองทำนายของแต่ละโมเดลพื้นฐาน
β_s คือ สัดส่วนน้ำหนักของโมเดลพื้นฐานในโมเดลสุดท้าย

เทคนิคการสุ่มเพิ่มตัวอย่างกลุ่มน้อย (Synthetic Minority Over-sampling Technique: SMOTE) ใช้เพื่อแก้ปัญหาข้อมูลที่นำมาเรียนรู้ไม่สมดุล กล่าวคือ มีข้อมูลประเภทใดประเภทหนึ่งมีจำนวนน้อยกว่าข้อมูลส่วนใหญ่ในชุดข้อมูล ทำให้เกิดความไม่สมดุล เมื่อนำมาเรียนรู้ด้วยโมเดลก็จะมีแนวโน้มให้ผลเอียงเอนไปตามข้อมูลส่วนใหญ่ ดังนั้นเทคนิคการสุ่มเพิ่มตัวอย่างกลุ่มน้อย (SMOTE) จึงเป็นวิธีการเพิ่มจำนวนข้อมูลที่มีจำนวนน้อยให้เพิ่มปริมาณข้อมูลให้มีสัดส่วนใกล้เคียงกับข้อมูลทั้งหมด ดังสมการ

$$x_{new} = x_i + (\hat{x}_i - x_i) \times \delta \quad (2)$$

x_{new} คือ ข้อมูลใหม่
x_i คือ ข้อมูลที่สุ่มในครั้งแรก
$\hat{x}_i$ คือ ข้อมูลที่สุ่มมาอีก
δ คือ ค่าสุ่มตั้งแต่ 0 - 1

วันวิสาข์ นนท์ปัญญา (2553) ทำการศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนทางการเงิน กับราคาหลักทรัพย์บริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย หมวดธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์โดยใช้อัตราส่วนทางการเงินในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ ผลการวิจัยพบว่าอัตราส่วนที่มีความสัมพันธ์กับราคาหลักทรัพย์ ได้แก่ อัตราผลตอบแทนจากสินทรัพย์ อัตราผลตอบแทนต่อส่วนของผู้ถือหุ้น อัตราส่วนมูลค่าทางบัญชีต่อหุ้น และอัตราส่วนราคาหุ้นต่อราคาตามบัญชี มีความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางเดียวกับราคาหลักทรัพย์

สุรชัย จันทร์จรัส และคณะ (2556) ทำการศึกษาเรื่องการวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ของแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียม : กรณีศึกษาดัชนีราคาตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลราคาปิดของดัชนีราคาหลักทรัพย์รายวันของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย จำนวนข้อมูลทั้งสิ้น 1,672 วัน พบว่าแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมเครือข่าย 27-50-1 ให้ค่า MAPE ในการพยากรณ์ข้อมูล 32 วัน ได้ใกล้เคียงค่าจริงมากที่สุด

ปรเมษฐ์ ธันวานนท์ และคณะ (2560) ได้ทำการศึกษาการประยุกต์ใช้โมเดลการเรียนรู้แบบรวมกลุ่มเพื่อพยากรณ์แนวโน้มของราคาหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยศึกษาปัจจัย 4 ปัจจัย คือ ข้อมูลราคาซื้อขายหลักทรัพย์, ข้อมูลดัชนีชี้วัดทางเทคนิค(indicators data), จำนวนวันที่ถือ(holding days) และจำนวนวันที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนีชี้วัดทางเทคนิค (indicator days) และได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) 4 เทคนิค และเทคนิคการเรียนรู้แบบรวมกลุ่ม (Ensemble Model) เพื่อพยากรณ์แนวโน้มของราคาหลักทรัพย์โดยใช้ข้อมูลของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยในช่วงมกราคม2554 - ธันวาคม 2559 จากผลการวิจัยพบว่าเทคนิค Ensemble Model ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักสามารถเพิ่มประสิทธิในการพยากรณ์ได้ถึง 5% - 14 % เพิ่มผลตอบแทนการลงทุน 1% - 3% นอกจากนี้ข้อมูลดัชนีชี้วัดทางเทคนิค และจำนวนวันที่ถือ เป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพในการพยากรณ์และผลตอบแทนในการลงทุน

III. วิธีการดำเนินวิจัย

III.I การเตรียมข้อมูลอัตราส่วนทางการเงิน จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยเลือกเก็บข้อมูลอัตราส่วนทางการเงินรายปีตั้งแต่ปี 2558 – 2561 ได้แก่ อัตราหนี้สินต่อทุน, อัตรากำไรสุทธิ, อัตราผลตอบแทนจากสินทรัพย์, อัตราผลตอบแทนจากทุน, อัตราหมุนเวียนของสินทรัพย์ถาวร และอัตราหมุนเวียนของสินทรัพย์ทั้งหมด และเตรียมข้อมูลราคาหลักทรัพย์ จำนวน 394 หลักทรัพย์ ระหว่างวันที่ 30 ส.ค. 2562 และวันที่ 30 ส.ค. 25621 โดยคิดคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลงของราคา จากนั้นจึงนำไปจัดช่วงของอัตราการเปลี่ยนแปลงของราคา ได้ผลลัพธ์ดังนี้

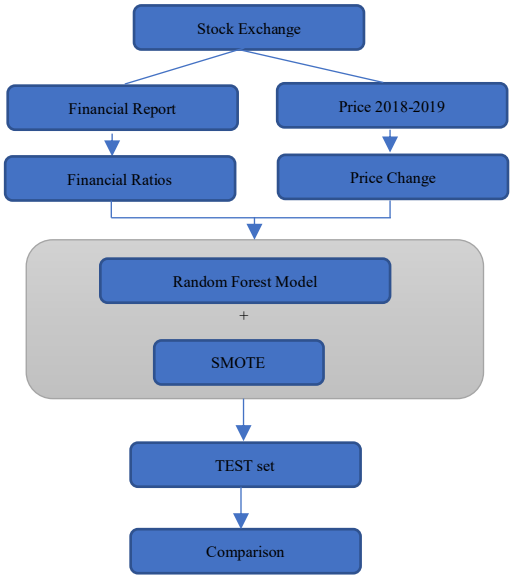
ตารางที่ I ข้อมูลช่วงของอัตราการเปลี่ยนแปลงของราคา

ช่วงของอัตราการเปลี่ยนแปลงของราคา	จำนวนหลักทรัพย์
ราคาหลักทรัพย์เพิ่มขึ้นมากกว่า 50%	3
ราคาหลักทรัพย์เพิ่มขึ้นระหว่าง 0% - 50%	78
ราคาหลักทรัพย์ลดลง 0% - 50%	289
ราคาหลักทรัพย์ลดลงมากกว่า 50%	24

การศึกษาแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์แนวโน้มราคาหลักทรัพย์ด้วยอัตราส่วนทางการเงินของบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังภาพที่ I

ตารางที่ II ตารางแสดงผลความถูกต้องของแบบจำลอง จำแนกตามกลุ่มของการเปลี่ยนแปลงของราคาหุ้น

Group	Precision	Recall	F1-Score	Support
-50% to 0%	0.77	0.72	0.74	93
0-50%	0.16	0.19	0.17	21
<-50%	0.00	0.00	0.00	5
>50%	0.00	0.00	0.00	0
Overall Accuracy Rate = 72%				



รูปที่ I แผนผังวิธีดำเนินวิจัย

III.II การประยุกต์ใช้โมเดล จากตารางที่ I จะเห็นได้ว่า จำนวนหลักทรัพย์ ในช่วงราคาหลักทรัพย์เพิ่มขึ้นมากกว่า 50% มีสัดส่วนที่น้อยเมื่อเทียบกับจำนวนหลักทรัพย์ทั้งหมด ผู้วิจัยจึงใช้เทคนิคการสุ่มเพิ่มตัวอย่างกลุ่มน้อย (Synthetic Minority Over-sampling Technique: SMOTE) เพื่อแก้ปัญหาความไม่สมดุลของข้อมูล จากนั้นจึงใช้โมเดล Random Forest เพื่อสร้างแบบจำลองในการทำนายแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของราคาหุ้นของบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

IV. ผลการทดลอง

จากการศึกษาผ่านแบบจำลองเพื่อทำนายแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของราคาหุ้นของบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ด้วยวิธีเหมืองข้อมูลประเภท Random Forest ร่วมกับ SMOTE ที่ใช้ในการจำลองข้อมูลที่มีจำนวนน้อยกว่า ให้มีจำนวนเพิ่มขึ้นเพื่อแก้ปัญหา Imbalanced Data พบว่าผลการทดลอง เป็นดังนี้

จากตารางด้านบน พบว่าแบบจำลองนี้ สามารถทำนายผลได้ถูกต้อง 72% โดยเฉพาะกับหุ้นกลุ่มที่มีแนวโน้มของราคาลดลงในช่วง -50% ถึง 0% ที่สามารถทำนายได้ถูกต้องถึง 74%

ตารางที่ III แสดงตัวแปรที่มีความสำคัญและสามารถใช้ทำนายผลของแบบจำลองได้ดีที่สุด 5 อันดับแรก

Rank	Feature	Feature Importance
1	D/E 18	0.22807
2	NPM 18	0.17590
3	ROE 17	0.02769
4	D/E 17	0.02753
5	NPM 15	0.02752

นอกจากนี้ จากตารางด้านบน ยังพบว่าตัวแปรที่สามารถทำนายได้ดีและมีประสิทธิภาพ สำหรับแบบจำลองนี้ เพื่อใช้ทำนายแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของราคาหุ้นของบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่ง

ประเทศไทยในปีนี้ (ราคา ณ วันที่ 30 ส.ค. 2562 เทียบกับราคา ณ วันที่ 30 ส.ค. 2561) ได้แก่

- อัตราหนี้สินต่อทุน (Debt-to-Equity Ratio) ย้อนหลัง 1 ปี
- อัตราการทำกำไร (Net Profit Margin) ย้อนหลัง 1 ปี
- อัตราผลตอบแทนจากทุน (Return on Equity) ย้อนหลัง 2 ปี
- อัตราหนี้สินต่อทุน (Debt-to-Equity Ratio) ย้อนหลัง 2 ปี
- อัตราการทำกำไร (Net Profit Margin) ย้อนหลัง 4 ปี

V. สรุป

จากการศึกษาแบบจำลองเพื่อทำนายแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของราคาหุ้นของบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ด้วยวิธีเหมืองข้อมูลประเภท Random Forest ร่วมกับ SMOTE ผ่านการทำนายจากอัตราส่วนทางการเงิน ได้แก่ อัตราหนี้สินต่อทุน, อัตรากำไรสุทธิ, อัตราผลตอบแทนจากสินทรัพย์, อัตราผลตอบแทนจากทุน, อัตราหมุนเวียนของสินทรัพย์ถาวร และอัตราหมุนเวียนของสินทรัพย์ทั้งหมด ย้อนหลัง 4 ปี พบว่าแบบจำลองนี้ สามารถทำนายผลการเปลี่ยนแปลงของราคาหุ้นในตลาดหลักทรัพย์ได้ถึง 72% โดยเฉพาะกลุ่มของราคาหลักทรัพย์ที่คาดว่าลดลง 0% - 50% ที่สามารถทำนายได้ถูกต้องถึง 74% ซึ่งจะทำให้เป็นประโยชน์ต่อนักลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ ที่จะสามารถคาดการณ์ได้ว่าหุ้นตัวใดที่จะมีแนวโน้มของราคาลดลง และสามารถหลีกเลี่ยงการลงทุนได้ จากอัตราส่วนทางการเงินที่ออกมาในแต่ละปี ซึ่งจะทำให้นักลงทุนโดยเฉพาะนักลงทุนรายย่อย สามารถลดอัตราการขาดทุนและเพิ่มอัตราการอยู่รอดในตลาดได้มากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้บริษัทจดทะเบียนในตลาด สามารถระดมทุนในตลาดหลักทรัพย์จากนักลงทุนได้เพิ่มขึ้น และส่งผลดีต่อเศรษฐกิจโดยรวมของไทยอีกด้วย

อย่างไรก็ตาม สำหรับการศึกษาในอนาคต ผู้ทำการทดลองอาจศึกษาตัวแปรเพิ่มเติมในแง่มุมอื่น ๆ เช่น ระดับธรรมาภิบาลของบริษัทในตลาดหลักทรัพย์จดทะเบียน (CSR Score) ความสามารถของผู้บริหารของบริษัทจดทะเบียน ขนาดของบริษัท สภาพคล่องของหุ้นแต่ละตัว เป็นต้น นอกจากนี้ อาจศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการอื่น ๆ ทางเหมืองข้อมูลนอกเหนือจากวิธีที่ใช้ในงานวิจัยนี้ (Random Forest ร่วมกับ SMOTE) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำนายแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของราคาหุ้นของบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยของแบบจำลอง

เอกสารอ้างอิง

[1] ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย, "ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อราคาหุ้น", [Online]. Available: https://www.set.or.th/education/th/begin/stock_content02.pdf [Accessed: September 1, 2019].

[2] ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย, “รายชื่อบริษัท/หลักทรัพย์”, [Online]. Available: https://www.set.or.th/th/company/companylist.html [Accessed: September 7, 2019].

[3] ดร.กฤษฎา เสกตระกูล. (2557). คัมภีร์วิเคราะห์งบการเงิน”. กรุงเทพฯ : บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน)

[4] Biau, G., 2012. Analysis of a random forests model. Journal of Machine Learning Research,13(Apr), pp.1063-1095.

[5] N. V. Chawla, K. W. Bowyer, L. O. Hall, and W. P. Kegelmayer. “SMOTE: Synthetic Minority Over- Sampling Technique.” Journal of Artificial Intelligent Research, pp.321-357, 2002.

[6] วันวิสา นนท์ปัญญา. (2010). ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนทางการเงินกับราคาตลาดของหลักทรัพย์บริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย หมวดธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์. การค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[7] สุรชัย จันทร์จรัส, ระวี มุสิกโปดก, จีรนันท์ เขิมขันธ์ (2013). การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ของแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียม: กรณีศึกษาดัชนีราคาตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 23 ฉบับที่ 3. pp.706-714. Sep – Dec 2013

[8] ปรเมษฐ์ ธันวานนท์, ชัยกร ยิ่งเสรี;วรพล พงษ์เพ็ชร;ธนภัทร ฆังคะจิตร. (2017) Predict stock price trends in Stock Exchange of Thailand using Ensemble Model. Journal of Information Science and Technology,7, 12-21.

Track 3

Science and Engineering:

Artificial Intelligence and Robotics, Computer Vision and Image Processing, Production and Automation Engineering, Embedded System Architecture, Electrical Power Systems, Other related topics

การแบ่งกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าเพื่อการขอความร่วมมือในการดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลดได้อย่างเหมาะสมโดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์

Classification of Electricity Users to Request for Cooperation in Implementing Demand Response Programs Appropriately by Using Artificial Intelligence.

วุทธิพงศ์ ปุพเพตะนันท์[1]
Wuttiphong Pupatanun[1]
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Department of Electrical Engineering
Faculty of Engineering, Chulalongkorn University
Bangkok, Thailand
ohm_1800@hotmail.com

วาทิต เบญจพลกุล[2]
Watit Benjapolakul[2]
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Department of Electrical Engineering
Faculty of Engineering, Chulalongkorn University
Bangkok, Thailand
watit.b@chula.ac.th

บทคัดย่อ — งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการแบ่งกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 1 (บ้านอยู่อาศัย) ในเขตพื้นที่ให้บริการของการไฟฟ้านครหลวงเพื่อการขอความร่วมมือในการดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลดได้อย่างเหมาะสมโดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์ด้วยวิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบเคมีนจากการวิเคราะห์การใช้ไฟฟ้าของบ้านพักอาศัย 60 หลังในเขตพื้นที่ให้บริการของการไฟฟ้านครหลวงโดยพิจารณาจากค่าการใช้ไฟฟ้าต่ำที่สุดและค่าการใช้ไฟฟ้าสูงที่สุดเทียบกับค่าการใช้ไฟฟ้าตามช่วงเวลาต่าง ๆ ของวัน พบว่าสามารถแบ่งออกได้เป็น 8 กลุ่มที่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาการดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลดในช่วงเวลาที่มีการใช้ไฟฟ้าสูง 3 ชั่วโมงของวันได้แก่ 0.15 - 03.15 น., 09.00 - 12.00 น., 13.00 - 16.00 น. และ 20.15 - 23.15 น. ผลการจำลองสถานการณ์ขอความร่วมมือบ้านพักอาศัยทั้ง 60 หลังดังกล่าวให้เปิดใช้เครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 27°C ซึ่งอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่ยอมรับได้ด้านความสบายของคนไทยพบว่าสามารถลดการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาดังกล่าวได้ 20.4 เปอร์เซ็นต์, 20.1 เปอร์เซ็นต์, 19.7 เปอร์เซ็นต์ และ 21.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ — พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของบ้านพักอาศัย, การแบ่งกลุ่มพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของบ้านพักอาศัย, การแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบเคมีน, มาตรการการตอบสนองด้านโหลด

ABSTRACT **— This research presents the classification of type 1 electricity consumers (households) in the Metropolitan Electricity Authority service areas in order to request their cooperation in implementing Demand Response Programs appropriately by using artificial intelligence based on K-means clustering methods. From the analyzed data of electricity usage of 60 residences in the Metropolitan Electricity Authority's service areas, considering the lowest electricity usage data and the highest electricity usage data compared to electricity usage data at different times of the day, the result shows 8 different groups. If considering the implementation of Demand Response Programs during peak hours of 3 hours of the day, which are during 0.15 - 03.15 a.m., 09.00 - 12.00 a.m., 13.00-16.00 p.m. and 20.15 - 23.15 p.m., the simulation results of the request for cooperation of all 60 houses to turn on the air conditioner at the temperature of 27 ° C, which is within the acceptable temperature range of Thai people's comfort, the result shows that electricity consumption can be reduced during that time 20.4 percent, 20 percent, 19.7 percent and 21.3 percent respectively**

Keywords **— Electricity consumption patterns of residences, Classification of Electricity consumption patterns of residences, K-means clustering, Demand Response Program**

I. บทนำ

พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์และการขับเคลื่อนของสังคมในทุกๆ ด้าน แต่ในปัจจุบันเมื่อสังคมมีความเจริญก้าวหน้ามากขึ้นทำให้มีการใช้ไฟฟ้าที่สูงยิ่งขึ้น ส่งผลให้ฝั่งด้านการผลิตกำลังไฟฟ้าและฝั่งด้านการใช้ไฟฟ้าเกิดความไม่สมดุลกันในบางเวลาที่มีการใช้ไฟฟ้าที่สูงอย่างมาก [1] จึงได้มีมาตรการการตอบสนองด้านโหลด (Demand Response) เป็นมาตรการที่ขอความร่วมมือผู้ใช้ไฟฟ้าให้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของตัวเอง ณ ช่วงเวลาหนึ่งไม่ให้สูงมากเกินไปเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

การแบ่งกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลดได้ เนื่องจากสามารถกำหนดกลไกในการดำเนินมาตรการที่เหมาะสมกับพฤติกรรมของผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละกลุ่ม

ในอดีต LI Kangping et.al [2] ได้พัฒนาวิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบเคมีนเพื่อการแบ่งกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านพักอาศัยในประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่ามีพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าที่แตกต่างกัน 5 แบบ, [3] Gianfranco Chicco et.al ได้มีการเปรียบเทียบการแบ่งกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าที่ไม่ใช่บ้านพักอาศัยด้วยวิธีการต่างๆ พบว่าวิธี Hierarchical Clustering แบบ Average Distance Linkage criterion มีผลการแบ่งกลุ่มที่ดีที่สุด, [4]

Bishnu Nepal et.al ได้พัฒนาวิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบเคมีนเพื่อการแบ่งพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของอาคารใน Chubu University พบว่ามีพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าที่แตกต่างกัน 6 แบบโดยมีความแม่นยำอยู่ที่ 89.3 เปอร์เซ็นต์ และ [5] Haoyang Shen ได้มีการจำลองการใช้ไฟฟ้าของบ้านพักอาศัยจากข้อมูล Building-Integrated Fuel Cell ของประเทศแคนาดาและใช้วิธี Hierarchical Clustering ในการแบ่งกลุ่มการใช้ไฟฟ้าที่จำลองได้ดังกล่าว พบว่าสามารถคาดเดาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าที่แตกต่างกัน 4 แบบ

งานวิจัยในอดีตแบ่งกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าโดยพิจารณาจากปริมาณการใช้ไฟฟ้ามาก-น้อยของผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดโดยรวมที่นำมาแบ่งกลุ่มเทียบกับการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละราย ทำให้ผลการแบ่งกลุ่มที่ได้ไม่เห็นความแตกต่างเท่าที่ควร เนื่องจากผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าใกล้เคียงกันจะถูกแบ่งกลุ่มอยู่ด้วยกันถึงแม้จะมีพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าที่แตกต่างกันก็ตาม โดยปัญหานี้จะเกิดกับกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงและต่ำมากอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับผู้ใช้ไฟฟ้ารายอื่นๆ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวงานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอการแบ่งกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าโดยพิจารณาจากค่าการใช้ไฟฟ้าต่ำที่สุดและค่าการใช้ไฟฟ้าสูงที่สุดเทียบกับค่าการใช้ไฟฟ้าตามช่วงเวลาต่างๆ ของวันของบ้านหลังนั้น

งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการแบ่งกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าโดยใช้วิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบเคมีนเพราะ 1) เป็นวิธีการที่สามารถประมวลผลการจัดกลุ่มได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพเมื่อข้อมูลมีจำนวนมาก 2) จาก [2] การแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบเคมีนสามารถรวมข้อมูลไม่เข้าพวกกับกลุ่มอื่นๆ ให้มารวมอยู่ในกลุ่มเดียวกันได้ และ 3) กลุ่มข้อมูลกลุ่มที่แบ่งได้จะแยกจากกันอย่างชัดเจน ไม่มีส่วนใดส่วนหนึ่งเกี่ยวข้องหรือซ้อนทับกัน (ไม่เป็นแบบลำดับชั้น) จากเหตุผลในข้อ 1) – 3) ทำให้วิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบเคมีนเหมาะสมที่สุดกับวิธีการแบ่งกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าที่งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอ

II. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการแบ่งกลุ่มพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัยในเขตพื้นที่ให้บริการของการไฟฟ้านครหลวงเพื่อการขอความร่วมมือในการดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลดได้อย่างเหมาะสมด้วยวิธีการใช้ปัญญาประดิษฐ์ และมีการจำลองสถานการณ์การดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลดจากข้อมูลกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าที่แบ่งกลุ่มได้ดังกล่าวด้วยการขอความร่วมมือให้มีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้เครื่องปรับอากาศในช่วงเวลาที่มีการใช้ไฟฟ้าสูง 3 ชั่วโมงของวันเพื่อการคำนวณการลดการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาดังกล่าว

สำหรับการจำลองสถานการณ์การดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลด งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอแบบ Emergency Demand Response Program เนื่องจากเป็นแบบที่ต้องมีการแจ้งสั่งการล่วงหน้าก่อนเวลาดำเนินมาตรการ 24 ชั่วโมง [6] ทำให้ทางฝั่งผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถวางแผนพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าล่วงหน้าได้ ต่างจากแบบอื่นๆ ที่เป็นการแจ้งสั่งการแบบฉับพลัน จึงเหมาะกับบ้านอยู่อาศัยที่สุด

III. วิธีดำเนินการวิจัย

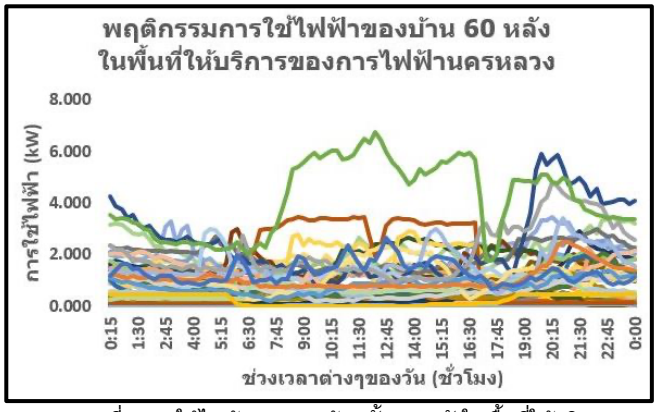
III.I. การเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้ไฟฟ้า

งานวิจัยฉบับนี้ได้รวบรวมข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของบ้านอยู่อาศัย 60 หลังในเขตพื้นที่ให้บริการของการไฟฟ้านครหลวง โดยแบ่งเป็นบ้านอยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 150 หน่วยเป็นจำนวน 17 หลัง และบ้านอยู่อาศัยที่มีการใช้ไฟฟ้ามากกว่า 150 หน่วยเป็นจำนวน 43 หลัง โดยเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของบ้านทุกหลังตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ.2562 ถึงวันที่ 30 มิถุนายน พ.ศ.2562 [7]

III.II. การคิดค่าการใช้ไฟฟ้าฐาน (Based Line)

การใช้ไฟฟ้าฐาน คือ ค่าการใช้ไฟฟ้าที่ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบกับค่าการใช้ไฟฟ้าในวันที่ดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลดกับผู้ใช้ไฟฟ้างานวิจัย สำหรับมาตรการ Emergency Demand Response Program คิดจากค่าเฉลี่ยของข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นเวลา 10 วัน (แยกวันธรรมดากับวันหยุด) ก่อนวันและเวลาดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลดกับผู้ใช้ไฟฟ้ารายนั้นๆ [6]

ดังนั้น การคิดค่าการใช้ไฟฟ้าฐานของบ้านทั้ง 60 หลังจะคำนวณจากค่าการใช้ไฟฟ้าของวันที่ 3-7 มิถุนายน พ.ศ. 2562 และ 10-14 มิถุนายน พ.ศ.2562 เป็นวันจันทร์-ศุกร์ (วันธรรมดาและไม่มีวันหยุดนักขัตฤกษ์) โดยจะคำนวณค่าเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าทั้ง 10 วันของบ้านทั้ง 60 หลังผลการคำนวณค่าการใช้ไฟฟ้าฐานของบ้านทั้ง 60 หลัง แสดงได้ดังรูปที่ I



รูปที่ I การใช้ไฟฟ้าฐานของบ้านทั้ง 60 หลังในพื้นที่ให้บริการของการไฟฟ้านครหลวง

ผลรวมการใช้พลังงานไฟฟ้าจากค่าการใช้ไฟฟ้าฐานของบ้านทั้ง 60 หลังทุกช่วงเวลาตลอดทั้งวันในเขตพื้นที่ให้บริการของการไฟฟ้านครหลวงที่ใช้ในการศึกษา คือ 1151.8 กิโลวัตต์

III.III. วิธีการแบ่งกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าที่งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอ

งานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอการแบ่งกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าโดยพิจารณาจากค่าการใช้ไฟฟ้าต่ำที่สุดและค่าการใช้ไฟฟ้าสูงที่สุดเทียบกับค่าการใช้ไฟฟ้าตามช่วงเวลาต่างๆ ของวันของบ้านหลังนั้นดังสมการที่ 1

$$X' = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (1)$$

โดยที่ X' คือ ค่าการเปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้า ณ เวลานั้นหลังผ่านการเปรียบเทียบกับค่าการใช้ไฟฟ้าต่ำที่สุดและค่าการใช้ไฟฟ้าสูงที่สุดของวันของบ้านหลังนั้นโดยมีค่าอยู่ระหว่าง [0,1], X คือ ค่าการใช้ไฟฟ้าเดิม ณ เวลานั้นของบ้านหลังนั้น, X_{min} คือ ค่าการใช้ไฟฟ้าต่ำที่สุดของวันของบ้านหลังนั้น และ X_{max} คือ ค่าการใช้ไฟฟ้าสูงที่สุดของวันของบ้านหลังนั้น

III.IV. การแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบเคมีน (K-means clustering)

การแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบเคมีน (เป็นวิธีที่อยู่ในกลุ่ม Unsupervised Learning (การเรียนรู้แบบไม่ต้องมีผู้สอน)) ซึ่งเป็นหนึ่งในวิธีการจัดการกับข้อมูลจำนวนมากเพื่อค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น [8] มีการทำงานคือ 1) กำหนดหมายเลขเป้าหมายจำนวนกลุ่มที่ต้องการแบ่ง K 2) สุ่มวางตำแหน่งของจุดศูนย์กลางในข้อมูล 3) พิจารณาค่าระยะทางของทุกข้อมูลในกลุ่มข้อมูลที่ต้องการแบ่งนั้นๆ ไปยังตำแหน่งจุด

ศูนย์กลางที่ใกล้ที่สุด แล้วมีการรวมกลุ่มข้อมูลที่เกาะกลุ่มที่ตำแหน่งดังกล่าวเป็นกลุ่มข้อมูลเดียวกัน 4) หาค่าเฉลี่ยของทุกข้อมูลดังกล่าวในกลุ่มนั้นเพื่อนำมาหาค่าตำแหน่งจุดศูนย์กลางใหม่ 5) พิจารณาค่าระยะทางของทุกข้อมูลในกลุ่มข้อมูลที่ต้องการแบ่งนั้นไปยังตำแหน่งศูนย์กลางที่ใกล้ที่สุดใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำในการแบ่งกลุ่ม 6) ทำวน 1) – 5) แบบนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่าค่าตำแหน่งจุดศูนย์กลางใหม่หลังการหาค่าเฉลี่ยของทุกข้อมูลดังกล่าวในกลุ่มนั้นๆ กับค่าตำแหน่งจุดศูนย์กลางเก่าก่อนการหาค่าเฉลี่ยจะเป็นค่าเดียวกัน และอยู่ตำแหน่งเดียวกัน จึงจบการทำงาน และรวมกลุ่มข้อมูลที่เกาะกลุ่มตำแหน่งจุดศูนย์กลางที่ตำแหน่งนั้นๆ ให้อยู่เป็นกลุ่มข้อมูลเดียวกัน

III.V. การกำหนดจำนวนกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้า

จากการวิเคราะห์ลักษณะพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าจากผลรวมค่าการใช้ไฟฟ้าของบ้านทั้ง 60 หลังในเขตพื้นที่ให้บริการของการไฟฟ้านครหลวงตามช่วงเวลาต่างๆ พบว่ามีพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนแบ่งออกเป็น 3 ช่วงเวลา คือ 0.00-08.00 น., 08.00-16.00 น. และ 16.00 – 24.00 น. ดังนั้นเมื่อวิเคราะห์รูปแบบที่เป็นไปได้ทั้งหมดของพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของบ้านแต่ละหลังจากพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้นและคงที่ไม่เพิ่มสูงขึ้นทั้ง 3 ช่วงเวลาดังกล่าว สามารถกำหนดจำนวนกลุ่มรูปแบบลักษณะพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าได้เป็น 8 รูปแบบ

III.VI. การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้เครื่องปรับอากาศในการจำลองสถานการณ์การดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลด

การจำลองสถานการณ์การดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลดนั้นงานวิจัยฉบับนี้นำเสนอให้พิจารณาที่อัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศในบ้านหลังนั้นเนื่องจากอัตราการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัยในเขตการไฟฟ้านครหลวงมีการใช้เครื่องปรับอากาศสูงมาก คิดเป็น 53.3 เปอร์เซ็นต์ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด [9]

จากการสำรวจช่วงอุณหภูมิความสะดวกสบายของคนไทยในอาคารพักอาศัยที่มีเครื่องปรับอากาศของหลากหลายงานวิจัย พบว่าช่วงอุณหภูมิดังกล่าวมีค่าดังนี้ 1) จาก [10] อยู่ที่ 22.5-27.5°C (เฉพาะโซนพื้นที่กรุงเทพมหานคร), 2) จาก [11] อยู่ที่ 24.5-27.5°C (เฉพาะโซนพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล) 3) จาก [12] อยู่ที่ 24-27°C และ 4) จาก [13] อยู่ที่ 22-27°C ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอการขอความร่วมมือให้บ้านอยู่อาศัยทั้ง 60 หลัง เพิ่มอุณหภูมิการใช้เครื่องปรับอากาศเป็น 27°C ในช่วงเวลาที่ดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลดเพราะเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากอยู่ในช่วงอุณหภูมิความสะดวกสบายของคนไทยในอาคารพักอาศัยที่มีเครื่องปรับอากาศที่ยอมรับได้และไม่เกินค่าของการสำรวจช่วงอุณหภูมิดังกล่าวจากงานวิจัยทุกฉบับ

III.VII. พฤติกรรมการใช้เครื่องปรับอากาศของบ้านแต่ละหลัง

จากโครงการสำรวจและปรับปรุงการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าเพื่อการอนุรักษ์พลังงานในระยะยาว [14] ได้มีการสำรวจเครื่องใช้ไฟฟ้าและพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน พ.ศ.2556 ในการสำรวจนี้ได้ดำเนินการสำรวจเครื่องใช้ไฟฟ้า 16 ประเภท รวมถึงเครื่องปรับอากาศ เพื่อพยากรณ์พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศของบ้านอยู่อาศัย

งานวิจัยฉบับนี้จะใช้ข้อมูลพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศของบ้านอยู่อาศัยในพื้นที่การไฟฟ้านครหลวงจาก [14] เพื่อเป็นตัวแทนในการพิจารณาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศของบ้านอยู่อาศัยในพื้นที่ให้บริการของการไฟฟ้านครหลวงทั้ง 60 หลัง โดยพิจารณาร่วมกับค่าเฉลี่ยอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ต่ำที่สุดทั้ง 10 วันของบ้านหลังนั้นๆ เนื่องจากค่าดังกล่าวเป็นค่าการใช้พลังงานของอุปกรณ์ที่ต้องทำงานตลอดเวลาของบ้านหลังนั้น

ผลการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าที่สามารถลดการใช้ลงได้ทั้งหมด เมื่อบ้านทั้ง 60 หลังเปิดเครื่องปรับอากาศที่ 27°C โดยใช้หลักการคำนวณของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การคำนวณค่าการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 27°C สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2 [15]

$$E = \frac{Y}{Z * 1000} \quad (2)$$

โดยที่ E คือ ค่ากำลังไฟฟ้าจากการคำนวณ (กิโลวัตต์),Y คือ ค่าขีดความสามารถทำความเย็นที่ระบุ (บีทียู/ชั่วโมง) และ Z คือ ค่าประสิทธิภาพตามฤดูกาลที่ระบุ (บีทียู /ชั่วโมง/วัตต์) โดยใช้ค่าขีดความสามารถทำความเย็นสุทธิที่ระบุ (บีทียู/ชั่วโมง) และ ค่าประสิทธิภาพตามฤดูกาลที่ระบุ (บีทียู /ชั่วโมง/วัตต์) จากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย [16] ซึ่งเป็นค่าการทดสอบเครื่องปรับอากาศเพื่อหาค่าดังกล่าวที่อุณหภูมิภายใน 27°C และอุณหภูมิภายนอก 35°C ตามมาตรฐานการทดสอบเครื่องปรับอากาศ

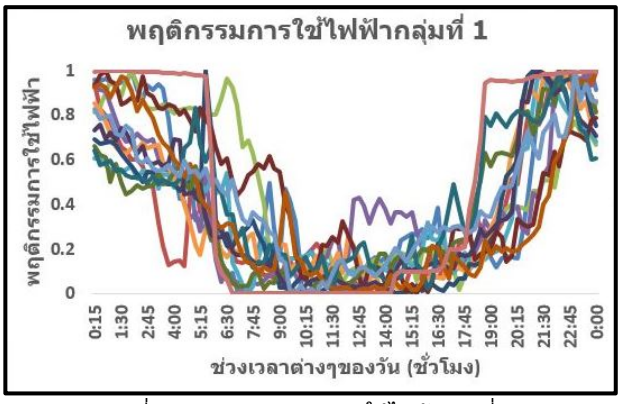
IIII. ผลการวิจัย

IIII.I. การวิเคราะห์และแบ่งกลุ่มพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของบ้านทั้ง 60 หลัง

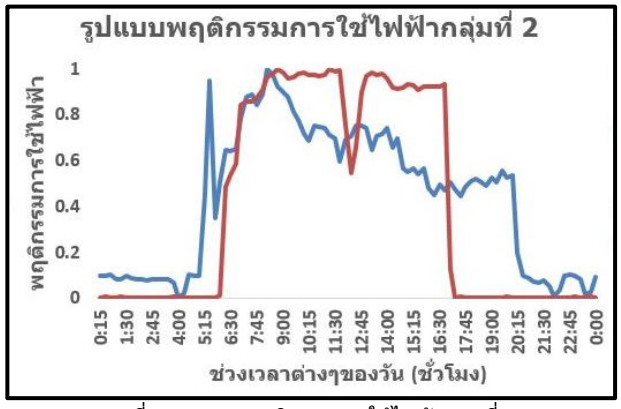
ผลการวิเคราะห์และแบ่งกลุ่มพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของบ้านอยู่อาศัยทั้ง 60 หลังในพื้นที่ให้บริการของการไฟฟ้านครหลวงด้วยวิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบเคมีน ดังแสดงในรูปที่ II ถึง IX

สามารถวิเคราะห์ลักษณะพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของแต่ละกลุ่มได้ดังนี้ กำหนดให้ช่วงเวลา 0.00-08.00น., 08.00-16.00น. และ 16.00-24.00น. เป็นช่วงต้น, ช่วงกลาง และช่วงปลายของวันตามลำดับ

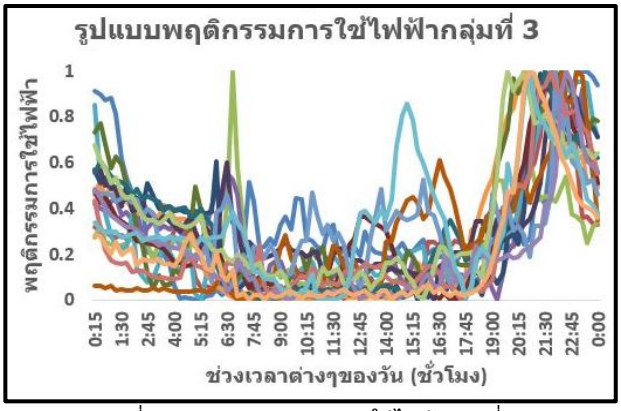
1) **กลุ่มที่ 1** ประกอบด้วยบ้าน 14 หลัง มีพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าสูงในช่วงต้นและปลายของวัน
2) **กลุ่มที่ 2** ประกอบด้วยบ้าน 2 หลัง มีพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าสูงตั้งแต่เวลาประมาณ 05.00 น. และค่อยๆลดลงในตอนต้นของช่วงปลายของวัน
3) **กลุ่มที่ 3** ประกอบด้วยบ้าน 18 หลัง มีพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าสูงมากและค่อยๆลดลงในช่วงต้นก่อนจะมาขึ้นสูงอีกครั้งในช่วงปลายของวัน
4) **กลุ่มที่ 4** ประกอบด้วยบ้าน 7 หลัง มีพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าที่สูงในช่วงเวลาประมาณ 04.00-06.30 น.ของช่วงต้น ก่อนจะค่อยๆลดลงมาในช่วงกลางและไปขึ้นสูงอีกครั้งในช่วงปลายของวัน
5) **กลุ่มที่ 5** ประกอบด้วยบ้าน 7 หลัง มีพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าสูงและค่อยๆลดลงมาในช่วงต้น และมีพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าที่สูงในช่วงกลางและช่วงปลายของวัน
6) **กลุ่มที่ 6** ประกอบด้วยบ้าน 6 หลัง มีพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าที่สูงในช่วงเวลาประมาณ 05.15-07.45 น.ของช่วงต้น ก่อนจะค่อยๆลดลงมาในช่วงกลางก่อนจะไปขึ้นสูงอีกครั้งและมีพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าที่คงที่ตลอดช่วงเวลาในช่วงปลายของวัน
7) **กลุ่มที่ 7** ประกอบด้วยบ้าน 2 หลัง มีพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าที่แปรปรวนอย่างมากตลอดทั้งวัน
8) **กลุ่มที่ 8** ประกอบด้วยบ้าน 4 หลัง มีพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าที่สูงมากในช่วงกลางและค่อนข้างสูงในตอนต้นของช่วงปลายของวัน



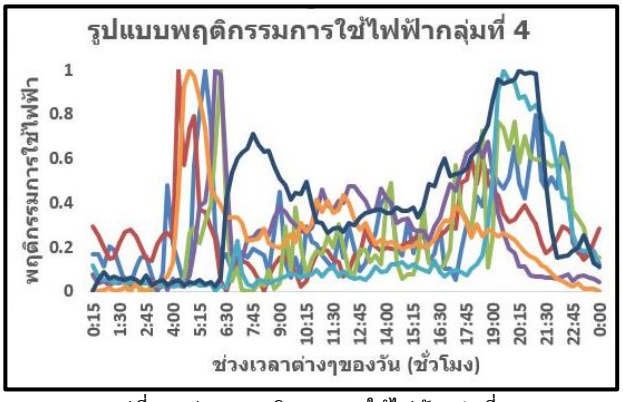
รูปที่ II รูปแบบพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้ากลุ่มที่ 1



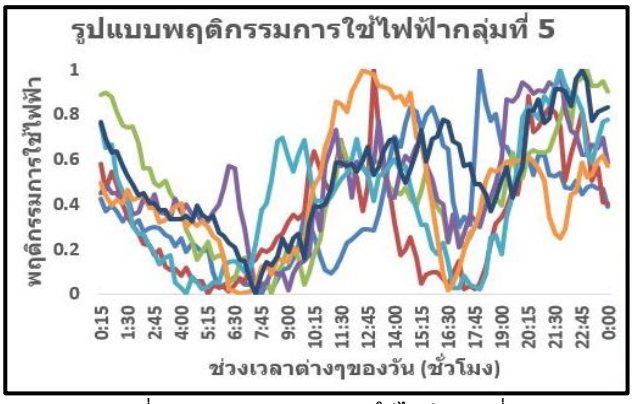
รูปที่ III รูปแบบพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้ากลุ่มที่ 2



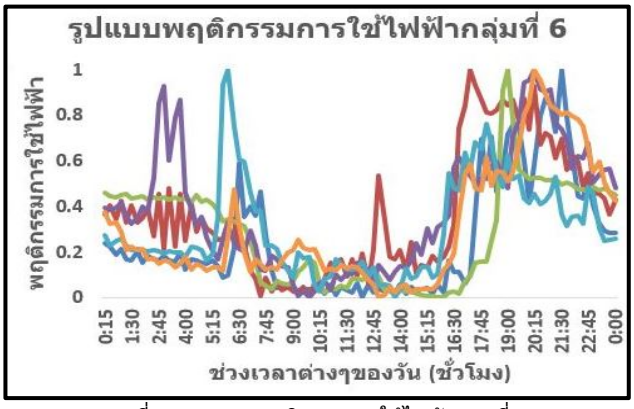
รูปที่ IIII รูปแบบพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้ากลุ่มที่ 3



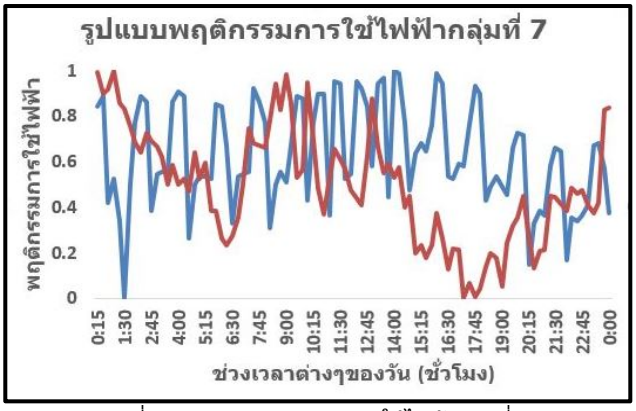
รูปที่ V รูปแบบพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้ากลุ่มที่ 4



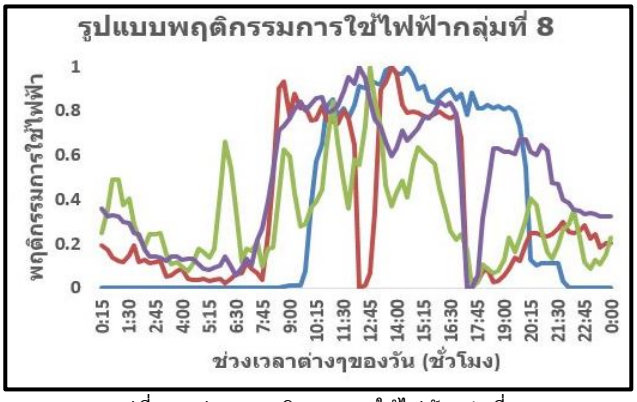
รูปที่ VI รูปแบบพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้ากลุ่มที่ 5



รูปที่ VII รูปแบบพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้ากลุ่มที่ 6



รูปที่ VIII รูปแบบพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้ากลุ่มที่ 7



รูปที่ IX รูปแบบพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้ากลุ่มที่ 8

ผลการวิเคราะห์และแบ่งกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าเพื่อการขอความร่วมมือในการดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลดได้อย่างเหมาะสมในช่วงเวลาต่างๆ โดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์ โดยพิจารณาจากกลุ่มบ้านที่มีพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าสูงในช่วงเวลาเดียวกับที่ต้องการดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลด ดังแสดงในตารางที่ I

ตารางที่ I ช่วงเวลาที่ดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลดกับกลุ่มบ้านที่พิจารณาขอความร่วมมือลดการใช้ไฟฟ้า

ช่วงเวลาที่ดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลด	กลุ่มบ้านที่พิจารณาขอความร่วมมือ
0.00 – 08.00 น.	1, 3, 4, 5, 6, 7
08.00 – 16.00 น.	2, 5, 8
16.00 – 24.00 น..	1, 3, 4, 5, 6, 8

IIII.II. การใช้กำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 27°C ของบ้านอยู่อาศัยทั้ง 60 หลัง

ผลรวมค่าการใช้กำลังไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศเมื่อบ้านอยู่อาศัยทั้ง 60 หลังเปิดเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 27°C คือ 388.2 กิโลวัตต์ คิดเป็น 33.7 เปอร์เซ็นต์ จากผลรวมการใช้กำลังไฟฟ้าทั้งหมด (1151.8 กิโลวัตต์)

จากการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิต่างๆ คือ 53.3 เปอร์เซ็นต์ [9] ของผลรวมการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด ดังนั้นการคำนวณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 27°C คือ 614.3 กิโลวัตต์

เมื่อบ้านทั้ง 60 หลังร่วมมือกันเปิดเครื่องปรับอากาศที่ 27 องศา สามารถคำนวณการลดการใช้ไฟฟ้าลงได้ 226.1 กิโลวัตต์ คิดเป็น 19.6 เปอร์เซ็นต์ จากผลรวมการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด

IIII.III.การคำนวณอัตราการลดการใช้ไฟฟ้าเมื่อดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลดที่ช่วงเวลาต่างๆ

เนื่องจากมาตรการ Emergency Demand Response Program มีข้อกำหนดระยะเวลาในการดำเนินมาตรการได้ครั้งละไม่เกิน 3 ชั่วโมง [6] ดังนั้น ที่ช่วงเวลา 0.00 - 08.00 น. งานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอการดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลดในช่วงเวลา 0.15 - 03.15 น., ที่ช่วงเวลา 08.00 - 16.00 น.งานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอการดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลดในช่วงเวลา 09.00 - 12.00 น. และ 13.00 - 16.00 น. และที่ช่วงเวลา 16.00 - 24.00 น.งานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอการดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลดในช่วงเวลา 20.15 - 23.15 น. เพราะช่วงเวลา 3 ชั่วโมงดังกล่าวมีค่าการใช้ไฟฟ้าที่สูงมากในช่วงเวลานั้นๆ

ผลการพิจารณาการดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลดโดยการขอความร่วมมือให้บ้านอยู่อาศัยเปิดเครื่องปรับอากาศที่ 27°C ในช่วงเวลาต่างๆ กับกลุ่มบ้านที่พิจารณาขอความร่วมมือในช่วงเวลานั้นๆ เพื่อคำนวณการลดการใช้ไฟฟ้าที่ช่วงเวลาดังกล่าว มีดังนี้

กำหนดให้ P_t = ผลรวมค่าการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 27°C ณ ช่วงเวลา t , P_2 = ค่าการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าเมื่อบ้านทั้ง 60 หลังเปิดเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิต่างๆ คือ 53.3 เปอร์เซ็นต์ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด [9] , P_3 = ค่าการคำนวณการลดการใช้ไฟฟ้าที่ลดลงได้เมื่อบ้านทั้ง 60 หลังร่วมมือกันเปิดเครื่องปรับอากาศที่ 27°C คือ 19.6 เปอร์เซ็นต์ ,P_4 คือ ผลรวมค่าการใช้กำลังไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศเมื่อบ้านอยู่อาศัยทั้ง 60 หลังเปิดเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 27°C คือ 33.7 เปอร์เซ็นต์, PW_t = ค่าการคำนวณการใช้ไฟฟ้าเมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศที่อุณหภูมิต่างๆ ณ ช่วงเวลา t และ PD_t คือ ค่าการลดการใช้ไฟฟ้าที่สามารถลดลงได้ ณ ช่วงเวลา t

1) ผลการพิจารณาที่ช่วงเวลา 0.15 - 03.15 น.
   - ค่า $P_{0.15 - 03.15 น.}$ คือ 51.4 กิโลวัตต์
   - จาก P_2 ดังนั้นการคำนวณค่า $PW_{0.15 - 03.15 น.}$ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3

$$PW_{0.15 - 03.15 น.} = \frac{P_2 * P_{0.15 - 03.15 น.}}{P_4} \quad (3)$$

   ผลการคำนวณพบว่ามีค่าการใช้ไฟฟ้า 81.3 กิโลวัตต์
   - จาก P_3 ดังนั้นเมื่อดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลดในช่วงเวลานี้ สามารถค่า $PD_{0.15 - 03.15 น.}$ ได้จากสมการที่ 4

$$PD_{0.15 - 03.15 น.} = \frac{P_3 * P_{0.15 - 03.15 น.}}{P_4} \quad (4)$$

   ผลการคำนวณพบว่าสามารถลดการใช้ไฟฟ้าลงได้ 29.9 กิโลวัตต์ คิดเป็น 20.4 เปอร์เซ็นต์ของผลรวมค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในช่วงเวลาดังกล่าว (146.9 กิโลวัตต์)
2) ผลการพิจารณาที่ช่วงเวลา 09.00 - 12.00 น.
   - ค่า $P_{09.00 - 12.00 น.}$ คือ 47.2 กิโลวัตต์
   - ผลการคำนวณพบว่า $PW_{09.00 - 12.00 น.}$ คือ 74.7 กิโลวัตต์
   - เมื่อดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลดในช่วงเวลานี้ สามารถคำนวณค่า $PD_{09.00 - 12.00 น.}$ ได้ 27.5 กิโลวัตต์ คิดเป็น 20.1 เปอร์เซ็นต์ของผลรวมค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในช่วงเวลาดังกล่าว (136.8 กิโลวัตต์)
3) ผลการพิจารณาที่ช่วงเวลา 13.00 - 16.00 น.
   - ค่า $P_{13.00 - 16.00 น.}$ คือ 50.1 กิโลวัตต์
   - ผลการคำนวณพบว่า $PW_{13.00 - 16.00 น.}$ คือ 79.3 กิโลวัตต์
   - เมื่อดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลดในช่วงเวลานี้ สามารถคำนวณค่า $PD_{13.00 - 16.00 น.}$ ได้ 29.2 กิโลวัตต์ คิดเป็น 19.7 เปอร์เซ็นต์ของผลรวมค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในช่วงเวลาดังกล่าว (148.2 กิโลวัตต์)
4) ผลการพิจารณาที่ช่วงเวลา 20.15 - 23.15 น.
   - ค่า $P_{20.15 – 23.15 น.}$ คือ 79.1 กิโลวัตต์
   - ผลการคำนวณพบว่า $PW_{20.15 – 23.15 น.}$ คือ 125.1 กิโลวัตต์
   - เมื่อดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลดในช่วงเวลานี้ สามารถคำนวณค่า $PD_{20.15 – 23.15 น.}$ ได้ 46 กิโลวัตต์ คิดเป็น 21.3 เปอร์เซ็นต์ของผลรวมค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในช่วงเวลาดังกล่าว (215.9 กิโลวัตต์)

V. สรุปและอภิปรายผล

การเลือกใช้วิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบเคมีนโดยพิจารณาจากค่าการใช้ไฟฟ้าต่ำที่สุดและค่าการใช้ไฟฟ้าสูงที่สุดเทียบกับค่าการใช้ไฟฟ้าตามช่วงเวลาต่างๆ ของวันของบ้านหลังนั้นและแปลงข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของบ้านทุกหลังทุกเวลาให้มีค่าอยู่ระหว่าง [0,1] สามารถให้ผลลัพธ์ที่แก้ปัญหาเรื่องการเกิดข้อผิดพลาดของงานวิจัยในอดีตที่ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าใกล้เคียงกันจะถูกแบ่งกลุ่มอยู่ด้วยกันถึงแม้จะมีพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าที่แตกต่างกันก็ตามได้ และวิธีการพิจารณาที่งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอดังกล่าวนอกจากนำไปประยุกต์ใช้กับการดำเนินมาตรการการตอบสนองด้านโหลดเพื่อการคำนวณอัตราการลดการใช้ไฟฟ้าของบ้านอยู่อาศัยด้วยวิธีการลดอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศที่งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอแล้ว ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้วางแผนการปลดโหลดได้ เช่น การให้

ปัญญาประดิษฐ์เรียนรู้พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของบ้านทุกหลัง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการคำนวณของการตัดการใช้ไฟฟ้าของบ้านที่เหมาะสมของแต่ละหลัง และหลังไหนบ้างเพื่อให้พอดีกับปริมาณที่ทางการไฟฟ้านครหลวงขอความร่วมมือดับไฟฟ้า และพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าที่เหมาะสมของบ้านหลังนั้น โดยที่บ้านหลังนั้นอาจไม่ต้องดับไฟฟ้าทั้งหลังแค่ขอความร่วมมือลดการใช้อุปกรณ์การใช้ไฟฟ้าที่มีอัตราการใช้ไฟฟ้าสูงมาก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ฝ่ายควบคุมระบบไฟฟ้าและ ฝ่ายเศรษฐกิจพลังงานไฟฟ้า การไฟฟ้านครหลวง และขอขอบคุณ ศ. ดร.ศุภวัจน์ รุ่งสุริยะวิบูลย์ ที่ให้ข้อมูลตลอดจนความรู้และคำแนะนำต่าง ๆ ประกอบการทำวิจัยฉบับนี้ ผลงานวิจัยนี้เป็นหนึ่งในผลงานของหน่วยปฏิบัติการวิจัยด้านเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ การเรียนรู้ของเครื่องและสมาร์ตกริดภายใต้ทุนสนับสนุนของกองทุนรัชดาภิเษกสมโภชจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] สภาวิศวกร. “การควบคุมและสั่งการระบบจ่ายไฟฟ้า”. 2560. หน้าที่ 1-7

[2] Li Kangping and et al., “Analysis on residential electricity consumption behavior using improved k-means based on simulated annealing algorithm,” IEEE Conference, April 2016

[3] Chicco, G.; Napoli, Roberto; Piglione, Federico, "Comparisons among clustering techniques for electricity customer classification," in Power Systems, IEEE Transactions on , vol.21, no.2, pp.933-940, May 2006.

[4] Bishnu Nepal and et al., “Analysis of Building Electricity Use Pattern Using KMeans Clustering Algorithm by Determination of Better Initial Centroids and Number of Clusters,” Energies 2019,12,2541, June 2019

[5] Haoyang Shen and et al., “Extraction of Basic Patterns of Household Energy Consumption,” International Conference on Machine Learning and Applications, vol 10, Dec 2011

[6] สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. “มาตรการความร่วมมือลดการใช้ไฟฟ้า (Demand Response) และอัตรา Demand Resonse”. 28 กันยายน 2559.

[7] ฝ่ายควบคุมระบบไฟฟ้า การไฟฟ้านครหลวง. “ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของบ้านอยู่อาศัย”. การไฟฟ้านครหลวง 2562.

[8] ปริญญา สงวนสัตย์, *Artificial Intelligence with Machine Learning , AI สร้างได้ด้วยแมชชีนเลิร์นนิ่ง*, พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี : บริษัท ไอดีซี พรีเมียม จำกัด, 2562.

[9] ฝ่ายเศรษฐกิจพลังไฟฟ้า การไฟฟ้านครหลวง. “การพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า”. การไฟฟ้านครหลวง 2554.

[10] Preechaya Rangsiraksa, “Thermal comfort in Bangkok residential buildings, Thailand,” The 23 Conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneve, Switzerland, Sep. 2006.

[11] N. Yamtraipat, J. Khedari and J. Hirunlabh, “Thermal comfort standards for air conditioned buildings in hot and humid Thailand considering additional factors of acclimatization and education level,” Solar Energy, vol. 78, no. 4, pp. 504-517, Apr. 2005.

[12] Juntakan Taweekun and Ar-U-Wat Tantiwichien, “Thermal Comfort Zone for Thai People,” Scientific Research, Engineering, 2013, 5, pp. 525-529

[13] สุรัตน์ อัตถจริยกุล, “ความรู้สึกสบายเชิงความร้อนสำหรับการปรับอากาศในประเทศไทย,” วิศวกรรมสาร มข. ปีที่ 34 ฉบับที่ 2 : หน้า 141-150 มีนาคม – เมษายน 2550

[14] ศุภวัจน์ รุ่งสุริยะวิบูลย์ และคณะ. “โครงการสำรวจและปรับปรุงการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าเพื่อการอนุรักษ์พลังงานในระยะยาว”. สำนักงาน

ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มแม่นยำสูง ด้วยลอร่าส่วนบุคคล

Precision Farming Environmental Control System Based on Private LoRa

อรรณพ หมั่นสกุล
Annop Monsakul
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of Information Technology
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok / Thailand
annop@tni.ac.th

บทคัดย่อ —— **การทำฟาร์มแม่นยำสูงเป็นแนวทางที่ช่วยเพิ่มผลผลิตจำนวนมากให้ได้คุณภาพ ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อม ปลอดภัยต่อผู้บริโภค และใช้ทรัพยากรคุ้มค่าที่สุด โดยการนำเทคโนโลยีและการจัดการข้อมูลมาใช้ภายในฟาร์มให้เหมาะสมและแม่นยำ บทความวิจัยนี้ได้เสนอการออกแบบระบบควบคุมสภาพแวดล้อมของฟาร์มนกแอ่นกินรังแม่นยำสูงด้วยเทคโนโลยีลอร่าส่วนบุคคล ด้วยการใช้เซ็นเซอร์ตรวจสภาพอุณหภูมิและความชื้น เพื่อคำนวณหาค่าความชื้นสัมพัทธ์ ค่าความชื้นสัมบูรณ์และจุดไอน้ำกลั่นตัว ภายในฟาร์มที่เหมาะสมสำหรับการทำรังวางไข่ของนกแอ่นกินรัง ซึ่งอุปกรณ์ทำความชื้น และพัดลมระบายอากาศ จะทำงานแบบปรับเปลี่ยนอัตโนมัติตามการประมวลผลของเครื่องแม่ข่ายภายใต้กระบวนการทำงานของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง ปัญญาประดิษฐ์ การเรียนรู้ของเครื่อง และการเรียนรู้เชิงลึก ที่เกษตรกรสามารถบริการจัดการผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน อย่างไรก็ดี ผลการทดลองกับฟาร์มตัวอย่างส่งผลทำให้จำนวนรังนกเพิ่มได้ถึง 10 เท่าในระยะเวลา 6 เดือน และมีอัตราการเติบโตอย่างมีนัยสำคัญ**

คำสำคัญ —— **ฟาร์มแม่นยำสูง, ลอร่าส่วนบุคคล, อินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง, ความชื้นสัมพัทธ์, ปัญญาประดิษฐ์**

ABSTRACT —— **Precision farming is an agricultural concept that can improve agricultural production in terms of quantity and quality, provide better environmental care, grant benefits on consumer's health, as well as optimizing resource usage in agriculture. This research proposes the design of an environment control system for precision edible-nest swiftlet farming using private LoRa. In this proposed design, the system utilizes temperature and humidity sensors to collect data that are used to calculate relative humidity, absolute humidity and dew point levels that are suitable for swiftlets nesting. Air control systems and humidifiers are turned on and off automatically by the servers based on the processed data. The proposed design is developed with the Internet of Things technology, artificial intelligence, machine learning, and deep learning. End-users like agriculturists can access the system via websites and mobile applications. 6 months into an experiment conducted at a prototype farm, the deployed system yielded 10-folds increases in production and significant growth could be observed.**

Keywords —— **Precision Farming, Private LoRa, Internet of Things, Relative Humidity, Artificial Intelligence**

I. บทนำ

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากรังนกแอ่นกินรังเป็นสินค้าที่ได้รับความนิยมจากชาวจีนที่อาศัยอยู่ทุกมุมโลก ซึ่งมีรายงานว่าในปี พ.ศ. 2562 มีมูลค่าสูงถึง 120,000 ล้านบาท ทั้งนี้รังนกแอ่นกินรังมีราคาจำหน่ายอยู่ระหว่าง 100,00 ถึง 200,00 บาท ขึ้นอยู่กับคุณภาพผลผลิต รูปร่าง ประเภท และแหล่งเก็บรังนก (รังนกถ้ำหรือรังนกบ้าน) จากมูลค่าของอุตสาหกรรมรังนกแอ่นกินรังที่มีมูลค่าสูง ทำให้หน่วยงานภาครัฐของประเทศไทย ได้มีการผลักดันให้การทำฟาร์มนกแอ่นกินรังถูกต้องตามกฎหมาย

อย่างไรก็ดี การส่งออกรังนกยังพบปัญหาของการตรวจพบสิ่งปนเปื้อนวัตถุกันเสีย แบคทีเรีย จุลินทรีย์ อะฟลาท็อกซิน บี 1 ยีสต์และรา สารหนู ตะกั่ว ทองแดง สังกะสี เหล็ก ดีบุก ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สารไนเตรทและสารไนไตรท์ จึงเป็นอีกโจทย์ที่สำคัญของคุณภาพผลผลิต ทั้งผลผลิตจากรังนกถ้ำ (ระบบสัมปทาน) และรังนกบ้าน ดังนั้น การนำแนวทางของเกษตรแม่นยำสูง (Precision Agriculture) [1] ด้วยเทคโนโลยีข้อมูลมหาภาค (Big Data) วิทยาการข้อมูล (Data Science) อินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things) [2] เซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Network) เทคโนโลยีลอร่าส่วนบุคคล (Private LoRa) ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) และการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) มาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการฟาร์ม [3] ก็จะทำให้เพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จทั้งในแง่มาตราฐานผลผลิต (GMP) และคุณภาพผลผลิตระดับสูงต่อไป

II. เทคโนโลยีลอร่าส่วนบุคคล (Private LoRa)

เทคโนโลยี LoRa (Long Range) ที่ต้องการให้มีการสื่อสารข้อมูลแบบไร้สายระยะไกลและคำนึงถึงการใช้พลังงานต่ำ LPWAN (Low Power Wide Area Network) โดยมีการกล้ำ/ผสมสัญญาณ (Modulation) แบบ CSS (Chirp Spread Spectrum) ที่มีการกระจายรหัสข้อมูลในแต่ละช่องความถี่ด้วยการปรับค่ากำลังส่ง (Power) ค่าแบนด์วิดท์ (Bandwidth) และค่า SF (Spreading Factor) ที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการรับส่งเฟรมข้อมูล ได้แก่ อัตราข้อมูล ความไวต่อการรับสัญญาณ ความทนทานต่อสัญญาณรบกวนสูง และใช้พลังงานต่ำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีลอร่า (LoRa) เปิดให้บริการในประเทศไทยผ่านบริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (CAT) ซึ่งเป็นบริษัทเดียวที่เป็นผู้

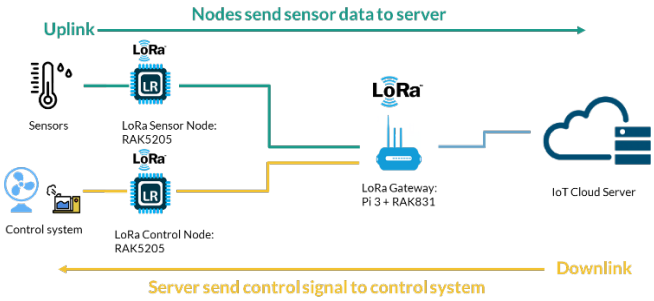
ให้บริการลอร่า (LoRa) สำหรับงานสื่อสารข้อมูลระยะไกลของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง (IoT) ในระยะทางไกล 11 กิโลเมตร ที่มีอัตราข้อมูล 10 kbps พร้อมทั้งการประหยัดพลังงาน รองรับปริมาณลูกข่ายได้มาก และค่าใช้จ่ายที่ต่ำ โดยโดยใช้คลื่นความถี่ 920 - 925 MHz หรือย่านความถี่แบบ ISM/Unlicensed Band สามารถใช้งานได้ โดยที่ไม่ต้องขออนุญาต กสทช (ถ้ากำลังส่งไม่เกิน 500 mWatt) นอกจากนี้ ยังสามารถเชื่อมต่อ Gateway เข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet) เพื่อใช้งานร่วมกับเป็นเครือข่ายลอร่าแวน (LoRaWAN) และเครือข่ายแบบกลุ่มเมฆ (IoT Cloud) ได้

ดังนั้น จากจุดเด่นหลายประการของเทคโนโลยีลอร่า (LoRa) ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาคุณสมบัติ วิเคราะห์ ออกแบบระบบ และรายละเอียดใช้งานของอุปกรณ์เทคโนโลยีลอร่าส่วนบุคคล (Private LoRa) ดังนี้

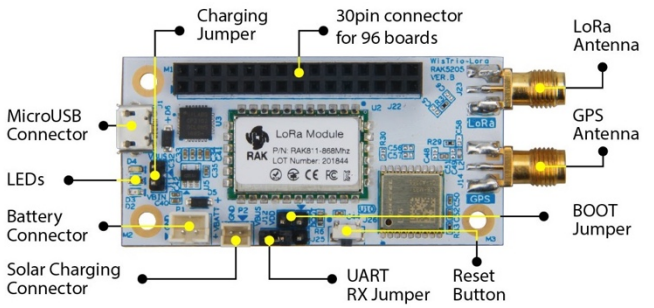
(1) ออกแบบการเชื่อมต่อเครือข่ายลอร่าส่วนบุคคล สำหรับฟาร์มนกแอ่นกินรังแม่นยำสูง ตามรูปที่ I (ก)

(2) อุปกรณ์ LoRa Module RAK5205 ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ปลายทางที่เชื่อมต่อเซ็นเซอร์ชนิดต่างๆ เพื่อส่งข้อมูลไปยัง LoRa Gateway และประมวลผลที่เครื่องแม่ข่ายหรือเครือข่ายแบบกลุ่มเมฆ ตามรูปที่ I (ข)

(3) อุปกรณ์ RAK 831 LoRa Module ทำหน้าที่เป็น LoRa Gateway เพื่อรับข้อมูลจากอุปกรณ์ปลายทางและส่งข้อมูลไปประมวลที่เครื่องแม่ข่ายหรือเครือข่ายแบบกลุ่มเมฆ เพื่อวิเคราะห์และตัดสินใจในการส่งสัญญาณไปควบคุมให้อุปกรณ์ทำความชื้นและพัดลมระบายอากาศ ตามรูปที่ I (ค)



(ก) รูปแบบการเชื่อมต่อเครือข่ายลอร่าส่วนบุคคล



(ข) อุปกรณ์ LoRa Module RAK5205



(ค) อุปกรณ์ RAK 831 LoRa Module

รูปที่ I. รายละเอียดเทคโนโลยีลอร่า (LoRa)

อย่างไรก็ดี ในส่วนของ LoRa Gateway ยังมีหน้าที่เป็นเครื่องแม่ข่ายส่วนบุคคล (Private Server) ซึ่งผู้จัยได้เลือกใช้อุปกรณ์ Raspberry Pi 3 Model B มาเป็น Backhaul ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตไปยังเครือข่ายแบบกลุ่มเมฆ (ด้วยเทคโนโลยี WiFi / Ethernet / 3G/4G) พร้อมทำงานร่วมกับอุปกรณ์ RAK 831 LoRa Module ตามการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ ดังตารางที่ I และรูปที่ II.

ตารางที่ I. แสดงตำแหน่ง Pin เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์

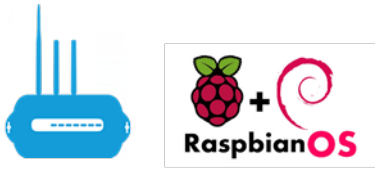
RAK 831 Pin	Description on silk screen	R-Pi Physical Pin
1	+5V	2
3	GND	6
19	RST (Resent Pin)	22
18	SCK (SPI Clock)	23
17	MISO	21
16	MOSI	19
15	CSN (Chip Select)	24



รูปที่ II. แสดงการเชื่อมต่อตามตารางที่ I

โดย LoRa Gateway เป็นระบบปฏิบัติการ Raspbian OS ดังรูปที่ III. ที่ต้องทำหน้าที่เป็น LoRa Gateway Bridge, LoRa Network Server, LoRa Application Server, LoRa Geo Server, LoRa Gateway OS ใน

การบริหารจัดการรับส่งข้อมูลจากเซ็นเซอร์ เพื่อนำไปวิเคราะห์และใช้งานต่อไป



รูปที่ III. ระบบปฏิบัติการ Raspbian OS

I. วิเคราะห์และออกแบบระบบ

II.

III.I เงื่อนไขสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

ผู้วิจัยได้ทำวิจัยเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ จากการวิเคราะห์เอกสาร แบบสัมภาษณ์ การสังเกตเพื่อการรวบรวมข้อมูลที่เป็นภาพรวม และประมวลผลข้อมูลแบบสถิติ จากเกษตรกรและสภาพแวดล้อมจริงภายในบ้านนกแอ่นกินรัง จำนวน 50 หลัง ตามแต่ละจังหวัด ได้แก่ นราธิวาส ปัตตานี สตูล สงขลา กระบี่ พังงา ระนอง สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ชุมพร ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี สมุทรสาคร สมุทรสงคราม สมุทรปราการ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด โดยได้ข้อสรุปของอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ที่ 27-29 องศาเซลเซียส และความชื้นที่เหมาะสมอยู่ที่ 80-95 เปอร์เซ็น ดังนั้น ระบบจะนำค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นมาทำการคำนวณหาค่าความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) ความชื้นสัมบูรณ์ (Absolute Humidity) และจุดไอน้ำกลั่นตัว (Dew Point) ตามสมการที่ (1) (2) และ (3)

$$T = \frac{b\left[\frac{aT_d}{b+T_d} - \ln\left(\frac{RH}{100}\right)\right]}{a + \ln\left(\frac{RH}{100}\right) - \frac{aT_d}{b+T_d}} \quad (1)$$

$$T_d = \frac{b\left[\ln\left(\frac{RH}{100}\right) + \frac{aT}{b+T}\right]}{a - \ln\left(\frac{RH}{100}\right) - \frac{aT}{b+T}} \quad (2)$$

$$RH = 100\frac{\exp\left(\frac{aT_d}{b+T_d}\right)}{\exp\left(\frac{aT}{b+T}\right)} \quad (3)$$

$$AH = \frac{6.112 \times \exp\left(\frac{17.67 \times T}{T+243.5}\right) \times RH \times 2.1674}{243.15+T} \quad (4)$$

จากตัวแปร:

$a = 17.625$

$b = 243.04$

T คือ อุณหภูมิองศาเซลเซียส ($^{\circ}C$)

T_d คือ จุดไอน้ำกลั่นตัว ($^{\circ}C$)

RH คือ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ ($\%$)

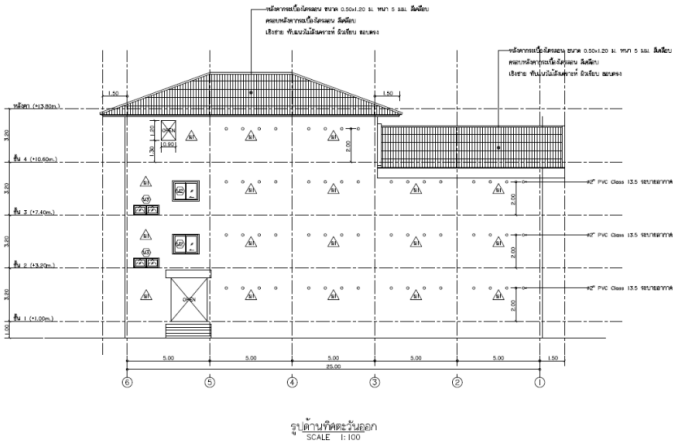
AH คือ ค่าความชื้นสัมบูรณ์ (g/m^3)

ตัวอย่างเช่น ที่อุณหภูมิ (T) 28 องศาเซลเซียส และจุดไอน้ำกลั่นตัว (T_d) 25.9 องศาเซลเซียส ดังนั้น สามารถคำนวณค่าความชื้นสัมพัทธ์ได้ที่ 88.4 เปอร์เซ็น และค่าความชื้นสัมบูรณ์ได้ที่ 24.06 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ผู้วิจัยจะได้นำไปใช้ควบคุมสภาพแวดล้อมภายในฟาร์มนกแอ่นกินรังต่อไป เป็นต้น

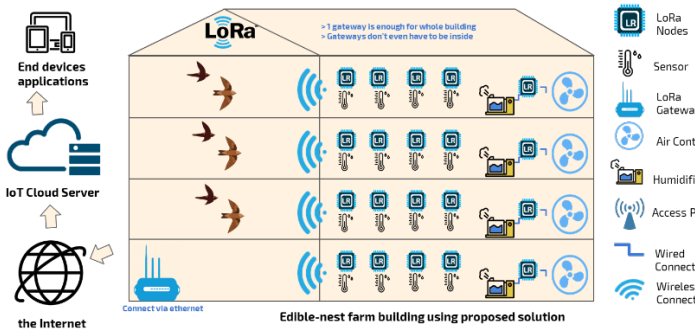
III.II ออกแบบระบบและติดตั้งอุปกรณ์

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบระบบระบบควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มนกแอ่นกินรังแม่นยำสูง ตามรูปแบบอาคารศูนย์การเรียนรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำฟาร์มนกแอ่นกินรัง สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์ หาดวนกร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งเป็นอาคาร 4 ชั้น พื้นที่ขนาด 480 ตารางเมตร ตามรูปที่ IV โดยที่จัดสร้างอาคารจะใกล้กับเขตอุทยานแห่งชาติหาดวนกรที่มีผืนป่าสมบูรณ์ รวมถึงยังติดกับทะเลทางทิศตะวันออก และใกล้กับเกาะจาน เกาะท้ายทรีย์ ซึ่งเป็นเกาะพื้นที่เขตสัมปทานรังนกที่อยู่ในความดูแลรับผิดชอบของอุทยานแห่งชาติหาดนวกร อำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

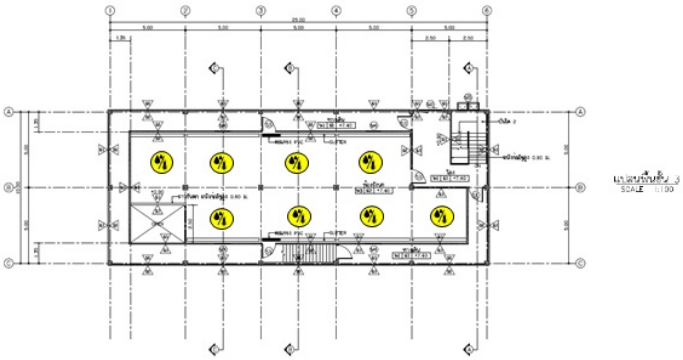
จากรูปที่ V ผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ ที่ทำหน้าที่ควบคุมสภาพแวดล้อมภายในอาคาร รวมถึงการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายลอร่าส่วนบุคคลไปประมวลผลยังเครื่องแม่ข่ายและเครือข่ายแบบกลุ่มเมฆ [4] เพื่อสามารถควบคุมหรือแสดงผลผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน และจากรูปที่ VI ได้แสดงการวางตำแหน่งเซ็นเซอร์ภายในอาคารฟาร์มเฉพาะพื้นที่ควบคุม ในแต่ละเขตพื้นที่ของเซ็นเซอร์แต่ละตัว เพื่อระบบสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะพื้นที่ควบคุมนั้นๆ ทำให้ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมฟาร์มนกแอ่นกินรังนั้นมีความแม่นยำสูง [5]



รูปที่ IV. แบบอาคารศูนย์การเรียนรู้และการถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำฟาร์มนกแอ่นกินรัง



รูปที่ V. การวางอุปกรณ์เพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมภายในอาคารฟาร์ม

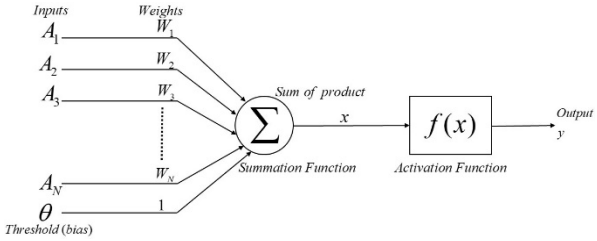


รูปที่ VI. ตำแหน่งเซ็นเซอร์เฉพาะพื้นที่เพื่อความแม่นยำสูง (อาคารชั้น 3)

III.III เงื่อนไขในการตัดสินใจด้วยปัญญาประดิษฐ์

ผู้วิจัยได้ออกแบบเงื่อนไขการตัดสินใจของระบบควบคุมสภาพแวดล้อมนี้ด้วยเซลล์ประสาทเทียม (Artificial Neurons) ที่เป็นส่วนประกอบเบื้องต้นของเครือข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) ซึ่งเป็นสาขาหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ที่ทำการคำนวณข้อมูลขาเข้า (Inputs) แต่ละค่า ที่เชื่อมโยงกับค่าน้ำหนัก (Weight) ซึ่งปกติจะมีค่า 0 หรือ 1 ดังนั้น ฟังก์ชันการรวม (Summation Function) ก็มักจะใช้ค่าข้อมูลขาเข้าพิเศษ θ (Threshold or Bias) ที่มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 1 ตามสมการที่ (5) และรูปที่ VI

$$\chi = \sum_{i=1}^{N} A_i W_i + \theta \qquad (5)$$



รูปที่ VI. รูปแบบประสาทเทียม

โดยเงื่อนไขของปัญญาประดิษฐ์นี้ จะทำงานอยู่บนอุปกรณ์ Raspberry Pi เพื่อการเรียนรู้ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมด้วยเซลล์ประสาทอ่อน (Single Soft Neuron) ตามเงื่อนไขต่างๆ ภายในโปรแกรม (Programmed) [6] ที่สามารถเรียนรู้และควบคุมสภาพแวดล้อมภายในอาคารของฟาร์มอย่างแม่นยำ โดยเซลล์ประสาททำหน้าที่ตัดสินใจบนพื้นฐานของสัญญาณซินแนปส์ (Synapse) ที่เป็นข้อมูลขาเข้า 0 หรือ 1 (Input 0 and 1) และค่าน้ำหนักความสำคัญ (Weight) ของสัญญาณนี้ ตัวอย่างเช่น มีเซลล์ประสาทที่มีซินแนปส์มาจากเซ็นเซอร์อุณหภูมิ/ความชื้นของอากาศ (น้ำหนัก (Weight) คือ เกณฑ์การกระตุ้น) ตามระดับสัญญาณที่เซลล์ประสาทรู้ว่าอากาศมีค่าอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 27-29 องศาเซลเซียส/ปริมาณความชื้นอยู่ระหว่าง 80-95 เปอร์เซ็น และสั่งให้เครื่องทำความชื้น/พัดลมดูดอากาศทำงาน ตามค่าพารามิเตอร์/เงื่อนไขต่างๆ ภายในโปรแกรมของเซลล์ประสาท [7] ตามรหัสเทียม (Pseudo Code) ที่แสดงขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม (Algorithm) ดังนี้

The pseudocode of the environmental control system is:

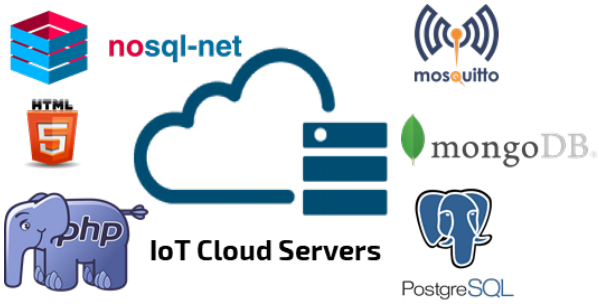
1. **Input** Temperature, Humidity *(Ax, Wx)*
2. **IF** Temperature 27-29 °C or Humidity 80-95 % THEN
3. Start Humidifier/Ventilation Fan
4. **IF** Temperature = {27 ≥ Temp. ≤ 29} **THEN**
5. Start Ventilation Fan
6. **IF** Humidity = {80 ≥ Humi. ≤ 95} **THEN**
7. Start Humidifier
8. **END IF**
9. **WRITE** Temperature, Humidity, Relative Humidity, Absolute Humidity, Dew Point
10. **Activation Function** *f(x)*
11. **Output** *y*

III.IV การออกแบบเครื่องแม่ข่ายภายใต้กระบวนการทำงานของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง (IoT Cloud Servers)

ผู้วิจัยได้เลือกเครือข่ายลอร่าส่วนบุคคล (Private LoRa) สำหรับการออกแบบระบบควบคุมฯ ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง (IoT) ดังนั้น ในอีกส่วนที่สำคัญสำหรับการเก็บและประมวลผลข้อมูล คือ เครื่องแม่ข่ายภายใต้กระบวนการทำงานของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง (IoT Cloud Servers) [8] ที่ทำหน้าที่ ดังนี้

(1) LoRa Gateway ทำหน้าที่รับข้อมูลจาก Packet Forwarding ด้วย UDP และรับข้อมูลจาก MQTT Broker ด้วย MQTT
(2) Private Server ทำหน้าที่จัดการข้อมูลที่ได้รับจาก LoRa Gateway ด้วย MQTT
(3) LoRa App Server ทำหน้าที่นำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ตามแต่ละ Application ต่างๆ ด้วย MQTT, gRPC, JSON, REST

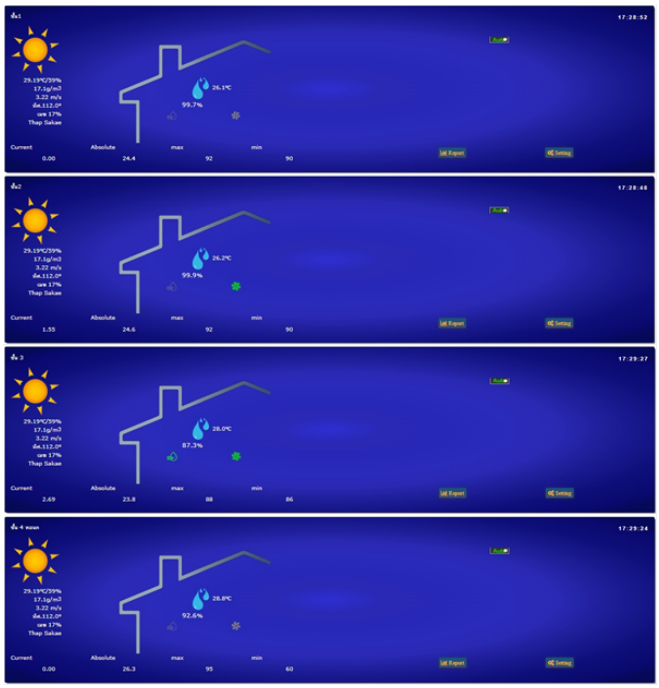
โดยผู้วิจัยได้ทำการติดตั้ง MQTT Broker ที่ชื่อว่า Mosquitto เพื่อทำหน้าที่เป็น LoRa Gateway [9] และออกแบบการบริหารจัดการฐานข้อมูลด้วย MongoDB, PostgreSQL และ NoSQL-net รวมถึงการพัฒนาหน้าเว็บไซต์ด้วย HTML และ PHP ดังรูปที่ VII.



รูปที่ VII. รูปแบบออกแบบเครื่องแม่ข่ายภายใต้กระบวนการทำงานของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง (IoT Cloud Servers)

IV. ผลการทดลอง

ผลการทดลองระบบควบคุมสภาพแวดล้อมฟาร์มนกแอ่นกินรังแบบแม่นยำสูงด้วยลอร่าส่วนบุคคล โดยข้อมูลจากเซ็นเซอร์ส่งผ่านข้อมูลด้วยด้วยลอร่าส่วนบุคคล (Private LoRa) มายัง LoRa Gateway แล้วส่งต่อไปประมวลผลบน LoRa Server และสามารถตรวจสอบหรือบริหารจัดการฟาร์มนกแอ่นกินรังผ่าน Application จากบริการของ LoRa App Server [10] ดังรูปที่ VIII.



รูปที่ VIII. เว็บไซต์แสดงข้อมูลของอาคารฟาร์มนกแอ่นกินรังในแต่ละชั้น

ผู้วิจัยขอแสดงตัวอย่างของผลการทดลองเฉพาะระบบของชั้นที่ 1 ภายในอาคารฟาร์มนกแอ่นกินรัง จากรูปที่ IX - XIV ที่แสดงค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่าความชื้นสัมพัทธ์ ค่าความชื้นสัมบูรณ์ และค่าจุดไอน้ำกลั่นตัว รวมถึงกราฟแสดงผลค่าต่างๆ ในภาพรวมของระบบ และสามารถใช้งานผ่านสมาร์ทโฟนทั้งทาง Android App. และ Line App. ดังนี้



รูปที่ IX. หน้าจอแสดงผลชั้นที่ 1 ของอาคารฟาร์มนกแอ่นกินรัง



รูปที่ X. แสดงกราฟความชื้นของชั้นที่ 1 ภายในอาคารฟาร์มนกแอ่นกินรัง (12 ชั่วโมง) โดยระบบสามารถเลือกการแสดงผลได้ตั้งแต่ 1 ชั่วโมง จนถึง 1 ปี



รูปที่ XI. แสดงกราฟอุณหภูมิและมวลน้ำของชั้นที่ 1 ภายในอาคารฟาร์มนกแอ่นกินรัง) 12 ชั่วโมง (โดยระบบสามารถเลือกการแสดงผลได้ตั้งแต่ 1 ชั่วโมง จนถึง 1 ปี



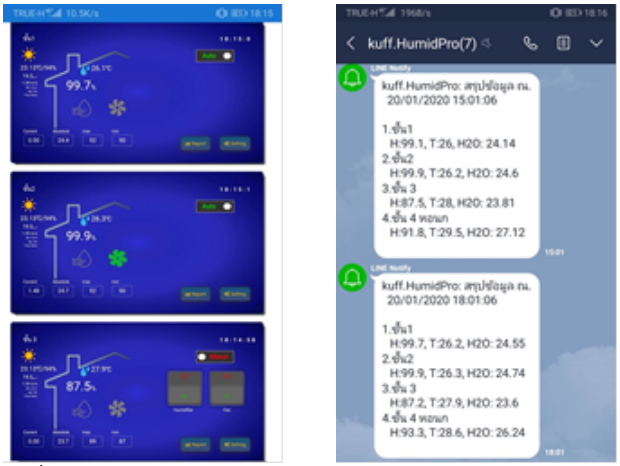
รูปที่ XII. แสดงกราฟการทำงานเครื่องทำหมอกและพัดลมของชั้นที่ 1 ภายในอาคารฟาร์มนกแอ่นกินรัง) 12 ชั่วโมง (โดยระบบสามารถเลือกการแสดงผลได้ตั้งแต่ 1 ชั่วโมง จนถึง 1 ปี

ตารางสรุปการทำงาน วันนี้

	00:00-03:00	03:01-06:00	06:01-09:00	09:01-12:00	12:01-15:00	15:01-18:00	18:01-21:00	21:01-23:59	1 วัน
ทำหมอก	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00
พัดลม	0:37:19	0:34:0	0:42:11	0:34:6	0:32:29	0:24:20	00:00:00	00:00:00	3:24:
อุณหภูมิ	25.96	25.83	25.79	25.84	25.97	26.06	0.00	0.00	25.9
ความชื้น	96.86	94.78	94.74	96.31	97.94	99.25	0.00	0.00	96.4
มวลน้ำ	23.54	22.87	22.81	23.24	23.81	24.26	0.00	0.00	23.3
อุณหภูมิ (ต่ำ/สูง)	25.90/26.00	25.80/25.90	25.70/25.80	25.80/25.90	25.80/26.10	26.00/26.10	0.00/0.00	0.00/0.00	25.70/2
ความชื้น (ต่ำ/สูง)	96.10/97.40	94.00/96.40	93.80/95.60	95.50/97.10	97.00/99.20	98.60/99.70	0.00/0.00	0.00/0.00	93.80/9

รูปที่ XIII. แสดงข้อมูลการทำงานของระบบควบคุมชั้นที่ 1 ภายในอาคารฟาร์มนกแอ่นกินรัง) 24 ชั่วโมง (ตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้

(1) Android App. (2) Line App.



รูปที่ XIV.แสดงการทำงานของระบบ (1) บน Android App. และ (2) แจ้งเตือนผ่าน Line App.

V. สรุปผลการวิจัย

ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มนกแอ่นกินรังในอาคารแบบแม่นยำสูงด้วยลอร่าส่วนบุคคล สามารถควบคุมตัวแปรสภาพแวดล้อมแม่นยำสูง ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น เสียงนก มวลน้ำในอากาศ การไหลเวียนอากาศ ให้เหมาะสมกับการทำรังวางไข่ของนกแอ่นกินรังในทุกฤดูกาล และสามารถผลิตรังนกคุณภาพสูง เป็นที่ต้องการของท้องตลาด

โดยระบบสามารถให้บริการได้อย่างต่อเนื่อง โดยมีความพร้อมใช้ของระบบควบคุมสภาพแวดล้อมในฟาร์มนกแอ่นกินรังตลอดเวลา ระบบสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายสื่อสารด้วยลอร่าส่วนบุคคล (Private LoRa) และการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ด้วยโพรโทคอล MQTT

ผลงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ได้จริงในฟาร์มตัวอย่าง และส่งผลทำให้จำนวนรังนกเพิ่มได้ถึง 10 เท่าภายในระยะเวลา 6 เดือน และมีอัตราการเติบโตอย่างมีนัยสำคัญ รวมถึงยังสามารถพัฒนาในเชิงลึกทางเทคนิคเพื่อให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นด้วยเทคนิคข้อมูลมหาภาค (Big Data) อินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสิ่ง (Internet of Things) ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) วิทยาการข้อมูล (Data Science) ระบบอัตโนมัติ (Automation) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ได้ในหลายประเด็น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยและส่งเสริมการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] M. I. Alipio, A. E. M. D. Cruz, J. D. A. Doria, R. S. Fruto, "A smart hydroponics farming system using exact inference in Bayesian network", Proc. IEEE 6th Glob. Conf. Consum. Electron., pp. 1-5, Oct. 2017.

[2] F. Paul, Big Trouble Down on the IoT Farm, Framingham, MA, USA:Netw. World, 2018, [online] Available: https://www.networkworld.com/article/3262631/internet-of-things/big-trouble-down-on-the-iot-farm.html.

[3] M. Aleksandrova, IoT in Agriculture: 5 Technology Use Cases for Smart Farming (and 4 Challenges to Consider), Estern Peak, Herzliya, Israel, Jun. 2018, [online] Available: https://easternpeak.com/blog/iot-in-agriculture-5-technology-use-cases-for-smart-farming-and-4-challenges-to-consider/.

[4] T. Duckett, S. Pearson, S. Blackmore, B. Grieve, M. Smith, "Agricultural Robotics: The Future of Robotic Agriculture" in, London: UK-RAS Network, 2018.

[5] H. C. J. Godfray, J. R. Beddington, I. R. Crute, L. Haddad, D. Lawrence, J. F. Muir, J. Pretty, S. Robinson, S. M. Thomas, C. Toulmin, "Food security: The challenge of feeding 9 billion people", Science, vol. 327, pp. 812-818, Jan. 2010.

[6] J. V. Stafford, Precision Agriculture '19, Wageningen, The Netherlands: Academic, 2019.

[7] A. Kamilaris, F. Gao, F. X. Prenafeta-Boldu, M. I. Ali, "Agri-IoT: A semantic framework for Internet of Things-enabled smart farming applications", Proc. IEEE 3rd World Forum Internet Things (WF-IoT), pp. 442-447, Dec. 2016.

[8] M. Wazid, A. K. Das, V. Odelu, N. Kumar, M. Conti, M. Jo, "Design of secure user authenticated key management protocol for generic IoT networks", IEEE Internet Things J., vol. 5, no. 1, pp. 269-282, Feb. 2018.

[9] The Things Network, "LoRaWAN security", available: www.thethingsnetwork.org/docs/lorawan/security.html, Accessed December 17, 2018.

[10] S. Wang et al., "Performance of LoRa-Based IoT Applications on Campus", IEEE 86th Vehicular Technology Conference, Toronto, ON, Canada, Sep 2017.

A 1.8V RMS-to-DC Converter by Half-Period Bias Locking Inverter-Based Sigma-Delta Modulator

Atit Tamtrakarn
Department of Electrical Engineering
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
atit@tni.ac.th

***Abstract*— This paper presents a RMS-to-DC converter by using sigma-delta modulator approach as a basis concept for root-mean-square calculation. Ordinary digital inverter is used instead of opamp in order to obtain merit of wide input range under low supply voltage. The inverter input is biased by switching bias scheme for half of every sampling clock period to keep floating input node stable. Due to circuit connection in pseudo differential topology, there is no common-mode feedback circuit required at output node of the inverter. The proposed system can achieve maximum SNDR of 30.4dB with first-order sigma-delta modulator which results in approximately 3% error at input peak voltage of ±0.2V. The simulation result confirms that the proposed system maintains SNDR over 27.2dB at input peak voltage as high as ±0.72V under 1.8V of supply voltage and power efficiency is proven to be 2.67 times better than opamp-based approach.**

Keywords*— *RMS Measurement; Sigma-Delta Modulator; Inverter-based Oapmp; RMS-to-DC; Pseudo Differential; Bias Locking

I. Introduction

In measuring instrument, root-mean-square (RMS) calculation is necessary in most applications. Some instruments do not calculate true value of RMS but using constant ratio of crest factor and envelop detection to calculate RMS value. This technique, however, is valid for sinusoid signal only. True RMS measurement is required for non-sinusoid signal and there are many techniques for implementation.

For true RMS calculation, the most common way is squaring the incoming signal and do averaging by a low-pass filter. Then, square-rooting process is done at the end to obtain output signal which is a true RMS value for its input signal. In the past, square-law characteristic of MOSFET device is very handy for making True RMS measurement circuit since it is very easy to obtain both squaring and square-rooting calculation by using voltage-to-current conversion for the input signal and passing the signal to perform current-to-voltage conversion at the end. Translinear-based square rooting block is commonly used in many applications [1]-[2]. Floating-gate MOSFET approach also seems to be an effective way to do this calculation [3]. These two approaches, however, require strong inversion of MOSFET device with long channel length which is rather suitable for old transistor technology. In term of system integration with other systems on a single chip, nanometer technology is commonly used nowadays and the square-law characteristic of MOSFET is no longer valid in these recent technologies. Alpha-power law is more realistic and practical in these applications which is limitation for using the above two approaches.

Delta-sigma based system is an alternative way to measure true RMS value and convert it to DC voltage [4]. The using of opamp in delta-sigma modulator consumes high power consumption which results in low power efficiency. Also, low-voltage operation is mostly required for advance CMOS technologies. Using of opamp is very limited for these kinds of system. A digital inverter can be used as opamp replacement in many applications when its supply voltage is lower than 1V, including sigma-delta modulator [5]. Low-voltage sigma-delta modulator, however, has a large drawback on internal-node saturation which results in lower acceptable input range of the system.

In this paper, a pseudo differential inverter-based system is presented in order to enhance power efficiency from the mentioned opamp-based sigma-delta modulator and half-period bias locking technique is applied for fast recovery of the inverter input since the digital inverter has no stable feedback loop to keep stable input bias as opamp circuit. With the presented approach, this RMS-to-DC conversion system can be integrated with other system in nanometer CMOS technologies and power efficiency is improved from the opamp-based system.

In next section, the calculation system is described and the circuit implementation is shown in section III. Section IV shows simulation results and the conclusion of this work is concluded in the last section.

II. Sigma-Delta based RMS-to-DC Converter

Firstly, the most common method to calculate RMS value of the incoming signal is to do calculation directly. Fig.1 shows basic system for RMS calculation.

The incoming signal is multiplied by itself to obtain square value of the input signal. Since average signal is DC voltage of a time-varying signal, averaging function is easily done by averaging filter, basically low-pass filter, as shown in Fig.1. Lastly, square rooting in this system is performed by a divider block by feeding back the output signal to the divider. Thus, the averaging signal from the low-pass filter is divided by

the output signal and the output presents the square-root signal of the averaging signal as shown in eq.1.

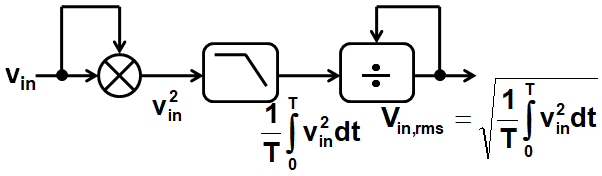


Fig. 1. Block diagram of RMS-to-DC conversion.

$$V_{in,rms} = \sqrt{V_{in,avg}^2} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T v_{in}^2 dt} \qquad (1)$$

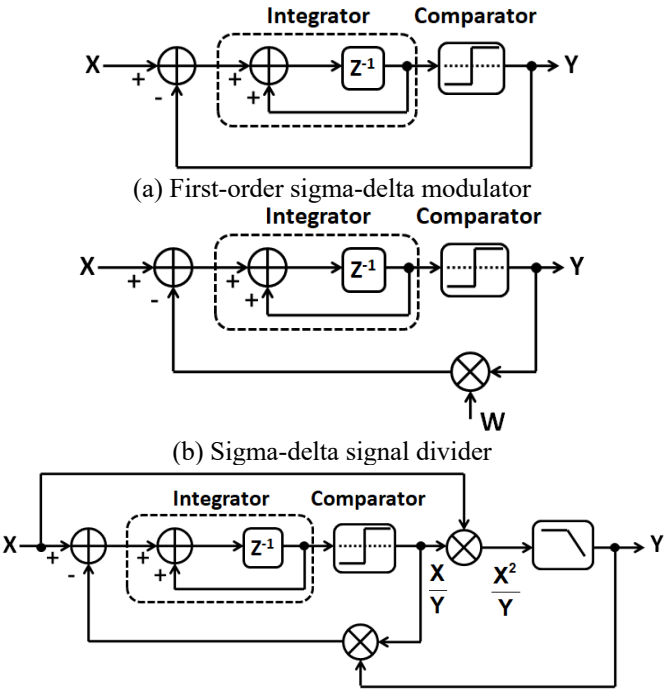
With the above system, a true RMS value can be calculated correctly regardless of shaping of the incoming signal.

Since this system requires a signal divider which its implementation tends to be complex and power consuming, a sigma-delta modulator comes to play an important role here due to its 1-bit output characteristic. Sigma-delta modulator is commonly used as Analog-to-Digital conversion and it gives output in a time-series of 1-bit digital signal. Thus, the output of the modulator has only value of +1 or -1, represent bit '1" and bit '0' in digital domain respectively. If a sigma-delta modulator is applied as a signal divider, division of the input signal of the divider circuit can be easily performed by doing just phase conversion of the input signal. With this approach, only passive device is necessary for this type of divider and there is no power consuming of any active device.

The above sigma-delta divider, however, has a large drawback on quantization noise due to its 1-bit output characteristic. Since there is only +1 or -1 at the output of the modulator, it results in large quantization noise but this noise is luckily shaped into high-frequency range due to noise-shaping characteristic of delta-sigma modulator and the desired signal still remain at DC range. This high-frequency noise is eliminated by connecting a low-pass filter at output of the divider. At this point, the output of the system presents the true RMS value of the incoming signal as DC voltage.

Fig.2 shows block diagram of the whole system to implement the conceptual block in Fig.1 by using a simple first-order sigma-delta modulator as a signal divider. A simple first-order sigma-delta modulator is shown in Fig.2(a) and then the system can be modified to be a divider by adding multiplication in feedback path as shown in Fig.2(b). Hence, the whole system in Fig.1 can be constructed in to Fig.2(c).

From Fig.2(a), the output signal (Y) is quantized signal of the integrator output so that the comparator adds quantization error (N) to the output signal but the noise transfer function is different from the transfer function of input signal (X). The output signal (Y) can be expressed by eq.2.



(a) First-order sigma-delta modulator

(b) Sigma-delta signal divider

(c) Sigma-delta modulator based RMS-to-DC converter

Fig. 2. System block diagram of the sigma-delta based system of Fig.1.

$$Y = z^{-1}X + N(1 - z^{-1}) \qquad (2)$$

The eq.2 shows that the input signal (X) can pass through the output with one clock delay but the quantization error is shaped to high frequency due to mechanism of the sigma-delta modulator. The modification in Fig.2(b) makes change the eq.2 and obtain division result between the input signal (X) and the second input signal (W) as eq.3 for any incoming signal by omitting calculation of quantization error for simplicity.

$$Y = \frac{X}{W} + \frac{Y}{W}\left(\frac{1 - z^{-1}}{z^{-1}}\right) \qquad (3)$$

The latter term of eq.3 is obviously shaped by sigma-delta modulator to high frequency which can be filtered out later, same as quantization error. If the second incoming signal is replaced by the output signal itself, square value of the output signal Y is the same value as the incoming signal (X) which means square-rooting value for the incoming signal (X) comes out at the output signal (Y). A true RMS of the incoming signal (X) is obtained by adding a multiplier at the output of the sigma-delta divider and then follow with an averaging low-pass filter. Then, the output signal is expressed as eq.4.

$$Y = \frac{1}{T}\int_0^T \frac{x}{Y} \cdot x \cdot dt = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T x^2 dt} \qquad (4)$$

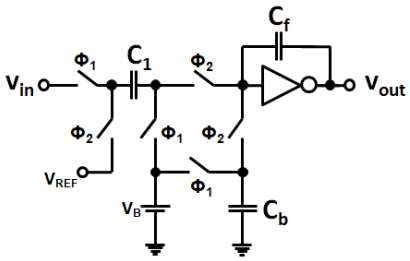


Fig. 3. Inverter-based switched capacitor integrator and its operation scheme

III. Circuit Implementation

According to the Fig.2(c) in previous section, the integrator block is mostly implemented by switch capacitor (SC) opamp topology. In order to reduce power consumption due to opamp usage, an inverter-based integrator is applied as shown in Fig.3. During sampling phase, the input signal is stored in capacitor C_1 and V_B is offset level which is also charged into C_b. After the circuit turned into integrating phase, the stored charges in C_1 is forced to be driven into C_f and the C_f accumulates all these charges together with previously stored charges. As a result, the output voltage appears to be integrated value of the incoming signal. In this phase, capacitor C_b is connected to the inverter input in order to suppress voltage fluctuation of the inverter and acts as a reference voltage for this integrating phase. This capacitor C_b, however, should not be too large to influence integrating gain of the integrator. In this work, the integrating capacitor is 100pF while C_b is 10pF. This charge transfer phenomenon can be expressed in eq.(5) for any of n-th clock signal. The integrator gain can be adjusted by ratio of C_f and C_1 and V_{REF} acts as feedback voltage from output of the sigma-delta modulator as well.

$$v_{out,n} = \frac{C_1}{C_f} \cdot \left(v_{in} - V_{REF}\right) + v_{out,n-1} \tag{5}$$

As described above, the presented inverter-based integrator works well as an integrator while consuming much lower power consumption than ordinary opamp. DC bias voltage for the inverter is obviously locked by C_b for half of clock period to ensure that all devices in the inverter operate in saturation region. In order to further enhance input voltage range of the system, the same set of circuit is used to connect in pseudo differential topology. Thus, wider input range is acceptable but there is no common-mode feedback required as fully differential circuit topology.

Fig.4 shows circuit implementation of the whole system. All switches in the Fig.4 are MOSFET switches. During sampling phase, the sampling clock signal (ϕ_1) is on and then the integrating clock signal (ϕ_2) is on after turning off the sampling clock signal. Digital outputs of the sigma-delta modulator are d_P and d_N in the Fig.4 which is also applied to both of the passive multiplier in the system. DC output of the whole system is obtained after the RC filter in the Fig.4.

Therefore, the power efficiency is much better than opamp approach system since there is no continuous active element in the proposed system.

The inverter is composed of only one NMOS and one PMOS in ordinary connection. The comparator can be latch-regenerative type which is reset during integrating phase.

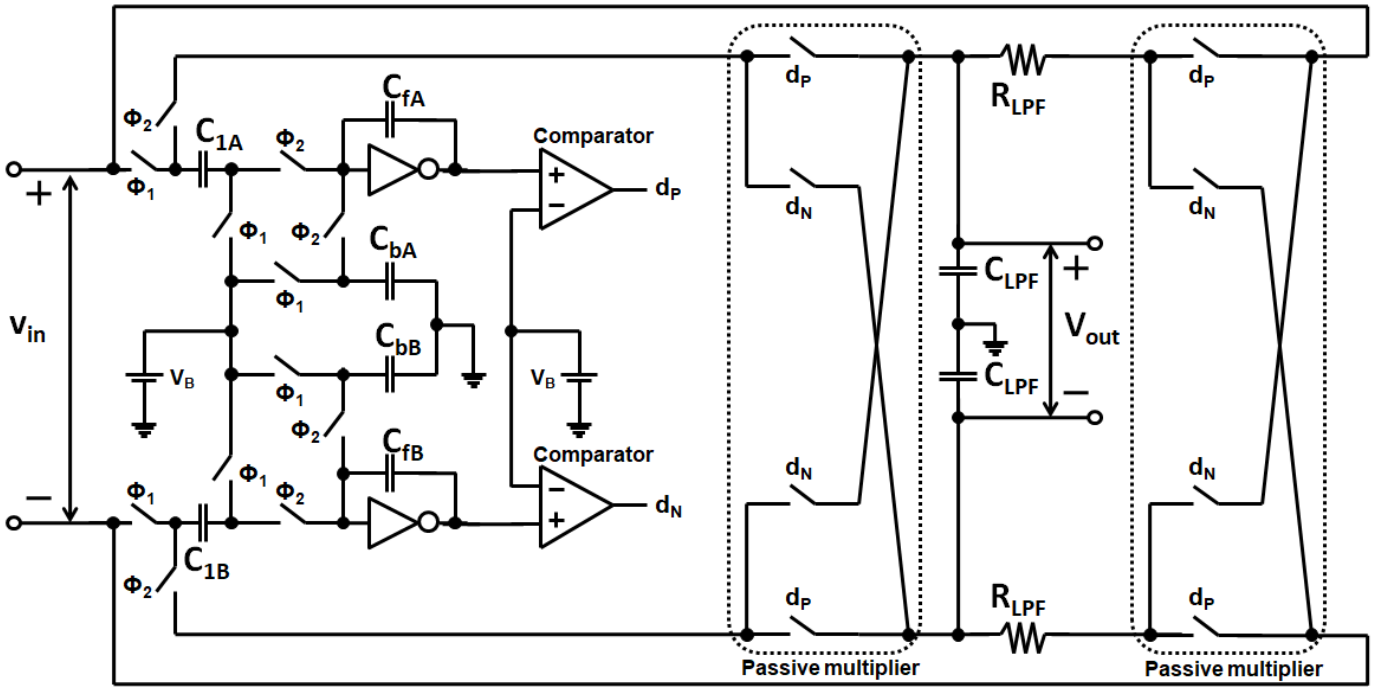


Fig. 4. Circuit implementation of the whole system.

IV. Simulation result

Operation of the system in Fig.4 is validated by LTSpice simulation with TSMC 180nm CMOS technology. Input signal is 10-Hz sinusoid with sampling rate of 10kHz. The supply voltage is 1.8V.

Fig.5 shows the simulated performance of the system. The simulation result confirms that the proposed system can achieve maximum SNDR of 30.4dB with first-order sigma-delta modulator. For oversampling ratio of 50 times, theoretical SNR of first-order sigma-delta modulator is 38.8dB. The result of this system shows approximately 8.4dB lower than the theoretical value since signal distortion of the actual transistor devices is included in the simulation result. Also, the system bandwidth is approximately 50Hz due to limitation of first-order RC low-pass filter which is acting as averaging filter. The performance can be improved further with higher filter order.

The simulation result in Fig.5 also proves that the SNDR of the proposed system can be as high as 27.2dB which is only 3.2dB lower than the maximum SNDR at the input peak voltage of ±0.72V. Measurement error is 3.03% which is tested at 0.2V peak amplitude at the same frequency. Since quantization noise is fixed due to limitation of first-order sigma-delta modulator, SNDR is lower at lower input amplitude and the SNDR is better at higher input amplitude because the quantization noise is not increased along input voltage level.

Table 1 compares this work with some selected previous works. It is obvious that the proposed work has low power consumption of 0.83mW which is much lower than the opamp-based sigma delta divider [4]. Also, this works has wide input range even at lower supply voltage than the previous work. The accuracy of this work is, however, lower than the previous work because of lower order of the sigma-delta modulator. In aspect of power efficiency, normalized effective number of bit (NENOB) per power consumption is taken as comparison item. Since the maximum SNDR of the proposed system is 30.4dB which is converted into 4.75 bits, the power efficiency of the proposed work is 5.73 bit/mW. For the previous work [4], ENOB is 8.68 which is approximately 4 bits higher than this work. According to theoretical calculation, the power consumption will be normalized to 10mW since it takes 4 times of power consumption to obtain 4 more ENOB. Thus, power efficiency of the previous work is calculated as 2.14 NENOB/mW. In this table, it is obvious that the proposed work has approximately 2.67 times better power efficiency than the previous work with the opamp-based approach at fair comparison condition.

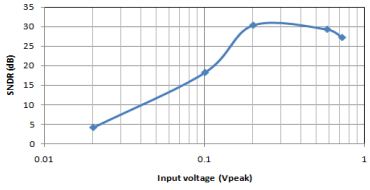


Fig. 5. Simulated SNDR versus input peak voltage.

TABLE I. COMPARISON WITH SELECTED PREVIOUS WORK

Item	**This work**	**[4]**
Supply voltage	1.8V	±3V (6V)
Input range	±0.72V	±0.56V
%Error	3.03%	0.20%
Peak SNDR	30.4dB	54dB
ENOB (bits)	4.75	8.68
Method	First-order inverter-based ΣΔ modulator	Second-order opamp-based ΣΔ modulator
Power consumption	0.83mW	40mW
Power efficiency (NENOB/mW)	5.73	2.67

V. Conclusions and Future work

The proposed system can measure incoming signal and convert to true RMS DC voltage under supply voltage of 1.8V. Thus, it is suitable for embedding in the measuring system on chip for advance CMOS technology which square-law characteristic is not further valid. The simulation result shows that a true RMS value is converted to DC voltage with 26 times better power efficiency compare with the previous opamp-based approach. An higher order sigma-delta divider can be applied instead of the first-order modulator in this work for further performance enhancement to improve accuracy with slightly increment in power consumption.

References

[1] T. Rungkhum, A. Julsereewong, V. Riewruja, and P. Julsereewong, "A CMOS-based Square Rooting Circuit," Proceeding of International Conference on Control, Automation and Systems 2007, pp.161-164, Seoul, Korea, October 2016.

[2] J. Mulder, A. C. V. D. Woerd, W. A. Serijin, and A. H. M. V. Roermund, "An RMS-DC converter based on the dynamic translinear principle," IEEE Journal of Solid-State Circuits, vol.32, no.7, pp.1146-1150, July 1997.

[3] K. Gupta, M. Bhardwaj, B.P. Singh, and R. Choudhary, "Design of Low Power Low Cost True RMS-To-DC Converter," Proceeding of 2012 Second International Conference on Advance Computing & Communication Technologies, pp. 364-367, Haryana, India, January 2012.

[4] W.-S. Wey, and Y.-C. Huang, "A CMOS Delta-Sigma True RMS Converter," IEEE Jouurnal of Solid-State Circuits, vol.35, no.2, pp.248-257, February 2000.

K. Yoshioka, Y. Toyama, T. Jyo, and H. Ishikuro, "A Voltage Scaling 0.25-1.8V Delta-Sigma Modulator with Inverter-Opamp Self-configuring Amplifier," Proceeding of 2013 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS), pp.809-812, Beijing, China, May 2013

การพัฒนาเครื่องเคลื่อนย้ายชิ้นงานแบบอัตโนมัติด้วยหุ่นยนต์แขนกลแบบ 6 แกน

Development of Autonomous Work Transfer for Insulator Insert Machine Using 6-Axis Vertical Articulated Robot

ณิชารีย์ สุธนอดิศรวงศ์
Nicharee Suthonadisonwong
สาขาวิศวกรรมยานยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Automotive Engineering Program /
Faculty of Engineering /
Thai-Nichi Institute of Technology
กรุงเทพมหานคร / ไทย
Bangkok / Thailand
su.nicharee_st@tni.ac.th

พิมพ์เพชร สระทองอุ่น
Pimpet Sratong-on
สาขาวิศวกรรมยานยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Automotive Engineering Program /
Faculty of Engineering /
Thai-Nichi Institute of Technology
กรุงเทพมหานคร / ไทย
Bangkok / Thailand
pimpet@tni.ac.th

พิชชา โชติวิเชียร
Pitcha Chotevichien
บริษัท เด็นโซ่ ประเทศไทย จำกัด
Denso (THAILAND) Co.,Ltd
สมุทรปราการ / ไทย
Samutprakarn / Thailand
pitcha.c@denso.co.th

บทคัดย่อ **—— การใช้หุ่นยนต์และระบบอินเตอร์เน็ตเพื่อควบคุมเครื่องจักรและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางการผลิตกำลังมีบทบาทอย่างมากในภาคอุตสาหกรรมเพื่อตอบรับยุคอุตสาหกรรม 4.0 ทั้งนี้เทคโนโลยีการผลิตแบบอัตโนมัติดังกล่าวไม่เพียงแค่ช่วยลดต้นทุนการผลิตเท่านั้น แต่ยังสามารถเพิ่มคุณภาพและประสิทธิภาพในการผลิตชิ้นงานของเครื่องจักรอีกด้วย ดังนั้นในปัจจุบันสถานประกอบการในประเทศไทยจึงหันมาให้ความสนใจในเทคโนโลยี Internet of Things (IoTs) สำหรับการนำมาประยุกต์ใช้และพัฒนาโรงงานของตนให้เข้าสู่ระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการพัฒนาสายการผลิตของ Stator Core 04 จากระบบการผลิตแบบกึ่งอัตโนมัติเป็นระบบอัตโนมัติแบบเต็มรูปแบบด้วยเครื่องเคลื่อนย้ายชิ้นงานแบบอัตโนมัติ ซอฟแวร์ WINCAPS III และ CX-Programmer ได้ถูกนำมาใช้เพื่อพัฒนา, ควบคุมและเชื่อมต่อหุ่นยนต์แขนกลแนวตั้งที่สามารถเคลื่อนที่ได้ 6 แกนเข้ากับเครื่องจักรในสายผลิต จากนั้นเครื่องเคลื่อนย้ายชิ้นงานและหุ่นยนต์ได้ถูกติดตั้งที่สายการผลิตแทนแรงงานคน ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพในการผลิตของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นและสามารถลดกำลังงานคนได้ 2 คน/วัน**

คำสำคัญ **—— ระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ, หุ่นยนต์แขนกลแนวตั้ง, ประสิทธิภาพการผลิต, อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoTs), PLC คอนโทรลเลอร์**

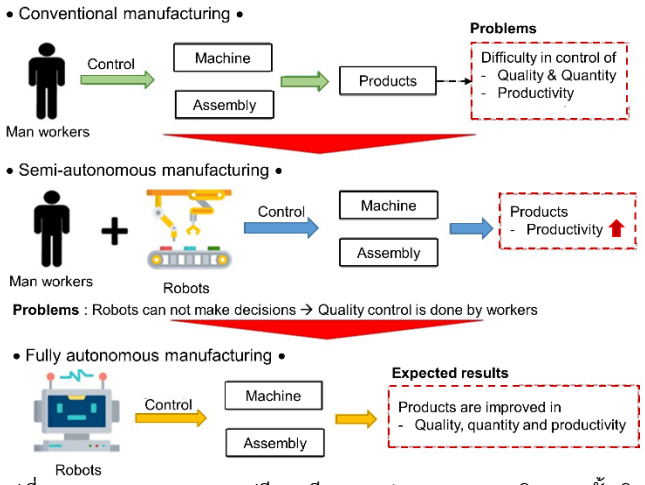
ABSTRACT **— The competitiveness in manufacturing industry becomes higher due to industry 4.0 which merges robotics and internet to be connected with machine tools. Such autonomous technologies are going to have vital role in cost reduction, the enhancement of quality and productivity. Therefore, manufacturers are focusing on the development of IoTs to be autonomous factories in step-by-step. This project proposes the improvement method of production line of Stator core from semi - automation line to full automation line with implementation of robots instead of man workers. We added Auto work transfer, which is vertical articulated 6-axis robots in Stator core production line. The software of the Auto work transfer was developed by WINCAPS III program and CX-Programmer to control the operation between the machine and robot. The results of test run of production line revealed that the productivity was improved and manpower can be reduced by 2 persons/day.**

Keywords **—— Automation, Vertical articulated robot, Productivity, Internet of Things (IoTs), PLC controller**

I. บทนำ

ในยุคอุตสาหกรรมแบบดั้งเดิม (Conventional manufacturing) มนุษย์ใช้เครื่องจักรเป็นเครื่องมือผลิตสินค้าและบริการ ดังนั้นแรงงานคนจึงเป็นกำลังสำคัญสำหรับภาคอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าเครื่องจักรจะช่วยทุ่นแรงมนุษย์ในการผลิตสินค้า การควบคุมคุณภาพของสินค้าที่เกิดจากการผลิตด้วยแรงงานคนนั้นยังทำได้ยาก เนื่องจากความสามารถและความเชี่ยวชาญในการใช้เครื่องจักรของแต่ละคนไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวผู้ผลิตจึงได้หันมาใช้หุ่นยนต์อุตสาหกรรม เพื่อทดแทนแรงงานคนในบางกระบวนการผลิต เช่น การประกอบ, การพ่นสี เป็นต้น การใช้แรงงานคนร่วมกับหุ่นยนต์นั้นเรียกว่า การผลิตแบบกึ่งอัตโนมัติ (Semi-autonomous manufacturing) ดังแสดงในรูปที่ 1. แต่กระนั้นแล้วตัวหุ่นยนต์เองก็ยังไม่สามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเองได้ ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานจึงยังถูกควบคุมด้วยแรงงานคน

ในปัจจุบันเทคโนโลยี Internet of Things (IoTs) ได้มีบทบาทต่อภาคอุตสาหกรรมตลอดจนการบริการต่าง ๆ สืบเนื่องจากเทคโนโลยีดังกล่าว หุ่นยนต์ได้ถูกพัฒนามาเรื่อยๆ จนสามารถสื่อสารกันเองได้ รวมถึงสื่อสารกับเครื่องจักรและมนุษย์ผ่านระบบอินเตอร์เน็ต เทคโนโลยีนี้ทำให้สังคมอุตสาหกรรมก้าวสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0) และทำให้เกิดการผลิตแบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบ (Fully autonomous manufacturing) โดยการใช้หุ่นยนต์ทำงานทดแทนคนทั้งหมดในสายการผลิต ดังแสดงในรูปที่ 1.



รูปที่ 1. แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบระหว่างระบบการผลิตแบบดั้งเดิม (Conventional manufacturing), ระบบการผลิตแบบกึ่งอัตโนมัติ (Semi-autonomous manufacturing) และระบบการผลิตแบบอัตโนมัติอย่างเต็มรูปแบบ (Fully autonomous manufacturing)

เพื่อตอบรับการเปลี่ยนแปลงของสังคมเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 ภาคอุตสาหกรรมของไทยบางส่วนจึงได้ทำการเปลี่ยนสายการผลิตเป็นแบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบ อย่างไรก็ตามด้วยต้นทุนของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมยังคงมีราคาสูง ผู้ผลิตบางรายในประเทศไทยจึงค่อยๆ ทดลองเปลี่ยนสายผลิตบางสถานีเป็นการผลิตอัตโนมัติแบบเต็มรูปแบบ เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักร, ความคุ้มทุน และประสิทธิภาพในการผลิต

งานวิจัยนี้ถูกเขียนขึ้นจากโครงงานสหกิจของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ปฏิบัติงาน ณ บริษัท เด็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด โดยกรณีศึกษาคือสายการผลิต Stator Core ซึ่งเป็นสายประกอบ Core กับ Stator เข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้ Stator สำหรับการผลิตเป็นเครื่องผลิตไฟฟ้ากระแสตรงเก็บไว้ใช้ในแบตเตอรี่รถยนต์ต่อไป

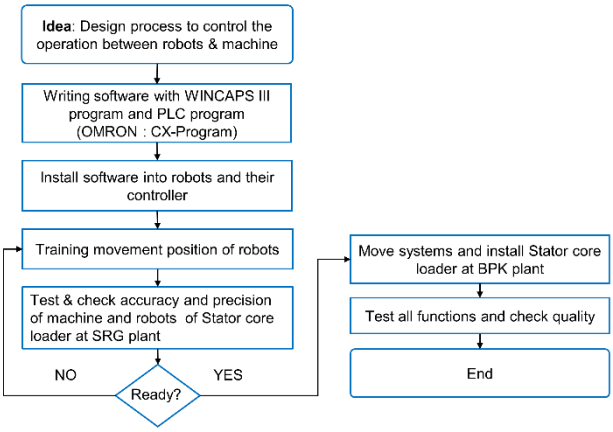
จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้คือพัฒนาสายผลิต Stator Core จากสายผลิตแบบกึ่งอัตโนมัติ ให้กลายเป็นสายผลิตแบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบ โดยการติดตั้งหุ่นยนต์แขนกลที่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ 6 แกน (6-axis vertical articulated robot) เข้าไปในสายการผลิตเพื่อทดแทนการใช้แรงงานคน ผลที่คาดว่าจะได้รับคือ ต้นทุนในการจ้างแรงงานคนลดลง ในขณะเดียวกันประสิทธิภาพในการผลิตชิ้นงาน ทั้งด้านปริมาณและคุณภาพเพิ่มขึ้น รวมถึงเวลาในการผลิต (Cycle time) ที่ใช้ในการผลิตสินค้าลดลง เนื่องจากหุ่นยนต์สามารถตัดสินใจได้เร็วกว่ามนุษย์ แต่กระนั้นแล้วโดยปกติหุ่นยนต์แขนกลที่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ 6 แกน จะไม่สามารถกระทำการตัดสินใจด้วยตนเองได้ ดังนั้นเพื่อที่จะพัฒนาให้หุ่นยนต์สามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเองและสามารถสื่อสารกับเครื่องจักรในสายการผลิตได้ ทางผู้วิจัยจึงทำการออกแบบและพัฒนาซอฟแวร์ของหุ่นยนต์ผ่านโปรแกรม WINCAPS III ร่วมกับ CX-Program ซึ่งเป็นโปรแกรมการเขียน PLC (Programmable Logic Controller)

II. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาระบบการผลิตของสายการผลิต Stator Core จากระบบการผลิตแบบกึ่งอัตโนมัติ มาเป็นการผลิตแบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบ เพื่อลดต้นทุนการผลิตที่เกิดจากการจ้างแรงงานคนและลดเวลาในการผลิตตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิต (Productivity) โดยการใช้โปรแกรม WINCAPS III ร่วมกับ CX-Program เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์และการสื่อสารของหุ่นยนต์กับเครื่องจักรในสายผลิต

III. ระเบียบวิธีวิจัย

III.I แผนการทำงานเพื่อการปรับปรุงซอฟแวร์และคอนโทรลเลอร์ในหุ่นยนต์แขนกลแบบ 6 แกน ในสายการผลิต Stator Core



รูปที่ 2. แนวคิดเพื่อพัฒนาระบบการผลิตของสายผลิต Stator Core จากระบบกึ่งอัตโนมัติมาเป็นระบบอัตโนมัติ

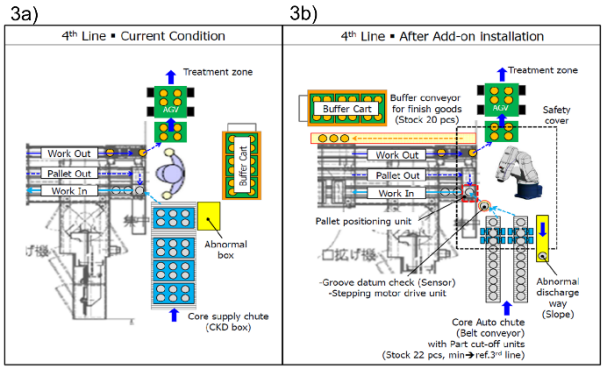
เพื่อที่จะดำเนินการปรับปรุงสายการผลิตตามแผนงาน ดังแสดงในรูปที่ 2. ผู้วิจัยได้ดำเนินการติดตั้งหุ่นยนต์แขนกลแนวตั้งที่สามารถเคลื่อนที่ได้ 6 แกน สำหรับเป็นเครื่องเคลื่อนย้ายชิ้นงานอัตโนมัติในสายการผลิต Stator Core แทนการใช้แรงงานคน

ในการศึกษานี้โปรแกรม WINCAPS III ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาโดยบริษัท เด็นโซ่ [1] ได้ถูกนำมาใช้สำหรับการออกแบบซอฟแวร์เพื่อควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ ผู้วิจัยจะสามารถออกแบบการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์, กำหนดตำแหน่งการเคลื่อนที่และจำลองเวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานของหุ่นยนต์ อีกทั้งโปรแกรมนี้ยังสามารถรับค่าอินพุต (Input) และเอ้าท์พุต (Output) จากโปรแกรม PLC โดยผ่านอินพุต และ เอ้าท์พุต (I/O Port) ของโปรแกรม WINCAPS III

อย่างไรก็ตาม ตัวหุ่นยนต์เองนั้นไม่สามารถคิดและตัดสินใจเองได้ อาทิเช่น หุ่นยนต์ไม่สามารถตัดสินใจได้ว่า ตำแหน่ง, สี หรือขนาดของชิ้นงานได้มาตรฐานหรือไม่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำซอฟแวร์ PLC (CX-Program) ของบริษัท OMRON [2] มาใช้ในการศึกษานี้ เพื่อช่วยกำหนดการตัดสินใจของหุ่นยนต์ในส่วนของการตรวจสอบขนาดของร่องและตำแหน่งการวางชิ้นงาน Core สำหรับเตรียมชิ้นงานเข้าสู่สายการประกอบเป็น Stator ต่อไป

และในลำดับสุดท้ายคือการกำหนดการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ (Teaching robots) สำหรับการบอกจุดพิกัดในระบบพิกัดฉากจากหน้างานและบันทึกจุดพิกัด (x, y, z) ลงในซอฟแวร์ WINCAPS III จากนั้นผู้วิจัยจึง

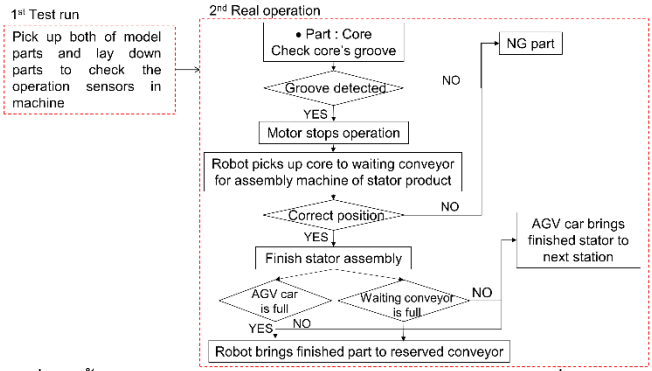
ได้ดำเนินการทดสอบและปรับปรุงแก้ไขการทำงานระหว่างหุ่นยนต์และเครื่องจักรที่โรงงานสำโรง ก่อนที่จะนำไปติดตั้งที่โรงงานบางปะกง



รูปที่ 3. แบบจำลองแผนที่ตั้งของหุ่นยนต์โดยเปรียบเทียบระหว่าง 3a) สายการผลิตปัจจุบัน และ 3b) หลังการติดตั้งหุ่นยนต์ที่ได้รับการปรับปรุงตามแนวคิดของการศึกษานี้

จากรูปที่ 3. ในรูปทางขวามือ 3a) แสดงแบบจำลองตำแหน่งการทำงานของคน และที่ตั้งของสายพานเพื่อประกอบชิ้นงาน Core ให้เข้ากับ Stator ในสายการผลิตปัจจุบัน จะเห็นได้ว่ารูป 3a) แรงงานคนจะทำหน้าที่หยิบจับชิ้นงานและคัดเลือกชิ้นงานที่มีขนาดร่องตามมาตรฐานและวาง Core ให้ตรงกับตำแหน่งสำหรับประกอบเป็น Stator

แต่ในทางกลับกัน เมื่อนำหุ่นยนต์แขนกลแบบ 6 แกนมาติดตั้งแทนแรงงานคนในรูป 3a) โดยการวางหุ่นยนต์ในตำแหน่งดังแสดงในรูป 3b) ของรูปที่ 3. หุ่นยนต์แขนกลที่ได้รับการออกแบบซอฟแวร์ตามแนวคิดในรูปที่ 2. จะสามารถตัดสินใจแทนคนได้ และหุ่นยนต์สามารถหยิบจับชิ้นงานที่ประกอบเสร็จสิ้นแล้วไปที่สายพานเพื่อเคลื่อนย้ายชิ้นงานต่อไปโดยอัตโนมัติ



รูปที่ 4. ขั้นตอนการทำงานของหุ่นยนต์แขนกล 6 แกนกับเครื่องจักรในสายการผลิต Stator Core เพื่อทดแทนแรงงานคน

สำหรับขั้นตอนการทำงานของหุ่นยนต์แขนกล 6 แกนนั้นจะแบ่งเป็นออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ ดังแสดงในรูปที่ 4. โดยส่วนแรกคือ การทดลองวางชิ้นงานต้นแบบเพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานของเซนเซอร์ของเครื่องจักรทั้งสองชนิด คือ เซนเซอร์ตรวจจับร่องในชิ้นงาน Core และเซนเซอร์ตำแหน่งการวางชิ้นงาน Core ส่วนที่สองคือ การเอาชิ้นงานจริง (ชิ้นงาน Core) ไปทดสอบตามกระบวนการของรูปที่ 4.

ในส่วนที่สอง หุ่นยนต์จะจับชิ้นงาน Core เพื่อให้เซนเซอร์ตรวจสอบร่องชิ้นงานว่าร่องมีขนาดตรงตามมาตรฐานหรือไม่ ถ้าไม่ได้มาตรฐานหุ่นยนต์จะหยิบชิ้นงานไปวางที่ NG tray ซึ่งเป็นถาดสำหรับเก็บชิ้นงานเสีย ถ้าชิ้นงานได้มาตรฐาน มอเตอร์จะหยุดโดยอัตโนมัติ ลำดับต่อไปหุ่นยนต์จะหยิบชิ้นงาน Core ไปวางที่ที่วางชิ้นงานเพื่อเตรียมการประกอบเข้ากับ Stator ในตำแหน่งที่ถูกต้อง ถ้าตำแหน่งในการวางไม่ถูกต้องหรือหุ่นยนต์วางชิ้นงานเอียง หุ่นยนต์จะหยิบชิ้นงานไปไว้ที่ NG tray เช่นเดิม แต่ถ้าตำแหน่งในการ วางชิ้นงานถูกต้อง หรือหุ่นยนต์วางชิ้นงานไม่เอียง ชิ้นงาน Core ก็จะถูกลำเลียงต่อไปในสายการประกอบ เมื่อได้ชิ้นงาน Stator core ที่ประกอบเสร็จสิ้นแล้ว หุ่นยนต์จะหยิบชิ้นงานไปวางในรถ AGV สำหรับการเคลื่อนย้ายชิ้นงานไปยังสถานีต่อไป ในกรณีที่รถ AGV มีชิ้นงานเต็มหรือ สายพานสำหรับการรอลำเลียงเต็ม หุ่นยนต์จะหยิบชิ้นงานไปเก็บไว้ที่สายพานสำรอง

III.II การคำนวณอัตราการเดินเครื่อง (Operation Availability (OA)) [3]

อัตราการเดินเครื่องตามเวลาหรือ Operation availability (OA) สามารถคำนวณได้ตามสมการดังต่อไปนี้

$$OA(\%) = \frac{Operating\ time}{Load\ time} \times 100\% \qquad (1)$$

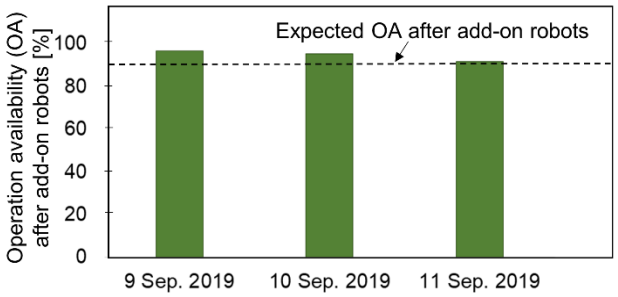
Load time คือ เวลาที่เครื่องใช้ในไปในการปฏิบัติงานทั้งหมดใน 1 วัน หรือ 1 เดือน แล้วหักลบด้วยเวลาที่หยุดตามแผนการผลิต เช่น เวลาที่ใช้ในการตรวจสอบเครื่องจักรประจำปี ฯลฯ

Operating time คือ เวลาที่เครื่องจักรรับภาระงานทั้งหมดแล้วหักลบด้วยเวลาที่เครื่องจักรต้องหยุดทำงานอันเกิดจากกรณีต่างๆ ที่ไม่ได้เป็นตามแผนการผลิต กรณีดังกล่าวเราเรียกว่า Stop time อาทิเช่น เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนใบมีด, เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง, เวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่อง ฯลฯ หรืออาจกล่าวได้ว่า การคำนวณหา Operating time สามารถคำนวณจาก Load time – Stop time

ค่าของ OA สามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดความพร้อมและเสถียรภาพในการทำงานของเครื่องจักร ถ้าค่า OA มีค่าเข้าใกล้ 100% จะสามารถบ่งชี้ได้ว่าเครื่องจักรนั้นมีความพร้อมและมีเสถียรภาพในการทำงานสูง เนื่องจากเวลาที่สูญเสียไปในการผลิตนั้นมีน้อย โดยทั่วไปแล้วตามมาตรฐานจะยอมรับค่า OA ของเครื่องจักรในสายการผลิตอยู่ที่ 90% ขึ้นไป [3-5] อย่างไรก็ตามโรงงานการผลิตสามารถกำหนดค่า OA ของเครื่องจักรที่คาดหวังได้ตามความเหมาะสม

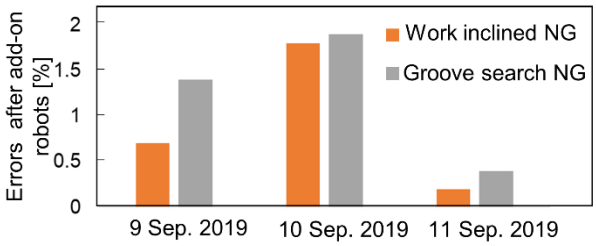
IV. ผลการศึกษา

IV.I ประสิทธิภาพด้านการทำงานและการผลิตของเครื่องจักรหลังจากติดตั้งหุ่นยนต์แขนกลแบบ 6 แกน ในสายการผลิต Stator Core



รูปที่ 5. อัตราการเดินเครื่องตามเวลา (OA) หลังจากติดตั้งหุ่นยนต์แขนกลแบบ 6 แกน ในสายการผลิต Stator Core

หลังจากการติดตั้งหุ่นยนต์แขนกล 6 แกน เข้าไปในสายการผลิต Stator Core เพื่อทดแทนแรงงานคน และทำการทดสอบการให้ผลิตจริงเป็นระยะเวลา 3 วัน ทำให้ผู้วิจัยสามารถคำนวณค่า OA เพื่อประเมินความพร้อมและเสถียรภาพในการทำงานของสายการผลิตดังกล่าว แต่เดิมบริษัทได้ตั้งเป้าหมายของค่า OA หลังจากการติดตั้งหุ่นยนต์ในสายการผลิต Stator Core ไว้ที่ 90% แต่หลังจากการทดสอบการผลิตจริงแล้ว ค่า OA ที่คำนวณได้คือ 96.6%, 95.2% และ 91.6% ดังแสดงในแผนภูมิแท่งในรูปที่ 5. ดังนั้นจึงสามารถคำนวณหาค่าเฉลี่ยของค่า OA ได้เป็น 94.5% ซึ่งมีค่ามากกว่าค่า OA ที่ทางบริษัทตั้งเป้าหมายไว้ในตอนแรก



รูปที่ 6. อัตราของเสียที่เกิดจากหุ่นยนต์วางตำแหน่งไม่ตรงกับตำแหน่งการวางชิ้นงาน (Work inclined NG) และเซนเซอร์ไม่สามารถตรวจจับร่องชิ้นงาน (Groove search NG) หลังจากติดตั้งหุ่นยนต์แขนกล 6 แกน

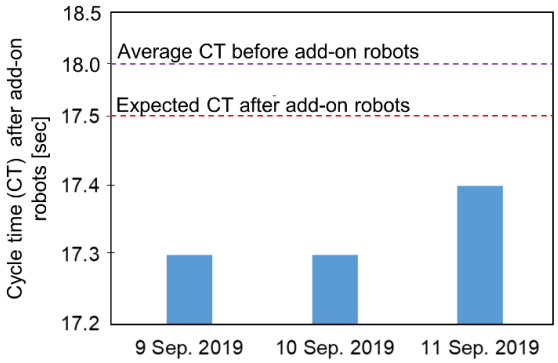
นอกจากการคำนวณค่า OA แล้ว ในการศึกษานี้ยังทำการเก็บข้อมูลของการสูญเสียในกระบวนการ (Quality defect loss) [3] เทียบกับจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ทั้งหมด หลังจากการติดตั้งหุ่นยนต์แขนกล 6 แกนในสายการผลิต Stator Core โดยแบ่งการสูญเสียในกระบวนการในการศึกษานี้ออกเป็น 2 ประเภท คือ 1. อัตราของเสียที่เกิดจากหุ่นยนต์วางชิ้นงาน Core ไม่ตรงกับตำแหน่งการวางชิ้นงานสำหรับการประกอบเป็น Stator ในสายการประกอบถัดไป เราเรียกการสูญเสียดังกล่าวว่า Work inclined NG และประเภทที่ 2 คือ เลเซอร์เซนเซอร์ที่ใช้สำหรับการตรวจหาร่องของชิ้นงาน Core ไม่สามารถตรวจหาร่องของชิ้นงานได้ เราเรียกการสูญเสียดังกล่าวว่า Groove search NG

หุ่นยนต์จะทำการตรวจสอบว่าชิ้นงานเกิดการสูญเสียทั้ง 2 ประเภทข้างต้นหรือไม่ตามขั้นตอนที่ออกแบบซอฟแวร์ดังแสดงในรูปที่ 4. ถ้าพบว่าเกิดการสูญเสียประเภทใดประเภทหนึ่ง หุ่นยนต์จะหยิบชิ้นงานดังกล่าวไปในส่วนของ NG trays เพื่อแยกชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพออกไป พร้อมกับนับจำนวนชิ้นงานเสียและแสดงผลเป็นตัวเลขทางหน้าจอแสดงผล จากการทดสอบการผลิตจริงเป็นเวลา 3 วัน ผู้วิจัยสามารถคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความสูญเสียของทั้ง 2 ประเภท ดังแสดงในรูปที่ 6. โดยการสูญเสียแบบ Work inclined NG มีค่าเฉลี่ยคือ 0.9% และการสูญเสียแบบ Groove search NG มีค่าเฉลี่ยคือ 1.2% ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่รับได้ของบริษัท

ทั้งนี้จากการทดลองผลิตชิ้นงานจริงเป็นเวลา 3 วัน จำนวนชิ้นงาน Stator ที่สามารถผลิตได้จากสายการผลิต Stator Core หลังจากการติดตั้งหุ่นยนต์แขนกล 6 แกน มีจำนวน 1465 ชิ้น, 1444 ชิ้น และ 1390 ชิ้น เรียงตามลำดับในวันที่ทดลองเดินสายการผลิต ถึงแม้ว่าจำนวนของชิ้นงานที่ผลิตได้มีจำนวนน้อยกว่าที่บริษัทคาดการณ์ (บริษัทคาดการณ์ไว้ว่าจะต้องผลิตชิ้นงาน Stator ได้เป็นจำนวน 1517 ชิ้นโดยเฉลี่ยต่อวัน) แต่จำนวนชิ้นงาน Stator ที่ผลิตได้หลังจากทดลองเปลี่ยนสายการผลิตเป็นระบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบด้วยการติดตั้งหุ่นยนต์แขนกลแทนแรงงานคนนั้น ก็ยังมีปริมาณชิ้นงานที่ผลิตได้เกินว่าความต้องการของสายการผลิตถัดไป ดังนั้นปริมาณชิ้นงานที่ผลิตได้หลังจากการติดตั้งหุ่นยนต์แขนกลจึงไม่ทำให้จำนวนของชิ้นงานที่ต้องถูกส่งไปที่สายการผลิตถัดไปขาด จึงถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้ผลิตยอมรับได้อีกเช่นกัน

IV.II เวลาในการผลิต (Cycle time) ของสายการผลิต Stator Core หลังจากการติดตั้งหุ่นยนต์แขนกลแบบ 6 แกน

จากการทดสอบการผลิตชิ้นงาน Stator จากสายการผลิต Stator Core ที่ถูกปรับปรุงเป็นสายการผลิตแบบอัตโนมัติแบบเต็มรูปแบบด้วยการติดตั้งหุ่นยนต์แขนกล 6 แกนเป็นเวลา 3 วัน ทางผู้วิจัยสามารถเก็บข้อมูลเวลาการผลิตชิ้นงาน จากหุ่นยนต์ และแสดงผลในกราฟแท่งดังรูปที่ 7.



รูปที่ 7. เวลาในการผลิต (Cycle time) หลังจากการติดตั้งหุ่นยนต์แขนกลแบบ 6 แกน

จากข้อมูลในรูปที่ 7. ทำให้สามารถคำนวณเวลาในการผลิตชิ้นงาน 1 ชิ้น โดยเฉลี่ยคือ 17.3 วินาที ซึ่งลดลงจากเวลาที่ผู้ผลิตคาดหวังไว้จากเวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานด้วยระบบการผลิตแบบกึ่งอัตโนมัติคือ 18 วินาที/ชิ้น อีกทั้งเวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานจริงหลังจากทำการติดตั้งหุ่นยนต์นั้น (17.3 วินาที) ยังมีค่าน้อยกว่าเวลาที่ผู้ผลิตคาดการณ์ไว้ว่าหลังจากการติดตั้งหุ่นยนต์แขนกล 6 แกน จะสามารถผลิตชิ้นงาน 1 ชิ้น ได้ในเวลา 17.5 วินาที

ทั้งนี้การติดตั้งหุ่นยนต์ในสายการผลิต Stator Core แทนแรงงานคน เพื่อเปลี่ยนสายการผลิตจากระบบกึ่งอัตโนมัติมาเป็นระบบอัตโนมัติแบบเต็มรูปแบบยังสามารถช่วยลดอัตราการจ้างแรงงานคนได้ถึง 2 คน/วัน และเมื่อทำการประเมินจากค่าแรง, ค่าสวัสดิการต่างๆ ตลอดจนค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่ทางบริษัทต้องจ่ายให้กับพนักงานในสายการผลิตต่อ 1 คน ซึ่งสามารถประเมินเป็นจำนวนเงินประมาณ 700,000 บาท/ปี ดังนั้นการที่พนักงานในสายการผลิตลดลง 2 คน/วัน จึงคิดเป็นเงินจำนวณ 1,400,000 บาท/ปี

V. บทสรุป

การเปลี่ยนระบบในสายผลิต Stator Core จากระบบกึ่งอัตโนมัติมาเป็นระบบอัตโนมัติแบบเต็มรูปแบบ โดยการพัฒนาซอฟแวร์ให้กับหุ่นยนต์แขนกล 6 แกน ด้วยโปรแกรม WINCAPS III ร่วมกับโปรแกรม PLC นั้น การพัฒนาดังกล่าวทำให้แขนกลสามารถจดจำตำแหน่งที่วางของชิ้นงานและตรวจสอบร่องของชิ้นงานแทนการตัดสินใจของคนได้ จากการศึกษานี้ผู้วิจัยสามารถสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

1) ค่าเฉลี่ยของอัตราการเดินเครื่องจักรตามเวลา (OA) ของสายการผลิต Stator Core หลังจากที่หุ่นยนต์แขนกลถูกติดตั้งในสายการผลิตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 94.47% ซึ่งมีค่ามากกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ 4.47%

2) หลังจากติดตั้งหุ่นยนต์ในสายการผลิต เวลาที่ใช้ไปการผลิตโดยเฉลี่ย (Cycle time) มีค่าเท่ากับ 17.3 วินาที ซึ่งใช้เวลาน้อยกว่าเวลาที่บริษัทตั้งเป้าหมายไว้อยู่ 0.2 วินาที

3) การติดตั้งหุ่นยนต์แขนกล 6 แกนในสายการผลิต Stator Core สามารถทดแทนแรงงานคนได้ถึง 2 คน/วัน ซึ่งคิดเป็นการช่วยลดต้นทุนในส่วนของแรงงานคนได้ 1,400,000 บาท/ปี

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณพิชชา โชติวิเชียร วิศวกรจากบริษัท เด็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด ที่สนับสนุนข้อมูลในการศึกษา และแนะนำ ตลอดจนเสียสละเวลาในการทำงานเพื่อให้คำปรึกษาแก่นักศึกษาในโครงการสหกิจศึกษา สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น เพื่อให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] Denso Robots Programming support tool WINCAPS III Guide, Denso Wave Incorporated, 2019.

[2] “การใช้งาน NX1 ขั้นพื้นฐาน อ้างอิงมาตรฐาน IEC61131-3,” กรุงเทพฯ, บริษัท ออมรอน อิเลคทรอนิกส์ จำกัด, 2560, pp. 55-128.

[3] “Overall Equipment Effectiveness,” ใน *คู่มือเตรียมสอบ Monodzukuri Test*, Japan Institute of Plant Maintenance, pp. 74-76.

[4] วัฒนา เชียงกูล และ เกรียงไกร ดำรงรัตน์, “OEE: ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร,” ใน *Maintenance the profit maker บำรุงรักษา:งานเพิ่มกำไรบริษัท*, กรุงเทพฯ, ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2546, pp. 47-58.

[5] ประจวบ นำนาผล, *"การปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร OEE บรรจุแป้ง"*, วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (การจัดการทางวิศวกรรม), มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, กรุงเทพฯ, 2555.

การปรับปรุงคุณภาพเอ็นซีโค๊ดบนพื้นฐานการสร้างรูปร่างการเคลื่อนที่ของเครื่องกัดซีเอ็นซี 5 แกนขนาดเล็ก

Improvement of NC-Code Quality Based on Shape Generation Motion of Mini 5-Axis CNC Machine Tools

1st กานต์ วัฒนวิจิตร
Karn Wattanawichit
ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีการออกแบบและผลิตขั้นสูง คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
กรุงเทพฯ ประเทศไทย
wa.karn_st@tni.ac.th

2nd วิโรช ทัศนะ
Wiroj Thasana
ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีการออกแบบและผลิตขั้นสูง คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
กรุงเทพฯ ประเทศไทย
wirojteen@gmail.com

3rd ชัชชาลี รักษ์ตานนท์ชัย
Chatchalee Ruktanonchai PhD
สำนักกรรมการผู้จัดการใหญ่ บริษัท พีทีทีจีซี จำกัด (มหาชน)
กรุงเทพฯ ประเทศไทย
Chatchalee.R@pttgcgroup.com

บทคัดย่อ **— การตัดเฉือนชิ้นส่วนที่ซับซ้อนนั้นใช้เครื่องกัดซีเอ็นซี 5 แกนขนาดเล็กที่ใช้โปรแกรม CAM ในระบบเสมือนจริงก่อนการตัดเฉือนจริงเพื่อลดจำนวนการทดลองและข้อผิดพลาด เครื่องกัดซีเอ็นซี 5 แกนขนาดเล็กทำงานโดยใช้เอ็นซีโค๊ด อย่างไรก็ตามเอ็นซีโค๊ดยังไม่มีความถูกต้องแม่นยำและเที่ยงตรงเพียงพอเนื่องจากยังมีคุณภาพต่ำ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพของเอ็นซีโค๊ดสำหรับการกัดเอส-เชฟด้วยวิธีการหาค่าความเบี่ยงเบนการเคลื่อนที่แบบคิเนเมติกส์และรูปทรงเรขาคณิตของเอ็นมิลรวมถึงตัวแปรการตัดเฉือนตามการเคลื่อนที่รูปร่างของเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็ก 5 แกน การปรับปรุงเอ็นซีโค๊ด ดำเนินการโดยรับไฟล์เอ็นซีโค๊ดเก่าจาก CAM จากนั้นสร้างเอ็นซีโค๊ดใหม่ เอ็นซีโค๊ดใหม่จะได้รับการตรวจสอบความถูกต้องและแม่นยำโดยการตัดเฉือนเอส-เชฟบนเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็ก 5 แกนและวัดค่าความผิดพลาดก่อนและหลังด้วย CMM ผลการทดลองพบว่าค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยในแกน X ลดลง 49.9%, แกน Y ลดลง 78.8%, แกน A ลดลง 57.4% และแกน B ลดลง 39.4%**

คำสำคัญ **— CAD/CAM , เอ็นซีโค๊ด , เครื่องกัดซีเอ็นซี 5 แกนขนาดเล็ก , เอส-เชฟ , การสร้างรูปร่างการเคลื่อนที่**

ABSTRACT **— The machining of complicated parts using 5-axis CNC machine tools has been applied by CAM in virtual machining systems before real machining to reduce the number of trials and errors. The machine tools still operated by NC-codes. However, these NC-Codes are not yet sufficiently accurate nor precise due to low quality of NC-codes that communicated to the machine. The objective of this research is to improve the quality of NC-codes for machining the S-Shape with the method of determining kinematic motion deviations and the end mill geometric including machining parameters based on shape generation motion of mini 5-axis CNC machine tools. The NC-codes improvement is performed by receiving old NC-codes file from CAM and then creating new NC-codes. New NC-codes will be verified for accuracy and precision by machining of S-shape on a mini 5-axis CNC machine tools and measuring the before and after error dimension with the CMM. The results showed that the average standard deviation in the X-axis decreased by 49.9%, the Y-axis decreased by 78.8%, the A-axis decreased by 57.4% and the B-axis decreased by 39.4%.**

Keywords **— CAD/CAM, NC-codes, 5-axis CNC Machine Tools, S-Shape, Shape Generation Motion**

I. บทนำ

การผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศไทยมีอัตราการผลิตทั้งภายในประเทศและส่งออกต่างประเทศมากขึ้น 15.1% [1] ซึ่งคาดว่าอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในปี 2561-2563 จะเติบโตเฉลี่ย 8-12% ต่อปี โดยเฉพาะชิ้นส่วนเพื่อประกอบยานยนต์ (OEM) ตามปริมาณการผลิตรถยนต์และรถจักรยานยนต์ที่เติบโตต่อเนื่อง โดยประเทศไทยมีผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ซึ่งส่วนมากจะเป็นผู้ประกอบการขนาดเล็กและขนาดกลาง (SMEs) ซึ่งมีมากกว่า 1,100 ราย ที่อยู่ในระดับ Tier-2 และ Tier-3 [2] แต่อย่างไรก็ตามในการผลิตของ SMEs ก็ยังมีปัญหาด้านคุณภาพ ความถูกต้องแม่นยำและความเที่ยงตรง ทำให้เสียความน่าเชื่อถือ ความพึงพอใจจากลูกค้า และเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า การผลิตชิ้นส่วนยานยนต์จึงต้องทดลองและตรวจวัดขนาดหลังจากการผลิต ซึ่งต้องนำข้อผิดพลาดมาแก้ไขและทดลองซ้ำ กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นซ้ำๆจนกว่าจะได้ชิ้นส่วนที่มีความถูกต้องแม่นยำและเที่ยงตรง การผลิตแบบนี้นอกจากจะเสียบุคคล เครื่องจักรและวัตถุดิบแล้ว ยังต้องเสียสิ่งที่สำคัญคือ “เวลา” อาจจะไม่ทันต่อความต้องการของลูกค้าทำให้ผลิตภาพ (Productivity) ของผลผลิตมีปริมาณหรือมูลค่าไม่สูงขึ้น

ในปัจจุบันได้มีการเร่งพัฒนาการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์โดยคำนึงถึงคุณภาพทางด้านกายภาพให้สูงขึ้นเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงการผลิตในยุคอุตสาหกรรม 4.0 ซึ่งเครื่องจักรกลการผลิตแบบสมัยใหม่ของโรงงานอุตสาหกรรมได้มีการผนวกกับระบบทางกายภาพที่ต้องการจำลองการผลิตจาก “จริง” ไป “เสมือนจริง” ที่ใช้ระบบการผลิตแบบเสมือนจริง (Virtual Machining System: VMS) โดยความช่วยเหลือของคอมพิวเตอร์ทางด้านเทคนิคการจำลองทางกายภาพของระบบการผลิตเสมือนจริงและเลียนแบบ

พฤติกรรมของระบบกรรมวิธีการผลิตก่อนที่จะไปทำการผลิตจริงเพื่อลดจำนวนของการทดสอบและทดลองในโรงฝึกปฏิบัติงาน [3] ซึ่งกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีความซับซ้อนได้มีการนำเครื่องซีเอ็นซี 5 แกนมาผลิตชิ้นส่วนยานยนต์โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและผลิต (CAD/CAM) ใน SMEs มากขึ้นแต่ก็ยังพบปัญหาด้านผลิตภาพของผลผลิตมีปริมาณหรือมูลค่าไม่สูงขึ้นอยู่เนื่องจากโปรแกรมเอ็นซีโค้ดที่ส่งไปให้เครื่องจักรทำงานยังมีความถูกต้องแม่นยำและเที่ยงตรงไม่เพียงพอเนื่องจากโปรแกรม CAD/CAM ไม่ชดเชยความผิดพลาดของเครื่องจักรที่มีผลต่อความถูกต้องแม่นยำและเที่ยงตรงถึง 70% [15] ทำให้ต้องแก้ไขและทดลองซ้ำอยู่เสมอ ทำให้เสียเวลากระบวนการผลิต

Soori และคณะ (2014) [4] ได้นำเสนอการตัดเฉือนรูปทรงเส้นโค้งสไปล์นในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเทียบกับผลการตัดเฉือนจริง โดยพิจารณาการเบี่ยงเบนการเคลื่อนที่คิเนเมติกส์ ความผิดพลาดระบบพิกัดทางเรขาคณิตและการโก่งงอของเอ็นมิลบนเครื่องกัดซีเอ็นซีชนิด 3 แกน พบว่าผลลัพธ์มีความใกล้เคียงกันที่ 98.3 % อย่างไรก็ตามผู้วิจัยดังกล่าวยังไม่ได้พิจารณาการสร้างรูปร่างการเคลื่อนที่ของเครื่องกัดซีเอ็นซี 5 แกน

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้นมีการศึกษาและทำการวิจัยเกี่ยวข้องกับการตัดเฉือนเสมือนจริงด้วยวิธีการพิจารณาการเบี่ยงเบนคิเนเมติกส์ อย่างไรก็ตามยังไม่มีการพิจารณาบนเครื่องกัดซีเอ็นซี 5 แกนขนาดเล็กแบบแนวนอนสำหรับนำมาปรับปรุงคุณภาพเอ็นซีโค้ด ผู้วิจัยจึงมีแนวทางการปรับปรุงคุณภาพเอ็นซีโค้ดบนพื้นฐานการสร้างรูปร่างการเคลื่อนที่บนเครื่องกัดซีเอ็นซี 5 แกนขนาดเล็ก เพื่อแก้ไขปัญหาความถูกต้องแม่นยำและเที่ยงตรงของเอ็นซีโค้ดจาก CAD/CAM เพื่อเพิ่มผลิตภาพของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์

II. กระบวนการกัดขึ้นรูป

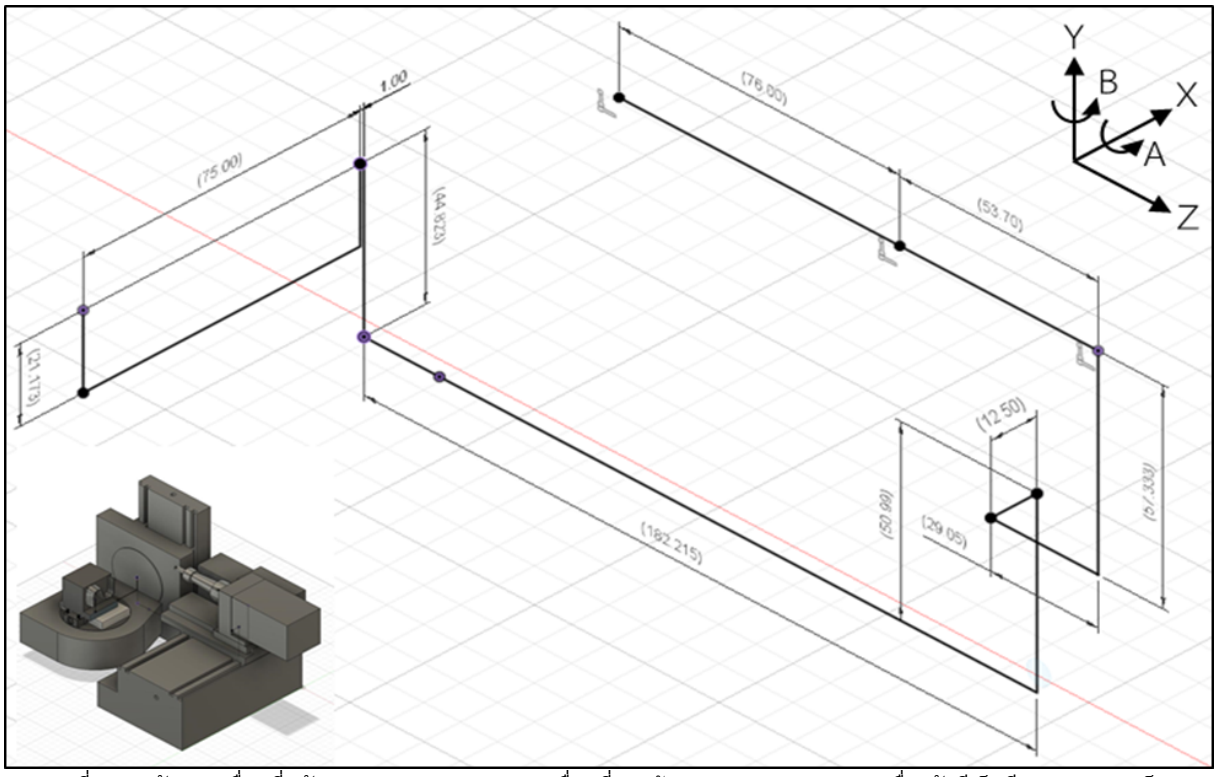
II.I. โมเดลการสร้างรูปร่างการเคลื่อนที่

เครื่องกัดซีเอ็นซี 5 แกน ที่ใช้ในอุตสาหกรรมมีโครงสร้างแตกต่างกันตามแต่ละประเภท สำหรับงานวิจัยนี้เลือกศึกษาเครื่องกัดซีเอ็นซี 5 แกน ขนาดเล็ก ที่มีลักษณะเป็นเครื่องกัดแนวนอนและเป็นประเภทชิ้นงานหมุน (Workpiece Rotation Type) การโดยมีการเคลื่อนที่เชิงเส้น 3 แกน คือ แกน X, Y, Z และมีการเคลื่อนที่เชิงมุม 2 แกน คือแกน A และแกน B ซึ่งหมุนรอบแกนเชิงเส้นแกน X และแกน Y ตามลำดับ การสร้างรูปร่างการเคลื่อนที่ (Shape Generation Motion) พิจารณาจากแผนผังการเคลื่อนที่หลัก (Main motion) และการเคลื่อนที่แนวป้อน (Feed motion) จากชิ้นงานจนถึงปลายเอ็นมิล ดังแสดงในรูปที่ I โดยจัดให้อยู่ในรูปแบบการคำนวณคณิตศาสตร์ทางโฮโมจีเนียสทรานสฟอร์มเมชั่นเมทริกซ์ 4X4 (Homogeneous Transformation Matrix: HTM 4X4)

การสร้างรูปร่างการเคลื่อนที่สามารถแสดงได้ดังสมการที่ (1) โดยรายละเอียดของการสร้างรูปร่างเคลื่อนที่อ้างอิงจาก Sugimura และ Murabe [13]

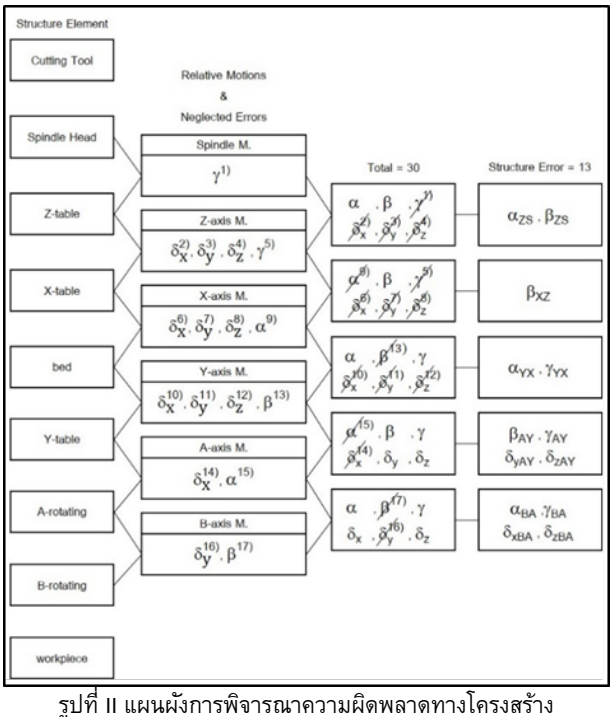
$$r_w = A^2(d1y)\,E_{BA}\,A^1(d2x)\,A^2(d2y)\,E_{AY}\,A^1(d3x)\,A^2(d3y)\,A^3(d3z)\,E_{YX}\,A^3(d4z)\,A^1(d4x)\,A^2(d4y)\,E_{XZ}\,A^3(d5z)\,A^2(d5y)\,E_{ZS}\,A^3(d6z)\,E_{ST}\,A^3(d7z)\,A_{PC}\,A^4(\varphi)\,A^5(\psi)\,A^6(S)\,E_{DF}\,r_t \quad (1)$$

ความผิดพลาดของเครื่องกัดซีเอ็นซี 5 แกน ขนาดเล็กในงานวิจัยนี้พิจารณาจากมาตรฐาน ISO 10791-6:2012 [5] ประกอบด้วย 13 ตัวแปร ดังรูปที่ II ความผิดพลาดของตำแหน่งและทิศทางระหว่างในแต่ละคู่แกนจะ



รูปที่ I แผนผังการเคลื่อนที่หลัก (Main motion) และการเคลื่อนที่แนวป้อน (Feed motion) ของเครื่องกัดซีเอ็นซี 5 แกนขนาดเล็ก

ถูกนำไปคำนวนในสมการที่ (1) โดยรายละเอียดการพิจารณาอ้างอิงจาก Inasaki และ คณะ[14]



รูปที่ II แผนผังการพิจารณาความผิดพลาดทางโครงสร้าง

II.II. โมเดลแรงการตัดเฉือนของเอ็นมิล

วีรชาติ และ คณะ (2019) [6] ได้นำเสนอการตัดเฉือนในกระบวนการกัดขึ้นอาศัยการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างเครื่องมือตัดกับชิ้นงาน เมื่อพิจารณาแรงที่เกิดขึ้นกับเศษตัดและเอ็นมิล สามารถแยกองค์ประกอบของแรงได้สามรูปแบบคือ แรงในแนวสัมผัส (Tangential force: F_t) แรงในแนวรัศมี (Radial force: F_r) และแรงในแนวแกน (Axial force: F_a) [7]

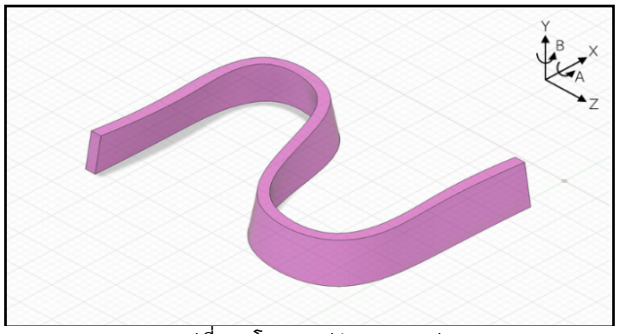
II.III. โมเดลการโก่งงอของดอกกัด

วีรชาติ และ คณะ (2019) [6] ได้นำเสนอการโก่งงอของเอ็นมิลขณะดำเนินการตัดเฉือนมีอิทธิพลต่อคุณภาพของชิ้นงาน โดยการโก่งงอของเอ็นมิลเกิดจากการตัดเฉือนเนื้อวัสดุชิ้นงานและแรงในการตัดเฉือนส่งผลทำให้เกิดการเบี่ยงเบนตำแหน่งเอ็นมิล การคำนวณระยะการโก่งงอของเอ็นมิล

สำหรับตัวแปรตามสมการที่ (1) นำมาจากการวัดขนาดของเครื่องกัดซีเอ็นซี 5 แกนขนาดเล็กโดยค่ามีดังนี้ d1y = -21.1734 มม., d2x = 75 มม. d2y = 21.1734 มม., d3x = 1 มม. d3y =-44.823 มม., d3z = 20.455 มม., d4z = 161.76 มม., d4x = -12.5 มม., d4y = 50.99 มม., d5z = 29.05 มม., d5y = 57.333 มม., d6z = -53.7 มม., d7z = -76 มม. ค่าความผิดพลาดนำมาจากการวัดผลการกัดชิ้นงานจริงก่อนการชดเชยโดยไม่พิจารณาค่าที่เกี่ยวข้องกับแกน Z เนื่องจากเป็นการเดินค่า Z คงที่ (Constant z-level) การตัดเฉือนใช้เอ็นมิลทำจากวัสดุเหล็กกล้าอบสูง (HSS) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. มุมเอียงคมตัด 30 องศา แบบ 4 ร่องคมตัดสัมประสิทธิ์แรงตัด K_{tc}= 937.334, K_{te}= 5.0386, K_{rc}= 292.067, K_{re}= 6.7597, K_{ac}= 171.37 และ K_{ae}= -0.83067, E = 200 Gpa, a = 0.5 mm, c = 0.01 mm/tooth, V_c = 100 m/min

II.IV. รูปร่างเอส-เชฟ (S-Shape)

Sato และ คณะ (2018) [7] ได้นำรูปร่างเอส-เชฟใช้ในการทดสอบความสามารถของเครื่องกัดซีเอ็นซี 5 แกนตามมาตรฐาน ISO 10791-7 โดยปรับปรุงคุณภาพเอ็นซีโค้ดเปรียบเทียบการตัดเฉือนเสมือนและการตัดเฉือนจริง เนื่องจากรูปร่างนี้ต้องมีการตัดเฉือนที่พร้อมกันทั้ง 5 แกนจึงทำให้เป็นที่นิยมในการนำมาทดสอบ ผู้วิจัยจึงนำรูปร่างเอส-เชฟนี้มาใช้ในการทดสอบความผิดพลาดและปรับปรุงบนเครื่องกัดซีเอ็นซี 5 แกนขนาดเล็ก ดังแสดงในรูปที่ IV.



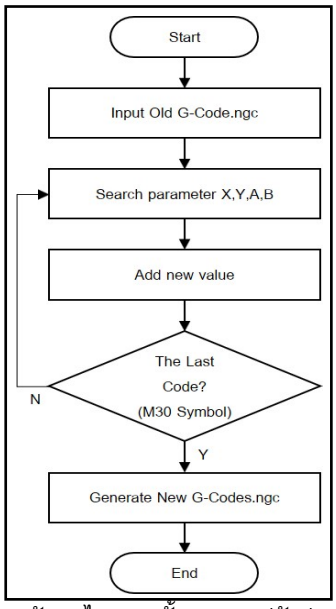
รูปที่ IV. โมเดลรูปร่างเอส-เชฟ

III. การปรับปรุงเอ็นซีโค้ด

การปรับปรุงเอ็นซีโค้ดของกระบวนการกัดรูปร่างเอส-เชฟ กระทำโดยวัดค่าความผิดพลาดของชิ้นงานก่อนการชดเชยด้วย CMM โดยพิจารณาความผิดพลาดตามมาตรฐาน ISO:230-1-2012 ซึ่งค่าที่ได้จะนำมาวิเคราะห์เป็นค่าความผิดพลาดเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยของแกน X ,Y, A และ B จากนั้นสร้างโปรแกรมปรับปรุงคุณภาพเอ็นซีโค้ดด้วยภาษาไพธอน เนื่องจากไม่สามารถชดเชยค่าความผิดพลาดได้จากโปรแกรม CAM โดยมีขั้นตอน คือ รับข้อมูลเอ็นซีโค้ดเดิมจากโปรแกรม CAM เป็นไฟล์ .ngc โปรแกรมจะแยกเอ็นซีโค้ดที่ตัวแปรที่ขึ้นต้นด้วย X, Y, A, B และเมื่อพบตัวแปรดังกล่าวจะทำการชดเชยค่าการเบี่ยงเบนการเคลื่อนที่คิเนเมติกส์ ระบบพิกัดทางเรขาคณิตและการโก่งงอที่ปลายของเอ็นมิลของการตัดเฉือนสำหรับเครื่องกัดซีเอ็นซี 5 แกนขนาดเล็กและได้เอ็นซีโค้ดใหม่ที่ค่า X, Y, A, B ที่ถูกชดเชยความผิดพลาดให้ความถูกต้องแม่นยำมากขึ้นแล้วเพื่อนำไปกัดรูปร่างเอส-เชฟดังแสดงในรูปที่ V และ VI

IV. ผลการวัด CMM

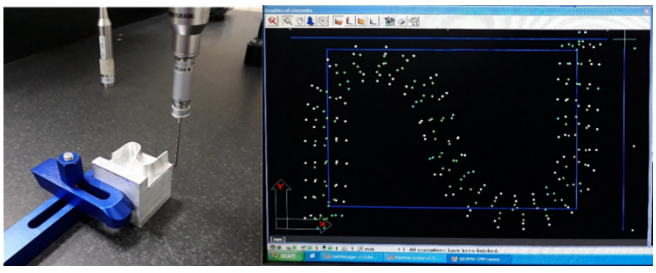
จากการกำหนดจุดวัดขนาดชิ้นงานจำนวน 32 จุดด้านบนระนาบ Z = 0 และจำนวน 32 จุดด้านล่างที่ระนาบ Z = -12 ด้วยเครื่อง CMM ยี่ห้อ Mitutoyo รุ่น Crysta-apex s7106 ด้วยโปรแกรม GEOPAK V.3ดังรูปที่ VII. พบว่าค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยในแต่ละแกนการเคลื่อนที่ก่อนการชดเชยอยู่ที่ แกน X = 0.082 มม., แกน Y = 0.041 มม., แกน A = 0.233 องศา, แกน B = 0.454 องศา และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยในแต่ละแกนการเคลื่อนที่หลังการชดเชยอยู่ที่ แกน X = 0.041 มม., แกน Y = 0.017 มม., แกน A = 0.099 องศา, แกน B = 0.275 องศา



รูปที่ V แผนผังการไหลของขั้นตอนการปรับปรุงเอ็นซีโค็ด

S.ngc - Notepad	New_S.ngc - Notepad
%	%
(AXIS,stop)	(AXIS,stop)
(5)	(5)
N1 G21	N1 G21
N2 G90 G94 G40 G17 G91.1	N2 G90 G94 G40 G17 G91.1
N3 G53 G0 Z0.	N3 G53 G0 Z0.0
(5_SWARF1 3)	(5_SWARF1 3)
N4 G49	N4 G49
N5 M5	N5 M5
N6 G53 G0 X63.5 Y63.5	N6 G53 G0 X63.508 Y63.51
N7 M0	N7 M0
N8 T3 M6	N8 T3 M6
N9 S5000 M3	N9 S5000 M3
N10 G54 G0	N10 G54 G0
N11 G0 A-0.089 B2.55	N11 G0 A-0.063 B2.584
N12 M8	N12 M8
N13 G1 X17.78 Y42.006 F1000.	N13 G1 X17.789 Y42.007 F1000.
N14 G43 Z39.183 H3	N14 G43 Z39.183 H3
N15 G1 A-0.089 B2.55	N15 G1 A-0.07 B2.557
N16 X16.798 Y41.972 Z17.148 F1000.	N16 X16.799 Y41.976 Z17.148 F1000.
N17 Z14.382 F200.	N17 Z14.382 F200.
N18 X16.772 Z14.208	N18 X16.775 Z14.208
N19 X16.697 Y41.973 Z14.049	N19 X16.704 Y41.973 Z14.049
N20 X16.579 Y41.974 Z13.919	N20 X16.588 Y41.984 Z13.919
N21 X16.429 Y41.977 Z13.828	N21 X16.435 Y41.987 Z13.828
N22 X16.258 Y41.979 Z13.785	N22 X16.263 Y41.985 Z13.785
N23 G93 X16.307 Y41.978 Z13.496 A-0.075 B3.542 F301	N23 G93 X16.315 Y41.984 Z13.496 A-0.027 B3.591 F301
N24 X16.352 Y41.977 Z13.208 A-0.062 B4.537 F303.402	N24 X16.356 Y41.986 Z13.208 A-0.018 B4.58 F303.4028
N25 X16.412 Y42.091 Z12.71 A-0.323 B5.581 F210.831	N25 X16.417 Y42.095 Z12.71 A-0.308 B5.602 F210.831

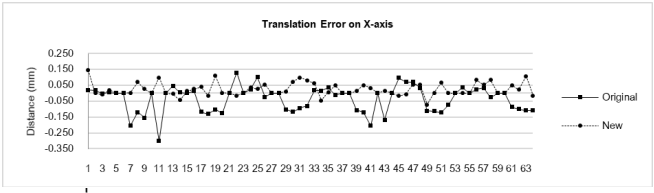
รูปที่ VI. รูปเปรียบเทียบเอ็นซีโค็ดก่อนและหลังการชดเชย



รูปที่ VII ขั้นตอนการวัดด้วย CMM

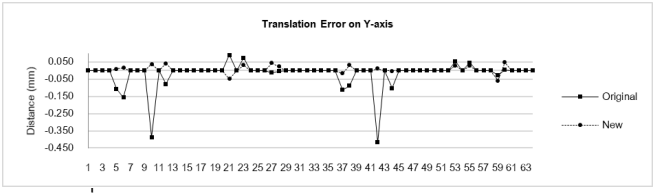
V. การวิเคราะห์ผล

หลังจากการทดลองตัดเฉือนรูปร่างเอส-เชฟด้วยเอ็นซีโค็ดที่ถูกชดเชยความผิดพลาดการเบี่ยงเบนการเคลื่อนที่คิเนเมติกส์ ระบบพิกัดทางเรขาคณิตและการโก่งงอที่ปลายของเอ็นมิลแล้ว ชิ้นงานจะถูกวัดค่าความผิดพลาดด้วย CMM และพิจารณาความผิดพลาดตามมาตรฐาน ISO:230-1-2012 ซึ่งค่าที่ได้จะนำมาวิเคราะห์เป็นค่าความผิดพลาดเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยของแกน X ,Y, A และ B โดยค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีค่าน้อยลงหมายถึงความถูกต้องแม่นยำและเที่ยงตรง ดังแสดงที่รูป VIII., IX., X., XI



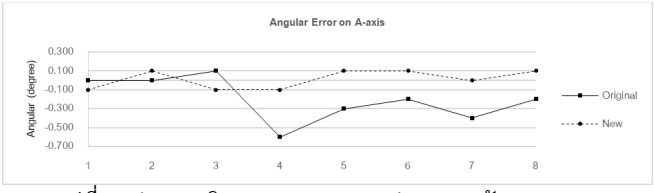
รูปที่ VIII. ค่าความผิดพลาดของแกน X ก่อนและหลังการชดเชย

รูปที่ VIII. แสดงค่าความผิดพลาดของแกน X โดยเส้น Original แสดงค่าก่อนปรับปรุงและเส้น New แสดงค่าหลังปรับปรุง ผลปรากฏว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแกน X ก่อนปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 0.082 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 0.041 แสดงว่าชิ้นงานหลังปรับปรุงมีคุณความถูกต้องแม่นยำและเที่ยงตรงมากขึ้น



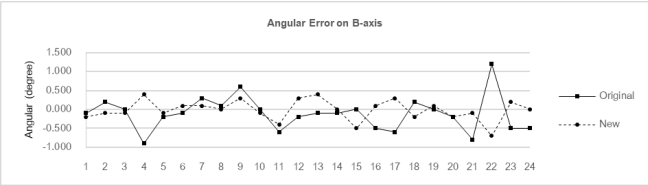
รูปที่ IX. ค่าความผิดพลาดของแกน Y ก่อนและหลังการชดเชย

รูปที่ IX. แสดงค่าความผิดพลาดของแกน Y โดยเส้น Original แสดงค่าก่อนปรับปรุงและเส้น New แสดงค่าหลังปรับปรุง ผลปรากฏว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแกน Y ก่อนปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 0.080 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 0.017 แสดงว่าชิ้นงานหลังปรับปรุงมีคุณความถูกต้องแม่นยำและเที่ยงตรงมากขึ้น



รูปที่ X. ค่าความผิดพลาดของแกน A ก่อนและหลังการชดเชย

รูปที่ X. แสดงค่าความผิดพลาดของแกน A โดยเส้น Original แสดงค่าก่อนปรับปรุงและเส้น New แสดงค่าหลังปรับปรุง ผลปรากฏว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแกน A ก่อนปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 0.233 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 0.099 แสดงว่าชิ้นงานหลังปรับปรุงมีคุณความถูกต้องแม่นยำและเที่ยงตรงมากขึ้น



รูปที่ XI. ค่าความผิดพลาดของแกน B ก่อนและหลังการชดเชย

รูปที่ XI. แสดงค่าความผิดพลาดของแกน B โดยเส้น Original แสดงค่าก่อนปรับปรุงและเส้น New แสดงค่าหลังปรับปรุง ผลปรากฏว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแกน B ก่อนปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 0.454 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 0.275 แสดงว่าชิ้นงานหลังปรับปรุงมีคุณความถูกต้องแม่นยำและเที่ยงตรงมากขึ้น

VI. สรุปผล

การปรับปรุงคุณภาพเอ็นซีโค้ดบนพื้นฐานการสร้างรูปร่างการเคลื่อนที่บนเครื่องกัดซีเอ็นซี 5 แกนขนาดเล็กสามารถสรุปได้ดังนี้

1) การสร้างรูปร่างการเคลื่อนที่ด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ HTM 4x4 ค่าความผิดพลาดการเคลื่อนที่ของเครื่องกัดซีเอ็นซี 5 แกนขนาดเล็ก การโก่งงอของเอ็นมิล และค่าความเบี่ยงเบนคิเนเมติกส์ สามารถพิจารณาได้จากมาตรฐาน ISO 10791-6:2012

2) การชดเชยค่าความผิดพลาดที่ได้พิจารณาแล้วสร้างเอ็นซีโค้ดใหม่ด้วยภาษาไพธอนเพื่อตัดเฉือนจริงสามารถวัดยืนยันผลได้ด้วยเครื่อง CMM

3) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยในแกน X ลดลง 49.9%, แกน Y ลดลง 78.8%, แกน A ลดลง 57.4% และแกน B ลดลง 39.4%

เอกสารอ้างอิง

[1] M Report, “ยอดการผลิตรถยนต์ กรกฎาคม 2561,” [Online]. Available:http://www.mreport.co.th/news/statistic-and-ranking/084-Automotive-Production-Export-Thailand. [Accessed: 3 February 2019].

[2] วรรณา ยงพิศาลภพ, “แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม ปี 2561-63 อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์,” [Online].Available:https://www.krungsri.com/bank/getmedia/fb1ce3a1-8cc2-44c0-abb9355b7b697444/IO_Auto_Parts_180713_TH_EX.aspx. [Accessed: 3 February 2019].

[3] W. Thasana et al. (2014), “A Study on estimation of three-dimensional tolerances based on simulation of virtual machining in turning processes including kinematic motion deviations,” Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing, Vol. 9 no. 1.

[4] M. Soori, B. Arezoo, and M. Habibi, “Virtual machining considering dimensional, geometrical and tool deflection errors in three-axis CNC milling machines,” J Manuf Syst, vol. 33, pp. 498–507, October 2014.

[5] ISO 10791-6:2012, “Test conditions for machining centres - Part 6:Accuracy of speeds and interpolations,” ISO (2012), pp.18-20.

[6] W. Wetchakama, and W. Thasana, “Estimation of Three-Dimensional Surface Roughness Considering Virtual Machining on Mini 5-axis CNC Machine”, TNIAC 2019

[7] A. Takahashi, A. Yoshida, and W. Thasana, “Analysis of kinematic motion deviations of machining centers base on geometric tolerances,” JSME, Vol. 8, February 2014.

[8] ISO 230-1:2012, “Test code for machine tools - Part 1: Geometric accuracy of machines operating under no-load or quasi-static conditions,” ISO (2012), pp.107-109.

[9] S. Engin, and Y. Altintas, “Mechanics and dynamics of general milling cutters part I: Helical end mills”, Int J Mach Tools Manuf, 2001, pp. 2195-2112.

[10] Y. Altintas, “Manufacturing automation”, 2nd ed., Cambridge, 2012, PP.35-47.

[11] E. Budak, and A. Tekeli, “Maximizing chatter free material removal rate in milling through optimal selection of axial and radial depth of cut pair,” Ann CIRP, 2005, pp.353–356.

[12] R. Sato, K. Shirase, and Y. Ihara, “Influence of NC Program Quality and Geometric Errors of Rotary Axes on S-Shaped Machining Test Accuracy” Journal of Manufacturing and Materials Processing

[13] N. Sugimura, A. Murabe., “A study on analysis errors of 5-axis machine tools,” The Japan Society of Mechanical Engineers, 1997.

[14] I. Inazaki, et al., Machine Tool Shape Creation Theory, Japan, 1997.

[15] P. Sratong-on et al., “Error Parameters of Milling Machine by Measurement of Machined Parts,” TNI Journal of Engineering and Technology, Vol.2 No. 2, pp. 50 – 53, July-December 2014.

การออกแบบและสร้างเครื่องตรวจสอบจุดพกพร่องบนชิ้นงานเหล็กอัตโนมัติด้วยระบบวิชั่น

Design and Fabrication of Automatic Screening Machine of Steel Plate with Vision System

พงษสวัสดิ์ ดีโคตร
สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น
เลขที่ 1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง
กรุงเทพ 10250
de.phongsawat_st@tni.ac.th

วิโรช ทัศนะ
สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น
เลขที่ 1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง
กรุงเทพ 10250
wirojteen@gmail.com

บทคัดย่อ — แผ่นชิ้นงานโลหะของกระบวนการเคลือบผิวและพิมพ์โลโก้ผลิตภัณฑ์ของ บริษัท สแตนดาร์ดแคน จำกัด พบปัญหารอยสีหยดบนและด้านหลังของแผ่นโลหะและจากปัญหาดังกล่าวจึงทำการคัดแยกออกจากแผ่นชิ้นงานที่มีรอยหยดสีออกจากชิ้นงานดี ปัจจุบันกระบวนการคัดแยกนี้ใช้พนักงานสองคนคัดแยกซึ่งมีความล่าช้าและเกิดความเมื่อยล้า ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบและสร้างเครื่องคัดแผ่นเหล็กแบบระบบอัตโนมัติด้วยระบบวิชั่น โดยใช้ระบบ PLC ควบคุมมอเตอร์เกียร์ไฟฟ้าสามเฟสขับเคลื่อนระบบสายพานลำเลียงและกระบอกลมระบบนิวเมติกส์ควบคุมการปล่อยแผ่นเข้าไปที่สายพานลำเลียงแผ่นชิ้นงานผ่านกล้องวิชั่นตรวจสอบรอยหยดสีทั้งด้านบนและหลังแผ่น โดยการใช้กล้องเว็ปแคมราคาถูกในการดึงข้อมูลภาพประมวลผลภาพด้วยวิธีการตรวจจับวัตถุสีวิเคราะห์ผลด้วยบล็อบในกระบวนการตรวจสอบคัดแยก สามารถลดพนักงานปฏิบัติงานได้หนึ่งคนและทำให้ประสิทธิภาพการตรวจสอบของกระบวนการเพิ่มขึ้น 20%

คำสำคัญ **— เครื่องตรวจสอบแผ่นเหล็ก, ระบบวิชั่น, PLC, การตรวจจับวัตถุ, อกกแบบเครื่องจักร**

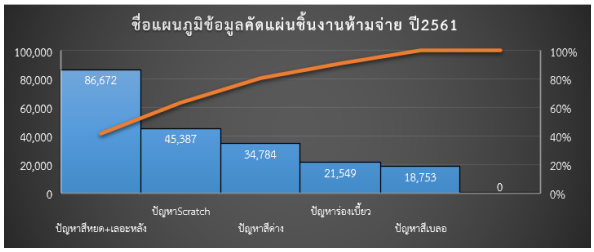
Abstract**— Sheet metal of the coating and logo printing processes of Standard Can Co., Ltd. had been found the dropped color onto the metal sheet. Which was problems to separate the work pieces. Currently, this process is worked by two workers that causing delay time and tiredness. Therefore, the objective of this research is to design and fabrication of an automatic sheet metal screening machine with a vision system controlled by PLC. The machine applied by 3-phase gear motor, the pneumatic system to control the sheet metal on the conveyor inspecting the top and bottom by the low-cost camera used the applied object detection by blob analysis of image processing. The proposed method provides us is systematic to inspect the sheet metal to the efficiency of the inspection by 20% and reduce a worker.**

Keywords— Automatic Screening Machine, Vision Systems, PLC, Object Detection, Machine Design

I. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมและได้มีการใช้เครื่องจักรกลอัตโนมัติเข้ามาทำงานแทนแรงงานคน ส่งผลให้เพิ่มผลิตภาพการผลิตสูงขึ้น และเทคโนโลยีอัตโนมัติโดยใช้ระบบวิชั่น(Vision system) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานของภาคอุตสาหกรรมการผลิต ซึ่งถือเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญของระบบการผลิตในการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานแบบอัตโนมัติ [1] อาทิเช่น โครงสร้างของวัสดุ ขนาด พื้นผิว สี และรูปร่างของชิ้นงาน เป็นต้น ซึ่งอุตสาหกรรมการผลิตโดยทั่วไปจะมีการควบคุมคุณภาพของชิ้นส่วนในกระบวนการผลิต เช่น ขนาดและรูปร่าง ลักษณะภายนอกของชิ้นงาน เป็นต้น เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดความต้องการของลูกค้า ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมืออัตโนมัติช่วยในการตรวจสอบ เช่น เครื่องตรวจจับของเสียอัตโนมัติ เครื่องตรวจสอบขนาดชิ้นงานอัตโนมัติ เป็นต้น เครื่องมือดังที่กล่าวมาแต่ละชนิดล้วนมีความเที่ยงตรง ความถูกต้องแม่นยำ และมีราคาสูง ส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศ ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วนแบบอัตโนมัติด้วยระบบวิชั่น จึงเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่สำคัญสำหรับการนำมาประยุกต์ใช้ในภาคอุตสาหกรรมการผลิต เช่น อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ อุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมอาหารและบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น

ในอุตสาหกรรมอาหารและบรรจุภัณฑ์ ได้นำเทคโนโลยีการตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ รวมถึงชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ ของตัวบรรจุภัณฑ์ เช่น ฝาปิด แนวเชื่อม รอบยุบ ฉลาก เฉดสี และคุณภาพงานพิมพ์ เป็นต้น ซึ่งบริษัทเป็นบริษัทหนึ่งในภาคอุตสาหกรรมการผลิตอาหารและบรรจุภัณฑ์ และได้นำระบบการตรวจสอบคุณภาพของบรรจุภัณฑ์มาใช้งานในกระบวนการผลิต แต่มีบางกระบวนการตรวจสอบคุณภาพที่ไม่สามารถใช้ในกระบวนการตรวจสอบด้วยระบบวิชั่นได้ เนื่องจากมีข้อจำกัดทางด้านต้นทุนการผลิต และบางกระบวนการผลิตไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน อาทิเช่น กระบวนการตรวจสอบคุณภาพแผ่นเหล็ก กระบวนการคัดแยกของเสีย เป็นต้น ซึ่งในกระบวนการคัดแยกแผ่นเหล็กปัจจุบันของบริษัทฯ ยังคงใช้พนักงานในการคัดแยกและตรวจสอบทั้งสองด้านของแผ่นเหล็กของปัญหารอยถลอก ปัญหาสีหยด ปัญหาร่องลูกยางเบี้ยว ปัญหาสีงานพิมพ์บนผิวแผ่นเหล็กหลังการเคลือบผิว ทำให้เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการคัดแยกดังแสดงข้อมูลในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงข้อมูลการคัดแผ่นชิ้นงานปี 2561

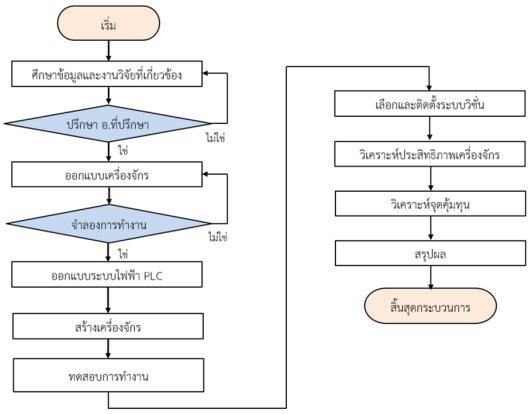
จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นบริษัทฯ จึงมีนโยบายส่งเสริมให้พนักงานคิดและหาแนวทางในการปรับปรุงผลิตภาพการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วยการนำเทคโนโลยีอัตโนมัติและระบบวิชั่นเข้ามาช่วยในกระบวนการผลิต ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและสร้างเครื่องคัดแผ่นเหล็กอัตโนมัติด้วยระบบวิชั่นในกระบวนการคัดแยกและตรวจสอบแผ่นเหล็กเพื่อแก้ปัญหาความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นเช่น ลดเวลาในการคัดแยก ลดของเสียที่เกิดจากกระบวนการคัดแยก ลดความเมื่อยล้าของพนักงาน

II. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกแผ่นเหล็กอัตโนมัติด้วยระบบวิชั่นของเทคนิควิธีประมวลผลภาพ ด้วยการตรวจจับวัตถุ โดยใช้ Blob Analysis ในกระบวนการคัดแยกและตรวจสอบแผ่นเหล็กด้วยระบบประมวลผลภาพ

III. วิธีการดำเนินงานวิจัย

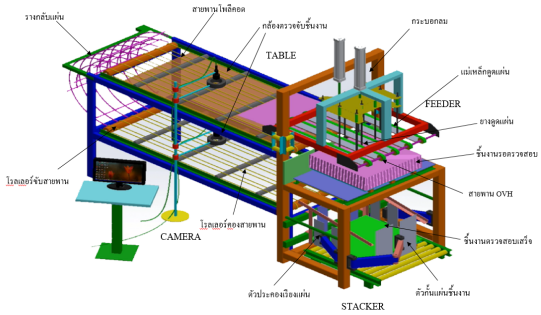
การออกแบบและสร้างเครื่องคัดแผ่นเหล็กแบบอัตโนมัติ ด้วยระบบวิชั่น เพื่อช่วยในการตรวจสอบคัดแผ่นชิ้นงานในกระบวนการตรวจสอบ ซึ่งสามารถเขียนเป็นลำดับขั้นตอนทำวิจัย ดังรูปที่ 2 ได้ดังนี้



รูปที่ 2 ดำเนินงานวิจัย

3.1 การออกแบบเครื่องคัดแผ่นเหล็กแบบระบบอัตโนมัติ

หลังจากทำการศึกษาข้อมูลของกระบวนตรวจสอบแผ่นชิ้นงานแล้วต่อจากนี้ได้ทำการออกแบบเครื่องคัดแผ่นเหล็กอัตโนมัติใช้โปรแกรมช่วยในการออกแบบ Solid work 2013 Licensed ของทาง บริษัท โดยใช้หลักการออกแบบตามชิ้นส่วนอะไหล่ของเครื่องจักรเก่าที่ไม่ได้ใช้งานเพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านการสร้างเครื่องจักรน้อยที่สุดและใช้ประโยชน์จากอะไหล่เครื่องจักรที่ไม่ได้ใช้งานสูงสด และใช้พื้นที่การวางเครื่องจักรน้อยที่สุดที่จะทำการออกแบบได้ซึ่งมีรายละเอียดดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การออกแบบเครื่องคัดแผ่นเหล็กอัตโนมัติ

รายละเอียดของการออกแบบเครื่องคัดแผ่นเหล็กอัตโนมัติ มีทั้งหมด 3 ส่วน ประกอบด้วย

3.1.1 ชุดFeeder มีขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 0.9 เมตร และความสูง 3.6 เมตร ใช้กระบอกลมยกแผ่นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 63 มิลลิเมตร ระยะชักเข้า-ออก 1.0 เมตร ทำหน้าที่จ่ายแผ่นเหล็กเพื่อให้กล้องตรวจสอบที่ละแผ่นโดยมีระยะห่างของแผ่นที่หนึ่งและสองมีระยะห่าง 10 เซนติเมตร ทำงานโดยใช้ลมดูดแผ่นชิ้นงานที่ละแผ่นใช้กระบอกลมยกขึ้นมาติดกับสายพานแม่เหล็กด้านบนแล้วเคลื่อนที่ส่งแผ่นไปด้านหน้าที่ชุดFeed Table

3.1.2 ชุดFeed Table มีขนาดความกว้าง 1.3 เมตร สูง 2.0 เมตร และยาว 4.0 เมตร ใช้สายพานลำเลียงแผ่นเป็นโพลีคอตขนาด 10 มิลลิเมตร ประกอบด้วย 2 ส่วน คือบนและล่างทำหน้าที่รับแผ่นจากชุดFeeder วิ่งผ่านกล้องที่ตรวจรอยสีหยดด้านบนแผ่นแล้ววิ่งผ่านรางกลับแผ่นด้านหลังไปที่ชุดFeed Table ด้านล่างเพื่อให้กล้องตรวจจับรอยสีหยดด้านหลังแผ่นแล้วไปที่ชุดเรียงแผ่น Stacker

3.1.3 ชุดStacker คือส่วนที่อยู่ด้านล่างหลังสุดทำหน้าที่เรียงแผ่นเหล็กที่ทำการตรวจสอบชิ้นงานเสร็จแล้วที่ Feed Table แล้วทำการเรียงแผ่นเหล็กชิ้นงานให้เป็นชั้น ๆ ของจำนวนแผ่นเหล็กทั้งหมดที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ



รูปที่ 4 ขั้นตอนการสร้างและประกอบเครื่องคัดแผ่นเหล็ก

การทดสอบการทำงานทั้งระบบของเครื่องคัดแผ่นเหล็กอัตโนมัติหลังการแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องจักรแล้ว และได้ทำการทดสอบปล่อยแผ่นชิ้นงานทำงานทั้งระบบได้ดีและความสามารถการทำงานของเครื่องจักรปล่อยแผ่นและเรียงแผ่นจากการจับเวลาได้ 38 แผ่นต่อนาที

3.2 อุปกรณ์ของระบบการดึงข้อมูลภาพและแสงสว่าง

ระบบการดึงข้อมูลภาพถูกสร้างขึ้นมาเพื่อควบคุมสภาพของแสงและสภาพแวดล้อมในการถ่ายภาพแผ่นเหล็กชิ้นงานที่มีการเคลื่อนที่บนสายพานลำเลียงให้มีความเหมาะสม เพื่อลดปัจจัยที่ไม่จำเป็นออกไป เช่น เพื่อลดสัญญาณรบกวน การป้องกันแสงที่ไม่พึงประสงค์ เป็นต้น เพื่อให้ง่ายต่อการดำเนินการ โดยที่มีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้

ก) ระบบโครงสร้างของการดึงข้อมูลภาพจะมีขนาดห่างจากตัวกล้อง สูง 80 เซนติเมตร ทำมุม 48 องศา กับแผ่นเหล็กชิ้นงานมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา

ข) แหล่งแสงสว่าง จะใช้ไฟหลอดฟลูออเรสเซ็นต์ 36 วัตต์ 4 หลอด 1 หลอดฟลูออเรสเซ็นต์ 36 วัตต์ มีค่าแสงสว่างประมาณ 2,690 Lumen แสงสว่าง 1 Lux = 10.76 Lumen

แสงสว่างที่ใช้ในการทดลอง คือ

= (4 x 2,690) / 10.76

= 1,000 Lux

การทดลองนี้ใช้ระบบแสงสว่างของระบบกล้อง ประมาณ 1,000 Lux / m^2

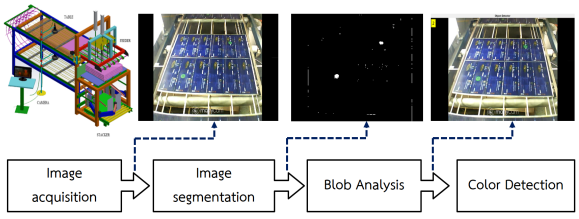
ค) โปรแกรมเชื่อมต่อระหว่างกล้องวีดีโอกับเครื่องคอมพิวเตอร์ (โปรแกรม manycam)

ง) โปรแกรมสาหรับพัฒนาเทคนิคประมวลภาพวีดีโอ (Object Detection Blob Analysis) ในโปรแกรม MATLAB R2013a สำหรับตรวจจับการจำลองสีหยดลงบนแผ่นชิ้นงานจากภาพวีดีโอ

จ) กล้องวิดีโอ จะใช้กล้องเว็ปแคมราคาถูก KER รุ่น 177 ขนาดเซ็นเซอร์รับภาพ 1/3” ความละเอียดวีดีโอ 1,280 x 720 พิกเซล ใช้สำหรับบันทึกวีดีโอ

4 การประมวลผลภาพสำหรับการตรวจสอบรอยหยดสีบนแผ่นเหล็ก

การจำแนกคุณลักษณะรอยหยดสีบนแผ่นชิ้นงานโดยอาศัยความแตกต่างของหยดสีที่ปรากฏบนแผ่นชิ้นงานการวิเคราะห์คุณลักษณะของการจำลองของรอยสีหยดนั้น ในงานวิจัยนี้ได้ทำการวัดค่าสี RGB, XYZ และ HSV สำหรับการวัดค่าสีของรอยสีหยดเป็นระบบสีที่เหมาะสมกับการใช้จำแนกสีที่แตกต่างจากสีของชิ้นงานและง่ายต่อการตรวจวัดค่าสี ภาพรวมของการตรวจสอบคุณภาพหยดสีบนแผ่นชิ้นงานใช้เทคนิคประมวลภาพดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ขั้นตอนการใช้เทคนิคประมวลผลภาพ

จากรูปที่ 5 เป็นขั้นตอนการใช้เทคนิคประมวลผลภาพ ซึ่งตัวอย่างของภาพชิ้นงานจะถูกถ่ายภาพภายในระบบดึงข้อมูลภาพที่ออก แบบ ซึ่งมีการกำหนดค่าเริ่มต้นของกล้องที่ใช้ถ่ายภาพดังตารางที่ 1 โดยทำการเก็บตัวอย่างแผ่นชิ้นงานตามระดับคุณภาพการยอมรับของผู้ชำนาญงานคัดแยกแผ่นชิ้นงานข้อมูลภาพได้จากการถูกจัดเก็บเป็นภาพสี RGB รูปแบบไฟล์ Video

ตารางที่ 1 การกำหนดค่าเริ่มต้นของกล้องที่ใช้ถ่ายภาพบ [1]

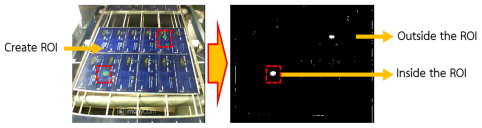
รายละเอียด	สถานะ
ระยะทางโฟกัสของเลนส์	4.8 มิลลิเมตร
ระยะโฟกัส	120 เซ็นติเมตร
ขนาดวีดีโอ	1280 x 720 pixels
แฟลช	ไม่ใช้
สมดุลแสงสีขาว	Daylight
ความเร็วชัตเตอร์	1/50 วินาที
วิธีถ่ายภาพ	ควบคุมจากคอมพิวเตอร์
ขนาดรูรับแสง	1/3”

ขั้นตอนการแยกบริเวณของภาพเพื่อให้ได้ตำแหน่งที่ต้องการออกจากพื้นหลัง โดยจะใช้กระบวนการเลือกตำแหน่งบริเวณที่สนใจ เนื่องด้วยว่าต้องการเก็บคุณลักษณะค่าสีของตัวชิ้นงานจึงจะใช้วิธีหน้ากากของภาพ (Images Mask) ซึ่งฟังก์ชันหน้ากากของภาพของการตรวจจับรอยสีหยดบนแผ่นชิ้นงานสามารถกำหนดข้อมูลในการทำงานของฟังก์ชันและการประ มวลผลได้ดังนี้

ก) Create from ROI ใช้การกำหนดบริเวณพื้นที่ที่สนใจ (ROI) ของภาพชิ้นงานที่มีรอยหยดสีต้นฉบับที่ต้องการตรวจจับจะสร้างเป็นหน้ากากของภาพ

ข) Inside the ROI กำหนดพิกเซลทั้งหมดที่มีอยู่ภายในพื้นที่บริเวณที่สนใจให้เป็น 1

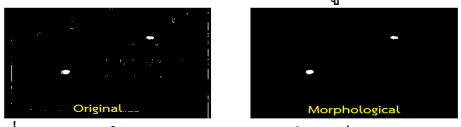
ค) Outside the ROI กำหนดพิกเซลทั้งหมดที่อยู่ภายนอกพื้นที่บริเวณที่สนใจให้เป็น 0 ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ฟังก์ชันหน้ากากของภาพ (Images Mask)

4.1 การลบสัญญาณรบกวนภาพด้วยวิธี Morphological

การลบสัญญาณรบกวนภาพด้วยวิธี Morphological จะทำการปรับภาพแบบรูปแบบของมุมมองภาพในแนวลึก (Perspective) เพื่อตรวจจับรอยหยดสีบนแผ่นชิ้นงานที่เคลื่อนที่เข้ามาในพื้นที่การตรวจจับ หลังจากนั้นจะทำการแปลงภาพเป็นภาพแบบไบนารี ซึ่งส่งผลให้บางจุดสีที่ควรเป็นรอยหยดสีกลับกลาย เป็นภาพพื้นหลังและอาจเกิดสัญญาณรบกวนภาพขึ้นในภาพ ดังนั้นจึงใช้กระบวนการ Morphological มาช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวเพื่อให้กระบวนการในลำดับถัดไปที่เป็นการวิเคราะห์บล็อบ (Blob Analysis) สามารถทำได้แม่นยำมากขึ้น [19] ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การลบสัญญาณรบกวนภาพด้วยวิธี Morphological

4.2 การจำแนกรอยหยดสีบนแผ่นชิ้นงานด้วย Blob Analysis

หลังจากปรับปรุงภาพลบสัญญาณรบกวนภาพด้วยกระบวนการ Morphological จะยังคงมีสัญญาณรบกวนภาพในบางส่วนของภาพอยู่บ้าง หลังจากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์การตรวจจับรอยหยดสีของบล็อบ (Blob Analysis) ซึ่งเป็นการประมวลผลภาพหาบล็อบซึ่งเป็นตำแหน่งของจุดรอยหยดสีที่ได้ทำหน้ากากภาพโดยใช้วิธีการ Flood fill มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

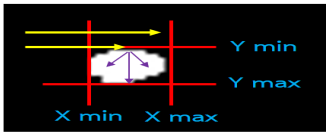
ก) ทำการตรวจสอบรอยจุดสีขาวไปเรื่อย ๆ เมื่อเจอจุดสีขาวดังกล่าวที่ยังไม่ได้ตรวจสอบมาก่อน ให้ข้ามไปทำในขั้นตอนถัดไป

ข) แสดงว่าจุดสีในภาพนั้นเป็นสีขาวของจุดสีของบล็อบใหม่

ค) ตรวจสอบรอยจุดสีที่ตรวจพบในภาพ

ง) ตรวจสอบรอยจุดสีข้างเคียงทั้งหมดในภาพ หากรอยจุดสีใดเป็นสีขาวที่ยังไม่ได้ผ่านมาก่อนให้วนกลับไปตรวจสอบทุกจุดสีจนไม่รอยจุดสีขาวอีก เป็นอันหมดจุดสีนั้น

จ) กลับไปตรวจสอบซ้ำในหัวข้อ ก จนครบทุกจุดสีบนภาพ



รูปที่ 8 การทำงานของ Blob Analysis โดยใช้วิธี Flood Fill [19]

หลังจากผ่านกระบวนการ Flood fill จนครบแล้วเราก็ได้ขอบเขตของบล็อบนั้นออกมาด้วยซึ่งสามารถหาตำแหน่งกลางของบล็อบ ดังสมการที่ 1

$$\boldsymbol{X} = \frac{Xmax+Xmin}{2} \quad ,\boldsymbol{Y} = \frac{Ymax+Ymin}{2} \qquad (1)$$

โดยที่ X_{max} , X_{min} , Y_{max} , Y_{min} คือค่าขอบเขตทั้ง 4 ด้านของบ็อบ ดังนั้น บล็อบจะช่วยในการแยกรอยหยดสีได้มากกว่าหนึ่งรอยหยดบนแผ่นชิ้นงานแม้ว่ารอยหยดสีนั้นจะติดกันเป็นแนวยาวหลาย ๆจุดและสามารถแสดงค่าพื้นที่และตำแหน่งของหยดสีบนแผ่นชิ้นงานแต่ละแผ่นได้ [19]

4.3 ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (Sample size)

การคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบระบบกล้องตรวจจับชิ้นงานเครื่องคัดแผ่นเหล็กแบบระบบอัตโนมัติคำนวณใช้ สำหรับกรณี ระดับความเชื่อมั่น 95% แผ่นชิ้นงานคัดต่อครั้ง 750 แผ่น โดยเฉลี่ยมีความคาดเคลื่อน ± 200 แผ่น หรืออยู่ในช่วง 550 - 950 แผ่นต่อการตรวจสอบการสุ่มตัวอย่างมาจำนวนเท่าใดจึง เหมาะสมตามสมการที่ 2

$$n = \frac{Z^2\sigma^2}{e^2} \qquad (2)$$

โดยที่ n = จำนวนแผ่นตัวอย่าง

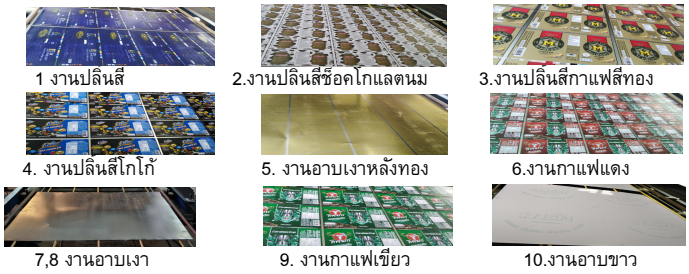
Z = คะแนนมาตรฐานความเชื่อมั่น 95% = 1.96

$\boldsymbol{\sigma}$ = จำนวนเบี่ยงแบนมาตรฐาน = 750 แผ่น

e = ค่าความคาดเคลื่อน = 200 แผ่น

$$n = \frac{(1.96)^2x(750)^2}{(200)^2} = 54 \text{ แผ่น}$$

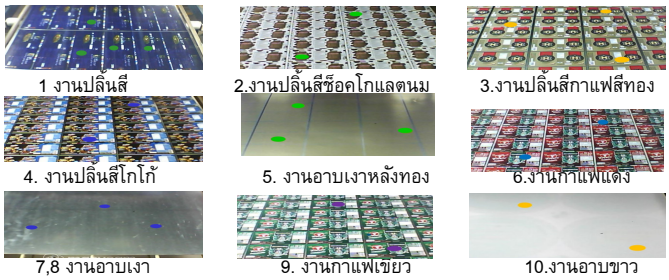
5 การวิเคราะห์ผลการตรวจสอบรอยหยดสีบนแผ่นเหล็ก



รูปที่ 9 ตัวอย่างชิ้นงานดีที่ใช้ในการทดสอบ

5.1 ผลการบันทึกข้อมูลภาพรอยหยดสี

แผ่นชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบการตรวจจับรอยหยดสีจะถูกถ่ายในระบบดึงข้อมูลภาพที่ได้ออกแบบไว้และได้ทำการทดสอบการปล่อยแผ่นเข้าเครื่องคัดแผ่นเหล็กเพื่อให้ระบบวิชั่นตรวจสอบเก็บตัวอย่างแต่ละชนิดงานจากการจำแนกระดับรอยหยดสีของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งระดับของเสียของชิ้นงานทั้ง 10 ชนิด



รูปที่10 ภาพรอยหยดสีบนแผ่นชิ้นงานจากการถ่ายภายในระบบดึงข้อมูลภาพ

5.2ผลการแยกบริเวณ (image segmentation)

ขั้นตอนการแยกบริเวณ ผู้วิจัยได้กำหนดบริเวณที่สนใจเป็นรอยหยดสีบนแผ่นชิ้นงานบริเวณดังกล่าวได้ถูกแยกออกจากพื้นหลังด้วยวิธีหน้ากากภาพ (image mask)สำหรับการสร้างหน้ากากภาพโดยใช้โปรแกรม MATLAB

5.3 การหาปริมาณพื้นที่สีหยดบนแผ่นชิ้นงาน (color classification)

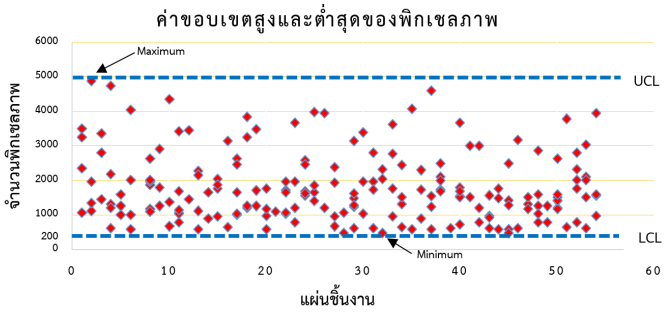
1) ขั้นตอนการเรียนรู้ (training phase)

ขั้นตอนนี้เป็นการสอนให้โปรแกรมรู้จักคุณลักษณะสีที่จะนำมาสร้างเป็นตัวจำแนก (classifier) ของสีแต่ละประเภทเพื่อให้โปรแกรมสามารถจัดหมวดหมู่สีในแต่ละพิกเซลของภาพได้โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ค่าสีแดง,สีเขียวและสีน้ำของตัวจำแนกแต่ละประเภทสี

ตัว	สีแดง (R)		สีเขียว (G)		สีน้ำเงิน (B)	
จำแนก	Mean	95% CI	Mean	95% CI	Mean	95% CI
สีเขียว	44	(31 , 57)	246.5	(252 , 241)	23	(12 , 34)
สีเขียวอ่อน	52.5	(24 , 81)	119	(98 , 140)	34.5	(3 , 66)
สีน้ำเงิน	43.5	(45 , 42)	14	(14 , 0)	226	(198 , 254)
ม่วง	95.5	(81 , 110)	11	(10 , 12)	124	(105 , 143)
สีฟ้าคราม	15.5	(18 , 13)	107	(90 , 124)	152.5	(126 , 179)
สีเหลือง	244	(244 , 244)	247.5	(248 , 247)	344	(8 , 60)
สีแดง	242.5	(235 , 250)	9.5	(14 , 5)	9.5	(14 , 5)

2 ขั้นตอนการจำแนกหาพื้นที่รอยหยดสี (classifying phase)
บนแผ่นชิ้นงาน ขั้นตอนนี้เป็นการจำแนกพื้นที่ของแต่ละประเภทที่ปรากฏในภาพโดยอาศัยข้อมูลจากตัวจำแนกประเภทสีในขั้นตอนการเรียนรู้ การจำแนกสีของโปรแกรมจะขึ้นอยู่กับระยะห่างค่าสีในพิกเซลของภาพกับตัวจำแนกทุกสี จากแผ่นชิ้นงานทั้งหมด 10 ชนิดงาน ชนิดงานละ 54 แผ่น รวมทั้งหมด 540 แผ่น แยกเป็นชิ้นงานเสีย 197 แผ่น มาทำการกักบริเวณและหาจำนวนพิกเซลภาพของพื้นที่รอยหยดสีเพื่อกำหนดค่าขอบ เขตการตรวจจับค่าพิกเซลของภาพจากรอยหยดสีบนแผ่นชิ้นงานของโปรแกรมการวิเคราะห์การตรวจจับของบล็อบ (Blob Analysis) ให้สอดคล้องกับเกณฑ์การยอมรับของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ทำให้การตรวจสอบหารอยหยดสีบนแผ่นชิ้นงานของเครื่องคัดแผ่นเหล็กระบบอัตโนมัติด้วยระบบวิชั่นมีค่าความถูกต้องใกล้เคียงการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญอย่างมากที่สุดจากการทดสอบการเทียบเคียงความถูกต้องการตรวจสอบชิ้นงานโดยการนำค่าพิกเซลของแผ่นชิ้นงานที่มีปัญหารอยหยดสีมากำหนดขอบเขตของการตรวจจับของบล็อบ ดังรูปที่11



รูปที่ 11 การกำหนดขอบเขตบนและล่างสุดของการวิเคราะห์บล็อบ

การกำหนดขอบเขตการตรวจจับค่าพิกเซลของภาพเพื่อให้ค่าความถูกต้องให้สอดคล้องกับผู้เชี่ยวชาญสามารถสรุปได้ดังนี้
โดยที่ ค่าสูงสุดการตรวจจับของบล็อบ (Blob) Max = 5,000 พิกเซล (71x71)

ค่าสูงสุดการตรวจจับของบล็อบ (Blob) Min = 200 พิกเซล (14x14)
แผ่นชิ้นงานที่มีค่าพิกเซลภาพรอยหยดสีสูงสุด คือแผ่นที่ 2 = 4,881 พิกเซล
แผ่นชิ้นงานที่มีค่าพิกเซลภาพรอยหยดสีต่ำสุด คือแผ่นที่ 32 = 466 พิกเซล
แผ่นชิ้นงานดีที่มีค่าพิกเซลภาพในเกณฑ์การยอมรับ = 0-200 พิกเซล

6.ผลการวิเคราะห์การตรวจสอบคัดแยกรอยหยดสีของเทคนิค

การประเมินการตรวจสอบคัดแยกรอยหยดสีบนแผ่นชิ้นงานด้วยเครื่องคัดแผ่นเหล็กระบบอัตโนมัติด้วยระบบวิชั่นที่สร้างขึ้น แสดงดังตารางที่ 3 ซึ่งกระบวนการตรวจสอบนี้สามารถตรวจสอบความถูกต้องได้จำนวน 189 แผ่น จากแผ่นชิ้นงานเสียทั้งหมด 197 แผ่น คิดเป็น 95.94% โดยการตรวจสอบคัดแยกไม่สอดคล้องกับการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ 8 แผ่น

ตารางที่ 3 ผลการตรวจสอบด้วยเครื่องคัดแผ่นเหล็กระบบอัตโนมัติ

งานทดสอบ	จำนวนแผ่นทั้งหมด	จำนวนแผ่นเสีย	ผู้เชี่ยวชาญ	เครื่องจักร	ผิดพลาด
1 งานปลั๊นสี	54	22	22	20	2
2. งานปลั๊นสีโกโก้	54	20	20	20	0
3. งานอาบเงา (จำลองสีหยดแดง)	54	17	17	17	0
4. งานอาบเงา (จำลองสีหยดน้ำเงิน)	54	19	19	18	1
5. งานปลั๊นสีกาแฟทอง	54	18	20	18	2
6. งานอาบเงาหลังทอง	54	22	22	22	0
7. งานปลั๊นสีกาแฟเขียว	54	22	22	20	2
8. งานปลั๊นสีช็อคโกแลตนม	54	18	18	18	0
9. งานปลั๊นสีกาแฟแดง	54	17	17	16	1
10. งานอาบขาว	54	20	20	20	0
รวม	540	197	197	189	8

7 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบสร้างเครื่องคัดแผ่นเหล็กอัตโนมัติด้วยระบบวิชั่น ทดลองการตรวจสอบรอยหยดสีบนแผ่นชิ้นงานให้มีความถูกต้องของกระบวนการตรวจสอบคัดแยกแผ่นเหล็ก

จากการทำการทดสอบกระบวนการตรวจสอบรอยหยดสีบนแผ่นชิ้นงานของเครื่องคัดแผ่นเหล็กอัตโนมัติด้วยระบบวิชั่น การวัดความถูกต้องของกระบวนการตรวจสอบรวมทั้งหมด 10 ชนิดงาน 540 แผ่น ได้มีการจำลองรอยหยดสีลงบนแผ่นชิ้นงานทั้งหมด 197 แผ่น และ สามารถตรวจสอบได้ทั้งหมด 189 แผ่น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของกระบวนการ 95.94% โดยการตรวจสอบคัดแยกไม่สอดคล้องกับการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ 8 แผ่น

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีโดยได้รับคำปรึกษาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิโรช ทัศนะ ซึ่งคอยให้คำปรึกษาแนะนำอันเป็นประโยชน์ จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ บริษัทสแตนดาร์ดแคน จำกัด ที่ให้ความสนับสนุนพื้นที่ในการทำและอุปกรณ์เครื่องมือช่างรวมถึงวัตถุดิบที่ใช้ในการทดสอบ

ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น และอาจารย์ทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและให้ความรู้และคำปรึกษาในการทำวิจัยนี้

สุดท้ายขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่และครอบครัวที่ให้การเลี้ยงดูมาอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

[1] นิยดา มะสุนี. (การพัฒนาระบบการประมวลผลภาพสำหรับ“ .(2557 กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของหมึกกล้วยแปรรูป” วิทยานิพนธ์ วศ.บ. (อุตสาหการและระบบ). สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ถ่ายเอกสาร.
[2] “เครื่องพิมพ์โลหะ”((2018KBA Printer https://youtu.be/cKe6SNXDhFg
[3] Teetut Tresirichod (2009)“โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์” https://sites.google.com/ site/ teetutcorp
[4] J. Gomez-Blanco, (2018) “Using Scipion for stream image processing at Cryo-EM facilities” Department of Anatomy and Cell Biology, McGill University, Montreal, Canada
[5] ที่มา; คู่มือการใช้งาน CPM2A
[6] บุญธรรม ภัทราจารุกุล,2556 , “การประมวลผลภาพดิจิตอลเบื้องต้น”, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ: ซี-เอ็ดยูเคชั่น
[7] Stephen, W., “RGB Colour Cube” สืบค้น (ออนไลน์) https://www.researchgate.net/ figure/ The-RGB-colour- .

[8] Mohd Zain, A., et al., (2010), “Prediction of surface roughness in the end milling machining using Artificial Neural Network,” Expert Systems with Applications, 37, pp. 1755-1768

[9] วิทยา พรพัชรพงศ์, “โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks – ANN),” [Online]. Available: https://www.gotoknow.org /posts/ 163433. [Accessed: 20 พฤษภาคม 2561].

[10] Daniel S. Kermany, Michael Goldbaum, Wenjia Cai, ..., M. Anthony Lewis, Huimin Xia, Kang Zhang (2018) “Identifying Medical Diagnoses and TreatableDiseases by Image-Based Deep Learning” Guangzhou Women and Children’s Medical Center, Guangzhou Medical University, 510005 Guangzhou, China

[11] Qiuqiu WEN,.., Shijun GUO, Hao LI , Wei DONG (2017) “Nonlinear dynamics of a flapping rotary wing: Modeling and optimal wing kinematic analysis” Centre for Aeronautics, SATM, Cranfield University, Cranfield MK43 0AL, UK

[12] Takashi Tayama, Yusuke Kurose, Tatsuya Nitta, Kanako Harada, (2017) “Image Processing for Autonomous Positioning of Eye Surgery Robot in Micro-Cannulation”Faculty/School of Engineering, The University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-8656, Japan

[13] Selim S. Sarikan, A. Murat Ozbayoglu (2018) “Anomaly Detection in Vehicle Traffic with Image Processing and Machine Learning” TOBB University of Economics and Technology, 06560 Ankara Turkey

[14] Haibo Hong ,..,Youhong Yin (2018) “An intelligent conceptual design framework for complex machines” Institute of Robotics, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai200240 Chaina

[15] Andreas Maier, Christopher Syben, Tobias Lasser, Christian Riess, (2018) “A gentle introduction to deep learning in medical image processing Friedrich-Alexander-University Erlangen-Nuremberg, Germany

[16] Mayank Tiwari, Subir Singh Lamba, Bhupendra Gupta (2018) “An image processing and computer vision framework for efficient robotic sketching” Department of Mathematics, PDPM Indian Institute of Information Technology, Design & Manufacturing Jabalpur, MP, India 482005

[17] Yi Lei, Yabo Chen, (2018) “Optimization of Specific Instruction Set Processor for Image Algorithms” Northwestern Polytechnical University, No. 127 friendship West Road, Xi' an, Shaanxi 710072, China

[18] Cristina Olaverri-Monreal , Gerd Ch. Krizek, Florian Michaeler, Rene Lorenz,Matthias Pichler, (2018) “Collaborative approach for a safe driving distance using stereoscopic image processing” University of Applied Sciences Technikum Wien, 1200 Vienna, Austria

[19] ชลธศา เวทโอสถ และ นิคม สุวรรณวร “การพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อตรวจนับปริมาณรถบนถนนด้วยการประมวลผลภาพจากกล้องวีดีโอ” มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การลดความสูญเปล่าของกระบวนการประกอบหัวฉีด โดยเครื่องเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ

Waste Elimination in Injector Assembly Line by BOX Finish Good Auto Lifter

1st พิชามญชุ์ ฉิมบรรเทิง
Pichamon Chimbantheong
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Department of Industrial Engineering
Thai-Nichi Institute of Technology
กรุงเทพมหานคร/ประเทศไทย
(Bangkok/Thailand)
ch.pichamon_st@tni.ac.th

2nd ดุษฎี จันทรจิโรจน์กุล
Dutsadee Jantarajirojkul
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Department of Industrial Engineering
Thai-Nichi Institute of Technology
กรุงเทพมหานคร/ประเทศไทย
(Bangkok/Thailand)
dutsadee@tni.ac.th

3rd สันติ มีสุข
Santi Meesuk
วิศวกรการผลิต บริษัท สยาม เด็นโซ่
แมนูแฟคเจอริ่ง จำกัด
Production Engineer Siam DENSO
Manufacturing Co., Lt
ชลบุรี/ประเทศไทย
(Chonburi/Thailand)
santi_m@sdm.denso.co.th

บทคัดย่อ **— งานวิจัยนี้เป็นการลดความสูญเปล่าในกระบวนการประกอบหัวฉีดรถยนต์ โดยในกระบวนการประกอบด้วย 7 สถานีงาน ในการศึกษาความสูญเปล่าได้มีการศึกษาการเคลื่อนไหวการทำงานของพนักงานในแต่ละสถานีงานจากมาตรฐานการทำงาน และจัดทำแผนภูมิ Yamazumi พบว่าเกิดคอขวดที่สถานีงานสุดท้ายซึ่งเป็นขั้นตอนการบรรจุชิ้นงานสำเร็จรูปลงกล่อง เนื่องจากมีขั้นตอนการทำงานที่มากเกินไป เพื่อลดขั้นตอนดังกล่าว จึงได้ออกแบบเครื่องเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ (BOX Finish Good Auto Lifter) ซึ่งเป็นเครื่องลำเลียงกล่องเก็บสินค้าด้วยรางคาราคุริ (Karakuri) ส่งผลให้รอบเวลาการทำงานของการประกอบชิ้นชิ้นงานลดลงจากลดลงจาก 22.1 วินาที เป็น 21.4 วินาที และกำลังการผลิตเพิ่มขึ้น 2,438.53 ชิ้นต่อเดือน**

คำสำคัญ **— กระบวนการประกอบ, ความสูญเปล่า, เครื่องเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ, คาราคุริ**

ABSTRACT **— This research objective is to eliminate waste in the automotive injector assembly line and cycle time reduction. There are 7 work stations in this process. Motion and time study are used for reducing waste. The bottleneck occurred at the final work station because standardize work of each stations and Yamazumi chart show that it has too many work elements. To reduce these elements, the Box Finish Good Auto Lifter is created which is a finished good box conveyor by the Karakuri roller. The result show that cycle time is reduced from 22.1 second to 21.4 second. Moreover, the capacity is increased 2,438.53 pieces per month**

Keywords **— Assembly Line, Waste, Box Finish Good Auto Lifter, Karakuri**

I. บทนำ

อุตสาหกรรมยานยนต์ถือเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย [1] ปัจจุบันมีมูลค่าถึงร้อยละ 5.8 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ นอกจากนี้อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์มีการเติบโต พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว และมีอัตราการแข่งขันสูง ดังนั้นการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์จำเป็นต้องผลิตสินค้าให้มีคุณภาพที่ดี มีความปลอดภัยเมื่อนำไปใช้งาน และผลิตสินค้าให้ทันเวลาเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า เพื่อรองรับแนวโน้มการเติบโตและการแข่งขันในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ [2] โดยหัวฉีด (Injector) เป็นส่วนประกอบสำคัญในเครื่องยนต์ทำหน้าที่จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปยังห้องเผาไหม้เพื่อที่จะทำการจุดระเบิด ซึ่งถูกควบคุมโดยกล่องอิเล็กทรอนิกส์ หรือกล่อง ECU โดยการจ่ายสัญญาณให้ขดลวดทองแดงในหัวฉีดทำงาน เมื่อเข็มหัวฉีดยกขึ้นแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงที่อยู่ที่บริเวณเข็มหัวฉีดจะสามารถฉีดออกไป

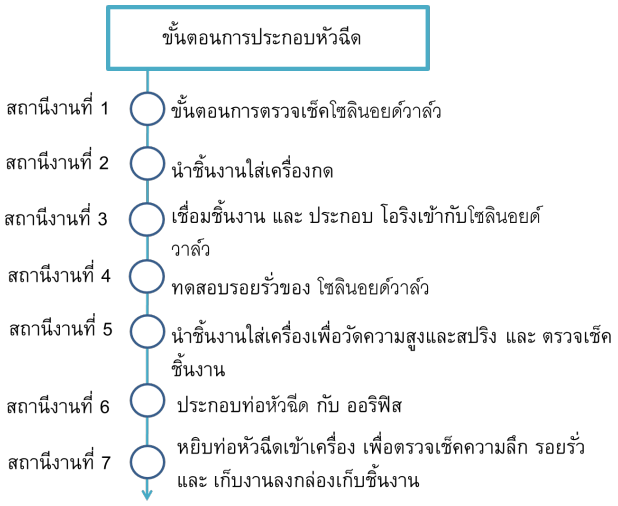
เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้โดยยึดหลัก QCDS ในการบริหารจัดการ ซึ่งจะให้ความสำคัญกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Quality) ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ (Cost) การจัดส่งผลิตภัณฑ์ (Delivery) และความปลอดภัยในการใช้ผลิตภัณฑ์ของลูกค้า (Safety) จึงใช้ [3] กระบวนการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) หรือ การผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just-in-time; JIT) เป็นระบบในการผลิตที่ใช้ในการกำจัดความสูญเปล่าในการผลิต ซึ่งมีหลายเครื่องมือเช่น 5ส การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว การป้องกันการผิดพลาด และการจัดสมดุลสายการผลิต เป็นต้น โดยเครื่องมือต่าง ๆ จะมุ่งเน้นไปที่แหล่งกำเนิดความสูญเปล่าทั่ว ๆ ไปในกระบวนการผลิต โดยระบบการผลิตแบบลีนถูกนำไปประยุกต์ใช้กับงานด้านต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย [4] ใช้ระบบการผลิตแบบลีนเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการจัดซื้อของบริษัทผลิตรถยนต์ โดยสามารถลดเวลาการทำงานได้ถึง 94 เปอร์เซ็นต์ และลดต้นทุนการใช้กระดาษเดือนละ 2,666.47 บาท

[5] ได้ปรับปรุงกระบวนการหาเอกสารในโรงพยาบาลโดยการพัฒนาระบบบริการจัดการบนเว็บไซต์ส่งผลให้สามารถลดขั้นตอนการทำงานจาก 7 ขั้นตอนเหลือ 2 ขั้นตอน [6] ปรับปรุงกระบวนการผลิตพลาสติกโดยใช้ระบบการผลิตแบบลีนลดความสูญเปล่าด้านการขนถ่ายวัสดุ ส่งผลให้รอบเวลาการผลิตลดลง และอัตราการผลิตเพิ่มขึ้น [7] ออกแบบกล่องใส่วัตถุดิบพร้อมทั้งอุปกรณ์ที่ช่วยในการประกอบตามหลักการการเคลื่อนไหวส่งผลให้ลดขั้นตอนการทำงานและรอบเวลาการผลิตต่อชิ้นลดลงร้อยละ 29.69 หากต้องการใช้ระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ (Automation) จะต้องทำการลดความสูญเปล่าในกระบวนการเสียก่อน

งานวิจัยนี้เป็นการปรับปรุงกระบวนการประกอบหัวฉีด โดยกระบวนการดังกล่าวประกอบด้วย 7 สถานีงาน ซึ่งในงานวิจัยได้ศึกษามาตรฐานการทำงานของแต่ละสถานีงาน และทำการหารอบเวลาการทำงานของแต่ละสถานีเพื่อหาความสูญเปล่าจากการทำงาน และลดรอบเวลาการผลิตในสถานีงานที่เป็นคอขวด นอกจากนี้ได้ใช้เทคนิคการผลิตแบบออโตเมชั่น โดยทำการออกแบบเครื่องเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ (BOX Finish Good Auto Lifter) ด้วยหลักการเคลื่อนที่โดยไม่ใช้พลังงานหรือคาราคุริ (Karakuri) ส่งผลให้รอบเวลาการผลิตลดลง และอัตราการผลิตเพิ่มขึ้น

II. การศึกษากระบวนการประกอบหัวฉีด

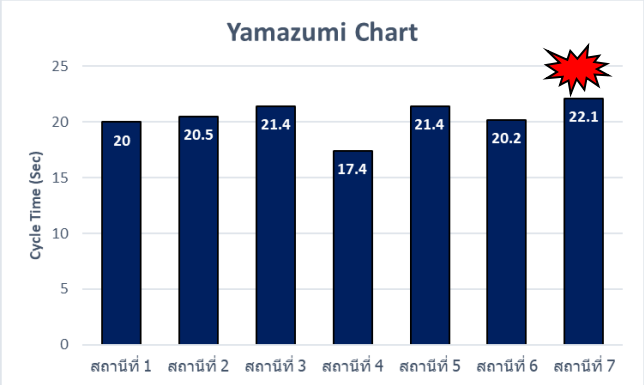
จากการศึกษากระบวนการประบอบหัวฉีดพบว่าในกระบวนการมีสถานีงานทั้งสิ้น 7 สถานีงาน แต่ละสถานีมีพนักงานสถานีงานละ 1 คน โดยขั้นตอนการทำงานสามารถสรุปได้ดังรูปที่ I



รูปที่ I กระบวนการประกอบหัวฉีด

ในงานวิจัยได้ศึกษาขั้นตอนการทำงานของกระบวนการจากมาตรฐานการทำงาน (Standardize Work) เพื่อศึกษาการเคลื่อนไหวของพนักงานแต่ละสถานีในกระบวนการประกอบ ส่งผลให้ทราบเวลาการทำงานในส่วนต่าง ๆ เช่น เวลาการทำงานของพนักงาน เวลาการทำงานของเครื่องจักร รวมถึงเวลาว่างของพนักงาน ทั้งนี้เพื่อให้สามารถหาความสูญเปล่า (Waste) ได้ง่ายขึ้น

เมื่อทำการศึกษาเวลาเพื่อหารอบเวลาการทำงานของแต่ละสถานีงานพบว่าสถานีงานที่ 7 มีรอบเวลาการทำงานเท่ากับ 22.1 วินาที ซึ่งเป็นสถานีงานที่รอบเวลามากที่สุดดังรูปที่ II



รูปที่ II แผนภูมิ YAMAZUMI ของกระบวนการประกอบหัวฉีด ก่อนการปรับปรุง

III. การศึกษาปัญหาและวิเคราะห์ความสูญเปล่าของกระบวนการ

จากการศึกษาเวลาพบว่าเกิดคอขวดที่สถานีงานที่ 7 ซึ่งเป็นสถานีงานที่ใช้เวลาในการประกอบมากที่สุด เพื่อลดรอบเวลาการประกอบหัวฉีด จึงทำการปรับปรุงการทำงานของสถานีงานดังกล่าว ซึ่งสภาพการณ์ปัจจุบันของสถานีงานที่ 7 มีขั้นตอนการทำงานทั้งหมด 12 ขั้นตอน ดังตารางที่ I

ตารางที่ I ขั้นตอนการประกอบของสถานีงานที่ 7

ขั้นตอนที่	องค์ประกอบงานย่อย	เวลา (วินาที)
1	เช็ดมือกับเทป	1.02
2	หยิบงานออกจากเครื่องเช็ครูหัวฉีด และ นำงานเข้าเครื่องหมุนน็อต	1.12
3	หยิบงานออกจากเครื่องหมุนน็อต และ นำงานไปวางที่จิ๊ก	1.07
4	หยิบงานออกจากเครื่องเช็ครูหัวฉีด และ นำงานไปวางที่จิ๊ก	0.6
5	หยิบงานจากจิ๊กไปเช็คความลึกของหัวฉีด	1.15
6	นำงานที่เช็คเสร็จวางที่จิ๊กแล้วเดิน	1.29
7	นำงานที่เสร็จจากเครื่องเช็คลมรั่ว วางไว้ที่จิ๊ก	0.86
8	หยิบงานจากจิ๊กเข้าเครื่องเช็คลมรั่ว	1.12
9	ต่อสายลมเพื่อตรวจเช็คลมรั่ว	1.03
10	นำงานออกจากเครื่องเชื่อม ตรวจเช็คความเรียบร้อย และ เก็บงานลงกล่อง	2.11
11	หยิบงานจากจิ๊กเข้าเครื่องเชื่อม	1.69
12	ปิดฝากล่องชิ้นงาน ผลักไปตามราง หยิบกล่องชิ้นงาน เปิดฝา เก็บฝา เสียบคัมบัง	9.04
	เวลารวม (วินาที)	**22.1**

จากการศึกษาขั้นตอนการทำงานของพนักงานในสถานีดังกล่าวแล้วนั้น ได้สังเกตความสูญเปล่าจากการทำงาน (Waste) ที่หน้างานจริง พบว่าเมื่อประกอบหัวฉีดครบทั้ง 12 ชิ้นงาน จึงจะทำงานในขั้นที่ 12 ซึ่งเป็นการปิดฝากล่องที่บรรจุหัวฉีด และเสียบใบคัมบัง (KANBAN) เกิดการเคลื่อนไหวมากเกินไป ขั้นตอนดังกล่าวประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนย่อยดังนี้

1. ปิดฝากล่องงาน F/G
2. ผลักกล่องส่งงงานลงชูตเตอร์
3. หยิบกล่องงานใหม่
4. เก็บฝากล่อง
5. เสียบใบคัมบัง (KANBAN)

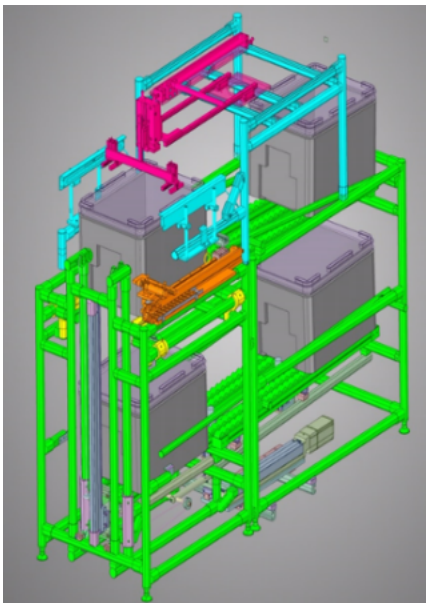
ในการศึกษาเวลาพบว่าในขั้นตอนการปิดฝากล่องและเสียบใบคัมบัง (KANBAN) ใช้เวลาเท่ากับ 9.04 วินาที ต่อการเก็บหัวฉีด 12 ชิ้น หรือใช้เวลาเท่ากับ 0.8 วินาที ต่อการเก็บหัวฉีด 1 ชิ้น ดังนั้นในงานวิจัยจึงกำหนดการกำจัดความสูญเปล่านี้เป็นเป้าหมายในการหาแนวทางปรับปรุงเพื่อลดรอบเวลาการประกอบ

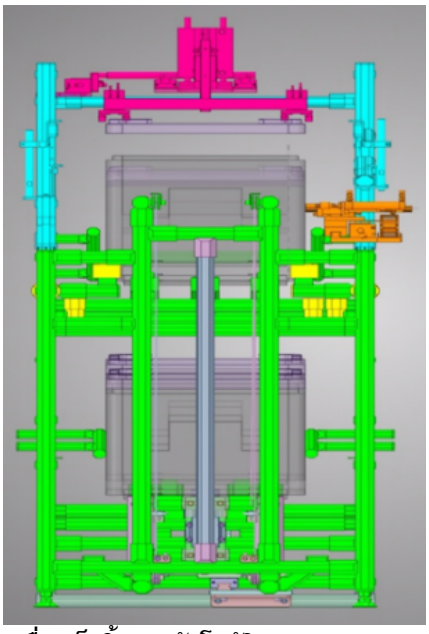
IV. การปรับปรุงกระบวนการ

เพื่อลดขั้นตอนการทำงานของการปิดกล่องชิ้นงาน ในงานวิจัยจึงใช้เทคนิคการผลิตแบบอัตโนมัติ โดยอาศัยหลักการคาราคุริ (Karakuri) มาช่วยในการออกแบบเครื่องเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ (BOX Finish Good Auto Lifter) โดยจุดมุ่งหมายในการออกแบบ คือ เพื่อลดความสูญเปล่าจากการทำงานของพนักงานในสถานีงานที่ 7 และ เพื่อลดเวลาในการเก็บชิ้นงานสำเร็จรูป

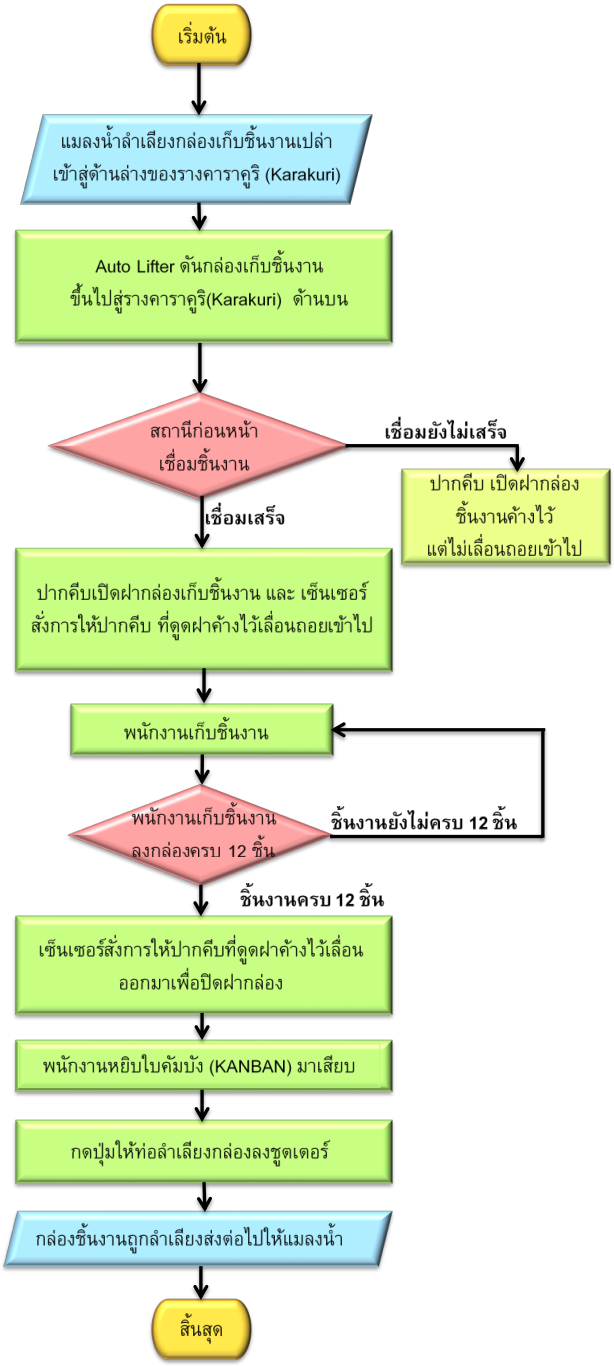
IV.I หลักการทำงานของเครื่องเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ (BOX Finish Good Auto Lifter)

การออกแบบเครื่องเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ (BOX Finish Good Auto Lifter) เป็นเครื่องช่วยลำเลียงกล่องเก็บสินค้าด้วยรางคาราคุริ (Karakuri) โดยมีเซ็นเซอร์ (Sensor) และ ปากคีบ (Gripper Robot) ทำหน้าที่จับยึด เพื่อเปิดและปิดฝากล่องเก็บสินค้า ทำให้พนักงานสามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเครื่องเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ (BOX Finish Good Auto Lifter) มีรูปแบบละหลักการทำงานดังรูปที่ III และ รูปที่ IV ตามลำดับ





รูปที่ III แบบเครื่องเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ (BOX FINISH GOOD AUTO LIFTER)

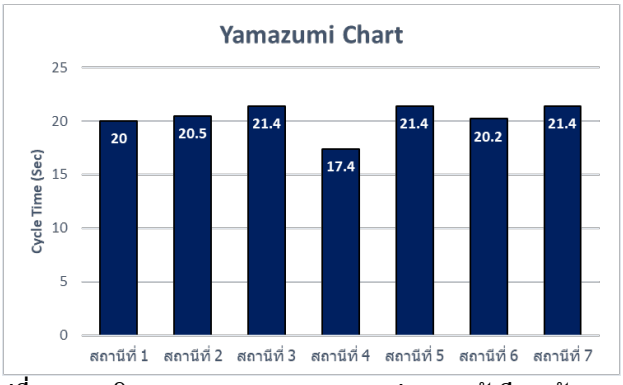


รูปที่ IV การทำงานของเครื่องเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ (BOX FINISH GOOD AUTO LIFTER)

สำหรับการลำเลียงกล่องเปล่าเพื่อใส่ชิ้นงานสำเร็จรูปจะเป็นการลำเลียงจากด้านล่างขึ้นด้านบน เมื่อกล่องเปล่ามาถึงบริเวณจุดลำเลียงขึ้น-ลงอัตโนมัติก็จะถูกดันขึ้นไปชนกับปากคีบ (Gripper Robot) ซึ่งทำหน้าที่ดูดฝากล่อง ให้เปิดค้างไว้ เมื่อชิ้นงานสำเร็จทำการเชื่อมจากสถานีก่อนหน้าเสร็จแล้ว จะมีเซ็นเซอร์ สั่งการให้แผ่นปากคีบ (Gripper Robot) ที่ดูดฝาค้างไว้เลื่อนเข้าไปเพื่อให้พนักงานนำชิ้นงานวางลงในกล่อง เมื่อวางชิ้นงานครบเซ็นเซอร์จะสั่งการให้แผ่นปากคีบ (Gripper Robot) ที่ดูดฝากล่องค้างไว้เลื่อนออกมาดังเดิม เพื่อป้องกันความผิดพลาดจากการทำงาน จึงต้องมีเซ็นเซอร์เพื่อมิให้พนักงานหยิบชิ้นงานที่ยังไม่ได้ทำการเชื่อมสถานีจากสถานีก่อนหน้ามาใส่ในกล่อง หลังจากใส่ชิ้นงานครบ 12 ชิ้นแล้ว พนักงานจะหยิบใบคัมบัง (KANBAN) มาเสียบ และกดปุ่มให้ท่อลำเลียงกล่องลงชูตเตอร์ เพื่อส่งต่อให้แมลงน้ำต่อไปในกระบวนการถัดไป

IV.I ผลการดำเนินงาน

จากการหลักการทำงานดังกล่าว ส่งผลให้ขั้นตอนการทำงานที่ 12 ของพนักงานสถานีงานที่ 7 เหลือเพียงหยิบใบคัมบัง (KANBAN) มาเสียบ และกดปุ่มให้ท่อลำเลียงทำงาน จากการประเมินขั้นต้นใช้เวลาเพียง 1 วินาที ต่อการเก็บหัวฉีด 12 ชิ้น หรือใช้เวลาเท่ากับ 0.1 วินาที ต่อการเก็บหัวฉีด 1 ชิ้น ซึ่งสามารถลดเวลาการทำงานลงได้ 0.7 วินาทีต่อการเก็บหัวฉีด 1 ชิ้น ส่งผลให้รอบเวลาการทำงานของสถานีงานที่ 7 ลดลงจาก 22.1 วินาที เป็น 21.4 วินาที ทั้งนี้หลังการปรับปรุงส่งผลให้รอบเวลาการทำงานของกระบวนการประกอบหัวฉีด มีค่าเท่ากับ 21.4 วินาที ซึ่งสามารถสรุปได้ดังรูปที่ V และ ตารางที่ II



รูปที่ V แผนภูมิ YAMAZUMI ของกระบวนการประกอบหัวฉีด หลังการปรับปรุง

ตารางที่ II ผลการปรับปรุงกระบวนการ

รายการ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
รอบเวลาการผลิต (วินาที)	22.1	21.4
กำลังการผลิต (ชิ้น/เดือน)	74,549.32	76,987.85
กำลังการผลิตเพิ่มขึ้น (ชิ้น/เดือน)		2,438.53

สำหรับจุดคุ้มทุนอย่างง่ายสามารถคำนวณได้จากต้นทุนของเครื่องเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 418,000 บาท หารด้วยต้นทุนการจ้างพนักงานที่ลดลง โดยแผนการผลิตหัวฉีดต่อวันมีค่าเท่ากับ 2,380 ชิ้น และค่าจ้างพนักงาน 1 คนมีค่าเท่ากับ 0.046 บาท/วินาที ทั้งนี้ต้นทุนพนักงานที่ลดลงสามารถคำนวณได้ดังนี้

กำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้นต่อปี = 2,438.53x12
= 29,262.36 ชิ้น

เวลาทำงานที่ลดลงต่อพนักงาน 1 คน = (29,262/2,380)x20.34
= 250 ชั่วโมงทำงาน/ปี
= 900,000 วินาที/ปี

ค่าจ้างพนักงานที่ลดลงต่อ 1 คน = 900,000/0.046
= 41,400 บาท/ปี

ในการสร้างเครื่องเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ (BOX Finish Good Auto Lifter) สามารถลดการจ้างพนักงานได้ทั้งหมด 7 คน ดังนั้น

ค่าจ้างพนักงานที่ลดลงต่อ 7 คน = 41,400x7
= 289,800 บาท/ปี

จุดคุ้มทุน = 418,000/289,800
= 1.44 ปี

V. สรุปและวิจารณ์ผลการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้ได้ศึกษากระบวนการประกอบหัวฉีด ที่ประกอบไปด้วยสถานีงานทั้งสิ้น 7 สถานีงาน แต่ละสถานีมีพนักงานสถานีงานละ 1 คน โดยทำการจับเวลารอบการทำงาน (Cycle time) รอบเวลาการทำงานของพนักงาน (Hand time) รอบเวลาการทำงานเครื่องจักร(Machine Time) และ รอบเวลาการเดินของพนักงาน (Walking time) แล้วสรุปผลการจับเวลาด้วยตารางมาตรฐานการทำงาน (Standardize Work) และ แผนภูมิ Yamazumi เพื่อหาหาความสูญเปล่า (Waste) พบว่าสถานีงานที่ 7 มีรอบเวลาการทำงานเท่ากับ 22.1 วินาที ซึ่งเป็นสถานีงานที่มีรอบเวลามากที่สุด และมีขั้นตอนการทำงานที่ 12 ซึ่งเป็นการปิดฝากล่องที่บรรจุหัวฉีด และเสียบใบคัมบัง (KANBAN) มีความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวมากเกินไป ใช้เวลาเท่ากับ 9.04 วินาที ต่อการเก็บหัวฉีด 12 ชิ้น หรือใช้เวลาเท่ากับ 0.8 วินาที ต่อการเก็บหัวฉีด 1 ชิ้น เพื่อลดขั้นตอนดังกล่าว ได้ออกแบบเครื่องเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ (BOX Finish Good Auto Lifter) เป็นเครื่องช่วยลำเลียงกล่องเก็บสินค้าด้วยรางคาราคุริ เพื่อให้พนักงานสามารถ ทำงานได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทำให้ลดขั้นตอนการทำงานของพนักงานในสถานีงานที่ 7 ขั้นตอนการทำงานที่ 12 เหลือเพียงแค่หยิบใบคัมบัง (KANBAN) มาเสียบ และกดปุ่มให้ท่อลำเลียง ส่งผลให้รอบเวลาการทำงานของสถานีงานที่ 7 ลดลงจาก 22.1 วินาที เป็น 21.4 วินาที ส่งผลให้บริษัทมีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้น 2,438.53 ชิ้น/เดือน โดยต้นทุนในการสร้างเครื่องเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ (BOX Finish Good Auto Lifter) มีค่าเท่ากับ 418,000 บาท และจุดคุ้มทุนของการติดตั้งเครื่องเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ (BOX Finish Good Auto Lifter) อยู่ที่ 1.44 ปี

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท สยาม เด็นโซ่ แมนูแฟคเจอริ่ง จำกัด ที่ให้การสนับสนุนในทุกด้านเพื่อให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จ ขอขอบคุณหัวหน้าพนักงานและพนักงานทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์และความร่วมมือในการรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (สกพอ.), “อุตสาหกรรมยานยนต์แห่งอนาคต”, มีนาคม.2020, Available: https://www.eeco.or.th/industry

[2] ART 4G, “Injector”, Available: http://car.boxzaracing.com/knowledge/48

[3] วิทยา สุหฤทดำรงค์ และ ยุพา กลอนกลาง, “การผลิตแบบดึง”, ส เอเชียเพรส (1989) จำกัด, หน้า 26, 2549.

[4] นภัสรพี ปัญญาธนวาณิช, “การประยุกต์ใช้แนวคิดแบบลีนในการปรับปรุงกระบวนการจัดซื้อ: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิต รถยนต์”, สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2560.

[5] เพ็ญวิสาข์ เอกกะยอ และ วัชรวลี ตั้งคุปตานนท, “การใช้หลักการลีนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเก็บเอกสาร และออกเลขหนังสือด้วยซอฟต์แวร์เสรี กรณีศึกษา สำนักงานโรงพยาบาลสงขลานครินทร์”, การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 13, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, หน้า 1061-1066, กุมภาพันธ์. 2555.

[6] P.Ribeiro, J.C.Sá, ‘L.P.Ferreira, F.J.G.Silva, M.T.Pereira and G.Santos, “The Impact of the Application of Lean Tools for Improvement of Process in a Plastic Company: a case study”, Procedia Manufacturing, Volume 38, Pages 765-775, 2019.

[7] ธนิดา สุนารักษ์, ‘การลดเวลาในกระบวนการประกอบปลั๊กไฟฟ้า’ การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ, หน้า 1004-1009, 2561.

โมเดลการศึกษาปัจจัยและวิเคราะห์ผลที่มีต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช กรณีศึกษา ดัชนีความต่างพืชพรรณ

จักริน ชีพสัจญาณ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
1771/1 ถ.พัฒนาการ แขวงสวนหลวง
เขตสวนหลวง กรุงเทพ 10250
ch.jakarin_st@tni.ac.th

ณัฐกิตติ์ จิตรเอื้อตระกูล
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
1771/1 ถ.พัฒนาการ แขวงสวนหลวง
เขตสวนหลวง กรุงเทพ 10250
nattagit@tni.ac.th

ประจักษ์ เฉิดโฉม
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
1771/1 ถ.พัฒนาการ แขวงสวนหลวง
เขตสวนหลวง กรุงเทพ 10250
prajak@tni.ac.th

บทคัดย่อ **—ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมเนื่องจากตั้งอยู่ในเขตมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ และมีสภาพภูมิประเทศ ทรัพยากร รวมทั้งสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมแก่การทำเกษตรกรรมในทุก ๆ ด้าน ในปัจจุบันแม้ว่าจะมีเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการทำการเกษตรกรรม ซึ่งมีราคาที่ค่อนข้างสูงและกำลังในการใช้จ่ายของเกษตรกรมีไม่มากนัก จึงยังใช้แรงงานคนในการดูแล และเก็บเกี่ยวผลผลิต**

บทความนี้นำเสนอโมเดลสถาปัตยกรรมการพัฒนาระบบในการเก็บข้อมูลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเพราะปลูกพืชด้วยโรงเรือนขนาดเล็กให้รวดเร็วยิ่งขึ้นพร้อมทั้งทำนายเวลาในการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่เหมาะสม ทำให้เกษตรกรสามารถเพิ่มผลผลิตและย่อนระยะเวลาในการเพราะปลูกด้วยโรงเรือนขนาดเล็ก ข้อมูลที่เก็บผ่านระบบจะถูกส่งขึ้นไปเก็บอยู่บนฐานข้อมูลและจึงนำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าของตัวแปรในแต่ละช่วงที่ทำให้พืชนั้นเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในแต่ละโมเดลการปลูกพืช

คำสำคัญ **— ดัชนีความต่างพืชพรรณ, อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, โรงเรือน, สมาร์ทฟาร์ม**

ABSTRACT **— Thailand is an agricultural country because of terrain, climate, and resources which are suitable for cultivation. While today technology might be able to help agriculture in many ways but the barrier to accessing technology is their prices. That is the main reason why they are still using manpower**

This paper proposed a control and monitoring system architecture with statistical analysis for greenhouse planting in order to reduce production cost and manpower. The data will be storage in database and analyzed the data look for parameters in best range of planting model.

Keywords **— NDVI, IoT, Greenhouse, Smart farm.**

I. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศทางด้านเกษตรกรรมมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากตั้งอยู่ในเขตมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ และมีสภาพภูมิประเทศ ทรัพยากร สิ่งแวดล้อม และสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมแก่การทำเกษตรกรรมในทุก ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็น การทำนา การทำสวนผลไม้ การทำพืชไร่ และการทำเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น และด้วยยุคสมัยที่เปลี่ยนแปลงไป การทำเกษตรในปัจจุบันนั้นจากเดิมที่เน้นเพื่อการดำรงชีพเป็นหลัก ส่วนที่เกินมาจึงจะนำไปขายเพื่อเป็นรายได้เสริม แปรเปลี่ยนไปสู่การผลิตเชิงการค้าโดยเพิ่มจำนวนผลิตให้มากยิ่งขึ้น และใช้เวลาน้อยลง เกษตรกรบางส่วนได้นำเครื่องจักรและเทคโนโลยีมาใช้เพื่อทุ่นแรงที่ใช้ในการเกษตรให้ลดลงและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำการเกษตรให้ง่ายดายยิ่งขึ้น แต่กระนั้นเทคโนโลยีที่เกษตรกรใช้อยู่ ณ ตอนนี้ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นการนำเครื่องจักรใช้ในการเก็บเกี่ยวเพื่อลดแรงงานของคนลง แต่เก็บเกี่ยวได้เร็วยิ่งขึ้น หรือใช้เทคโนโลยีในการควบคุม สั่งการระบบอัตโนมัติ และแสดงผ่านเว็บไซต์ หรือแอปพลิเคชั่นเท่านั้น มิได้มีการนำข้อมูลหรือปัจจัยเหล่านั้นนำมาศึกษาและวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่ใช้ในการเพิ่มผลผลิต โดยปกติแล้วพืชนั้นจะเจริญเติบโตได้ต้องมีกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างอาหารและพลังงานที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการดำรงอยู่ของพืชในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อพืชในแต่ละชนิด ทางผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาจึงได้เริ่มทำการศึกษาค้นคว้าและวิจัยปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชทางเศรษฐกิจในบทความนี้จะนำเสนอโมเดลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเจริญเติมโตของพืชเพื่อลดเวลาในการเก็บเกี่ยวผลผลิต

บทความนี้นำเสนอโมเดลในการเก็บข้อมูลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเพราะปลูกพืชด้วยโรงเรือนขนาดเล็กให้เร็วยิ่งขึ้นและทำนายเวลาในการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่เหมาะสม ทำให้เกษตรกรสามารถเพิ่มผลผลิตและลดระยะเวลาในการเพราะปลูกด้วยโร งเรือนขนาดเล็ก ภายในมีระบบควบคุมการให้น้ำและแสงแก่พืชภายในโรงเรือนและเก็บข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้นสัมผัส ,ความชื้นภายในดิน, ความเข้มแสง, และ NDVI ผ่านเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งไว้ภายในโรงเรือนขนาดเล็ก ซึ่งพัฒนาขึ้นด้วย raspberry pi3 B+ สามารถควบคุมและติดตามข้อมูลทางสถิติเหล่านี้ผ่านทางแอปพลิเคชันบนมือถือ ข้อมูลที่เก็บผ่านเซ็นเซอร์จะถูกส่งขึ้นไปเก็บอยู่บนฐานข้อมูลและจึงนำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าของตัวแปลในแต่ละช่วงที่ทำให้พืชนั้นเจริญเติบโตได้ดีที่สุด เพื่อให้ได้มาซึ่งโมดลสำหรับการปลูกพืช

II. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

II.I อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง หรือที่รู้จักกันในชื่อ Internet of Things (IoT) [1] หมายความว่าการที่สิ่งของ,อุปกรณ์, หรือเครื่องจักรสามารถสื่อสารและเชื่อมต่อหากันและกันได้ผ่านทางระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตไม่

ว่าจะเป็นทั้งระบบแบบมีสาย (LAN) หรือแบบไร้สาย (Wireless) โดยใช้โปรโตคอลเฉพาะในการสื่อสาร ทำให้สามารถควบคุม ตรวจสอบ บริหารจัดการ หรือ สามารถระบุตัวตนของสิ่งนั้นผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้ ฟังก์ชันในการทำงานของอุปกรณ์ IoT อาจจะมีหลายฟังก์ชันหรือฟังก์ชันเดียวก็ได้ ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของอุปกรณ์นั้น ๆ ในประเทศไทยอุปกรณ์ IoT ไม่ค่อยเป็นที่แพร่หลายเท่าไหร่นัก ส่วนใหญ่จะใช้ในทางด้านอุตสาหกรรม, การคมนาคม, และสินค้าบางชนิด ในปัจจุบันทางด้านภาคเกษตรกรรมก็เริ่มนำเทคโนโลยี IoT เข้ามาช่วยในการทำการเกษตรแต่ยังไม่แพร่หลายนัก สังเกตได้จากที่เกษตรกรบางคนเริ่มที่จะทำระบบ Smart farm ของตัวเองเพื่อลดต้นทุนทางด้านแรงงานคนลง การวางระบบทำให้การดูแลพืชผลต่าง ๆ ง่ายขึ้นและสามารถควบคุมและตรวจสอบแค่เพียงปลายนิ้วเท่านั้น ไม่ว่าจะเป็นการตรวจสอบความชื้นหรืออุณหภูมิภายในฟาร์มของตนเอง, การควบคุมการให้น้ำ, การให้แสง, หรือปริมาณแร่ธาตุในกรณีที่เป็นการปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการเก็บค่าทางสถิติผ่านเซ็นเซอร์หลายอย่างที่ติดตั้งอยู่ภายใน Smart farm เพื่อนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ภายในฟาร์มที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือผลผลิต

II.II ดัชนีความต่างพืชพรรณ

ดัชนีความต่างพืชพรรณ หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Normalized difference vegetation index (NDVI) [2] เป็นการสังเคราะห์ข้อมูลขึ้นมาใหม่โดยใช้หลักการสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่พืชสะท้อนกลับออกมา คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะมีความยาวคลื่นและความถี่แตกต่างกันออกไปในแต่ละประเภทได้แก่ คลื่นอัลตราไวโอเลต (200-315nm), คลื่นแสงที่ตามองเห็น (400-780nm), คลื่นอินฟราเรด (1mm-750nm), คลื่นไมโครเวฟ ,และคลื่นวิทยุ โดยจะใช้การสะท้อนของ คลื่นอินฟราเรดใกล้ Near Infrared (NIR) กับ แสงที่ตามนุษย์สามารถมองเห็น (Visible Light) ในการคำนวณค่าของดัชนีความต่างพืชพรรณโดยทั่วไปแล้วเมื่อแสงตกกระทบใบไม้โดยมี Chlorophyll a และ Chlorophyll b ที่ทำหน้าที่คอยดูดซับแสงในช่วงสีแดงและน้ำเงินซึ่งจำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อใช้ในการสร้างสารอาหารแก่พืช พร้อมกับสะท้อนแสงในช่วงสีเขียวออกมา จึงเป็นเหตุผลว่าทำไมจึงมองเห็นพืชเป็นสีเขียว ในส่วนของคลื่นอินฟาเรดจะถูก Carotenoid สะท้อนกลับออกมา ในสัดส่วนที่ค่อนข้างสูง พืชต่างชนิดต่างสายพันธุ์จะสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในสัดส่วนที่แตกต่างกันหรือพืชชนิดเดียวกันแต่มีอายุหรือความสมบูรณ์ต่างกัน การสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าก็จะแตกต่างด้วย เช่นกันพืชที่สมบูรณ์จะมีการสะท้อน NIR มากกว่าคลื่นช่วงสีแดง และพืชในกลุ่มที่ไม่สมบูรณ์จะมีการสะท้อนNIR น้อยกว่าหรือเท่ากับคลื่นช่วงสีแดงจากการสะท้อนที่แตกต่างกันข้างต้นจึงนำมาสู่การคำนวณสัดส่วนความแตกต่างระหว่าง 2 ช่วงคลื่นดังกล่าวโดยใช้สมการดังนี้

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

โดยที่

NIR = ปริมาณแสง NIR ที่สะท้อนจากใบของพืช

VIS = ปริมาณแสง visible light ที่เหลือจากการดูดซับโดยใบของพืช

ทำให้สามารถแยกพืชที่มีความสมบูรณ์กับไม่สมบูรณ์ออกจากกันได้ โดยที่ NDVI จะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง 1 ยิ่งค่าNDVI เข้าใกล้ 1 แสดงว่าพืชนั้นมีความสมบูรณ์ การวัดปริมาณการสังเคราะห์แสงด้วยค่าดัชนีความต่างพืชพรรณ มีงานวิจัยสรุปออกมาแล้วว่า ค่าNDVIมีความสัมพันธ์อย่างมากต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชโดยดูที่ปริมาณการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) [3].

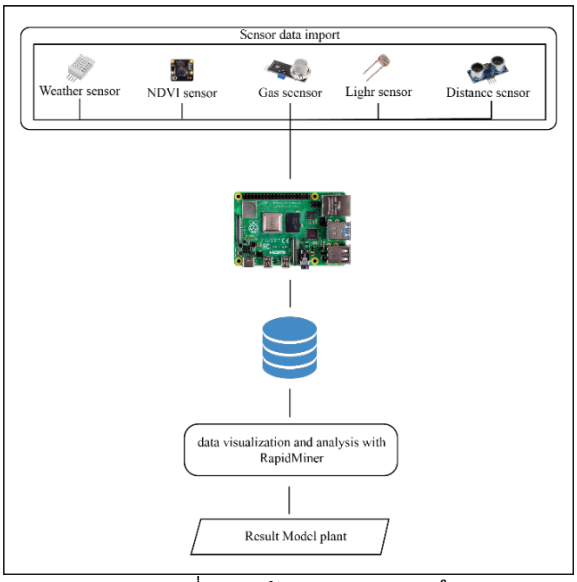
III. สถาปัตยกรรม

ในส่วนนี้อธิบายเกี่ยวกับการออกแบบระบบสถาปัตยกรรม, ฟังก์ชัน ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ทำการออกแบบฐานข้อมูลที่ใช้จัดเก็บข้อมูลที่ได้รับมาจากเซ็นเซอร์ภายในโรงเรือนขนาดเล็ก หลังจากที่เก็บรวบรวมข้อมูลได้มากพอแล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์โดยใช้ เครื่องมือที่ชื่อว่า RapidMiner Studio [5] ในการวิเคราะห์และทำนายข้อมูล ให้ได้มาซึ่งโมเดลที่มีประสิทธิภาพในการเพาะปลูก แนวทางในการทดลองจะทำการปลูกขึ้นฉ่ายโดยออกแบบให้มีการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนขนาดเล็กที่ใช้ทำการปลูกพร้อมทั้งมีการเก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ภายในโรงเรือนเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ภายในตัวโรงเรือนขนาดเล็กจะมีทั้งระบบปรับความชื้น, ระบบรดน้ำอัตโนมัติ, และระบบแสงที่ช่วยในการเจริญเติบโตแก่พืช สามารถปรับแต่งระบบรดน้ำอัตโนมัติ, ระบบแสงรวมทั้งสภาพอากาศภายในให้เหมาะสมพืชในแต่ละชนิดได้

III.I การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบภายในโรงเรือนขนาดเล็ก

ในงานวิจัยฉบับนี้ระบบสถาปัตยกรรมภายในโรงเรือนขนาดเล็กที่เพื่อช่วยควบคุมและเก็บวัดค่าต่าง ๆ ในกระบวนการปลูกพืช

จากรูปที่ 1 แสดงให้เห็นถึงการทำงานของระบบที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์ เซ็นเซอร์นั้นจะประกอบไปด้วย เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ, ความชื้น, NDVI, ปริมาณแก๊ส, ความเข้มแสง และเซ็นเซอร์วัดความสูง เซ็นเซอร์เหล่านี้จะติดตั้งอยู่บนบอร์ด Raspberry pi เพื่อรับค่าเข้ามาทำการประมวลและจะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูล ข้อมูลที่รวบรวมมาจากเซ็นเซอร์จะถูกจัดเก็บอยู่ภายในฐานข้อมูล และนำมาวิเคราะห์เมื่อมีข้อมูลที่ปริมาณข้อมูลที่มากพอสมควรเพื่อหาโมเดลที่ดีที่สุดในการเพาะปลูกพืชในแต่ละชนิด



รูปที่ 1 สถาปัตยกรรมระบบภายใน

III.II ส่วนประกอบสำคัญภายในโรงเรือน

ส่วนประกอบบที่จำเป็นของระบบฮาร์ดแวร์ที่นำเสนอไปในรูปที่ 1 นั้น ประกอบไปด้วย บอร์ดที่ใช้ในการควบคุมระบบและรับข้อมูล, เซ็นเซอร์อุณภูมิและความชื้น, เซ็นเซอร์ NDVI, เซ็นเซอร์แก๊ส, เซ็นเซอร์วัดความสูง, และเซ็นเซอร์แสง ดังรูปที่ 2

- บอร์ดควบคุม Raspberry Pi 3 b+
  เป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก มีความสามารถในการใช้งานทั่วไปและ มีคุณสมบัติเด่น คือ ติดต่อ และความคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ ใช้ระบบปฏิบัติการ Raspbian
- เซ็นเซอร์ NDVI Pi NoIR Camera V2
  คือกล้องที่มีความสามารถถ่ายภาพในช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดอินฟาเรดได้ โดยนำภาพถ่ายดังกล่าวมาทำการคำนวณเชิงคณิตศาสตร์เพื่อสังเคราะห์ข้อมูลของง NDVI ขึ้นมาโดยใช้สมการคณิตศาสตร์
- เซ็นเซอร์แก๊ส MQ-135
  เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการวัดปริมาณแก๊สออกซิเจนหรือโอโซน
- เซ็นเซอร์วัดความสูง Ultrasonic
  เซ็นเซอร์ที่ใช้คลื่นอัลตร้าโซนิคในการสะท้อนไปกลับเพื่อคำนวณหาระยะทางระหว่างเซ็นเซอร์กับวัตถุที่อยู่ตรงหน้าเซ็นเซอร์
- เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น DHT22
  เซ็นเซอร์สภาพอากาศมีความสามารถในการวัดอุณหภูมิและความชื้น มีช่วงในการวัดอุณหภูมิอยู่ที่ -40 ถึง 80 องศาเซลเซียส และช่วงในการวัดความชื้นอย่ที่ 0 ถึง 100 %
- เซ็นเซอร์วัดแสง LDR
  เป็นตัวต้านทานปรับค่าตามแสง ตัวต้านทานชนิดนี้สามารถเปลี่ยนความนำไฟฟ้าได้เมื่อมีแสงมาตกกระทบ

III.III การควบคุมและวิเคราะห์

การออกแบบระบบควบคุมโรงเรือนอัจฉริยะ มีตัวแปลสำคัญอยู่3 อย่าง ได้แก่ เวลา สภาพแวดล้อมภายใน ดัชนีความต่างพืชพรรณ

- เวลา เป็นตัวแปรที่สำคัญตัวแปลหนึ่งเนื่องจากต้องมีการกำหนดระยะเวลาในการให้แสงกับพืช
- *สภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน*
- ไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิ ความชื้น ความชื้นภายดิน เป็นตัวแปรที่ต้องได้รับการควบคุม เพื่อไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อการเพาะปลูก
- ดัชนีความต่างพืชพรรณ คือตัวบ่งชี้ในการตรวจสอบพืชภายในโรงเรือนมีการสังเคราะห์แสงหรือไม่

VI. กระบวนการจัดเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์

ในกระบวนการนี้ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บมาจากเซ็นเซอร์ภานในโรงเรือนขนาดเล็กจะถูกส่งขึ้นไปจัดเป็นที่ฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์โมเดลการเพาะปลูกพืชชนิดนั้น ๆ เมื่อทำการเก็บข้อมูลไปชักช่วงระยะเวลาหนึ่งจึงเริ่มทำการวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ค่าที่บันทึกลงฐานข้อมูลได้แก่ วัน,เวลา,อุณหภูมิ, ความชื้น, ปริมาณแก๊ส, ความเข้มแสง, ความสูงของพืช, และ NDVI โดยใช้ค่า NDVI เป็นตัวบ่งชี้ว่าพืชมีการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต [4] จากการศึกษา พบว่า ปริมาณCO_2, O_2 อุณหภูมิ, ความชื้น, แสง เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการสังเคราะห์แสงของพืช [6] [7] [8] การนำค่าดัชนีความต่างพืชพรรณที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องที่มีความสามารถถ่ายภาพที่มีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วง NIR มาเข้าสมาการเพื่อทำการคำวณค่า NDVI ที่พืชมี ณ ช่วงเวลานั้น เทียบกับอัตราการตรึง CO_2 หรืออัตราการคาย O_2 ของพืช และสร้างกราฟเพื่อดูความสัมพันธ์ของค่าทั้งสอง จากนั้นจึงวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลให้พืชนั้นมีการสังเคราะห์แสงที่เพิ่มมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการเปรียบเทียบกันระหว่าง NDVI กับ ปริมาณแสง, NDVI กับ ความชื้น, NDVI กับ ปริมาณ CO_2หรือ O_2 ภายในโรงเรือนขนาดเล็ก

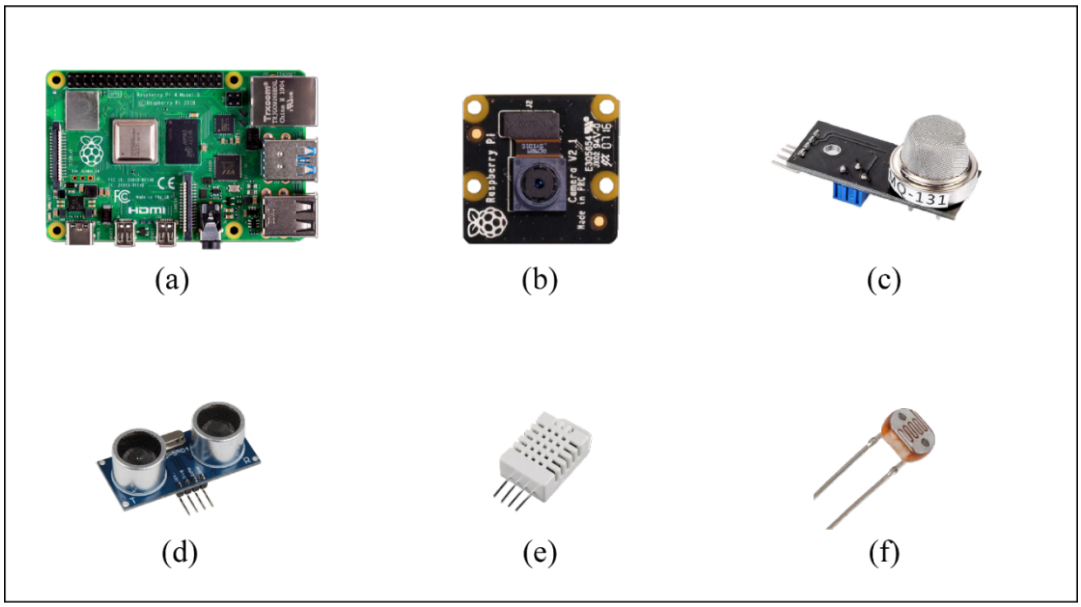
จากสมการ NDVI ที่กล่าวไปข้างต้นนั้น ในขั้นตอนนี้มีการเปลี่ยนแปลงตัวแปลภายในเล็กน้อยเนื่องจากมีการใช้ ฟิวเตอร์สีฟ้า [9] เพื่อช่วยในการกรองแสงในย่านที่ไม่ต้องการออกไป ดังนั้นสมการจึงเปลี่ยนเป็น

$$\text{NDVI} = \frac{RED-BLUE}{RED+BLUE} \qquad (2)$$

โดยที่

RED = ปริมาณแสง NIR ที่สะท้อนจากใบของพืช เก็บจากเซลล์รับแสงสีแดงของอุปกรณ์

BLUE = ปริมาณแสงสีน้ำเงินที่สะท้อนจากใบของพืชผ่านฟิลเตอร์สีน้ำเงิน



รูปที่ 2 อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์สำหรับระบบ ตรวจสอบการเจริญเติบโตของพืช (a) Raspberry pi 3 b+, (b) Pi NoIR Camera V2} (c) MQ-135, (d) Ultrasonic (e) DHT22, (f) LDR

V. สรุป

งานวิจัยชิ้นนี้ได้นำเสนอแนวทางในการทำวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ปัจจัยการเจริญเติบโตของพืชในแต่ละชนิดโดยใช้ดัชนีความต่างพืชพรรณเพื่อได้มาซึ่งโมเดลที่มีประสิทธิภาพในการเพาะปลูกพืชในแต่ละชนิด โดยการเก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งอยู่ภายในโรงเรือนนขนาดเล็กและจึงนำมาทำการวิเคราะห์โมเดลที่มีประสิทธิภาพจากการสร้างกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์จากปัจจัยต่าง ๆ ภายในโรงเรือนที่กล่าวไปข้างต้น เพื่อให้ได้มาซึ่งโมเดลสำหรับการปลูกพืชที่ลดระยะเวลาในการปลูกให้สั้นลง และประหยัดยิ่งขึ้น สุดท้ายนี้จะนำงานวิจัยชิ้นนี้ไปต่อยอดเพื่อสร้างระบบและโมเดลที่ใช้งานจริงในโอกาสต่อไป

กิตติประกาศ

ขอขอบคุณคณาจารย์และผู้เชี่ยวชาญที่ให้โอกาศในการนำเสนอแนวคิดในการทำงานวิจัยตามความสนใจของผู้ทำวิจัยในครั้งนี้ ทั้งให้คำปรึกษาทางด้านเทคนิกและ, แนวคิด, และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องตลอดระยะเวลาในการทำงานนวิจัยชิ้นนี้จนสามารถกำหนดขอบเขตของงานวิจัยได้อย่างเหมาะสม และสามารถนำไปต่อยอดเพื่อทำเป็นชิ้นงานจริงต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1]]X. Xu, T. Chen, and M. Minami, “Intelligent fault prediction system based on internet of things,” Comput. Math. Appl., vol.64, no.5, pp.833–839, 2012.

[2] วลดา เดชะพงศ์ธนา, สุพรรณ กาญจนสุธรรม, แก้ว นวลฉวี และ นฤมล อินทรวิเชียร, “ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวและดัชนีความแตกต่างพืชพรรณของพื้นที่นาข้าวในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต จากข้อมูลดาวเทียม,” Journal of Geoinformation Technology of Burapha University, vol.1, no.2, pp.14–30, July - December 2016.

[3] JOHN A. GAMON and other, “RELATIONSHIPS BETWEEN NDVI, CANOPY STRUCTURE, AND PHOTOSYNTHESIS IN THREE CALIFORNIAN VEGETATION TYPES,” Ecological Applications., vol.5, no.1, pp.28–41, 1995.

[4] Piedad M. Cristiano and other, “High NDVI and Potential Canopy Photosynthesis of South American Subtropical Forests despite Seasonal Changes in Leaf Area Index and Air Temperature,” forests., vol.5, no.2, pp.287–308, 2014.

[5] Nopparoot Kitcharoen and other, “RapidMiner Framework for Manufacturing Data Analysis on the Cloud,” The 2013 10th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE), pp 149-154, 29-31 May 2013

[6] Sylvia S. Mader, “กายวิภาคและการเจริญเจิบโตของพืช,” Essentials of biology 2.,pp 2-14, 2012

[7] จิรัสย์ เจนพาณิชย์, “Photosynthesis,” Biology for high school students, pp 67-76, 2009

[8] Christian Körner, “When Growth Controls Photosynthesis,” IEEE 4th International Symposium on Plant Growth Modeling, pp 5-7, 2012

[9] Somchai, การถ่ายภาพการสังเคราะห์แสงพืชด้วยกล้อง Raspberry Pi NoIR, RASPBERRY PI THAILAND BLOG, July 16, 2016. Accessed on: Oct. 3, 2017. [Online]. Available: https://www.raspberrypi-thailand.blogspot.com/2016/07/blog-post.html

การพัฒนาระบบระบายความร้อนของศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก

Development of a Cooling System of a Compact Computer Rack Data Center (CCRDC)

สมชาย พานิชเจริญ
Somchai Panichjaroen
หลักสูตรเทคโนโลยีวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
Master Program in Engineering Technology,
Faculty of Engineering,
Thai-Nichi Institute of Technology (TNI)
Bangkok Thailand
somchai.pde@gmail.com

วิภาวดี วงษ์สุวรรณ์
Wipawadee Wongsuwan
หลักสูตรเทคโนโลยีวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
Master Program in Engineering Technology,
Faculty of Engineering,
Thai-Nichi Institute of Technology (TNI)
Bangkok Thailand
Wipawadee@tni.ac.th

บทคัดย่อ —ระบบระบายความร้อนของศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพ สามารถเป็นหนึ่งในกลยุทธ์ทางธุรกิจของบริษัทที่ต้องการลดการสร้างห้องศูนย์คอมพิวเตอร์ที่ต้องปรับอากาศทั้งห้องได้ ศูนย์คอมพิวเตอร์ต้องเชื่อมโยงกับเซิร์ฟเวอร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงระบบโครงสร้างพื้นฐานที่รองรับ ประเทศที่พัฒนาแล้วในปัจจุบันได้มีการใช้งานศูนย์ข้อมูลขนาดเล็กแบบควบรวมกับแร็คคอมพิวเตอร์ไว้ด้วย และขยายตัวไปสู่การใช้ประโยชน์ที่หลากหลาย อาทิ โกดังสินค้า สำนักงานชั่วคราว อีเว้นท์ต่าง ๆ ฯลฯ เครื่องปรับอากาศสามารถบูรณาการกับตู้แร็คคอมพิวเตอร์เพื่อการระบายความร้อนให้กับศูนย์คอมพิวเตอร์โดยตรง ดังนั้นระบบระบายความร้อนของศูนย์ข้อมูลของคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (CCRDC) จะมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่สูงขึ้น

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาระบบ CCRDC ที่เคลื่อนย้ายได้และเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ เหมาะสำหรับสภาวะอากาศแบบร้อนชื้นอย่างประเทศไทย ระเบียบวิธีวิจัยเริ่มจากการออกแบบชุดอุปกรณ์ทดลอง การพัฒนาต้นแบบ CCRDC การเลือกเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดกำลังทำความเย็นที่เหมาะสมกับศูนย์คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก และการบูรณาการศูนย์คอมพิวเตอร์กับเครื่องปรับอากาศเข้าด้วยกัน

ความร้อนจากแร็คคอมพิวเตอร์ที่ประกอบด้วยเซิร์ฟเวอร์และยูพีเอสถูกจำลองโดยฮีทเตอร์ไฟฟ้าขนาดกำลังไฟฟ้า 810 W เครื่องปรับอากาศขนาด 6,830 Btu/hr สามารถทำอุณหภูมิอากาศเย็นได้ 18.3 °C และจ่ายอากาศไประบายความร้อนจากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ 21.9 °C กับ 62% ซึ่งอยู่ในช่วง 18 - 27 °C และ 8 - 80% ตามที่มาตรฐาน ASHRAE แนะนำ โดยดึงความร้อนได้ 2,200 Btu/hr คิดเป็นร้อยละ 32.2 ของภาระงานสูงสุดของเครื่องปรับอากาศเท่านั้น

คำสำคัญ — ศูนย์คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก, ซีซีอาร์ดีซี, ระบบทำความเย็น, ประสิทธิภาพพลังงาน, การประหยัดพลังงาน, การจัดการพลังงาน

ABSTRACT — The efficient cooling system for a compact data center could be a business strategy for a company that required reduction of the construction of computer server room. The data center has to communicate with the server, the associated equipment, and the supportive infrastructure. The developed countries currently use the compact data center integrated to the computer rack that is expanded to various applications, e.g. warehouse, temporary office, events, etc. The air conditioner (A/C) could be combined with the computer rack for directly cooling of computer center. For that reason, the cooling system of the Compact Computer Rack Data Center (CCRDC) would have higher energy efficiency.

Therefore, the research focuses on the development of practical and portable CCRDC for the tropical climate condition such like Thailand. The research methodology started from designing the experimental unit, developing the compact data center prototype, sizing the appropriated air conditioner suitable to the compact data center, then integrating the data center and A/C unit together.

Heat released from the computer rack composed of a server and an UPS was simulated by an electric heater (rated power 810 W). The air conditioner having 6,830 Btu/hr cooling capacity provided cold air at 18.3 °C and supply cooling air to computer equipment at temperature and relative humidity 21.9 °C and 62% within the range 18 - 27 °C and 8 - 80% that recommended by ASHRAE standard by extracting heat about 2,200 Btu/hr, calculated to just 32.2% of part load of the air conditioner.

Keywords — compact computer rack data center, CCRDC, cooling system, energy efficiency, energy saving, energy management

I. บทนำ

การออกแบบศูนย์คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ประกอบด้วยอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วงที่สามารถติดตั้งภายในตู้แร็คตู้เดียว (Computer Rack) ต้องพิจารณาให้รอบคอบถึงอุปกรณ์ที่เลือกใช้ การติดตั้งที่ถูกต้อง การไหลเวียนของอากาศเย็นและการระบายอากาศร้อน เพราะจะส่งผลต่อการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์โดยรวม ระบบการทำความเย็นในรูปแบบสามัญ (Conventional method) คือ การทำความเย็นรวมทั้งห้อง (Room cooling) ส่วนอีกแบบที่ศึกษาการใช้พลังงานโดย Madhu Sharma และคณะ [1] คือ การทำความเย็นที่แยกพื้นที่ลมร้อนและลมเย็น (Hot aisle/ Cold aisle containment) เพื่อป้องกันลมร้อนจากหลังตู้ไหลมารวมกับลมเย็นหน้าตู้ (Air mixing) จะช่วยลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศและลดการใช้ไฟฟ้าลง

ความน่าเชื่อถือและช่วงเวลาในการให้บริการของศูนย์คอมพิวเตอร์เป็นสิ่งที่ต้องตระหนักถึงเป็นอันดับแรก จากนั้นจึงเป็นเรื่องค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน โดย ASHRAE T9.9 ได้แนะนำสภาวะที่เหมาะสมสำหรับอุปกรณ์ในห้องศูนย์ข้อมูล (Data Center) ระดับอุณหภูมิและความชื้นที่อุปกรณ์สามารถทำงานได้ประสิทธิภาพดีที่สุดและประหยัดพลังงานได้ คือ 18 - 27 °C (64 – 81 °F) และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 8% - 80% [2]. นอกจากนี้ Robin A. Steinbrecher [3] ได้แนะนำค่ามาตรฐานสำหรับอุณหภูมิและความชื้นขาเข้าของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในห้องศูนย์ข้อมูลแบบต่าง ๆ ไว้ด้วย

ศูนย์คอมพิวเตอร์ในประเทศไทยโดยทั่วไปจะต้องสร้างห้องที่ติดตั้งระบบปรับอากาศ จากประสบการณ์ของผู้วิจัยพบว่าส่วนหนึ่งจะติดปัญหาในการหาพื้นที่การก่อสร้างห้อง ต้องใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างห้องนาน หากก่อสร้างได้แล้วห้องมีขนาดใหญ่เกินไปก็จะสิ้นเปลืองค่าไฟฟ้าในการปรับอากาศโดยใช่เหตุ อีกทั้งบางพื้นที่ก็ไม่สามารถก่อสร้างห้องศูนย์คอมพิวเตอร์ได้ อาทิ บริเวณเสาหรือโกดังสินค้า หรืออาจต้องไปใช้พื้นที่ร่วมกับบริเวณอื่น พบปัญหาความร้อน ฝุ่นละอองและเสียงในพื้นที่ติดตั้งศูนย์คอมพิวเตอร์ งานวิจัยนี้จึงต้องการหาแนวทางการพัฒนาระบบระบายความร้อนเฉพาะจุด สำหรับศูนย์คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ที่สามารถรักษาระดับอุณหภูมิการใช้งานคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วงให้เสถียร โดยพัฒนาให้เป็นศูนย์ข้อมูลขนาดเล็กที่มีระบบระบายความร้อนในตัว จึงไม่ต้องรวมภาระความร้อนจากมนุษย์หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น (หลอดไฟและบัลลาสต์) โดยพัฒนาต้นแบบตู้ศูนย์ข้อมูลสำหรับคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Compact Computer Rack Data Center: CCRDC) โดยติดตั้งเครื่องปรับอากาศไว้ด้านบนตู้ และหมุนเวียนอากาศร้อนที่ระบายจากตู้ไปยังส่วนรับอากาศป้อนกลับของเครื่องปรับอากาศ จากนั้นจึงปรับสภาพอากาศจนมีอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสม และจ่ายลมเย็นเข้ามาภายในตู้โดยจำเพาะ ซึ่งจะเป็นการวนรอบอากาศเพื่อระบายความร้อนที่มีประสิทธิภาพ และคาดว่าจะสามารถลดต้นทุนการสร้างระบบระบายความร้อนจากศูนย์คอมพิวเตอร์และประหยัดพลังงานด้วย

II. ลักษณะศูนย์คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก

ศูนย์คอมพิวเตอร์ในงานวิจัยนี้มีลักษณะเป็นตู้ขนาดเล็กที่พัฒนาขึ้นเพื่องานวิจัยนี้โดยเฉพาะ ออกแบบการระบายความร้อนให้ง่ายต่อการติดตั้งและใช้งาน โดยเครื่องปรับอากาศที่นำมาประยุกต์ใช้นี้ โดยปกติใช้สำหรับการระบายความร้อนของตู้สวิตช์บอร์ดของระบบพีแอลซี (PLC) จึงคาดว่าจะ ซึ่งคาดว่าจะทำความเย็นได้เหมาะสมกับชุดเซิร์ฟเวอร์ (Server) พร้อมยูพีเอส (UPS) และแผงกระจายไฟฟ้าจำนวนหนึ่งชุด และกำหนดปริมาตรอากาศที่จะปรับสภาพจากขนาดตู้มาตรฐาน 24U ที่เหมาะสมกับชุดเซิร์ฟเวอร์นี้ การจำลองภาระความร้อนอาศัยฮีทเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 810 W ซึ่งมีพัดลมระบายความร้อนขนาด 220 VAC 50 Hz ความเร็วรอบ 1,300 rpm ที่มาพร้อมกับชุดฮีทเตอร์ จึงสามารถระบายความร้อนจากกล่องฮีทเตอร์ได้ดี โดยระบบควบคุมพัดลมเป็นแบบ Open loop และเฉพาะเปิดปิดเท่านั้น (On/Off) ภาพถ่ายตู้ศูนย์คอมพิวเตอร์แสดงดังรูปที่ 1 โดยมีระบบเปิดตู้อัตโนมัติหากอุณหภูมิภายในตู้เกินค่าที่กำหนดด้วย



รูปที่ 1 ลักษณะภายนอกของตู้ศูนย์คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก

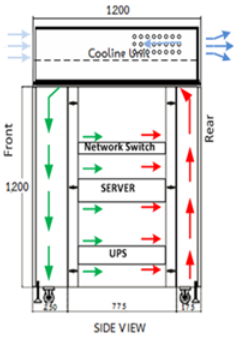


รูปที่ 2 ภาพด้านหน้าของตู้ศูนย์คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กพร้อมเครื่องปรับอากาศ

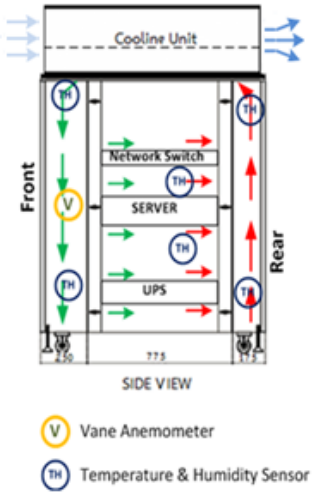


รูปที่ 3 ตำแหน่งการจ่ายอากาศเย็น 2 ช่อง ด้านหน้า และตำแหน่งการรับอากาศกลับของเครื่องปรับอากาศ

รูปที่ 2 แสดงภาพถ่ายด้านหน้าของตู้ศูนย์คอมพิวเตอร์ขณะที่เปิดออก จะเห็นด้านหน้าของเครื่องปรับอากาศและหน้าจอแสดงค่าตั้ง (Set point) ของอุณหภูมิขากลับของเครื่องปรับอากกาศ ด้านล่างจะเห็นชุดพัดลมสำหรับดูดอากาศให้ไหลผ่านชุดอุปกรณ์คอมพิวเตอร์จำลอง ศูนย์คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กประกอบด้วยด้วยตู้แร็ค (Rack Cabinet) มีประตูกระจกทางด้านหน้า ขนาด 24U ตามมาตรฐาน คือ กว้าง 0.65 เมตร ลึก 1.2 เมตร และสูง 1.2 เมตร บริเวณตั้งแต่ประตูหน้าถึงเสาแร็คคู่หน้าเป็นพื้นที่เก็บลมเย็น โดยทั่วไปคือกว้าง 0.2 - 0.3 เมตร และสูง 1.2 เมตร



รูปที่ 4 แผนภาพแสดงลักษณะการไหลเวียนของอากาศในตู้ศูนย์คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก



รูปที่ 5 ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือวัดภายในตู้ศูนย์คอมพิวเตอร์

เซิร์ฟเวอร์ของคอมพิวเตอร์และยูพีเอสรวมถึงแผงกระจายไฟฟ้าเป็นแหล่งความร้อนซึ่งจะถูกจำลองโดยฮีทเตอร์ไฟฟ้า การระบายความร้อนอาศัยลมเย็นจากคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศสีเขียว (ดังรูปที่ 1) ที่ติดตั้งอยู่บนตู้แร็ค ลมเย็นจะถูกพัดลมดูดผ่านสวิตช์ของเน็ตเวิร์ค เซิร์ฟเวอร์ และยูพีเอส เพื่อระบายความร้อน บริเวณช่องว่างระหว่างเสาแร็คคู่หน้ากับโครงตู้แร็คมีแผงกั้นลมเย็นเพื่อบังคับให้ไหลผ่านอุปกรณ์ทั้งหมดที่ต้องการระบายความร้อน อากาศที่ระบายความร้อนอุปกรณ์แล้วจะร้อนขึ้น และไหลย้อนกลับขึ้นไปเข้าคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ ในขณะที่อากาศจากบรรยากาศจะถูกดึงมาระบายความร้อนจากคอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศ โดยไม่ปนกับอากาศที่ไหลเวียนในตู้แร็ค ตำแหน่งช่องจ่ายอากาศเย็น (2 ช่องกลมเล็ก) และช่องรับอากาศกลับ (1 ช่องกลมใหญ่) ของเครื่องปรับอากาศแสดงดังรูปที่ 3

แผนภาพอย่างง่ายแสดงลักษณะการไหลเวียนของอากาศภายในตู้ศูนย์คอมพิวเตอร์กับเครื่องปรับอากาศแสดงดังรูปที่ 4 โดยอากาศเย็นและแห้งที่ปรับสภาพจากเครื่องปรับอากาศแล้ว (ลูกศรสีเขียว) จะไหลผ่านทางด้านหน้าของชุดอุปกรณ์ จากนั้นจะถูกดูดให้ไหลผ่านเซิร์ฟเวอร์และยูพีเอสจำลองทำให้ร้อนขึ้นและไหลกลับขึ้นไปทางด้านบนสู่เครื่องปรับอากาศ (ลูกศรสีแดง)

รูปที่ 5 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (T & RH) ฝั่งอากาศเย็นที่จ่ายจากเครื่องปรับอากาศ (ลูกศรสีเขียว) และฝั่งอากาศอุ่นที่ระบายความร้อน (ลูกศรสีแดง) จากชุดอุปกรณ์แล้วและไหลย้อนกลับไปยังเครื่องปรับอากาศ ด้านละ 2 ตัว ด้านหน้าและด้านหลังของฮีทเตอร์ที่ใช้จำลองภาระความร้อนจากชุดอุปกรณ์อีก 2 ตัว วัดอุณหภูมิอากาศภายนอก 2 ตัว และวัดอุณหภูมิเพียงอย่างเดียวที่ตัว UPS อีก 2 จุด ตำแหน่งการวัดความเร็วลมวัดที่ด้านอากาศจ่ายและด้านหน้า UPS อีก 2 จุด ทำให้ทราบสภาวะของอากาศก่อนและหลังการระบายความร้อนจากชุดอุปกรณ์ และก่อนและหลังการปรับสภาพจากเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งด้านบน จึงนำมาใช้ในการประเมินสมรรถนะของการระบายความร้อนโดยเครื่องปรับอากาศได้ ส่วนลูกศรสีฟ้าแสดงทิศทางลมระบายความร้อนจากคอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศ

III. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลความต้องการใช้งานศูนย์คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก กำลังการทำความเย็นที่ต้องการจากเครื่องปรับอากาศ และขนาดตู้แร็คคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสม จากนั้นจึงออกแบบ จัดเตรียมวัสดุ ประกอบและติดตั้งตู้ เครื่องปรับอากาศที่คัดเลือกมานำเข้ามาจากบริษัท Rittal จากอิตาลี ซึ่งปกติเครื่องนี้ใช้ระบายความร้อนจากชุดสวิตช์บอร์ดหรืออุปกรณ์หม้อแปลงไฟฟ้า โดยใช้สารทำความเย็น R-134a เครื่องมีความสามารถทำความเย็น 2,000 วัตต์ความร้อน (เทียบเท่า 6,830.36 Btu/hr) กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ต้องการ 970 วัตต์ไฟฟ้า จะเห็นว่าเครื่องปรับอากาศนี้มีขนาดทำความเย็นต่ำกว่าเครื่องปรับอากาศทั่วไปที่เล็กสุดที่ 9,000 Btu/hr

การออกแบบได้กำหนดขนาดของระบบปรับอากาศที่สามารถจัดการกับภาระความร้อนสัมผัส (Sensible Load) ที่เป็นผลรวมจากภาระความร้อนจำลอง 3 ส่วน ได้แก่ (1) ฮีทเตอร์ไฟฟ้าที่มีกำลัง 810 W (2) UPS ที่ 240 W และ (3) แผงกระจายไฟฟ้าอีก 50 W รวม 1,100 W_{elec} หากคำนึงถึงความร้อนสูญเสียจากอุปกรณ์เหล่านี้แล้ว เครื่องปรับอากาศที่เลือกมาก็จะจัดการกับภาระความร้อนรวมได้

ความเร็วลมสำหรับการระบายความร้อนไม่ได้ระบุไว้ตามมาตรฐาน ASHRAE ดังนั้น ความเร็วลมที่ใช้จึงขึ้นกับความสามารถพัดลมระบายอากาศของฮีทเตอร์ ทำให้ได้ความเร็วลมอยู่ในช่วงค่า 5.8 – 6.2 m/s งานวิจัยนี้ใช้ฮีทเตอร์ไฟฟ้าแทนความร้อนจากเซิร์ฟเวอร์และยูพีเอส

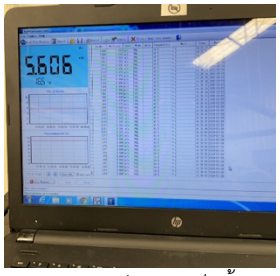
ศูนย์ข้อมูลขนาดเล็กที่พัฒนาขึ้นนี้ ในเบื้องต้นเพื่อการระบายความร้อนจากชุดแร็คคอมพิวเตอร์และยูพีเอสเพียงชุดเดียว โดยปัจจุบันนี้ศูนย์คอมพิวเตอร์นิยมใช้ Virtual Machine Ware (VM ware) ที่ใช้คอมพิวเตอร์ตัวเดียวควบคุมและสามารถแยกโฮสต์ (Host) ได้ ทำให้ห้องศูนย์ข้อมูลของคอมพิวเตอร์มีขนาดเล็กลงเรื่อย ๆ จึงสอดคล้องอย่างยิ่งกับกรอบแนวคิดงานวิจัยนี้ ที่จะลดความจำเป็นของการสร้างห้องเซิร์ฟเวอร์ขนาดใหญ่ ซึ่งมักต้องการเครื่องปรับอากาศที่มีความแม่นยำสูง (Precision Air Conditioner) ที่ต้องมีระบบตรวจสอบตลอดเวลารวมถึงระบบดับเพลิง หากสามารถทำให้อยู่ในตู้แร็คตู้เดียวได้ก็จะประหยัดได้ทั้งพื้นที่และพลังงาน

ระบบปรับอากาศถูกติดตั้งทางด้านบนของตู้แร็ค และติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ตำแหน่งตามระบุในรูปที่ 4 จากนั้นต่อสายเซนเซอร์เพื่อส่งข้อมูลผ่านอินเตอร์เน็ตมายังคอมพิวเตอร์ ขณะทำการทดสอบจะเปิดระบบเก็บข้อมูลการทดลองเพื่อแสดงผลผ่านคอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ โดยแสดงผลการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศทั้งด้านในตู้และบรรยากาศทางด้านนอกตู้แร็ค รวมถึงความเร็วลม ก่อนทดสอบต้องตรวจสอบการทำงานของพัดลมระบายความร้อน และจัดเตรียมระบบระบายความชื้นออก ปรับตั้งค่าอุณหภูมิที่อากาศย้อนกลับ (Return air) สู่เครื่องปรับอากาศ (Set point) เพื่อควบคุมการทำความเย็นขอเครื่องปรับอากาศ ผ่านไป 10 นาที หลังจากตรวจสอบว่าการไหลเวียนของอากาศดีแล้ว จึงเปิดระบบศูนย์ข้อมูลจำลอง และเปิดเครื่องปรับอากาศเพื่อระบายความร้อนจากตู้แร็ค ภาพระบบขณะทดสอบแสดงดังรูปที่ 6 และภาพหน้าจอคอมพิวเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลแสดงดังรูปที่ 7

เก็บข้อมูลติดต่อกันให้นานที่สุด โดยสูงสุด 24 ชั่วโมง ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จากคอมพิวเตอร์ ว่าอุณหภูมิแต่ละตำแหน่งว่าไม่ผิดปกติ และคำนวณคุณสมบัติอากาศชื้นเพื่อตรวจสอบการควบแน่นของความชื้นในอากาศ จากนั้นนำข้อมูลที่บันทึกไว้มาทำการวิเคราะห์แสดงผล และสรุปผล



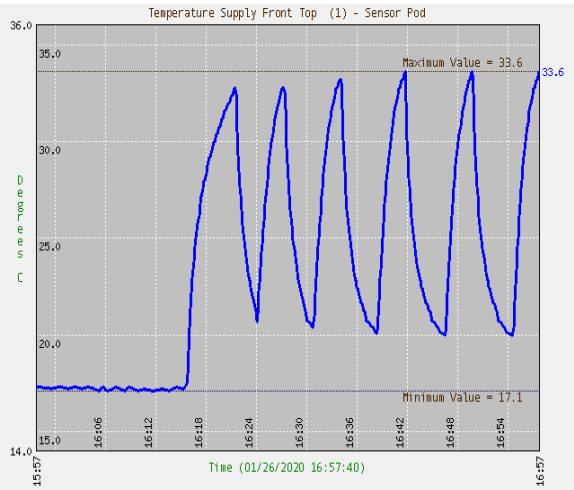
รูปที่ 6 ภาพตู้ศูนย์คอมพิวเตอร์ขณะทดสอบ



รูปที่ 7 ภาพหน้าจอคอมพิวเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลการทดสอบตู้ศูนย์คอมพิวเตอร์

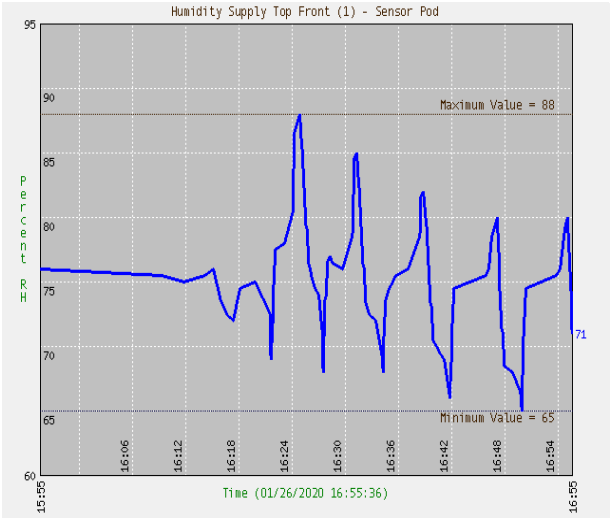
IV. ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผล

จากการทดสอบเบื้องต้นในวันที่ 26 ม.ค. 63 เวลา 16:18 – 16:57 น. ได้ความเร็วลมเฉลี่ย 5.834 ± 0.05 m/s กำหนด Set point อุณหภูมิอากาศที่ไหลกลับเครื่องปรับอากาศเป็น 35 °C ผลการวัดค่าอุณหภูมิอากาศที่ออกจากเครื่องปรับอากาศ แสดงเป็นกราฟดังรูปที่ 8 ซึ่งจะเห็นว่าอุณหภูมิแกว่งอยู่ระหว่าง 20 – 33.6 °C โดยจะแกว่งทุกคาบ 6 นาที และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงานอุณหภูมิอากาศจะลดลงและเมื่อคอมเพรสเซอร์ตัดอุณหภูมิก็จะเพิ่มขึ้น



รูปที่ 8 อุณหภูมิของอากาศทางออกเครื่องปรับอากาศสู่ภายในตู้

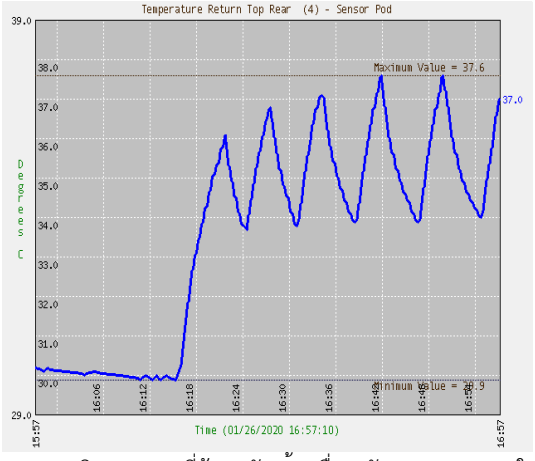
ความชื้นสัมพัทธ์มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 65% – 80% และมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ ดังรูปที่ 9 จากค่าสูงสุด 88% ลงมาเรื่อยๆ จนเหลือ 71% ภายใน 31 นาที เนื่องจากอุณหภูมิมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยค่าความชื้นสัมพัทธ์จะแกว่งในลักษณะเดียวกับอุณหภูมิ



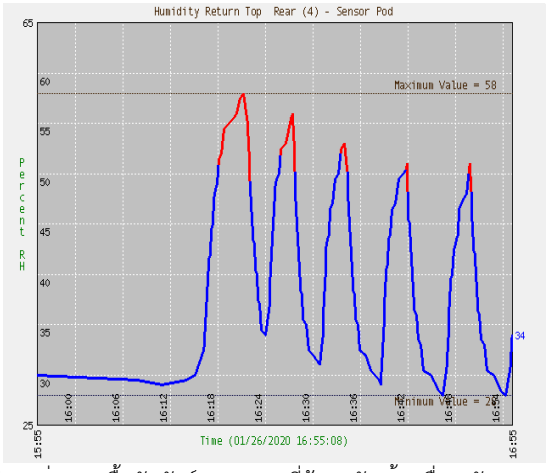
รูปที่ 9 ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศทางออกเครื่องปรับอากาศ

อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ย้อนกลับสู่เครื่องปรับอากาศแสดงดังรูปที่ 10 และ 11

อุณหภูมิอากาศจากภายในตู้คอมพิวเตอร์ที่เข้าสู่เครื่องปรับอากาศแปรผันระหว่าง 20.9 – 37.6 °C สูงกว่า Set point โดยอุณหภูมิสุดท้ายอยู่ที่ 37 °C และอุณหภูมิแปรผันขึ้นและลงตามจังหวะการตัดต่อของคอมเพรสเซอร์เช่นกัน โดยความชื้นสัมพัทธ์แกว่งอยู่ระหว่าง 25% – 58% และมีแนวโน้มลดลงเรื่อยจนมีค่าเป็น 34% เมื่อเวลาผ่านไป 35 นาที กำหนดไว้ว่าอุณหภูมิของอากาศเย็นทางเข้าชุดอุปกรณ์จะต้องต่ำกว่า 27 °C ผลการทดลองในวันที่ 26 ม.ค. 63 นี้ พบว่าอุณหภูมิสูงกว่าค่าที่กำหนดดังแสดงในรูปที่ 12 อย่างไรก็ดีคำนวณได้ว่าระบบสามารถลดความชื้นได้เล็กน้อยด้วยอัตรา 0.19 g/s ในช่วง 30 นาทีแรก



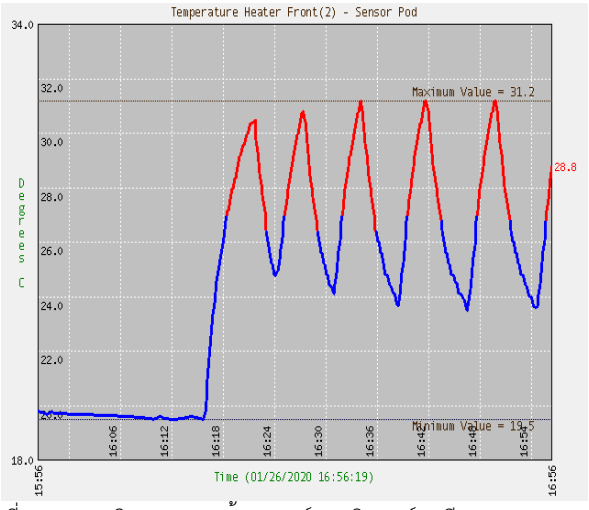
รูปที่ 10 อุณหภูมิของอากาศที่ย้อนกลับเข้าเครื่องปรับอากาศจากภายในตู้ศูนย์คอมพิวเตอร์



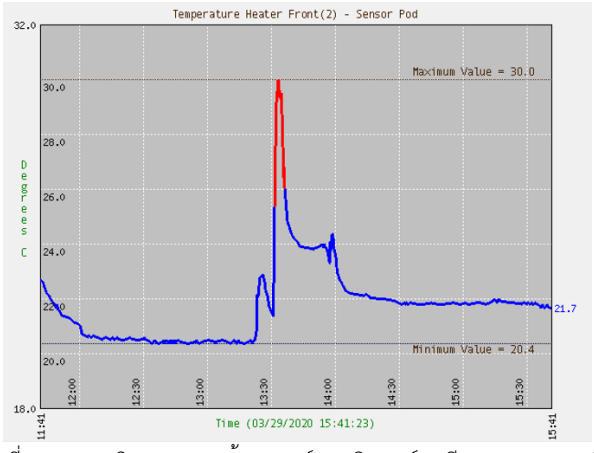
รูปที่ 11 ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ย้อนกลับเข้าเครื่องปรับอากาศจากภายในตู้ศูนย์คอมพิวเตอร์

ต่อมาผู้วิจัยได้ทดสอบทดสอบอีกครั้งประมาณ 2 ชั่วโมง เมื่อ 29 มี.ค. 63 (เวลา 14.12 – 16.10 น.) ปรับตั้งค่าอุณหภูมิอากาศย้อนกลับสู่เครื่องปรับอากาศเป็น 32 °C พบว่าอุณหภูมิอากาศไม่ได้แกว่งอีกต่อไป และระบบเข้าสู่สมดุลที่เวลา 14:30 น. ผลการวัดอุณหภูมิทางเข้าชุดอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่จำลองด้วยฮีทเตอร์ไฟฟ้าคงที่ได้ที่ 21.7 °C ดังรูปที่ 13 ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์แปรผันในช่วงแคบ ๆ ระหว่าง 62% - 63% ส่วนอุณหภูมิอากาศที่ไหลกลับเข้าสู่เครื่องปรับอากาศในกรณีนี้คือ 32.3 °C ดังรูปที่ 14 โดยความชื้นสัมพัทธ์ลดลงเหลือ 30% คงที่เช่นกัน ดังรูปที่ 15

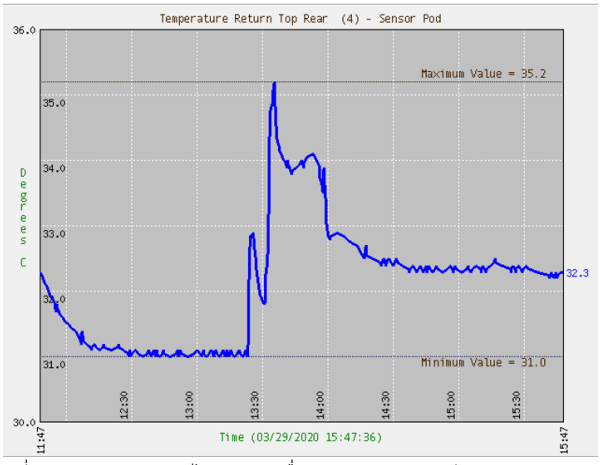
สรุปผลการประเมินผลการทดสอบในเบื้องต้น กรณีปรับตั้งค่าอุณหภูมิอากาศย้อนกลับเครื่องปรับอากาศ (Return air) เป็น 32 °C จะสามารถจ่ายอุณหภูมิอากาศเย็นสู่ตู้คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กได้ที่ 18.3 °C ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศเย็นทางเข้าชุดอุปกรณ์คอมพิวเตอร์จำลองในตู้เข้าสู่สภาวะสมดุลและคงที่ได้ถึง 21.9 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 62% โดยอัตราส่วนความชื้นเหลือ 11.9 g_w/kg_{da} ต่ำกว่าค่าสูงสุดที่มาตรฐานยอมรับคือ 24.1 g_w/kg_{da}



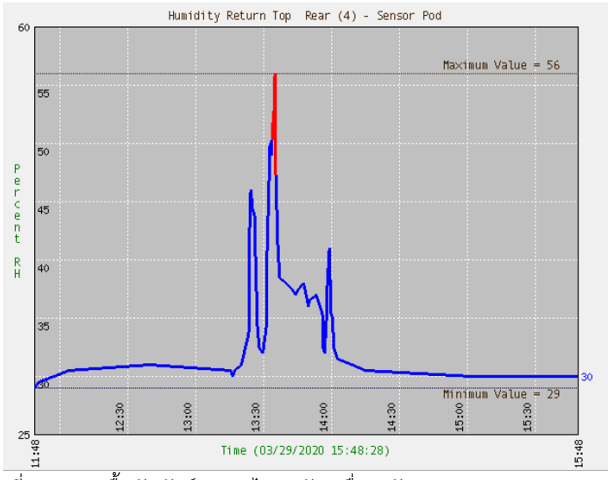
รูปที่ 12 อุณหภูมิอากาศทางเข้าอุปกรณ์คอมพิวเตอร์กรณี Set point 35 °C



รูปที่ 13 อุณหภูมิอากาศทางเข้าอุปกรณ์คอมพิวเตอร์กรณี Set point 32 °C



รูปที่ 14 อุณหภูมิอากาศไหลกลับเครื่องปรับอากาศ กรณี Set point 32 °C



รูปที่ 15 ความชื้นสัมพัทธ์อากาศไหลกลับเครื่องปรับอากาศ Set point 32 °C

เมื่อนำค่าเอนทาลปีที่เพิ่มขึ้นของอากาศหลังจากไหลผ่านชุดอุปกรณ์เซิร์ฟเวอร์จำลอง มาคูณกับอัตราการไหลอากาศ สามารถประเมินอัตราการระบายความร้อนได้ 2,200 Btu/hr หรือคิดเป็นร้อยละ 32.2 ของกำลังการทำความเย็นสูงสุด (Rated cooling capacity) ของเครื่องปรับอากาศเครื่องนี้ที่ 6,830 Btu/hr แสดงว่าระบบที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถลดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายในตู้ศูนย์คอมพิวเตอร์ได้ และมีศักยภาพที่จะปรับสภาพอากาศให้เหมาะสมและเป็นไปตามที่มาตรฐาน ASHRAE T9.9 แนะนำ โดยหากเลือกการระบายความร้อนเฉพาะจุดจากงานวิจัยนี้ ที่ใช้เครื่องปรับอากาศขนาดเล็กกว่าเครื่องปรับอากาศทั่วไป ด้วยศักยภาพการทำงานที่เทียบเคียงกันก็คาดว่าจะประหยัดพลังงานได้มากกว่าการเปิดเครื่องปรับอากาศทั้งห้องตามแบบสามัญอย่างน้อยร้อยละ 20 หากคำนวนเทียบจากขนาดเครื่องปรับอากาศ

V. สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาระบบระบายความร้อนของศูนย์ข้อมูลคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Compact Computer Rack Data Center: CCRDC) จากงานวิจัยนี้ สามารถทำได้สำเร็จ และคาดว่าจะตอบสนองความต้องการของผู้ประกอบการหรือบริษัทที่ต้องการศูนย์คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก เนื่องจากไม่มีพื้นที่สำหรับสร้างห้องศูนย์ข้อมูล ต้นแบบศูนย์คอมพิวเตอร์นี้เคลื่อนที่ได้และบูรณาการกับเครื่องปรับอากาศได้เป็นอย่างดี จากการทดสอบเบื้องต้น หากปรับตั้งอุณหภูมิอากาศย้อนกลับสู่เครื่องปรับอากาศที่ 32 °C สามารถทำอุณหภูมิอากาศเย็นที่ 18.3 °C ส่งไปเพื่อระบายความร้อนชุดอุปกรณ์คอมพิวเตอร์จำลอง จนได้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ 21.9 °C และ 62% ซึ่งอยู่ในช่วง 18 – 27 °C และ 8 – 80% ตามที่มาตรฐาน ASHRAE T9.9 แนะนำ โดยอัตราการระบายความร้อนจากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ 2,200 Btu/hr คิดเป็นร้อยละ 32.2 ของภาระงานสูงสุดของเครื่องปรับอากาศ จึงเป็นภาระงานบางส่วน (Part load) ของเครื่องปรับอากาศ และในช่วง 30 นาทีแรก ระบบปรับอากาศลดความชื้นได้ด้วยอัตรา 0.19 g/s โดยเมื่อระบบเข้าสู่สมดุลก็จะไม่มีการลดความชื้นอีกต่อไปเพราะตู้แร็คคอมพิวเตอร์นี้ไม่มีภาระความร้อนแฝง ส่วนการเปรียบเทียบผลการประหยัดพลังงานกับศูนย์ข้อมูลแบบสามัญที่มีความจุของแร็คคอมพิวเตอร์และยูพีเอสที่ทัดเทียมกันจะนำเสนอในบทความวิจัยลำดับต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] Madhu Sharma, Kartik Arunachalam, and Dharani Sharma, “Analyzing the Data Center Efficiency by Using PUE to Make Data Centers More Energy Efficient by Reducing the Electrical Consumption and Exploring New Strategies”, Procedia Computer Science, Vol. 48, pp.142-148, 2015.

[2] ASHRAE 2016, Data Center Power Equipment Thermal Guidelines and Best Practices, Whitepaper created by ASHRAE Technical Committee (TC) 9.9 Mission Critical Facilities, Data Centers, Technology Spaces, and Electronic Equipment, https://tc0909.ashraetcs.org/documents/ASHRAE_TC0909_Power_White_Paper_22_June_2016_REVISED.pdf, [accessed Mar 29, 2020], 2016.

[3] Robin A. Steinbrecher, “IT Equipment Thermal Management: What Should a Data Center Operator Know?”, ASHRAE 2012 Winter Conference, 2012.

Recommendation System for Calculating a Tire-rotation Cycle Using Linear Regression

Sirawit Towatakawanit
Computer Engineering Robotics and Technology Research Laboratory : CERT
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok
sirawitkus41@gmail.com

Teerapol Silawan
Computer Engineering Robotics and Technology Research Laboratory : CERT
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok
Teerapol@tni.ac.th
https://orcid.org/0000-0001-9799-5611

I. Introduction

Accidents happen all times. In particular, road accidents kill more than 1.2 million people each year around the world [1]. Not only driver negligence but also tires exploding are another major cause of those accidents. The impact of the accident caused by the car tire exploding includes crashing with the other cars or obstructions such as walls, trees, electricity poles, which may cause a fire scrap. Upside down car incident causes damage to items in the car or items carried on the car. Traffic problems are also affected by car accidents. Drivers and passengers may be injured or possibly dead.

Tires are important, but wear out easily because they have to support the weight of cars all the time. The wear of the front pair of tires is 2-3 times more than the rear pair of tires. As a result of the burden, the steering direction also falls to the front. The tires on the drive side will also wear faster. Besides, the wear out the tires causes less contact with the road surface. Therefore, the adhesion efficiency is accordingly reduced. The steering wheel will not bend correctly because of decay. Moreover, the decay causes some tires to be changed ahead of schedule. Tires balancing can lengthen the time for changing tires. Moreover, it is a money-saving in the long run. Because, if the tires are not rotated in the appropriate time, the tires will be unevenly



Fig.1. Example of accident caused by an explosion

deformed or cannot be used anymore. Wearing out of the tires is directly causing tire explosion. It causes braking force, often pulling to one side If occurs while using a high-speed. Finally, the tires have to be taken off and bought again. The pulling causes accident as well. The source of all accidents due to not rotate tires at the right time. However, lacking knowledge about tire care causes an accident as mentioned above. However, each driver has different car usage behaviors. For example, some drivers drive only a short distance but some drivers drive to the provinces. Some drivers drive delivery as a profession. It causes unable to specify the right time to rotate their tires. Even if the driver is the same person, the usage of cars daily is not the same, for example, driving on weekdays, holidays, or event day, etc. Therefore, drivers cannot plan the rotation properly. Because collecting the road-surface information that each driver travels increases the burden for the users, we then assume that road conditions do not affect the lifetime of a tire. To solve the problem, we introduce a web-based system for advising drivers to maintain their tires efficiently. The proposed system is designed to be able to predict the right time to bring the car to a service center. Drivers only fill the mileage in the system then the proposed system calculates the date range that should lead the car to rotate tires automatically. Not only the system benefits to drivers but also the car service center. Information created by the system is linked to the automobile service center to notify that it is almost time to rotate tires. The car service center may call the driver to come in to use the service which enhances the customer experience at the same time.

This paper is organized as follows. Section II presents related work which provides information on research related to tires and linear regression. Section III presents a recommendation system for calculating a tire-rotation cycle. The section presents both mathematic derivation and implementation of the proposed web-based application using phpMyAdmin. Section IV demonstrates the discussion and results of the implementation. The conclusion is presented in section V.

II. Related Work

The losses that occur on the road are not only crashing with obstructions or bumping into an injured person but also suffering a lot of people from serious diseases. For example, one 50-year-old woman, a victim of road accident, has lost control of the organs from the pelvic to the toe with Cauda equina syndrome which prohibits communication between the brain and the organs [2]. Moreover, underlying diseases such as stress can occur to 50% of people suffering from road accidents. Up to 8% of them developing stress at the same level as being abused [3]. Car tires explode not only causing injury but also causing traffic congestion. Many studies have shown that road accidents are a major cause of traffic congestion. The basic solution is to identify the place of accident and notify drivers such as research [4]. The implemented system is a system for detecting and sending accident messages using GPS and GSM. Vibration is used as an input to the system and the corresponding response is analyzed by Arduino. Research [5] uses ultrasonic sensors and raspberries pi in positioning. In addition to efforts to detect the location of accidents on the road, there are also researchers who focus on improving the quality of automotive tires to withstand heat and abrasion, such as research [6] that tries to apply silica that has precipitated and dispersed at the same level to help maintain the wearing out of tires effectively. The project with research [7] studies the effect of the material composition of the original equipment tires. The study includes a wide range of OE tires that come from different regions and manufacturers. Tire composition analysis is conducted in various parts of the tire. Such proposed will focus on the need for high-performance materials. However, regardless of how good the rubber is developed, if the user does not have knowledge and understanding about tire maintenance, it will be not able to extend the lifetime of the tire. Therefore, this research aims to introduce a system for alerting the driver to rotate the tires at the right time. The proposed system can solve all problems.

Linear regression is the easiest starting point for statistical learning. Many statistical techniques are the extension of the regression. Therefore, building a good base by learning linear regression is important. Linear regression is a method for making understanding the relationship between independent variables. By using linear regression, prediction about the right time to rotate the tires is accurate. For the knowledge about linear regression, we use the regression analysis from [8] to analyze mileage value getting from drivers. Not only the book present linear regression, but also [9] which describes a procedure for identifying multiple outliers in linear regression. The procedure uses a robust fit which is the Least of Trimmed of Squares (LTS) making fewer errors. In recent years, the work [10] has been substantial recent work on methods for estimating the slope function in linear regression for functional data analysis. They show that the problems of slope-function estimation and prediction from an estimator of the slope function are different. The work [11] describes linear subspace methods that provide sufficient reconstruction of the data, such as PCA, offer an efficient way of dealing with missing pixels, outliers, and occlusions. That often appear in visual data and use robust classification, regression approach. It is about-face and object recognition when using LDA and CCA methods. However, those methods to implement the linear regression are complexed. The method used in this research is easier and can be used in practice.

III. The Proposed Recommendation System

The proposed system is divided into 2 parts, the front-end system and the back-end system. The detail is shown as follow.

A. Front-end system

The font-end system is a system that directly relates to users. It is responsible for receiving information and interact with users. For the proposed system, the main functionalities of this part are collecting general information and showing the old transaction information. The data collected in this part are name, surname, and mileage of the car. Then, the system displays the result of the prediction of the optimal time to bring the car to the center to rotate tires according to car usage habits. After receiving data, there will be a tab on the next page that can be chosen to retrieve information for each driver. the same appearance as the tab, but the default is displayed when the information has not been added to the tab. The default of mileage is zero. If the driver does not fill the name, surname, and mileage, the tables of all the drivers who filled in will be shown. This system recommends the driver to fill all tabs on this page to calculate in the next section.

B. Back-end system

The proposed system is designed to be able to predict the time to rotate the tires. The system will compare the mileage with the date in which users entered and create linear equations. By using phpMyAdmin, the table is created. It consists of three columns which are the name, surname, and mileage of the car. Let the date, the user fill data into the database, be the independent variables. Let the number of miles be the dependent variable. Then, we create the equation by using linear regression. Substitute the number of miles by target miles (in this research, it is set to 20,000 kilometers but can be changed to other values as appropriate). The right time to rotate the tires is calculated. The procedure for calculating the interval for rotation tires using linear regression is shown as follows.

step 1 : Change the date to be the "day index" by specifying that the first day the driver recorded the data on

the 1st. The next day as the 2nd, 3rd, ..., respectively. Set that the day index as the independent variable (x) and the mileage recorded as a dependent variable (y)

step 2: When users fill in the data at least 2 times on different days, they will get the data set and can create a straight line that is drawn as close as possible to the data point from the linear equation.

$$\hat{y} = m\hat{x} + c \tag{1}$$

where m and c are slope and intercept, respectively. By using least square method, we get

$$\begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} y \\ \sum_{i=1}^{n} xy \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} x & n \\ \sum_{i=1}^{n} x^2 & \sum_{i=1}^{n} x \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m \\ c \end{bmatrix}. \tag{2}$$

Determining m and c by using Cramer's rule. Let

$$M = \det \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} x & n \\ \sum_{i=1}^{n} x^2 & \sum_{i=1}^{n} x \end{bmatrix}. \tag{3}$$

We get

$$m = \frac{\det \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} y & n \\ \sum_{i=1}^{n} xy & \sum_{i=1}^{n} x \end{bmatrix}}{M}. \tag{4}$$

Moreover,

$$c = \frac{\det \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} x & \sum_{i=1}^{n} y \\ \sum_{i=1}^{n} x^2 & \sum_{i=1}^{n} xy \end{bmatrix}}{M}. \tag{5}$$

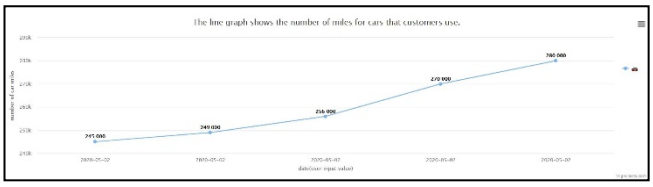
By substitute m, c, and $\hat{y} = 20{,}000$ into (1), solving for $\hat{x}$ is completed.

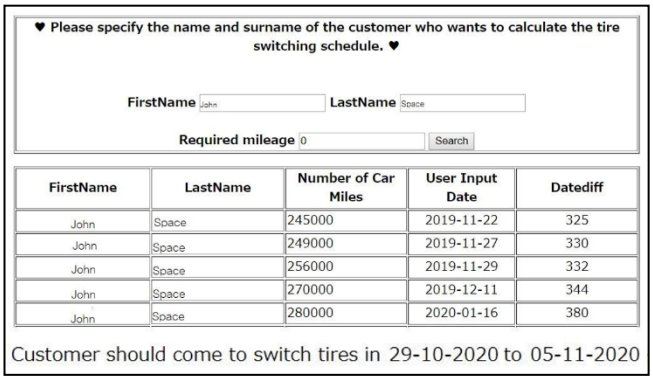
Step 3: Because $\hat{x}$ solved by such procedure is in the form of day index, $\hat{x}$ has to be changed to the original date for an user's understanding.

For example, a user enters a first-time mileage data 1500 km on April 23, 2020. The day index of the first day is set to be 1, then the date 24, 25, 26 April is set as 2, 3, 4, respectively. On 29/4/2020, the user fills out the mileage to 1650 km. On 8/5/2020, the user fills out the mileage to 1890 km to get information. From the filled-out data, x = [1, 7, 16] and y = [1500, 1650, 1890]. We aim to determine the date that the mileage reach 20,000 kilometers for rotating tires. Because the user fills out 3 times, then $n = 3, \sum_{i=1}^{3} x = 24, \sum_{i=1}^{3} y = 5040, \sum_{i=1}^{3} x^2 = 306, \sum_{i=1}^{3} xy = 43290$ and. By substitute those values in equation (3)-(5), we get M= -342, m= 2605, c=1471.58. By setting $\hat{y} = 20{,}000$and the determined values in equation (1), we found that $20000 = 26.5\hat{x} + 1471.58$. Therefore, $\hat{x} = 711.19$. Because the determined $\hat{x}$is day index, we have to change it back to normal date form which is 3/4/2022.



Fig.2. Tire switching schedule calculation system


Fig.3. The trend of car usage behavior



FirstName	LastName	Number of Car Miles	User Input Date	Datediff
John	Space	245000	2019-11-22	325
John	Space	249000	2019-11-27	330
John	Space	256000	2019-11-29	332
John	Space	270000	2019-12-11	344
John	Space	280000	2020-01-16	380

Fig.4. Result after calculate by linear regression.

IV. Result and Discussion

The graphic user interface used for filling in the first name, surname, and mileage is shown in Fig. 2. The first and last names are used for referring to the information in the database. Not the only driver or car owner but also people

who work in a car service center can use the system. Mileage can be filled by a car service center when drivers bring their car to inspect. If it is not the first time filling the information, the name and surname entered in this system must match the exists, otherwise, a new account will be created. it causes the system cannot predict the date for rotating their tires precisely. When the system receives the information provided by the user, the system will display a line graph describe the car usage data to let users understand their car usage behavior as in Fig. 3. The example graph in Fig. 3 shows that the characteristics of the driving are Irregular. From the graph that the slope is increasing continuously, it is known that the car was a little usage at first but it was used more and more at a later time. Therefore, the situation indicates that the trend line cannot predict the right time to rotate tire normally. But linear regression is necessary to solve the problem. When users fill all the fields in Fig. 2 and click submit, they will find a new screen as shown in Fig. 4, corresponding to Fig.3. The figure not only shows an example of a graphic user interface but also shows the testing data. The data indicate that the R-square of the proposed model is 85.32%, showing that users can use this model in practice.

The proposed system has been used at Pattanayont 1987, a car service center, situated in Bangkok, Thailand. The establishment has good feedback and can provide convenience for both car users and the service center. The car service center can show great attention to customers. Moreover, the center can maintain its customer base efficiently.

V. Conclusion

A large fraction of road accidents come from tire explosions. The explosions are caused by lacking driver's knowledge. The drivers do not bring the car to the center to rotate their tires at the right time. This paper presents a recommendation system for calculating tire-rotation cycles using linear regression. By using phpMyAdmin, the proposed system is completely implemented. Moreover, there has already been a car service center uses the system.

ACKNOWLEDGMENT

The author would like to thank Thai-Nichi Institute of Technology for financial support of this work.

REFERENCES

[1] Anjuman, Tahera, et al, "Road traffic accident: A leading cause of the global burden of public health injuries and fatalities," In: Proc. Int. Conf. Mech. Eng. Dhaka Bangladesh, 2020, pp. 29-31.

[2] Cernovsky, Z. Zdenek. "Cauda equina syndrome in a patient injured in a car accident," vol. 1, no. 1, 2019.

[3] Kaussner, Yvonne, et al. "Treatment of driving fear caused by traffic accidents–development and evaluation of exposure therapy in the driving simulation," 2015.

[4] Angrula, M, Kaur, and N. Kaur, "Car Accident Detection and Reporting System," International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), vol. 6, no. 12, 2019.

[5] Alviz, B. A. Agustin, et al., "GPS Based Tracking Car-to-Car Device in Preventing Accident."

[6] Domer, Christine, and S. Sarah, "Optimizing silica-filled car tire tread performance," Rubber & Plastics News, 2019.

[7] Teertstra, J. Steven, and L. Ann, "Material composition effects on OE car tire performance," Rubber & Plastics News, 2018.

[8] G.A.F. Seber, Linear Regression Analysis. Wiley-Interscience, 2003.

[9] R. Adnan, M.N. Mohamad, and H. Setan, "Multiple outliers detection procedures in linear regression," Matematika, Jabatan Matematik, UTM., vol. 19, no. 1, 2003, pp. 29-45.

[10] T. Cai, P. Hall, "Prediction in Functional Linear Regression," Annals of Statistics, vol. 34, 2006, pp. 2159–2179.

[11] S. Fidler, D. Skocaj, and A. Leonardis, "Combining Reconstructive and Discriminative Subspace Methods for Robust Classification and Regression by Subsampling," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 28, no. 3, Mar 2006, pp. 337-350.

การพยากรณ์ความต้องการชิ้นส่วนเครื่องปรับอากาศ สำหรับการผลิตแบบความต้องการเฉพาะของลูกค้า

Air Conditioner Component Part Demand Forecasting For Mass Customization Production

อรรถพันธ์ จันทรกานต์สกุล
Atthaphan Chantarakarnsakul
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of engineering / Thai-Nichi Institute of Technology
กรุงเทพมหานคร / ไทย
Bangkok / Thailand
ch.atthaphan_st@tni.ac.th

ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน
Dumrongkiat Ratana-Amornpin
คณะวิศวกรรมศาสตร์ / สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of engineering / Thai-Nichi Institute of Technology
กรุงเทพมหานคร / ไทย
Bangkok / Thailand
dumrongkiat@tni.ac.th

บทคัดย่อ**——งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ความต้องการชิ้นส่วนเครื่องปรับอากาศ สำหรับการผลิตแบบความต้องการเฉพาะของลูกค้า ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำเทคนิคการพยากรณ์ 2 วิธี มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ และวิธีการปรับให้เรียบเอ็กโพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ โดยพิจารณาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมจากค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ที่ต่ำที่สุด ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิ การเบิกใช้งานจริงชิ้นส่วนประเภทมอเตอร์ของเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน จำนวน 2 รายการ เป็นกรณีศึกษา ลักษณะข้อมูลจำแนกเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2551 ถึงเดือนธันวาคม 2561 จากการศึกษาเปรียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 2 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ**

คำสำคัญ**——ชิ้นส่วนเครื่องปรับอากาศ, การพยากรณ์, การผลิตแบบความต้องการเฉพาะของลูกค้า, โครงข่ายประสาทเทียม, การปรับให้เรียบเอ็กโพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์**

***ABSTRACT*—The objective of this research is to determine the optimal model for forecasting the Air conditioner component part demand for Mass customization. There aer two techniques for data analysis. These include Artificial Neural Network with Back propagation method and Exponential Smoothing Holt-Winter method. The suitable forecasting models were chosen by considering the smalles value of MSE. and MAPE. Our raw data were secondary data, which were separated on a month basis between from January 2008 and December 2018. Through the comparative study of two forecasting method, the results showed that the Artificial Neural Network with Back propagation method is the most appropriate forecasting method.**

Keywords**——Air Conditioner Component part, Forecasting, Mass Customization Production, Artificial Neural Network, Exponential Smoothing Holt-Winter**

I. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจของโลกในปัจจุบันเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว สภาพแวดล้อมทางธุรกิจมีการแข่งขันสูง ผู้ประกอบการจำเป็นต้องหาวิธีการสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันเหนือคู่แข่งทางการค้าให้ได้มากที่สุด เช่นเดียวกันในธุรกิจการผลิตเครื่องปรับอากาศก็มีการแข่งขันรุนแรงทั้งในเรื่องราคา และรูปแบบของสินค้ารวมถึงระยะเวลาในการส่งมอบ การตอบสนองทุกความต้องการของลูกค้าจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ การผลิตสินค้าที่เหมือนกันครั้งละจำนวนมากหรือแบบ Mass Production ไม่สามารถตอบสนองความต้องการที่หลากหลายในปัจจุบันได้ การสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันโดยการพัฒนาศักยภาพด้านการผลิตมาเป็นแบบความต้องการเฉพาะของลูกค้า หรือ Mass Customization ทำให้การผลิตสินค้ามีความแตกต่างในสายตาลูกค้าได้อย่างชัดเจน และในขณะเดียวกันก็สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าในแต่ละกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ [1]

บริษัทกรณีศึกษา เป็นผู้ประกอบการที่ประกอบธุรกิจผลิตเครื่องปรับอากาศทุกประเภท ผลิตภัณฑ์ของบริษัทมีความหลากหลายเข้าถึงทุกกลุ่มลูกค้าตั้งแต่ เครื่องปรับอากาศที่ใช้กับบ้านพักอาศัย ร้านค้าอาคารพาณิชย์ ห้างสรรพสินค้า โรงแรม โรงงานอุตสาหกรรม การรับคำสั่งซื้อมีทั้งแบบที่เป็นสินค้ารุ่นมาตรฐาน และรุ่นพิเศษแบบ Customization ตามที่ลูกค้าต้องการ เพื่อให้สามารถตอบสนองทุกความต้องการของ ลูกค้าทุกกลุ่ม บริษัทได้พัฒนาการผลิตจากแบบ Mass Production มาเป็นแบบ Mass Customization เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นในกระบวนการผลิต โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ ให้สามารถใช้ชิ้นส่วนร่วมกันได้ (common component part) ปรับปรุงสายการผลิตขั้นตอนการประกอบให้มีความยืดหยุ่นสามารถประกอบเครื่องปรับอากาศได้หลายรุ่นในสายการผลิตเดียวกันได้ และจัดทำสต็อกชิ้นส่วนประกอบ (component part inventory) เพื่อให้พร้อมสำหรับการประกอบสินค้าทั้งรุ่นมาตรฐานและรุ่นพิเศษ เพื่อทำให้ระยะเวลาในการส่งมอบสินค้าสั้นที่สุด [1]

ชิ้นส่วนประกอบ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มชิ้นส่วนประกอบที่ผลิตขึ้นเองภายใน เช่น ชิ้นส่วนโครงสร้างเหล็ก ชิ้นส่วนแผงคอยล์ และกลุ่มชิ้นส่วนมาตรฐานที่สั่งซื้อมาจากภายนอก เช่น มอเตอร์ ซึ่งการกำหนด

ปริมาณการจัดเก็บชิ้นส่วน แต่ละรายการมาจากเป้าหมายการขายสินค้ารุ่นมาตรฐานในแต่ละรุ่น (sale forecasting) ซึ่งไม่สอดคล้องกับการขายจริงซึ่งมีทั้งแบบที่เป็นสินค้ารุ่นมาตรฐาน และรุ่นพิเศษแบบ customization ตามที่ลูกค้าต้องการ ทำให้ชิ้นส่วนบางรายการไม่เพียงพอและเกิดความล่าช้าในการผลิตรวมถึงการส่งมอบ และชิ้นส่วนบางรายการมีมากเกินไป โดยชิ้นส่วนที่มีปัญหาคือกลุ่มชิ้นส่วนมาตรฐานที่สั่งซื้อจากภายนอก เนื่องจากมีเงื่อนไขในการสั่งซื้อได้แก่ จำนวนสั่งซื้อขั้นต่ำ (MOQ : Minimum Order Quantity) และระยะเวลาการส่งมอบ (Order Lead time) ดังนั้นหากมีรูปแบบในการพยากรณ์ความต้องการชิ้นส่วนที่เหมาะสมกับการผลิตแบบ Mass Customization จะมีประโยชน์อย่างมาก ปัจจุบันมีเทคนิคการพยากรณ์ทางสถิติ เช่น การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series) การวิเคราะห์การทดถอย (Regression) และการพยากรณ์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม เป็นต้น [1]

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาต่อยอดจากงานวิจัยเรื่อง การพยากรณ์ความต้องการชิ้นส่วนเครื่องปรับอากาศสำหรับการผลิตแบบ Mass Customization ด้วยโครงข่ายประสาทเทียม [1] เพื่อให้ได้วิธีการและตัวแบบตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด งานวิจัยนี้ได้นำเทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กโพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ มาทำการพยากรณ์เปรียบเทียบ โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) เป็นค่าวัดประสิทธิภาพและความแม่นยำของการพยากรณ์

II. วิธีการวิจัย

II.I ข้อมูลในการวิจัย

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัยเป็นข้อมูลทุติยภูมิรายเดือนจำนวน132 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2551 ถึงเดือนธันวาคม 2561 ซึ่งเก็บรวบรวมจาก 4 แหล่ง ดังนี้

I. บริษัทกรณีศึกษา ได้แก่ ข้อมูลยอดการเบิกใช้ชิ้นส่วนประเภทมอเตอร์ของเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบตั้งแขวนที่ใช้กับบ้านพักอาศัยและสำนักงานขนาดตั้งแต่ 12,000 บีทียู ถึง 60,000 บีทียู จำนวน 2 รายการ ได้แก่มอเตอร์หมายเลข 1042420 และหมายเลข 1042773 เป็นตัวแปร Y

II. กรมอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย เป็นตัวแปร X1

III. ธนาคารแห่งประเทศไทย ได้แก่ ข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศหรือ GDP. เป็นตัวแปร X2

IV. สำนักงานสถิติแห่งชาติ ได้แก่ ข้อมูลพื้นที่สิ่งก่อสร้างที่เป็นอาคารโรงเรือน เป็นตัวแปร X3

II.II วิธีโครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียม คือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อจำลองการทำงานของโครงข่ายประสาทของมนุษย์โครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้ แสดงดังรูปที่ 1

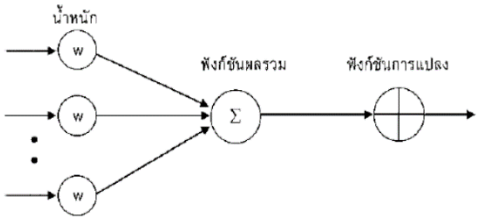
I. ข้อมูลนำเข้า (input) เป็นข้อมูลที่ระบบจะนำเข้ามาประมวลผล โดยข้อมูลเป็นตัวเลขเชิงปริมาณ

II. ข้อมูลส่งออก (output) คือ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง

III. น้ำหนัก (weight) คือ ค่าเฉพาะที่กำหนดให้ข้อมูลนำเข้าแต่ละตัว เพื่อใช้แยกแยะความแตกต่างของข้อมูลนำเข้า

IV. ฟังก์ชั่นการรวม (Summation function: S) เป็นผลรวมของข้อมูลป้อนเข้าและค่าน้ำหนักในแต่ละชั้น เพื่อใช้สำหรับสรุปผลความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลนำเข้าทั้งหมด

V. ฟังชั่นการแปลง (transfer function) เป็นการคำนวณการจำลองการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม โดยการนำสารสนเทศมาแปลง เพื่อนำไปใช้สำหรับการแสดงผลลัพธ์ซึ่งฟังก์ชั่นในองค์ประกอบนี้เรียกว่า “Activation Function” เช่น ซิกมอยด์ฟังก์ชั่น (sigmoid function) ฟังก์ชั่นไฮเปอร์โบลิกแทนเจนต์ (hyperbolic tangent function) เป็นต้น [5]



รูปที่ 1 โครงสร้างการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม

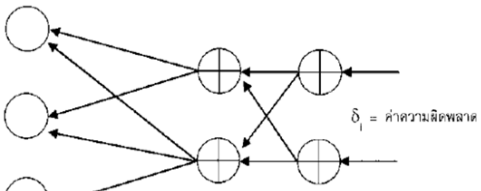
โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ การแพร่แบบย้อนกลับเป็นขั้นตอนใช้สอนโครงข่ายประสาทเทียม โดยโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ เป็นรูปแบบโครงข่ายที่ได้รับความนิยม เนื่องจากสามารถแก้ปัญหาในลักษณะเชิงเส้น (linear) และไม่เป็นเชิงเส้น (nonlinear) ได้ โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับมีลักษณะสำคัญดังนี้ [2]

I. เป็นโครงข่ายแบบหลายชั้น (multi-layer)

II. การเชื่อมโยงในแต่ละชั้นเป็นแบบต่อถึงกันหมด (fully connected)

III. เป็นโครงข่ายที่ส่งสัญญาณไปข้างหน้า (feed forward network)

IV. การเรียนรู้แบบแพร่ย้อนกลับ เพื่อปรับน้ำหนักบนเส้นเชื่อมโยงระหว่างโหนด แสดงดังรูปที่ 2.



รูปที่ 2 แสดงโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Weka เวอร์ชัน 3.9 ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโครงข่ายประสาทเทียม โดยมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

I. แบ่งข้อมูลที่เก็บรวบรวมเป็น 2 ชุด คือ ชุดที่ 1 เพื่อใช้ในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมเป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม 2551 ถึงเดือนธันวาคม 2560 จำนวน 120 เดือน และข้อมูลชุดที่ 2 เพื่อใช้วัดประสิทธิภาพและความแม่นยำของโครงข่ายประสาทเทียม เป็นข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม 2561 ถึงเดือนธันวาคม 2561 จำนวน 12 เดือน

*II.*กำหนดโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม โดยจำนวนโหนดในชั้นข้อมูลนำเข้า (input) เท่ากับจำนวนตัวแปรอิสระทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ 3 โหนด จำนวนโหนดในชั้นข้อมูลส่งออก (output) เท่ากับ 1 โหนด แต่เนื่องจาก การกำหนดจำนวนโหนดในชั้นซ่อน (hidden) จะได้จากการทดลอง สำหรับการกำหนดจำนวนโหนดในชั้นซ่อน งานวิจัยนี้จะใช้กฎของ Baum and Haussle ในการกำหนดจำนวนโหนดในชั้นซ่อน โดยสามารถคำนวณได้จากสมการ (1) ดังนี้

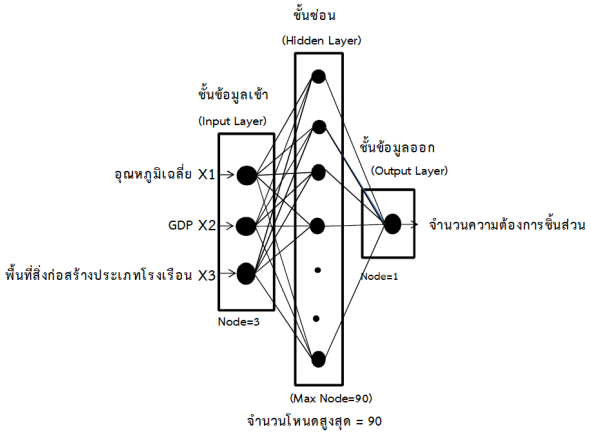
$$N_{hidden} \leq N_{h\,max} = \frac{N_{set} \times N_{input}}{N_{input} + N_{output}} \quad (1)$$

โดยที่ N_{hidden} คือ จำนวนโหนดในชั้นซ่อน (hidden)
$N_{h\,max}$ คือ จำนวนโหนดมากที่สุดในชั้นซ่อน (hidden)
N_{output} คือ จำนวนโหนดในชั้นข้อมูลส่งออก (output)
N_{input} คือ จำนวนโหนดในชั้นข้อมูลนำเข้า (input)

N_{set} คือ จำนวนข้อมูลในการฝึกสอน

จำนวนโหนดที่มากที่สุดในชั้นซ่อนมีจำนวน 90 โหนด ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดจำนวนโหนดในชั้นซ่อน เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเป็นช่วงห่างช่วงละ 5 ดังนี้ 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90

*III.*ทำการแปลงค่าข้อมูลป้อนเข้าให้มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 และกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักให้กับเส้นเชื่อมโยงระหว่างโหนดให้มีค่าอยู่ในช่วง (-1, 1) ค่าอัตราการเรียนรู้จะมีผลต่อความเร็วในการปรับแก้ค่าถ่วงน้ำหนักและค่าถ่วงน้ำหนักแต่ละค่าในแต่ละรอบของการคำนวณ ถ้ากำหนดค่าอัตราการเรียนรู้สูงจะทำให้เวลาในการเรียนรู้เร็วขึ้น แต่ก็อาจข้ามค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมไป โดยทั่วไปจะกำหนดค่าอัตราการเรียนรู้ต่ำๆ ส่วนค่าโมเมนตัมมีผลต่อการลดการสั่นในการปรับแก้ค่าถ่วงน้ำหนัก และค่าถ่วงน้ำหนักในการเข้าสู่ค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสม โดยทั่วไปจะกำหนดค่าโมเมนตัมสูงๆ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้กำหนดค่าอัตราการเรียนรู้เป็น 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 และกำหนดค่าโมเมนตัมเป็น 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 สำหรับจำนวนรอบการสอนถ้ากำหนดให้สูงเกินไป ไม่ได้ทำให้โครงข่ายประสาทเทียมเรียนรู้ได้มากไปกว่านี้ ควรประมาณจำนวนรอบในการสอนที่น้อยเท่าที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาหนึ่งๆ ที่ทำให้โครงข่ายเกิดการเรียนรู้ จำนวนรอบการสอนอาจใช้ตั้งแต่ 20,000 ถึง 100,000 รอบขึ้นอยู่กับลักษณะของโครงข่าย ในงานวิจัยนี้ กำหนดจำนวนรอบการสอนเท่ากับ 20,000 รอบ และทรานสเฟอร์ฟังก์ชันที่ใช้คือ ซิกมอยด์ฟังก์ชัน เนื่องจากมีคุณสมบัติให้ค่าส่งออก (output) เป็นค่าต่อเนื่องมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 และเป็นฟังก์ชันที่หาค่าอนุพันธ์ได้ การวิจัยครั้งนี้ใช้โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น ที่มีชั้นซ่อน 1 ชั้น แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียม

II. III วิธีการปรับให้เรียบเอ็กโพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์

เป็นวิธีการสร้างสมการพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวทั้งจากลักษณะแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล มีทั้งรูปแบบแนวโน้มและฤดูกาลแบบบวกและรูปแบบแนวโน้มและฤดูกาลแบบคูณ โดยใช้ค่าปรับให้เรียบ 3 ค่า คือ α γ และδ ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยที่ α เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าแนวโน้ม γ เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าความชัน และ δ เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับอิทธิพลของฤดูกาล ซึ่งรูปแบบของแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ [8]

I. รูปแบบแนวโน้มและฤดูกาลแบบบวก ใช้กับข้อมูลที่มีอิทธิพลของฤดูกาลเพิ่มขึ้นหรือลดลงในอัตราคงที่ มีรูปแบบสมการพยากรณ์ (2) ดังนี้

$$\hat{Y}_i(p) = \hat{T}_i(t) + p\hat{\beta}_1(t) + \hat{S}_i\,(t) \qquad (2)$$

II. รูปแบบแนวโน้มและฤดูกาลแบบคูณ ใช้กับข้อมูลที่มีอิทธิพลของฤดูกาลเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นสัดส่วนค่าเฉลี่ย มีรูปแบบสมการพยากรณ์ (3) ดังนี้

$$\hat{Y}_i(p) = (\hat{T}_i(t) + p\hat{\beta}_1(t)) \times \hat{S}_i(t) \qquad (3)$$

โดยที่ $\hat{Y}_i(p)$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t
$\hat{T}_i(t)$ คือ ค่าแนวโน้ม ณ เวลา t
$p\hat{\beta}_1(t)$ คือ ค่าความลาดชัน ณ เวลา t
$\hat{S}_i(t)$ คือ ค่าอิทธิพลฤดูกาล ณ เวลา t

ในการวิจัยนี้ใช้โปรแกรม Minitab 18 ช่วยในการสร้างกราฟอนุกรมเวลา แล้วคำนวณหาแนวโน้มและฤดูกาล เพื่อกำหนดค่าเริ่มต้นของ$\hat{T}_i(t)$ $p\hat{\beta}_1(t)$ และ $\hat{S}_i(t)$ ทั้งการพยากรณ์แบบบวกและแบบคูณ และใช้ฟังก์ชัน Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel 2016 ในการปรับค่า α γ และδ ที่เหมาะสมที่ทำให้สมการพยากรณ์มีค่า RMSE ต่ำที่สุด

II.IV ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับได้โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมที่มีค่า RMSE ต่ำสุดที่เหมาะสำหรับการพยากรณ์ แสดงตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงโครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมที่มีค่า RMSE ต่ำสุด

หมายเลขมอเตอร์	โครงสร้างตัวแบบพยากรณ์	อัตราการเรียนรู้	โมเมนตัม	RMSE
1042420	3-60-1	0.2	0.5	33.323
1042773	3-35-1	0.4	0.9	76.448

ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ รูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ รูปแบบบวก มีค่า RMSE ต่ำสุด แสดงตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงรูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมโดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ ที่มีค่า RMSE ต่ำสุด

หมายเลขมอเตอร์	รูปแบบการพยากรณ์	α	γ	δ	RMSE
1042420	แบบบวก	0.1025	0.01	0.01	39.70
1042773	แบบบวก	0.1199	0.01	0.01	16.85

II.V การประเมินเพื่อหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม

เมื่อได้ตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ที่เหมาะสมแล้ว นำมาพยากรณ์เปรียบเทียบกับค่าความต้องการใช้งานจริงชิ้นส่วนประเภทมอเตอร์แต่ละรายการ จากข้อมูลชุดที่ 2 เพื่อหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ที่ต่ำที่สุด โดยมีสมการ (4)(5) ดังนี้

$$MSE = \sum_{t=1}^{n} {e_t}^2 \quad (4)$$

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^{n} \left|\frac{e_t}{Y_t}\right|}{n} \times 100 \quad (5)$$

โดยที่ e_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

Y_t คือ ข้อมูลจริง

n คือ จำนวนข้อมูล

III. สรุปผลการการวิจัย

ผลการประเมินความแม่นยำของการการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับและวิธีการปรับให้เรียบเอ็กโพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ โดยการคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) แสดงตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงค่า MSE และค่า MAPE

หมายเลขมอเตอร์	วิธีโครงข่ายประสาทเทียม		วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล	
	MSE	MAPE	MSE	MAPE
1042420	166.33	28.48%	796.91	69.33%
1042773	5844.57	40.32%	22521.25	91.24%

จากการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์โดยการวัดค่า MSE และค่า MAPE พบว่าวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ความต้องการชิ้นส่วนเครื่องปรับอากาศประเภทมอเตอร์หมายเลข 1042420 และหมายเลข 1042773 คือ วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ เนื่องจากมีค่า MSE และค่า MAPE ต่ำกว่า

ในการศึกษาการพยากรณ์ความต้องการชิ้นส่วนเครื่องปรับอากาศในครั้งนี้ อาจมีตัวแปรอิสระอื่นๆที่เกี่ยวข้องที่ผู้วิจัยไม่ได้นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนั้นควรมีการนำตัวแปรอิสระอื่นๆ มาศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพและความแม่นยำมากขึ้น ถือเป็นข้อเสนอแนะในแนวทางการวิจัยในอนาคตต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท ยูไนเต็ด เทคโนโลยี ดีเวลลอปเม้น จำกัด ผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศทุกชนิด ที่อนุเคราะข้อมูลเพื่อใช้เป็นกรณีศึกษาในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน และอรรถพันธ์ จันทรกานต์สกุล,“ การพยากรณ์ความต้องการชิ้นส่วนเครื่องปรับอากาศสำหรับการผลิตแบบ Mass Customization ด้วยโครงข่ายประสาทเทียม,” *การประชุมวิชาการระดับชาติ The 5 TNI Academic Conference 2019, TNIAC 2019*, กรุงเทพฯ, 31 พฤาภาคม 2562.

[2] นิธิดา เกื้อกูลรัฐ, *“ การเปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกสับประรดกระป๋องของประเทศไทยโดยการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุและตัวแบบโครงข่ายประสารทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ,”* วิทยานิพนธ์ วท.บ. (สถิติประยุกต์), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, 2551.

[3] วชิราภรณ์ แก้วมาตย์ และดร.สุรชัย จันทร์จรัส, “ การใช้โครงข่ายโครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์ดัชนีราคาหลักทรัพย์,” *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น,* มกราคม-เมษายน, 2556.

[4] จามรี ชูบัวทอง และสมศรี บัณฑิตวิไล, “ การพัฒนาตัวแบบเพื่อพยากรณ์คุณภาพผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ด้วยการทดถอยโลจิสติกส์และโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้การวิเคราะห์เหมืองข้อมูล,” *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,* ปีที่25, ฉบับที่1, มกราคม-กุมภาพันธ์, 2560.

[5] ธนาวุฒิ ประกอบผล, “ โครงข่ายประสาทเทียม,” *วารสาร มฉก. วิชาการ,* ปีที่12, ฉบับที่24, มกราคม-มิถุนายน, 2552..

[6] ณัฏฐา ผิวมา, “ การพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์แนวโน้มการสมัครงานให้ตรงกับวุฒิการศึกษาสาขาคอมพิวเตอร์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม,” วารสารปัญญาภิวัฒน์, ปีที่7, ฉบับที่2, พฤษภาคม-สิงหาคม, 2558.

[7] ปิยะนันท์ ทองโพธิ์, “การประยุกต์เทคนิคการพยากรณ์ความต้องการสินค้าเพื่อการวางแผนการผลิต กรณีศึกษาโรงงานผลิตชุดชั้นใน,” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชมงคล ธัญบุรี, 2558.

[8] ดาว สงวนรังศิริกุล, หรรษา เชี่ยวอนันตวานิช และมณีรัตน์ แสงเกษม, “ การศึกษาเปรียบเทียบเพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ จำนวนผู้ป่วยที่เป็นโรคเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาในกรุงเทพมหานคร,” *วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ.*,ปีที่ 38, ฉบับที่ 1, มกราคม – มีนาคม 2558

[9] สายชล สินสมบูรณ์, *การทำเหมืองข้อมูล1 การค้นหาความรู้จากข้อมูล,* ภาควิชาสถิติ, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2560.

[10] ไพโรจน์ ปิยะวงค์วัฒนา, “ Mass Customization : กระบวนทัศน์ใหม่การแข่งขัน,” *วารสารวิจัยทรัพยากรมนุษย์*, ปีที่5, ฉบับที่2, กรกฎาคม-ธันวาคม, 2553.

Apple-bruised detection using infrared thermal imaging analytical techniques

Nattapat Pitpreecha[1], Saprangsit Mruetusatorn[2]
Faculty of Information Technology
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok Thailand 10250
pi.nattapat_st@tni.ac.th[1], saprangsit@tni.ac.th[2]

***Abstract*—An infrared thermal imaging for apple-bruised detection is proposed for detecting early bruise that might not be visible to bare eyes and thus cannot be located by a light camera. The active thermal experiment has been conducted, heating and cooling treatment were used to expand the range of temperature difference between bruise and non-bruise areas. Application of the proposed system present ResNet, deep residual learning for object detection and recognition. This deep neural network has skip connection feature, when combine with YOLO real time object detection algorithm. It will create fast and accurate apple-bruised detection system. Finally, we evaluate the bruise detection outcome with Confusion matrix and F-measure methods. These are standard performance evaluation for image processing system.**

***Keywords*—fruit bruise, thermal camera, heating and cooling treatment, object detection, deep learning**

I. Introduction

During the process of harvesting, transporting and sorting. It is common that apple bruise has occurred during this period [1]. As a result of falling from high level, squeezing by small package or even bumping against each other. However, this might not sound as serious as other anomalies. It is the beginning of unusual infection in fruits. While bruise cause the deformation of apples physical shape, it also causes a biological transformation where skin tissue were exposed to oxygen, moisture and bacteria [2]. Which accelerate the chemical mechanism inside the fruit to be ripe and rotten before prescribe date.

In the present, even though fruits' size and weight can be sorted by the machine. Fruit bruise must be sorted by human labor which has many unreliable factor to be concern. First, their decision upon keep or discard the fruit are based on their experience. Six basic determinations for differentiate bruise fruit and normal fruits are skin color, stem, scent, skin state, size and weight. These factors for bruise sorting are subjective and inconsistency. Especially for early bruise that no sign are appear on the skin in early state [3]. It could take days or weeks before the sign will show and by the time it's already been delivered to customers.

Thermal infrared imaging were introduced, with thousands of small micro-bolometers inside infrared camera. It can detect thermal infrared wave radiate from objects and sending the signal by alter electrical resistance in the transistor and transform the signal into RGB image data. Fruit bruise has lower temperature than the normal skin which will display on the infrared camera monitor in different color [4]. Capitalize on this fact, Heating and cooling treatment were applied in order to expand the temperature range on both type of skin, by storing the apple in low temperature before transfer them to room temperature and took pictures. The bruise parts can be clearly distinct from surrounding area in those images.

Moreover there are other infrared techniques for detecting fruit bruise with high precision but there are drawbacks, time consumption for setting and operation. Hyperspectral imaging system adopt multiple infrared frequencies. By illuminate the light toward apple skin and using the hyperspectral camera to measure the light reflection. The result reveal that apple bruise area has lower reflection characteristic compare to those of non-bruise area [5]. Furthermore, range of infrared frequencies demonstrate the result of bruise depth differently. Short wave is efficient for detect shallow bruise, while mid wave has higher accuracy for detect deeper bruise.

Infrared lock-in thermography has been implemented for high precision bruise detection. With this technique instead of sensing the light reflect from apple skin, it is detect reflected heat wave [6]. If the frequency of reflection is consistency, then it imply than the camera were spotted on normal skin, while bruise area will send back fluctuate signals which display as a darker spot on the camera. In addition, this technique is effective at detect bruise below surface.

By all means, there are several infrared application techniques for detecting fruit bruise, yet many of them have never been directly implemented in the real-world cases because demanding resources for image acquisition and analysis are too great [7]. This issue, however, has less effect on infrared thermal imaging and heating and cooling treatment technique. Provide that process of heat conduction can be precisely identified and mechanism of heat contrast between bruised part and normal part can be explained by the difference of thermal properties. Additionally, this process can be operate in quick and continuous rate.

The temperature different between bruise and sound tissue caused by the loss of water in bruised areas which has lower density than sound tissue. For closer examination of bruise and sound tissue, passive and active thermography are takes into account. Passive thermography consists of measurement of radiation temperature under conditions of natural differentiation between studied objects and ambient temperature, while active thermography requires an external source of heating

to increase or decrease the temperature of the test object before the experiment begins [8]. Which method is appropriate for the research is depend on characteristic of the test object and method that yield a better outcome. The advantage of passive thermography is to prevent any chemical reaction that could occur when fruit temperature has changed. The main advantage of active thermography is to magnify the bruise area, clearly display on infrared thermal camera and also statistically record on temperature gauge.

In the present paper, the assumption has been assured that the application of active thermography will enable identification of thermal contrast between bruised and non-bruise area of apple in early stage within twenty four hours after the occurrence of damage. Cooling temperature had to be consider to maintain the state of fruit without effect the fruit condition. Thus the optimal temperature for reserve fruit was properly arranged.

Collect image data from active thermal heating and cooling technique can be challenging. Even though object and atmosphere temperature have been controlled, there are other factors to be concerned. Which are the radiation and reflection from other sources that can affect the outcome. Light can misguide camera operation by convince that heat were appeared on the apple skin. Reflection from light can also severely reduce or increase temperature by large amount. In our experiment circumstance those ambient noise have less than 20% effect relative to our test object temperature. Because apple has high emissivity value and our experiment has been conducted well above sub-zero temperature.

Before the infrared thermal image are recorded, the camera calibration is a necessary steps in order to make camera accurately function in the given environment. First, the emissivity level must be set to suit the test object. Emissivity value is measured by the radiation characteristic of an object that were actually expose true temperature to the camera. Blackbody object or the object that display the absolute temperature is given the value of 1, and the object that is not be able to show true temperature at all or null object is given the value of 0. In this case the fruit emissivity level is approximately 0.95 which equivalent to those of human body emissivity so the value is set.

Camera temperature display window also need to be carefully selected. There are several type of display window each with its own unique color pattern and temperature representation. White hot and black hot color palette show three colors in the image and has the highest temperature in the image display as black or white. While the rainbow palette has over seven colors, present even the slightest different between temperature gap. Though the Ironbow offer the most delicate detail for this research. The color available are white, yellow, orange, red, pink, blue, and purple which represent highest to lowest temperature in the image respectively. From the domain knowledge of defect detection study, seven color representations is the right number to apply to our study. Bruise area will be in purple, sound apple area in blue and pink, while the surrounding area of the image will be in other colors.

Camera temperature upper and lower bound will be limit within the certain range in order to acquire a highly detailed color display for each pixel. According to the information that bruise and sound tissue will have the temperature difference of at least 1˚C, we can customize the temperature window range to display all the important part of information in the image [9]. In equation (1), number of Ironbow color N is fix and equal to seven. Temperature range T is our variable and can be adjust as long as they are less than or equal to six degree. The color resolution R will show every area which has dissimilar temperature of 1˚C or more. For bruise part if there is any, will distinctly appear in the image.

$$R = T / N \tag{1}$$

R is resolution of display temperature.
T is temperature range
N is number of colors for display window

The aim of this study was to acquire a raw image data using infrared thermal camera for detect early fruit bruise, and input this data into the pre-train deep learning neural network for detection bruise and segment each image into either bruise or non-bruise categories. Along the experiment and programming step, there are several issue to be concern. The system will be adjust to enhance the robustness against those odd and capable of providing precise information for the study.

II. Materials and Methods

A. Apple samples

Apple samples were thoroughly select and bought from supermarket, the prefer type of apple is gala apple with the diameter length of 75 millimeter. Total of 10 non-bruised gala apples were rinse with clean water and wipe them dry with soft cloth before store in foam box and handle with care. The apple were kept in the fridge with stable temperature at 10˚C for 24 hours before the experiment. In the following day, artificial bruises have been made on all the apples on one side by dropping them from the height of 50 cm. It will cause the light shallow bruise with diameter less than 2 cm. on the skin which in early state cannot be seen with bare eyes. After that the bruise apples has been kept in the fridge at 10˚C for another 24 hours.

The experiment location is a closed room with the light, heat, and air ventilation. Everything will be control within the room and will not be effect by outside atmosphere. Room temperature is steady at 25˚C throughout the experiment as in Fig. 1. For extra result accuracy, the foam box was placed in the test area. It provide protection from air fluctuation and light reflection within the room. The infrared thermal camera was set up 50 cm. farther away from where the test object will be place. The camera visibility was on the same plane level as the test object holder. The bruised apple has been place on the test location one at a time where the bruise side face to the front. We wait until the apple temperature is constant at 18˚C which take around 40 minutes before start recording the image. The image had been taken one shot per angle while we keep rotating the apple 45 degree per turn. Until we got eight images per apple. We repeat the same step for each

apple sample. Altogether 80 images were record as a sampling for image processing system. The data shown in graph explain that the lowest temperature which also represent the bruise area is at 16.7˚C while the highest temperature that bruise can be detected in this experiment is at 20.3˚C. The blue line, apple lowest temperature, is constantly rising as the time pass. While the red line show test station background temperature at the highest steady rate. The data suggest that the select temperature range is optimal for detecting bruise below the room temperature with heating and cooling method.

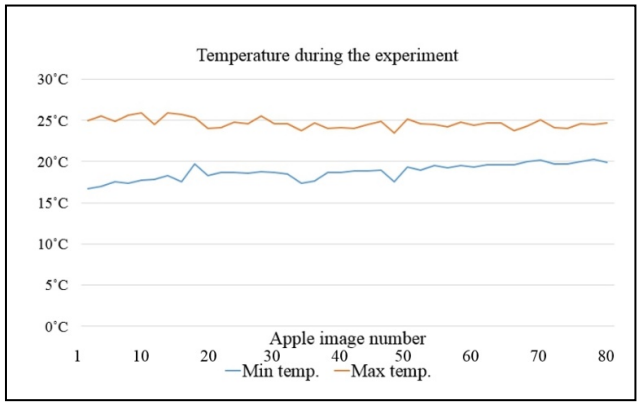


Fig. 1, measured temperature in thermal infrared imaging for apple bruise for all 80 images, blue line represent minimum temperature while red line represent maximum temperature show in each image.

B. Image data

The camera model we use is FLIR E40 with 160x120 infrared resolution and record the image as RGB 320x240 pixels. Static temperature and temperature gauge are display on the screen. Before these image data were imported to image processing program, we need to crop image to the size of 200x200 and remove all the inessential part in the process, only crucial content for analytic remain. Image data will be organize by the number of apple. For each plane of the apple, there are three angles that can clearly see the bruise. Those are zero degree angle, 45 degree left of the bruise and 45 degree right of the bruise. This information will be use later on for training and testing data for deep learning system.

When we further examine the image data. We found that the concave part on top and bottom on apple image appear to be same temperature color as bruise area. It can be explain by apple physical structure where high volume of coldness concentrate between those two areas. Some dissimilarity of color contrast within an image occur as a result of high camera sensitivity to ambient temperature and some misreading the light as a heat sources. Even though some area on apple skin has the same intensity as the bruise area. We can differentiate them by understand the natural contrast of actual bruise image and bruise-like image. In the actual bruise image, the bruise and sound area have two color steps differences. Where false bruise, when compare to surrounding area, have only one color step differences. This mean we can identify actual and false-bruise area by refer to surrounding area.

C. Detection system

The main purpose of this step is allow image processing and computer vision system to sort bruise apple images out of major normal apple images. By deploying convolutional neural network, its will learn specific feature from each separated class given by our label input data and then generate new domain specific layer for apple bruise detection to be later use in last few layers to finalize prediction results. The detection system is operate as show in Fig. 2.

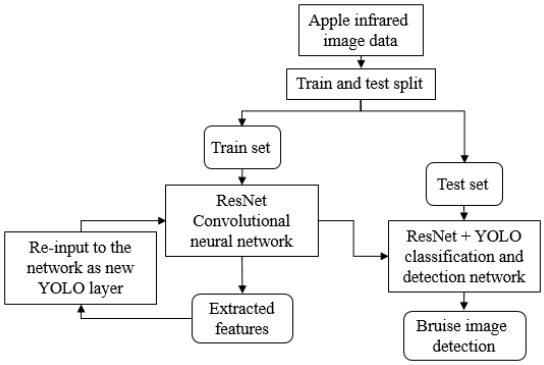


Fig. 2, Flow for apple-bruised infrared image detection system.

The idea of ResNet is to find the ‘shortcut that linked to the furthest layer’ as show in Fig. 3. By skipping several layers does not mean the overall performance will be reduce in anyway. Instead, the layers that had been skipped through are the layers which has similar weight and the same prediction value can be expected. When this logic is applied, stacking more layer will not degrade network performance and it easier to map between residual layers than directly fit them into underlay mapping.

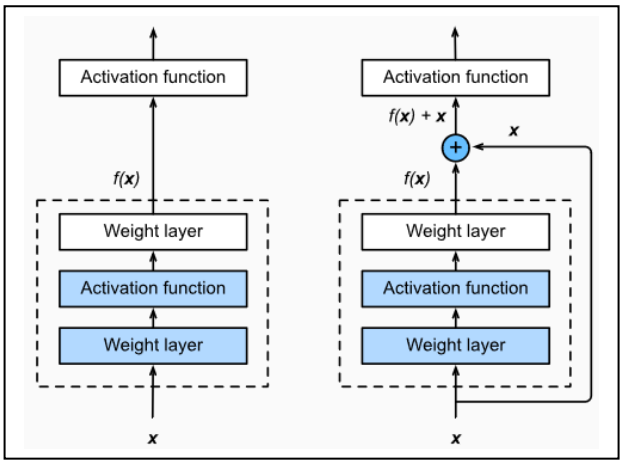


Fig. 3, Different between network block function (Left) Regular block (Right) Residual block which can skip the layer when variable output are the same.

Source: [10]

YOLO applied grid mesh overlay the original image to divide image into regions. For each region the network work independently try to find coordination, size, class, and confident level of each bounding box. Despite, each box is handle data in each area separately, when it comes

to final prediction YOLO see the entire image as a global contextual information. Their design enable high speed training and testing while maintain high average precision.

III. RESULTS AND DISCUSSIONS

The temperature measure during the experiment from the beginning of first image from first apple until the last image was taken. Even though room temperature were maintain at 25˚C. The actual temperature reflect in the image was not stable. By default, the camera temperature range configure was auto adjusted according to the scope object that appear in the image. This method have benefits in two aspects, the first one is when the center object temperature has changed below or above the previous temperature range, the camera system will automatically adjust the range accordingly. The second benefit is when there are unexpected noise appear in the scope, the camera will extend the temperature window range in order to balance the color display in the image.

In Fig. 4 range of temperature window will be shrink and expand following the temperature variation suit of all surface area of component inside the images. The lower the static temperature of the test object is, the more likely that the gap between minimum and maximum value will be increased and such event will result in less effectiveness of bruise detection performance. Refer to equation (1), when the T temperature range increased, the R resolution for display value also be increased therefore it will cover wider range of temperature. Result in our desire value to be more difficult to investigate. When nearby area display with the same color value. With that in mind, we are satisfied with most of our collected image data. More than 0.76-0.91 percent of images are within range of seven degrees where one color display only one or less than one temperature within range.

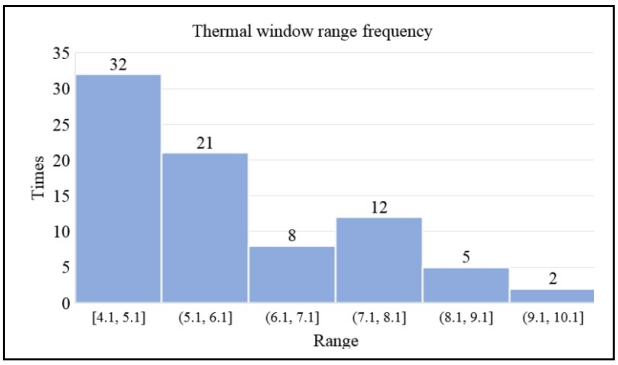


Fig. 4, bar graph represent the sizes of window occurrence frequency. Vertical axis show times of occurrence. While horizontal axis show temperature channel range.

Next, we choose to examine with the bruise image. Try to find and extract the significant feature which differentiate bruise from normal area to be use later as key factors for bruise inspection. Most obvious one is color intensity. After original RGB images have been converted to grayscale image. We deployed 'Imtool' Matlab function for visual inspection. Then do the 'Inspect pixel value' in the tool bar. These action help user to zoom in the image pixel levels and mark each of them with intensity value. We calculate the average intensity value for sound area by selecting the center spot of the image and then find the mode average of intensity located in 10x10 square pixels area.

We collect and compare intensity of normal skin with intensity of bruise skin. The intensity in those area appear in the form of color gradient. Some area has steep separation where others, sound and bruise intensity are join together in homogeneous fashion. We can hardly make any judgement based on visual inspection alone. Therefore both intensity value were input into spreadsheet and transform into visible graph as show in Fig. 5. Bruise intensity range between 15 and 25 and also the darkest color in the image are the consistent variable in this test. Whereas normal area surrounding the bruise tissue have fluctuated intensity. When compare RGB image and grayscale of the same image. We find that image which has intensity different between two areas less than 50 will have only one color step contrast in RGB image. While image with intensity different more than 50 will have two color step contrast in RGB image. This is important to point out because it is certainly support the bruise detection both in term of data observation and systematical computation.

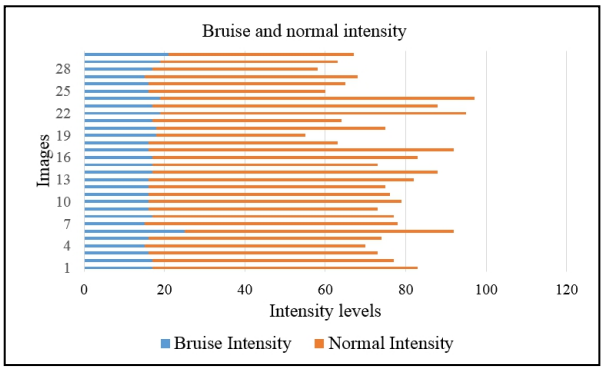


Fig. 5, horizontal bar graph comparing bruise (blue line) and normal area (red line) of apple in each image. Total of 30 images were processed through this step.

The result show on the confusion matrix in Fig. 6 is separate by class determine by bruise position center, left, right and non-bruise. This guide the user to understand the system weakness and refine accordingly. Result for confusion matrix are above our target at 90%. The single error feedback are false alarm which report bruise in center area even though it does not exist. We can assume that the mistake happened because there are some non-uniform coldness area spread over sound apple image. This state happened more often in non-bruise image than bruise image. For the reason being, the non-bruise image does not have the clear boundary for darkest color. Second reason, this type of error could happened because samples for training set are too small. Consider the bruise image provided in this research have similar pattern. On the other hand, typical noise in non-bruise image are exceptionally rare.

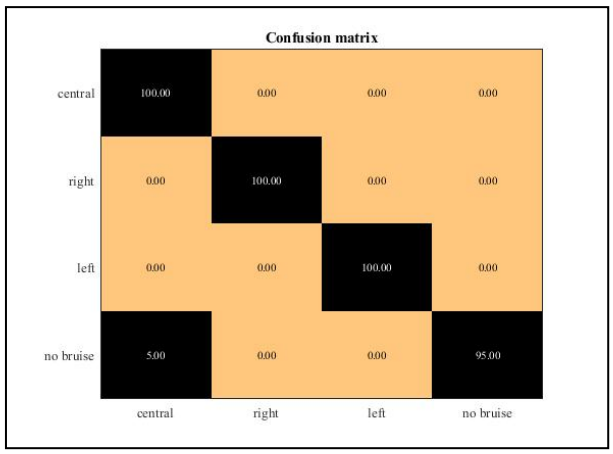


Fig. 6, Confusion matrix for evaluate detection results, Y axis is the prediction value. X axis is the actual value.

Precision = true positives/ (true positives + false positives)

= 19/ (19 + 1)

= 0.95

Recall = true positives/ (true positives + false negatives)

= 20/ (20+ 0)

= 1

F1 = 2 x (Precision x Recall)/ (Precision + Recall)

= 2 x (0.95 * 1)/ (0.95 +1)

= 0.974

Further study the outcome, we learn that both precision and recall value are almost perfect prediction for this dataset. While both value are meaningful in certain way. Our research focus more on high recall rate to ensure that no bad quality apple slip through our fruit quality control process without noticing. Obviously, high precision value will also reduce the production waste and save cost for manufacturer. Recall rate is completed at 100% infer that every bruise apple are found and Precision rate is at 95% infer that one bruise prediction is false prediction. When we add up both precision and recall to find the harmonic mean value. The F score value is 97.4% as shown in the formula.

IV. CONCLUSIONS

In the aspect of experiment preparation, the room temperature, test object temperature and coordinate timing play a key roles in getting accurate test results. The most optimize temperature for detect apple bruise in infrared image is when its reach 18˚c. The temperature different between bruise and surrounding non-bruise area will be 1˚c. In case that the bruise temperature is below 18˚c when detecting, the camera might not show the true area of bruise because the minimum and maximum temperature window are over 7˚c range. Which the availability of display colors are insufficient to cover every 1˚c change. On the contrary, if the temperature rise beyond 18˚c near the room temperature at 25˚c. It will increase noise in the output images, especially in those sound apple images. This is the drawback of high sensitivity thermal infrared camera. When there are less temperature level appear in the image while the display color are remain the same, it will look as if whole image has been exaggerated. Even the slight temperature transition can be seen.

Our experiment met the expected result in developing fruit bruised detection system. Active thermal technique were deployed to stimulate the invisible bruise to be visible on thermal infrared camera without touching nor damaging the test object. Furthermore we create domain specific ResNet CNN and YOLO layers for fast and consistence bruise detection. Both greatly contribute to our promising test results. ResNet and layer skipping technique does alleviate the computational cost. While YOLO anchor box feature does compliment the speed enhancement.

REFERENCES

[5] L. B. Gast, “Storage conditions fruits & Vegetables.” Postharvest Management of Commercial Horticultural Crops. The University of Maine Bulletin 4135, 30 June 1914.

[6] A. Theologis, "One rotten apple spoils the whole bushel: the role of ethylene in fruit ripening." *Cell* 70.2 1992, pp. 181-184.

[7] Z. Hussein, O.A. Fawole, U.L. Opara, "Harvest and Postharvest Factors Affecting Bruise Damage of Fresh Fruits." *Horticultural Plant Journal*, 2019.

[8] A. Danno, M. Miyazato, E. Ishiguro, "Quality evaluation of agricultural products by infrared imaging method." Mem. Fac. Agr. Kagoshima Univ 16 1980: 157-164.

[9] R. Ishimwe, K. Abutaleb, F. Ahmed, "Applications of thermal imaging in agriculture—a review." Advances in remote Sensing 3.03, p. 128, 2014.

[10] G. Kim, G.H. Kim, J. Park, D.Y. Kim, B.K. Cho, "Application of infrared lock-in thermography for the quantitative evaluation of bruises on pears." Infrared Physics & Technology 63, pp. 133-139, 2014.

[11] P.M. Mehl, K. Chao, M. Kim, Y.R. Chen, "Detection of defects on selected apple cultivars using hyperspectral and multispectral image analysis." Applied engineering in agriculture 18.2, p. 219, 2002.

[12] B. Wiêcek, S. Zwolenik, "Multichannel thermography systems for real-time and transient thermal process application." Quantitative Infrared Thermography QIRT 98, 1998, pp. 322-325.

[13] P. Nattapat, M. Saprangsit, "A survey of Fruit Bruise Detection Using Infrared Thermal Imaging Analytical Techniques" Thai-Nichi Institute of Technology, National Conference on Information Technology, Thailand, October 2019.

[14] A. Zhang, Z.C. Lipton, M. Li, A.J. Smola, “Dive into Deep Learning” Unpublished draft. Retrieved 3, 2019, p. 319.

Track 4

Business Administration:

Transport, Logistics and Supply Chain Management, Innovation in Public Administration, Organizational Behavior, Banking & Risk Management, Finance & Accounting, Marketing, Management, Tourism, Other related topics

การยอมรับเทคโนโลยีที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้บริการชำระเงินผ่านอิเล็กทรอนิกส์ของผู้บริโภคในจังหวัดกรุงเทพมหานครฯ

Acceptance of technologies that affect the decision to use consumer electronic payment services in Bangkok, Thailand

1st กชกร จิตรัตน์
Kotchakorn Jitrat
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
ji.kotchakorn_st@tni.ac.th

2nd นัชชา สีสุก
Natcha Seesuk
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
ss.natcha_st@tni.ac.th

3rd พงศ์ศรัณย์ วงศ์ชนเดช
Pongsaran Wongchanadech
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
pongsaran@tni.ac.th

4th วัฒน์ มาศฉมาดล
Wat Maschamadol
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
was.masma@gmail.com

บทคัดย่อ - ในปัจจุบันการดำรงชีวิตของผู้คนเปลี่ยนไปจากอดีต โดยใช้ชีวิตแบบเร่งรีบมากขึ้น เข้าถึงเทคโนโลยีมากขึ้น อีกทั้งยังยอมรับวัฒนธรรมที่หลากหลายมากขึ้น โดยรวมไปถึงการนำเทคโนโลยีมาใช้จ่ายในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน อีกทั้งยังมีชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ที่เติบโตขึ้นเรื่อย ๆ ผู้วิจัย จึงให้ความสนใจกับธุรกิจชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ ว่ามีปัจจัยตัวใดบ้างที่ส่งผลต่อการการยอมรับเทคโนโลยีที่มีผลต่อการใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ของผู้บริโภค ในจังหวัดกรุงเทพมหานครฯมาศึกษาวิจัยในครั้งนี้

งานวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยด้านประชากรศาสตร์และปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยีที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร เพื่อให้ทราบถึงความต้องการของผู้บริโภคได้ดียิ่งขึ้น และสามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาระบบเทคโนโลยี เพื่อให้ตอบโจทย์ผู้บริโภค รวมถึงเพิ่มขีดความสามารถให้ผู้ประกอบการให้สามารถแข่งขันได้ โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตัวอย่างผ่านแบบสอบถาม และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการใช้การ ประมวลผลจากโปรแกรมสำเร็จรูป

ในส่วนของลักษณะประชากรศาสตร์ที่แตกต่างกันในด้านเพศ อายุ รายได้ต่อเดือน ระดับการศึกษาและอาชีพ ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยประชากรศาสตร์ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ของผู้บริโภค ในเขตกรุงเทพมหานคร ได้แก่ ปัจจัยด้าน อายุ อาชีพ ระดับการศึกษา และรายได้ต่อเดือน

ในส่วนของการยอมรับเทคโนโลยี ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยด้านคุณภาพการบริการที่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ของผู้บริโภค ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ การรับรู้ประโยชน์ การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน ความน่าเชื่อถือจากการรับรู้ ตามลำดับ

คำสำคัญ:, ประชากรศาสตร์, การตัดสินใจเลือกใช้บริการ, การบริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์

ABSTRACT **- At present the livelihoods of people turning away from the past. By living a greater urgency. Access to more technology It accepts cultural diversity. Overall, the cost of technology in everyday life. The payment through electronic channels. That is becoming popular today. They are paid through electronic channels to grow, researchers have become interested with payments through electronic channels. What factors have an impact on technology adoption affects the payment service through consumer electronics. In Bangkok the course of this research**

This research aims to study the demographic factors. Technology adoption and the factors that influence the decision to use a paid service through consumer electronics. In Bangkok To understand their needs. Consumers better And the findings can be applied to guide the improvement and development of technology. In order to meet consumer Including empowering entrepreneurs to be competitive. By carrying out data collection through sample surveys. Data were analyzed by using. Processing software package

In terms of demographic characteristics that differ in gender, age, monthly income. Education and career The results showed that Demographic factors that influence the decision to use a paid service through consumer electronics. Bangkok

factors include age, occupation, educational level. And monthly income

In terms of technology adoption The results showed that Service quality factors that affect the decision to use a paid service through consumer electronics. In Bangkok In descending order from most to least are perceived benefits. The perceived ease of use. The reliability of the recognition sequence.

Keywords : demography, the decision to use the services, payment services through electronic channels.

I. บทนำ

จากวิวัฒนาการของเทคโนโลยีในยุคปัจจุบัน สมาร์ทโฟนและอินเตอร์เน็ตกลายเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของผู้บริโภค นอกจากติดต่อสื่อสาร การค้นหาข้อมูล การรับข่าวสารผ่านทางสมาร์ทโฟนแล้ว ก็ยังมีกิจกรรมอื่น ๆ ที่ถูกพัฒนาและถูกนำมาใช้แพร่หลาย รวมทั้งการทำธุรกรรมทางการเงินก็ได้มีการพัฒนาแอปพลิเคชั่นเพื่อรองรับการใช้งานผ่านอินเตอร์เน็ตและสมาร์ทโฟนเช่นกัน จากข้อมูลของธนาคารแห่งประเทศไทย [1] ที่ได้บันทึกสถิติข้อมูลของการชำระเงินผ่านช่องทาง Internet Banking และ Mobile Application ใน ปี 2562 พบว่ามีการทำระผ่านช่องทางดังกล่าวรวมกัน 5.6 พันล้านรายการ เพราะความสะดวกสบายจากการใช้งานไม่ว่าจะเป็นการเช็คยอดคงเหลือในบัญชี การชำระค่าบัตรเครดิต ชำระบิลค่าสาธารณูปโภค การโอนเงินระหว่างบุคคล หรือแม้กระทั้งการจ่ายเงินผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์หรือที่เรียกว่า E-payment ทำให้ การทำธุรกรรมงานผ่านช่องอิเล็คทรอนิคส์ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก

ในปัจจุบันพฤติกรรมผู้บริโภคมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยพฤติกรรมดังกล่าวคือ ผู้บริโภคไม่นิยมถือเงินสด หรือที่เรียกว่า สังคมไร้เงิน (cashless society) เนื่องผู้บริโภคเริ่มมีความสะดวกมากขึ้นจากการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็คทรอนิคส์ จากการพัฒนาเทคโนโลยีและการสื่อสารของแต่ละธนาคาร ระบบแอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟนของแต่ละธนาคารนั้นได้ถูกแก้ไขปัญหาจากเดิมที่มีความซับซ้อน ใช้งานยาก และปัญหาด้านความปลอดภัยทางการเงินจากการใช้บริการ ทำให้ผู้บริโภคมีความมั่นใจมากขึ้นต่อการใช้บริการ และยอมรับการใช้งานผ่านช่องทางอิเล็คทรอนิกส์เพิ่มขึ้น นอกจากนี้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้รับการพัฒนาในเชิงพาณิชย์มากขึ้น ในรูปแบบของการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ หรือ Electronic Commerce ที่เป็นการซื้อขายสินค้าผ่านช่องทางอินเตอร์เน็ต ทำให้การโอนเงินทางอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินธุรกิจ นอกจากนี้กระบวนการธุรกรรมการพาณิชย์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่จะช่วยให้ธุรกรรมมีความสมบูรณ์มากขึ้น คือ การชำระเงินทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือ E-Payment ที่เป็นการชำระเงินในรูปแบบของบัตรเดบิตผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยการใช้เทคโนโลยีเสริมสร้างความปลอดภัย หรือการใช้วิธีการชำระเงินที่เป็นตราสาร เช่น เช็คหรือการโอนเงินผ่านธนาคารและการชำระเงินด้วยเงินอิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบดิจิตอล ที่เก็บอยู่ในสมาร์ตการ์ดหรือฮาร์ดดิสก์ในเครื่องคอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์ ประโยชน์จากการใช้งานดังกล่าวจะเกิดขึ้นทั้งกับผู้บริโภคและส่วนของผู้ดำเนินธุรกิจ เพราะการชำระเงินทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้การชำระเงินและการรับชำระเงินมีความสะดวกมากยิ่งขึ้น ทำให้ไม่จำเป็นต้องเดินทางไปชำระด้วยรูปเดิม ช่วยให้สามารถประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ รวมถึงความเสี่ยงจาการถือเงินสด นอกจากนี้ยังมีการบันทึกการทำธุรกรรมหรือการชำระเงิน เพื่อเป็นหลักฐานและตรวจสอบย้อนหลังได้อีกด้วย การชำระเงินทางอิเล็กทรอนิกส์ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพด้านการบริหารเงิน ทำให้ผู้รับเงินสามารถรับเงินและนำเงินไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว รวมทั้งการผลักดันแนวคิด เศรษฐกิจดิจิตอลของรัฐบาลในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ โดยการนำเอาเทคโนโลยีดิจิตอลเข้ามาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจของประเทศให้กับสินค้าและบริการผ่านนวัฒกรรมและความคิดสร้างสรรค์ ปัจจัยเหล่านี้เป็นโอกาสที่ภาคธุรกิจและประชาชนจะได้ใช้บริการชำระเงินผ่านทางอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มมากขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาถึงการยอมรับใน นวัตกรรมการบริการชำระเงินผ่านแบบอิเล็กทรอนิกส์หรือการโอนเงินพร้อมเพย์ เพื่อเป็นแนวทางในการมาปรับใช้กับกลยุทธ์ขององค์กรหรือเพื่อพัฒนาศักยาภาพการแข่งขันในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่มีแนวโน้มว่าจะมีการใช้บริการจ่ายเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน รวมถึงเพื่อเป็นข้อมูลให้กับผู้ที่สนใจนำไปศึกษาต่อยอดพัฒนางานวิจัยต่อไปด้วย

I.II วัตถุประสงค์งานวิจัย

- เพื่อศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์
- เพื่อศึกษาปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ที่มีผลต่อการนใจเลือกใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์

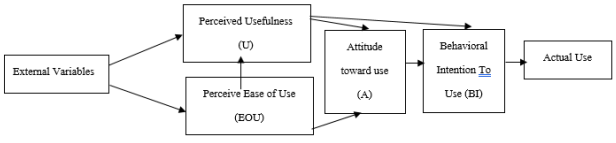
II.ทบทวนวรรณกรรม และกรอบแนวคิดงานวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาเรื่อง “การยอมรับเทคโนโลยีที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้บริการชำระเงินผ่านอิเล็กทรอนิกส์ของผู้บริโภคในจังหวัดกรุงเทพมหานครฯ” ครั้งนี้ผู้ศึกษาได้ค้นคว้าเอกสาร บทความ แนวคิดทฤษฎีและบทความที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแหล่งอ้างอิงและประกอบการศึกษา

Schiffman and Wisenblit (2015) [2] ได้กล่าวว่าถึงหลักประชากรศาสตร์ไว้ว่า การแบ่งประชากรสามารถทำได้โดยการแบ่งกลุ่มตามอายุ รายได้,เชื้อชาติ เพศ อาชีพ สถานภาพสมรส และที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ ซึ่งตัวแปรเหล่านี้ จะทำให้เราสามารถแบ่งผู้บริโภคออกเป็นกลุ่ม เพราะความแตกต่างในแต่ละตัวแปรจะมีผลต่อพฤติกรรมของบุคคล

เกวรินทร์ ละเอียดดีนันท์ (2559, หน้า 15) [3] ได้กล่าวว่า การยอมรับเทคโนโลยีเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมทัศนคติของผู้บริโภคว่าก่อให้เกิดประโยชน์ ความสะดวก รวมไปถึงทำเกิดการเปลี่ยนแปลงและ สามารถนำเทคโนโลยีมาสร้างประสบการณ์ให้กับผู้บริโภค ให้มีความรู้และทักษะในการใช้งานเพิ่มเติมมากยิ่งขึ้น

Rogers (2003) [4] ได้กล่าวว่า การยอมรับเทคโนโลยีนั้น เป็นการตัดสินใจที่จะนำเทคโนโลยีนั้น ไปใช้อย่างเต็มที่ โดยมีการยอมรับของบุคคล เริ่มตั้งแต่บุคคลได้สัมผัสหรือรู้จักกับเทคโนโลยี และเกิดการชักจูงให้ยอมรับ ตามด้วยตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธเทคโนโลยี ปฏิบัติตามการตัดสินใจ และยืนยันการปฏิบัตินั้น กระบวนการอาจจะใช้เวลาช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับปัจจัยตัวบุคคล และลักษณะของเทคโนโลยี



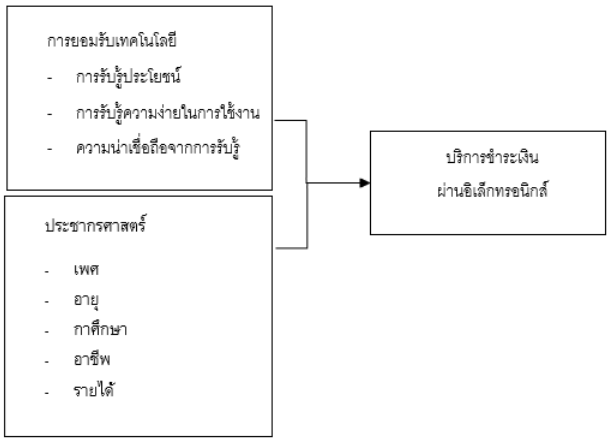
รูปที่ I แบบจำลองการยอมรับของผู้ใช้งานเทคโนโลยี

กมลภพ ทิพย์ปาละ (2555) [5] กล่าวถึงพฤติกรรมผู้บริโภคว่า พฤติกรรมของผู้บริโภคคือ สิ่งที่ทำผู้บริโภคทำเพื่อตอบสนองความต้องการของตน โดยแต่ละคนมีความแตกต่างกันในลักษณะของประชากรศาสตร์ ซึ่งพฤติกรรมการกิน การใช้ การซื้อ และความรู้สึกนึกคิดของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์จึงมีความต่างกัน นอกจากลักษณะประชากรศาสตร์แล้วยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เป็นอิทธิพลต่อพฤติกรรมของผู้บริโภค

รณกร วรรธนะพงษ์ (2555) [6] พฤติกรรมและความพึงพอใจของลูกค้าต่อการใช้บริการธนาคารอิเล็กทรอนิกส์ของธนาคารกสิกรไทย จำกัด (มหาชน) ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ผลจากการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจจากการใช้บริการธนาคารอิเล็กทรอนิกส์ คือ ความปลอดภัยของระบบธนาคารอิเล็กทรอนิกส์ ขั้นตอนการใช้งานของระบบธนาคารอิเล็กทรอนิกส์ และความซับซ้อนของการใช้งาน

เสาวณิต อุดมเวชสกุล (2557) [7] ได้กล่าวถึงในการศึกษาวิจัยว่า นอกเหนือจากการโฆษณาผ่านช่องทางสื่อต่าง ๆ อย่าง สม่ำสมอแล้ว การประชาสัมพันธ์เรื่องความปลอดภัยของบริการ การใช้ดารานักแสดงที่เป็นที่ชื่นชอบ ของผู้ใช้บริการมาทำการโฆษณา ส่งผลให้ผู้ใช้บริการเปิดใจรับข้อมูล เกิด ความรู้ความเข้าใจในบริการ จนนำไปสู่ความเชื่อมั่นในบริการ

II.I กรอบแนวคิดงานวิจัย



รูปที่ II กรอบแนวคิดงานวิจัยการยอมรับเทคโนโลยีที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้บริการชำระเงินผ่านอิเล็กทรอนิกส์ของผู้บริโภคในจังหวัดกรุงเทพมหานครฯ

III. รูปแบบวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้บริการชำระเงินผ่านอิเล็กทรอนิกส์ของผู้บริโภคในจังหวัดกรุงเทพมหานครฯ โดยปัจจัยที่ทำการศึกษาประกอบด้วยปัจจัยประชากรศาสตร์ ได้แก่ ประกอบด้วย เพศ อายุ รายได้ต่อเดือน ระดับการศึกษา และอาชีพ และ ปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี ทั้งนี้เป็นการศึกษาในเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ใช้วิธีการเชิงสำรวจ (Survey) โดยใช้วิธีการแจกแบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลประชากรกลุ่มเป้าหมาย เนื่องจากไม่ทราบกลุ่มตัวอย่างที่ใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ที่แน่นอน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างจึงต้องเปิดตารางหาขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Yamane (1973)[8] ซึ่งได้จำนวนที่ 400 คน โดยกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่ 0.05 และมีระดับความเชื่อมั่นอยู่ที่ 95%แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามให้อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เป็นผู้ทำการพิจารณาตรวจสอบในด้านความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม ความเหมาะสมของแบบสอบถาม ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงของข้อคำถาม มีค่าไม่น้อยกว่า 0.60 ทุกข้อ โดย Rovinelli และ Hambleton, (1976)[9] ได้กล่าวถึงค่าความเที่ยงตรงของข้อคำถามว่าควรมีค่ามากกว่า 0.50 และผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามไปใช้กับกลุ่มทดลองจำนวน 40 คน นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความเชื่อมั่นมีค่าอยู่ที่ 0.909 โดย สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสิทธิ์ (2003)[10] ได้กล่าวถึงเรื่องการคำนวณค่าความเชื่อมั่นว่า ควรมีค่าตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป

IV. ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของกลุ่มผู้นำทางความคิดในการยอมรับเทคโนโลยีที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้บริการชำระเงินผ่านอิเล็กทรอนิกส์ของผู้บริโภคในจังหวัดกรุงเทพมหานครฯ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการตัดสินใจใช้ บริการชำระเงินผ่านอิเล็กทรอนิกส์ โดยกำหนดตัวแปรอิสระ คือ ปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี และ ประชากรศาสตร์ หลังจากการเก็บข้อมูลจริงโดยใช้แบบสอบถาม ได้จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 465 ชุด โดยตัดกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เกี่ยวข้องแล้วเหลือแบบสอบถามที่มีจำนวนข้อมูลครบถ้วนสมบูรณ์จำนวน 400 ชุด แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ซึ่งในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำเสนอในรูปแบบตารางประกอบคำอธิบาย โดยแบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็นส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

ตารางที่ 1 ข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
เพศหญิง	204	51
เพศชาย	148	37
เพศทางเลือก	48	12
	400	100.00
2. อายุ		
ต่ำกว่า 15 ปี	17	4.3
16-25 ปี	259	64.6
26-35 ปี	55	13.9
36-45 ปี	33	8.1
46ปีขึ้นไป	36	9.1
	400	100.00
3. การศึกษา		
ต่ำกว่าปริญญาตรี	98	24.4
ปริญญาตรีหรือเทียบเท่า	266	66.5
สูงกว่าปริญญาตรี	36	9
	400	100.00
4. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน		
ต่ำกว่า 10,000 บาท	161	40.2
10,001 - 30,000 บาท	182	45.5
30,001 - 50,000 บาท	42	10.5
มากกว่า 50,000 บาท	15	3.8
	400	100.00

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างสามารถได้ แบ่งเป็น เพศชาย 37% เพศหญิง 51% และเพศทางเลือก 12% โดยส่วนใหญ่มีอายุอยู่ระหว่าง 16-25 ปี คิดเป็น 64.6% รายได้ต่อเดือนของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง10,001 - 30,000 บาท คิดเป็น 45.5% กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรีหรือเทียบเท่า คิดเป็น 66.5% และมีอาชีพคือพนักงานบริษัทเอกชน คิดเป็น 68.7%

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละตัววัด

	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	การแปลค่า
1. การยอมรับเทคโนโลยี			
1. 1 การชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ ช่วยลดเวลาในการแลกเปลี่ยนสินค้าหรือบริการ	4.0775	1.03643	เห็นด้วยมากที่สุด
1. 2. การชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ ช่วยเพิ่มความสะดวกในชีวิตประจำวันของท่าน	4.1625	1.00430	เห็นด้วยมากที่สุด
1. 3.ชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ เพราะท่านเล็งเห็นประโยชน์ในการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้งาน	3.9400	0.97147	เห็นด้วยมาก
1. 4.การชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ เป็น Application บนโทรศัพท์เคลื่อนทำให้สะดวกต่อการใช้งาน	4.2300	0.73037	เห็นด้วยมากที่สุด
1. 5.การใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ ช่วยแก้ปัญหาเรื่องการพกพาเงินสดของท่านได้	4.0350	0.94658	เห็นด้วยมาก
1. 6. การใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ มีส่วนลดหรือสิทธิพิเศษ	3.9700	1.07796	เห็นด้วยมาก
2. การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน			
2. 1. การออกแบบระบบชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ ใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน	3.8175	0.93078	เห็นด้วยมาก
2. 2. ระบบชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ มีความสะดวกในการใช้งาน	3.8375	0.97646	เห็นด้วยมาก
2. 3.ระบบชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์มีความรวดเร็วในการชำระสินค้าต่างๆ	3.8300	0.87922	เห็นด้วยมาก
2. 4. การออกแบบ ระบบชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ใช้งานง่ายแม้จะอยู่ต่างประเทศ	3.8675	0.98863	เห็นด้วยมาก
2. 5. การใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์มีการให้บริการครอบคลุมทุกพื้นที่ และร้านค้าต่างๆที่ท่านต้องการ	4.0775	0.80194	เห็นด้วยมากที่สุด
3. ความน่าเชื่อถือจากการรับรู้			
3. 1.ท่านรับรู้ถึงความเสี่ยง และยอมรับได้ ของการใช้ระบบชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์	4.186	0.6779	เห็นด้วยมาก
3. 2. ท่านได้รับสารหรือโฆษณา เกี่ยวกับความปลอดภัยของการใช้งานระบบชำระเงินผ่านช่องทาอิเล็กทรอนิกส์	4.005	0.80722	เห็นด้วยมาก
3. 3.ท่านรับรู้ถึงความปลอดภัยจากการใช้งานระบบชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์มากกว่าการพกพาเงินสดไว้กับตัว	4.135	0.87675	เห็นด้วยมากที่สุด
3. 4. ท่านได้รับคำแนะนำการใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ จากบุคคลใกล้ตัวถึงความปลอดภัยและความสะดวกจากการใช้งาน	4.2175	0.83483	เห็นด้วยมากที่สุด
3.5. ท่านทราบถึงระบบความปลอดภัย ว่ามีประสิทธิภาพสูง ในการป้องกันเงินของท่านในระบบ	4.1875	0.80558	เห็นด้วยมากที่สุด
4. ปัจจัยด้านพฤติกรรมผู้บริโภค			
4.1 ท่านตัดสินใจใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์เพราะระบบมีความเสถียร	4.005	0.80722	เห็นด้วยมากที่สุด
4.2 ท่านตัดสินใจใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์เพราะลดปัญหาจากการเดินทาง	4.1350	0.87675	เห็นด้วยมากที่สุด
4.3 ท่านตัดสินใจใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์เพราะช่วยลดขั้นตอนธุรกรรมต่างๆที่ธนาคาร	4.2175	0.83483	เห็นด้วยมากที่สุด
4.4 ท่านตัดสินใจใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์เพราะไม่มีค่าธรรมเนียมใจการบริการ	4.1875	0.80558	เห็นด้วยมากที่สุด

ปัจจัย	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	การแปลค่า
4. ปัจจัยด้านพฤติกรรมผู้บริโภค			
4.5 ท่านตัดสินใจใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์เพราะท่านพึงพอใจในการใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์	4.0925	0.92254	เห็นด้วยมากที่สุด
4.6 ท่านตัดสินใจ ใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์เพราะคำคำเชิญชวนจากคนรอบข้าง	3.6300	1.15170	เห็นด้วยมาก
4.7 ท่านตัดสินใจใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์เพราะมีประสบการณ์ในการใช้งานมาก่อน	4.1050	0.92797	เห็นด้วยมากที่สุด

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาปัจจัยย่อยทั้ง 23 ปัจจัย พบว่า ปัจจัยอิสระที่มีค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นสูงสุด 5 อันดับแรก โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ ปัจจัยด้านการยอมรับ ในเรื่องของการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ ช่วยลดเวลาในการแลกเปลี่ยนสินค้าหรือบริการ (ค่าเฉลี่ย 4.077) ปัจจัยด้านการยอมรับ ในเรื่องของการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ ช่วยเพิ่มความสะดวกในชีวิตประจำวันของท่าน (ค่าเฉลี่ย 4.162) ปัจจัยด้านการรับรู้ความง่ายในการใช้งาน การใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ มีการให้บริการครอบคลุมทุกพื้นที่ และร้านต่าง ๆที่ท่านต้องการ (ค่าเฉลี่ย 4.077) ปัจจัยด้านความน่าเชื่อถือจากการรับรู้ ในเรื่องของท่านได้รับคำแนะนำการใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ จากบุคคลใกล้ตัวถึงความปลอดภัยและความสะดวกจากการใช้งาน (ค่าเฉลี่ย 4.217) ปัจจัยด้านพฤติกรรมผู้บริโภค ในเรื่องของท่านตัดสินใจใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์เพราะช่วยลดขั้นตอนธุระกรรมต่าง ๆที่ธนาคาร (ค่าเฉลี่ย 4.217)

ปัจจัยอิสระที่มีค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นน้อยที่สุด 5 อันดับสุดท้าย โดย เรียงลำดับมากไปน้อย ได้แก่ ปัจจัยด้านการยอมรับ ในเรื่องของชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ ท่านเล็งเห็นประโยชน์ในการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้งาน (ค่าเฉลี่ย 3.940) ปัจจัยด้านการยอมรับในเรื่องของการใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ มีส่วนลดหรือสิทธิพิเศษ (ค่าเฉลี่ย 3.970) ปัจจัยด้านการรับรู้ความง่ายในการใช้งาน ในเรื่องของการออกแบบระบบชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน (ค่าเฉลี่ย 3.8175) ในเรื่องของปัจจัยด้านความน่าเชื่อถือจากการรับรู้ ท่านได้รับสารหรือโฆษณาเกี่ยวกับความปลอดภัยของการใช้งานระบบชำระเงินผ่านช่องทาอิเล็กทรอนิกส์ (ค่าเฉลี่ย 4.005) ในเรื่องของปัจจัยด้านพฤติกรรมผู้บริโภค ท่านตัดสินใจใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์เพราะคำคำเชิญชวนจากคนรอบข้าง (ค่าเฉลี่ย 3.6300)

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาในแต่ละปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาดบริการ ปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี ปัจจัยด้านการรับรู้ความง่ายในการใช้งาน ปัจจัยด้านความน่าเชื่อถือจากการรับรู้ และปัจจัยด้านปัจจัยด้านพฤติกรรมผู้บริโภค สามารถสรุปผลการศึกษาของแต่ละปัจจัยได้ดังนี้

ปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นในเรื่องชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ เพราะท่านเล็งเห็นประโยชน์ในการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้งาน (ค่าเฉลี่ย 3.940) การชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ เป็น Application บนโทรศัพท์เคลื่อนทำให้สะดวกต่อการใช้งาน (ค่าเฉลี่ย 4.230) การใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ ช่วยแก้ปัญหาเรื่องการพกพาเงินสดของท่านได้ (ค่าเฉลี่ย 4.035) การใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ มีส่วนลดหรือสิทธิพิเศษ (ค่าเฉลี่ย 3.970)

ปัจจัยด้านการรับรู้ความง่ายในการใช้งานกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นในเรื่องการออกแบบระบบชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ ใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน (ค่าเฉลี่ย 3.817) ระบบชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ มีความสะดวกในการใช้งาน (ค่าเฉลี่ย 3.837) ระบบชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์มีความรวดเร็วในการชำระสินค้าต่าง ๆ (ค่าเฉลี่ย 3.830) การออกแบบระบบชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ใช้งานง่ายแม้จะอยู่ต่างประเทศ (ค่าเฉลี่ย 3.867)

ปัจจัยด้านความน่าเชื่อถือจากการรับรู้กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นในเรื่องท่านรับรู้ถึงความเสี่ยง และยอมรับได้ ของการใช้ระบบชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ (ค่าเฉลี่ย 4.186) ท่านรับรู้ถึงความปลอดภัยจากการใช้งานระบบชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์มากกว่าการพกพาเงินสดไว้กับตัว (ค่าเฉลี่ย 4.135) ท่านทราบถึงระบบ

ความปลอดภัย ว่ามีประสิทธิภาพสูง ในการป้องกันเงินของท่านในระบบ (ค่าเฉลี่ย 4.187)

ปัจจัยด้านพฤติกรรมผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นในเรื่องท่านตัดสินใจใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์เพราะระบบมีความเสถียร (ค่าเฉลี่ย 4.005) ท่านตัดสินใจใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์เพราะลดปัญหาจากการเดินทาง (ค่าเฉลี่ย 4.135) ท่านตัดสินใจใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์เพราะไม่มีค่าธรรมเนียมใจการบริการ (ค่าเฉลี่ย 4.1875) ท่านตัดสินใจใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์เพราะท่านพึงพอใจในการใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทาง (ค่าเฉลี่ย 4.092) อิเล็กทรอนิกส์ท่านตัดสินใจใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์เพราะมีประสบการณ์ในการใช้งานมาก่อน (ค่าเฉลี่ย 4.105)

V. อภิปรายผลการวิจัย

จากการสรุปผลปัจจัยของด้านการยอมรับเทคโนโลยีในการใช้บริการการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ ด้านการยอมรับเทคโนโลยี ผลของการสำรวจที่มีความคิดเห็นในเรื่องการชำระเงินผ่านทางอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้ได้ผลของข้อมูลที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ การชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยลดเวลาในการแลกเปลี่ยนสินค้าหรือบริการ และการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยเพิ่มความสะดวกในชีวิตประจำวันของลูกค้า และการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ เป็น Application บนโทรศัพท์เคลื่อนทำให้สะดวกต่อการใช้งาน เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจต่อการใช้บริการมากที่สุด และผลของข้อมูลที่มีค่าเฉลี่ยมากคือ ชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์เพราะท่านเล็งเห็นประโยชน์ในการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้งาน และ การใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ ช่วยแก้ปัญหาเรื่องการพกพาเงินสด และการใช้บริการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ มีส่วนลดหรือสิทธิพิเศษ เป็นปัจจัยที่ผลต่อการตัดสินใจต่อการใช้บริการมาก ผลของปัจจัยที่กล่าวมาทำให้รู้ถึงประโยชน์ในการนำเอาเทคโนโลยีทั้งนี้ตัวแบบดังกล่าวสามารถอธิบายการตัดสินใจใช้บริการการชำระเงินผ่านอิเล็กทรอนิกส์ ในจังหวัดกรุงเทพมหานครได้ 49.2% สอดคล้องกับงานวิจัยของ จิวรัส อินทร์บำรุง (2553)[11] ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้บริการอินเตอร์เน็ตแบงค์กิ้ง บมจ.ธนาคารกรุงไทย ในเขตอำเภอเมืองนครปฐม พบว่า รูปแบบที่ทันสมัย ใช้งานง่าย มีความสะดวกและรวดเร็วการให้บริการ 24 ชั่วโมง ส่งผลต่อทัศนคติของผู้บริโภค และ รณกร วรรธนะพงษ์ (2555) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมและความพึงพอใจของลูกค้าต่อการใช้บริการธนาคารอิเล็กทรอนิกส์ของธนาคารกสิกรไทย จำกัด (มหาชน) ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย พบว่า ปัจจัยด้านความปลอดภัยของระบบธนาคารอิเล็กทรอนิกส์ ขั้นตอนการใช้งานของระบบธนาคารอิเล็กทรอนิกส์ และความซับซ้อนของการใช้งานส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค

กลุ่มปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ ที่มีตัวแปรอิสระ 4 ตัว ผลการวิจัยพบว่ามี 4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการชำระเงินผ่านอิเล็กทรอนิกส์ ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ได้แก่ เพศ อายุ การศึกษา และรายได้ต่อเดือน ตามลำดับ ทั้งนี้ตัวแบบดังกล่าวสามารถอธิบายการตัดสินใจใช้บริการการชำระเงินผ่านอิเล็กทรอนิกส์ ในจังหวัดกรุงเทพมหานครได้ 9.5% สอดคล้องกับ ศิริวรรณ เสรีรัตน์ (2550) [12] ที่ได้ให้ความหมายว่าลักษณะประชากรศาสตร์ใช้ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ เพื่อเป็นการแบ่งส่วนตลาดทำให้มีประสิทธิผลในการกำหนดตลาดเป้าหมายและง่ายต่อ การวัดมากกว่าแปรอื่น ประกอบด้วย 1) เพศ (Sex) เพศหญิงและเพศชาย มีแนวโน้ม ที่จะมีความ แตกต่างกันในด้านทัศนคติและพฤติกรรม 2) อายุ (Age) กลุ่มอายุที่มีความแตกต่างกันทำให้มีความชื่น ชอบรสนิยมที่แตกต่างกัน โดยรสนิยมของบุคคลจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามวัยมีผลิตภัณฑ์ที่สามารถ ตอบสนองความต้องการของแต่ละกลุ่มอายุที่แตกต่างกัน 3) ระดับการศึกษา (Education) ผู้ที่ได้รับใน ระดับสูงส่งผลให้มีการบริโภคสินค้าที่มีคุณภาพดีกว่า รวมถึงมีราคาสูงกว่าการบริโภคสินค้าของผู้ที่มีการศึกษาในระดับต่าง 4) อาชีพ (Occupation) บุคคลที่มีอาชีพแตกต่างกันส่งผลให้มีความต้องการในด้าน สินค้าและบริการ ที่ต่างกัน 5) รายได้ (Income) ผู้บริโภคที่มีรายได้ปานกลางและมีรายได้ต่าง มีขนาดตลาดใหญ่กว่าผู้บริโภค ที่มีรายได้สูง สินค้าและบริการต่างๆจึงมีการแบ่งส่วนตลาดตามรายได้

VI .ข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ผลของงานวิจัยนี้ทำให้ทราบถึงพฤติกรรมการตัดสินใจใช้บริการชำระเงินผ่านอิเล็กทรอนิกส์ ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร และปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการชำระเงินผ่านอิเล็กทรอนิกส์ ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร พร้อมระบุถึงระดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยว่ามีระดับความสำคัญมากน้อยเพียงใด ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ และปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี ผลการวิจัยดังกล่าวสามารถนำข้อมูลที่วิเคราะห์ทางสถิติมาประยุกต์ใช้ เพื่อเสนอแนะให้ เป็นแนวทางสำหรับผู้ประกอบการ ได้ดังนี้

I. สามารถนำไปเป็นแนวทางต่อยอดกลยุทธ์การตลาดของแต่ละธนาคารหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบขั้นตอนการใช้ที่เข้าใจง่าย การให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์กับผู้ใช้ ความปลอดภัยจากการใช้ระบบ และความคุ้นชินการใช้งานของผู้ใช้ทำให้ธุรกิจสามารถแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

II. ธนาคารหรือผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค โดยทำการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบบางอย่างของระบบให้เหมาะสมและตอบที่ผู้บริโภคแต่ละกลุ่ม ให้ความสำคัญมากน้อยแตกต่างกัน เพื่อตอบโจทย์ลูกค้าแต่ละกลุ่ม หรือผู้บริโภคกลุ่มใหญ่ที่เป็นเป้าหมายของเรา เพื่อให้เกิดพฤติกรรมการใช้ระบบการชำระเงินผ่านช่องทางอิเล็กทรอนิกส์ที่เพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] ธนาคารแห่งประเทศไทย. (2020).”สถิติข้อมูลการชำระเงินผ่านบริการ Internet Banking และ Mobile Application”[Online]. Available:https://www.bot.or.th/App/BTWS_STAT/statistics/ReportPage.aspx?reportID=688&language=th

[2] Leon G. Schiffman, Joseph L. Wisenblit, Consumer Behavior, 11th Ed . British : Library Cataloguing-in-Publication Data, 2015.

[3] เกวรินทร์ ละเอียดนันท์, “การยอมรับเทคโนโลยี และพฤติกรรมผู้บริโภคทางออนไลน์ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร,” สารนิพนธ์

ปริญญามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, 2016.

[4] Rogers, E. M., Diffusion of innovations, 5th ed. New York : The Free Press, 2001.

[5] กมลภพ ทิพย์ปาละ,"กระบวนการตัดสินใจของผู้บริโภคในอำเภอเมืองเชียงใหม่ในการซื้อกล้องสะท้อนภาพเลนส์เดี่ยวระบบดิจิทัล," คณะบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2012.

[6] รณกร วรรธนะพงษ์, "พฤติกรรมและความพึงพอใจของลูกค้าต่อการใช้บริการธนาคาร อิเล็กทรอนิกส์ของธนาคารกสิกรไทย จำกัด (มหาชน) ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย," การค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2012.

[7] เสาวณิต อุดมเวชสกุล,"ความเชื่อมั่นในการใช้บริการ M-Banking Application," คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2014.

[8] Yamane, Taro, Statistics: An Introductory Analysis, 3rd ed. Newyork : Harper and Row Publication, 1973

[9] Rovinelli.R and R.K.Hambleton, "On the use of content specialists in the Assessment of criterion-referenced test item validity," Dutch Journal of Educational Research 2, pp. 49-60, 1976.

[10] สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์, "ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์," กรุงเทพฯ : บริษัท เฟื่องฟ้า พริ้นติ้ง จำกัด, 2003

[11] จิวรัส อินทร์บำรุง, "ส่วนประสมทางการตลาดและทัศนคติของผู้ใช้บริการอินเตอร์เนตแบงค์กิ้ง บมจ. ธนาคารกรุงไทยในเขตอำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม," : มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2553.

[12] ศิริวรรณ เสรีรัตน์, "พฤติกรรมผู้บริโภค," กรุงเทพฯ: พัฒนาศึกษา, 2007

การวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของคุณภาพการให้บริการด้วยแนวคิด SERVQUAL และแบบจำลองคาโน

ANALYSIS OF SERVICE QUALITY PRIORITY BY SERVQUAL AND KANO'S MODE

นฐพล ไกรศักดาวัฒน์
Nathapon Kraisakdawat
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration,
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
kraisakdawat.ntp@gmail.com

ปาลีรัฐ เลขะวัฒนะ
Paleerat Lakawathana
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration,
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
paleerat@tni.ac.th

บทคัดย่อ **—— การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของคุณภาพการให้บริการของบริษัทกรณีศึกษา โดยผสมผสานการประยุกต์ใช้แนวคิด SERVQUAL สำหรับหาช่องว่างของความต้องการของลูกค้า และแบบจำลองคาโน สำหรับกำหนดกลุ่มของคุณลักษณะคุณภาพการให้บริการจากระดับความพึงพอใจของลูกค้า บริษัทกรณีศึกษาในการวิจัยครั้งนี้เป็นธุรกิจบริการซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศสำหรับเชิงพาณิชย์และเชิงอุตสาหกรรม ในการกำหนดหัวข้อคุณภาพการให้บริการจะประยุกต์ใช้ทฤษฎีมิติคุณภาพสำคัญ 5มิติ ตามแนวคิด SERVQUAL แนวคิดด้านลูกค้าสัมพันธ์ และนโยบายของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 3หัวข้อ ได้แก่ ความรวดเร็วในการให้บริการ ความน่าเชื่อถือความเชื่อมั่นในการให้บริการ และความสุภาพอ่อนน้อมและการเอาใจใส่ในการให้บริการ ทำให้สามารถกำหนดหัวข้อคุณภาพการบริการได้จำนวน 22 หัวข้อ จากนั้นทำการสำรวจโดยใช้แบบสอบถามจากผู้รับบริการรายใหญ่จำนวน 8 บริษัท บริษัทละ 3 ท่าน รวมผู้ทำแบบสำรวจทั้งหมด 24 ท่าน จากผลการวิเคราะห์ ทำให้สามารถจัดเมทริกซ์การวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของหัวข้อคุณภาพการให้บริการทั้งหมดได้ออกเป็น 12 กลุ่ม ตามช่องว่างของความต้องการของลูกค้า (3 กลุ่ม ได้แก่ ช่องว่างต่ำกว่า -1 ช่องว่างระหว่าง –1 ถึง 1 และช่องว่างมากกว่า 1) และคุณลักษณะคุณภาพ (4 กลุ่ม ได้แก่ Expected, One dimensional, Attractive, Indifferent) โดยมี 4 กลุ่มที่มีลำดับความสำคัญสูงสุด ซึ่งประกอบด้วยคุณภาพการให้บริการ 11 หัวข้อ และจะเป็นหัวข้อที่ต้องได้รับการปรับปรุงเป็นอันดับแรก**

คำสำคัญ **—— คุณภาพการให้บริการ, แนวคิด SERVQUAL, แบบจำลองคาโน, ธุรกิจบริการซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ**

ABSTRACT **— The purpose of this research was to analyze the service quality priority of the case study company by using the combination of SERVQUAL concept to find the gap of customer needs and Kano's model to classify the category of customer satisfaction. The case study company of this research was in the commercial and industrial air-conditioning repair and maintenance service business. The service quality was determined by applying the SERVQUAL concept, the customer relationship theory and the case study company's policy which consists of 3 topics including the speed, the reliability and the courtesy of service. By this, 22 topics of service quality were determined. Then, the survey was conducted by questionnaires from 8 customers (3 respondents each); thus, total respondents were 24 persons. According to the priority analysis results, the matrix of priority analysis for service quality could be categorized into 12 groups by the gap of customer needs (3 groups; i.e., gap < -1, gap between -1 and 1, and gap > 1) and the service quality categories (4 groups; i.e., Expected, One dimensional, Attractive, Indifferent). It was found that there were four prioritized groups consisting of 11 topics of service quality, which the company must put the first priority to improve.**

Keywords **—— Service quality, SERVQUAL, Kano's model, Air conditioning repair and maintenance service business**

I. บทนำ

ในวงการอุตสาหกรรมของเมืองไทยมีลักษณะการใช้งานระบบความเย็นอย่างแพร่หลาย จากการเติบโตของอุตสาหกรรมในประเทศไทย ทำให้ในปัจจุบันธุรกิจซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศเติบโตเพิ่มขึ้นตามกัน การแข่งขันของธุรกิจค่อนข้างรุนแรงมาก ซึ่งแต่ละบริษัทมีกลยุทธ์ทางธุรกิจแตกต่างกันไป การให้บริการต้องควบคู่ไปกับคุณภาพการบริการ คือต้องสามารถตอบสนองความต้องการในด้านบริการ ให้ตรงตามความต้องการหรือความคาดหวังของลูกค้าได้โดยไม่มีข้อพกพร่อง และเมื่อลูกค้าได้รับการบริการตามที่คาดหวัง จะทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจ นำไปสู่การบอกต่อ และการกลับมาใช้บริการซ้ำ

การที่จะปรับปรุงด้านคุณภาพการให้บริการ ผู้ให้บริการควรทราบหัวข้อการให้บริการใดมีความสำคัญมากที่สุด หัวข้อการให้บริการนั้นๆควรปรับปรุงก่อน ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของคุณภาพการให้บริการโดยประยุกต์ใช้แนวคิด SERVQUAL และแบบจำลองคาโน การวิเคราะห์ลำดับความสำคัญการให้บริการ บริษัทต้องเข้าใจและรับรู้ถึงความคาดหวังและความต้องการของลูกค้าก่อน หลังจากนั้นนำความคาดหวังและความต้องการของลูกค้าเปรียบเทียบกับคุณภาพการให้บริการปัจจุบันใน

สายตาลูกค้าหรือความรู้สึกที่ลูกค้ารับรู้ ความแตกต่างระหว่างความคาดหวังและสภาพคุณภาพที่ลูกค้ารับรู้ สามารถใช้แบบประเมินคุณภาพการให้บริการในรูปแบบ SERVQUAL ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้สามารถทราบถึงช่องว่างระหว่างคุณภาพการให้บริการที่ลูกค้ารับรู้ และคุณภาพการให้บริการที่ลูกค้าคาดหวังและต้องการ จากนั้นจึงศึกษาความต้องการของลูกค้า โดยใช้แบบจำลองคาโน ซึ่งเป็นเครื่องมือหรือหลักการหนึ่งที่สามารถช่วยในการวิเคราะห์ความต้องการของลูกค้าได้เป็นอย่างดี โดยการจัดกลุ่มประเภทของความต้องการของลูกค้า กล่าวได้ว่าการใช้แนวคิด SERVQUAL และแบบจำลองคาโน คือกระบวนการรับฟังเสียงจากลูกค้า (Voice of Customer)

II. หลักการและเครื่องมือในการวิจัย

ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลของบริษัทกรณีศึกษา การสอบถามเป็นแบบเฉพาะเจาะจง ลูกค้าที่มียอดการใช้บริการมากกว่า 1ล้านบาทต่อปี ซึ่งมีจำนวนลูกค้า 8 บริษัท และหากคิดเป็นยอดขายรวมของ 8 บริษัทนี้ จะอยู่ที่ร้อยละ 82 ของยอดรายรับรวมของบริษัทกรณีศึกษา ผู้วิจัยประยุกต์ใช้เครื่องมือแบบประเมินคุณภาพด้านการบริการ 2 ประเภท คือ แบบประเมินคุณภาพตามแนวคิด SERVQUAL เพื่อค้นหาช่องว่างระหว่างสภาพปัจจุบันและความคาดหวังของลูกค้า และใช้แบบจำลองคาโนเพื่อค้นหาความต้องการที่แท้จริงของลูกค้า และนำแบบประเมินทั้งสองประเภท มาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อลำดับความความสำคัญหัวข้อการให้บริการ

ในการสร้างแบบสอบถามจะประยุกต์ใช้ทฤษฎีมิติคุณภาพสำคัญ 5 มิติของแนวคิด SERVQUAL, แนวคิดด้านลูกค้าสัมพันธ์ (Foremen's Institute Customer Relation Theory) จำนวน 14 แนวคิด และนโยบายของบริษัทกรณีศึกษา ทำให้ได้หัวข้อคุณภาพการบริการ ซึ่งจะนำมาใช้ในแบบสอบถาม

II.I แนวคิด SERVQUAL

แนวคิด SERVQUAL คือแนวคิดเกี่ยวกับคุณภาพการให้บริการเพื่อตรวจวัดหาคุณลักษณะผลผลิตและการให้บริการที่ลูกค้าพึงพอใจ ทำให้เกิดการใช้บริการซ้ำ การบอกต่อ ซึ่งแสดงถึงว่าลูกค้าเกิดความศรัทธาและเชื่อถือในองค์กร[1] แนวคิด SERVQUAL ประกอบด้วย 5 มิติหลัก ประกอบด้วย

1.ความเป็นรูปธรรมของบริการ (tangibility) หมายถึง สิ่งที่สามารถมองเห็นได้ หรือปรากฏให้เห็นถึงสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ อันได้แก่ เครื่องมือ อุปกรณ์ สถานที่ บุคลากร เอกสารต่างๆ รวมทั้งสภาพแวดล้อมที่ทำให้ผู้รับบริการรู้สึกว่าได้รับการบริการอย่างตั้งใจ ผู้รับบริการสามารถรับรู้ถึงการให้บริการนั้นๆ ได้ชัดเจนขึ้น

2.ความเชื่อถือไว้วางใจได้ (reliability) หมายถึง ความสามารถให้การให้บริการที่มีความถูกต้อง แม่นยำ และเหมาะสม ตรงตามที่ตกลงสัญญาไว้แก่ผู้รับบริการ รวมถึงผลของการให้บริการต้องออกมาเหมือนเดิมทุกครั้ง เพราะสิ่งนี้แสดงถึงความเป็นมาตรฐาน ผู้รับบริการจะมีความรู้สึกน่าเชื่อถือไว้วางจากในการรับบริการครั้งต่อไป

3.การตอบสนองต่อลูกค้า (responsiveness) หมายถึง การที่ผู้รับบริการสามารถเข้าถึงการให้บริการได้สะดวก การให้บริการนั้นต้องสามารถตอบสนองความต้องการได้อย่างทันทีและทั่วถึง

4.การให้ความเชื่อมั่นต่อลูกค้า (assurance) หมายถึง การที่ผู้ให้บริการมีความรู้ ทักษะ ความสามารถ ที่แสดงให้ผู้รับบริการได้เห็นจากการให้บริการ การบริการต้องเป็นไปด้วยความสุภาพ อ่อนโยน กริยามารยาทดี และการพูดคุยติดต่อสื่อสารต้องมีความมั่นใจว่าจะให้บริการอย่างดีที่สุดแก่ผู้รับบริการ

5.การรู้จักและเข้าใจลูกค้า (empathy) หมายถึง การตอบสนองความต้องการ และการดูแลไว้ใจใส่ แม้ว่าผู้รับบริการจะมีความต้องการที่แตกต่างกันก็ตาม ดังนั้นผู้ให้บริการจะต้องให้การบริการที่แตกต่างกันด้วย

การสำรวจความต้องการของลูกค้าใช้การวิเคราะห์ช่องว่าง (Gap Analysis) [3] ลักษณะแบบสอบถามเป็นมาตรวัดการประเมินค่า 9 ระดับ สำหรับ 2 ด้าน คือ 1.ด้านความคาดหวังที่พึงปรารถนา (Expectation) และ 2.ด้านการรับรู้เรื่องบริการ (Perception) ตัวอย่างแบบสอบถามรูปแบบแนวคิด SERVQUAL ดังรูปที่ I.

หัวข้อการบริการ	ระดับคุณภาพที่คาดหวัง		ระดับคุณภาพที่รับรู้	
	น้อย	มาก	น้อย	มาก
หัวข้อการบริการที่ 1	1 2 3 4 5 6 7 8 9		1 2 3 4 5 6 7 8 9	
หัวข้อการบริการที่ 2	1 2 3 4 5 6 7 8 9		1 2 3 4 5 6 7 8 9	
↓	1 2 3 4 5 6 7 8 9		1 2 3 4 5 6 7 8 9	
หัวข้อการบริการที่ N	1 2 3 4 5 6 7 8 9		1 2 3 4 5 6 7 8 9	

รูปที่ I. ตัวอย่างแบบสอบถามรูปแบบ SERVQUAL

วิธีการวิเคราะห์แบบคะแนนช่องว่างของระดับบริการ ซึ่งเป็นความแตกต่างของการรับรู้กับความคาดหวัง หรือ Gap Score สามารถหาได้จากสมการดังนี้

$$\text{Gap Score} = P - E \qquad (1)$$

โดยที่ Gap Score คือ คะแนนช่องว่างของระดับบริการ P (Perception) คือด้านการให้บริการที่ได้รับจริง หรือ ที่ลูกค้ารับรู้และ E (Expectation) คือ ด้านการให้บริการที่ลูกค้าคาดหวังจะได้รับ การวิเคราะห์สามารถแบ่งกลุ่มจากค่า Gap Score สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. Gap Score น้อยกว่า -1 แสดงว่า ระดับคุณภาพการให้บริการที่ลูกค้ารับรู้ต่ำกว่าที่ลูกค้าคาดหวัง
2. Gap Score มีค่าน้อยกว่า 1 แต่มากกว่า -1 แสดงว่า ระดับคุณภาพการให้บริการที่ลูกค้ารับรู้ใกล้เคียงที่ลูกค้าคาดหวัง
3. Gap Score มากกว่า 1 แสดงว่า ระดับคุณภาพการให้บริการที่ลูกค้ารับรู้สูงกว่าที่ลูกค้าคาดหวัง

II.II แบบจำลองคาโน

การมองคุณภาพด้านเดียว เป็นรูปแบบการมองคุณภาพแบบเดิม คือ คุณภาพที่ดี (Good Quality) และคุณภาพที่ไม่ดี (Bad Quality) แต่ศาสตราจารย์โนริอากิ คาโน ได้พัฒนาแบบจำลองคาโน (Kano's Model) โดยการบูรณาการคุณภาพออกเป็น 2 ทิศทาง คือ ระดับการแสดงออกของคุณภาพผลผลิตหรือบริการ (Performance Quality) และ ระดับความพึงพอใจของผู้รับบริการ (Satisfaction) [4][5]

ศาสตราจารย์คาโนได้แบ่งคุณภาพออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. คุณภาพที่จำเป็นต้องมี (Basic / Must-be Quality) คือคุณภาพที่จะเป็นต้องมี เป็นคุณภาพขั้นพื้นฐานที่จะต้องพบในผลผลิตหรือบริการนั้นๆ

2. คุณภาพในทิศทางเดียว (One Dimensional Quality : Performance /Linear) คือคุณภาพทิศทางเดียวเป็นคุณภาพที่ขึ้นอยู่กับ

ระดับการแสดงออกของคุณภาพของผลผลิตหรือบริการ นั้นคือระดับความพึงพอใจของลูกค้าจะเพิ่มสูงขึ้นเป็นสัดส่วนกันกับระดับของการแสดงออกของผลผลิตหรือบริการ

3. คุณภาพที่น่าดึงดูดใจ (Attractive Quality) คือคุณภาพที่น่าดึงดูดใจ สร้างความประทับใจให้กับลูกค้า

แบบสอบถามในรูปแบบจำลองคาโนประกอบไปด้วยคำถามแบบ Function คือคำถามที่ถามความรู้สึกเมื่อพบคุณภาพนั้น และคำถามแบบ Dysfunction คือคำถามที่ถามความรู้สึกเมื่อไม่พบคุณภาพนั้น ดังตัวอย่างในรูปที่ II.

Functional Question	Dysfunctional Question
ถ้าผู้ให้บริการเข้าถึงหน้างาน หลังจากรับเรื่องอย่างรวดเร็ว ☐ ฉันรู้สึกชอบ/พอใจ ☐ ฉันรู้สึกจำเป็นต้องมี ☐ ฉันรู้สึกเฉยๆ ☐ ฉันยอมรับกับสิ่งนี้ได้ ☐ ฉันรู้สึกไม่ชอบ/ไม่พอใจ	ถ้าผู้ให้บริการไม่ได้เข้าถึงหน้างาน หลังจากรับเรื่องอย่างรวดเร็ว ☐ ฉันรู้สึกชอบ/พอใจ ☐ ฉันรู้สึกจำเป็นต้องมี ☐ ฉันรู้สึกเฉยๆ ☐ ฉันยอมรับกับสิ่งนี้ได้ ☐ ฉันรู้สึกไม่ชอบ/ไม่พอใจ

รูปที่ II. ตัวอย่างแบบสอบถามรูปแบบแบบจำลองคาโน

จากนั้นเป็นการระบุกลุ่มของคุณลักษณะแต่ละแบบ ในขั้นตอนนี้เป็นการนำแบบสอบถามที่ได้มาวิเคราะห์ผลและจัดกลุ่มของคุณลักษณะต่างๆ โดยใช้รูปแบบตารางการวิเคราะห์แบบ Kano Chart โดยการแปลงคำตอบเป็นคุณลักษณะของคุณภาพประเภทต่างๆ ซึ่งสามารถแบ่งคุณลักษณะของคุณภาพได้ทั้งหมด 6 กลุ่ม ดังตารางที่ I. ได้แก่

ตารางที่ I. ตารางการแปลงคำตอบจากแบบสอบถามแบบจำลองคาโน

ความต้องการของผู้รับบริการ		คำถามแบบ Dysfunctional				
		1.ฉันรู้สึกชอบ/พอใจ	2. ฉันรู้สึกจำเป็นต้องมี	3. ฉันรู้สึกเฉยๆ	4. ฉันยอมรับกับสิ่งนี้ได้	5. ฉันรู้สึกไม่ชอบ/ไม่พอใจ
คำถามแบบ Functional	1.ฉันรู้สึกชอบ/พอใจ	Q	A	A	A	O
	2. ฉันรู้สึกจำเป็นต้องมี	R	I	I	I	E
	3. ฉันรู้สึกเฉยๆ	R	I	I	I	E
	4. ฉันยอมรับกับสิ่งนี้ได้	R	I	I	I	E

1. คุณลักษณะกลุ่ม A (Attractive) หมายถึง ประเด็นคำตอบนั้นเป็นประเด็นที่หากการให้บริการนั้นมีอยู่ จะทำให้ลูกค้ารู้สึกประทับใจ ในทางตรงกันข้าง หากลูกค้าไม่ได้รับสิ่งนั้น จะรู้สึกไม่พึงพอใจ

2. คุณลักษณะกลุ่ม O (One-dimension) หมายถึง ประเด็นคำตอบนั้นเป็นประเด็นที่หากการบริการมีมากเท่าไร ระดับความพึงพอใจของลูกค้าก็จะมากเท่านั้น ซึ่งแปรผันตามกัน และในทางตรงกันข้าม หากลูกค้าไม่ได้รับสิ่งนั้นมากเท่าไร ความไม่พึงพอใจของลูกค้าก็จะไม่พอใจมากเท่านั้น

3. คุณลักษณะกลุ่ม E (Expected Features) หรือ Must-be หมายถึง ประเด็นคำตอบนั้นเป็นประเด็นที่ต้องมีในบริการอย่างขาดไม่ได้ หากขาดบริการนี้ไปแม้เพียงเล็กน้อย จะทำให้ผู้รับบริการรู้สึกไม่พอใจเป็นอย่างมาก

4. คุณลักษณะกลุ่ม I (Indifferent) หมายถึง ประเด็นคำตอบนั้นเป็นประเด็นที่มีหรือไม่มีในบริการนั้นก็ได้ เนื่องจากผู้รับบริการไม่รู้สึกอย่างไรกับประเด็นดังกล่าว

5. คุณลักษณะกลุ่ม Q (Questionable result) หมายถึง ประเด็นคำตอบนั้นเป็นประเด็นที่ลูกค้ารู้สึกสงสัย สับสนในคำถามและคำตอบ

6. คุณลักษณะกลุ่ม R (Reverse) หมายถึง ประเด็นคำตอบนั้นเป็นประเด็นที่คำถาม Functional และ Dysfunctional เป็นคำถามที่ตรงกันข้ามกับความรู้สึกของลูกค้า [6]

การลำดับความสำคัญของประเด็นคุณภาพตามคุณลักษณะคุณภาพโดยให้ลำดับดังนี้ E (Expected Features หรือ Must-be) มีค่าความสำคัญมากที่สุด O (One-dimension) มีค่าความสำคัญเป็นอันดับสอง A (Attractive) มีค่าความสำคัญเป็นอันดับสาม และ I (Indifferent) มีค่าความสำคัญเป็นอันดับสุดท้าย ส่วน Q (Questionable result) และ R (Reverse) จะไม่เป็นประเด็นความสำคัญของการวิจัยในครั้งนี้ เนื่องจากเป็นประเด็นคำถามที่ผู้ตอบสอบถามอาจจะเกิดความสับสนในคำถาม ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงแบ่งกลุ่มคุณลักษณะคุณภาพออกเป็น 4 กลุ่ม ที่ใช้ในการจัดลำดับความสำคัญ

การกำหนดกลุ่มคุณลักษณะ จะใช้การวิเคราะห์ความถี่ของแต่ละหัวข้อคุณภาพการให้บริการ โดยหากหัวข้อคุณภาพการให้บริการใดๆ มีค่าความถี่ของกลุ่มคุณลักษณะนั้นๆ สูงสุด จะถือว่าเป็นกลุ่มคุณลักษณะของหัวข้อคุณภาพการให้บริการนั้น

II.III แนวคิดด้านลูกค้าสัมพันธ์

แนวคิดด้านลูกค้าสัมพันธ์ (Foremen's Institute Customer Relation Theory) แนวคิดเกี่ยวกับแนวทางการปฏิบัติเพื่อให้เกิดความสัมพันธ์ที่ดีต่อลูกค้ามี 14 ข้อ ดังนี้

1. รักษาคำมั่นสัญญาที่ให้ไว้กับลูกค้า
2. ความรวดเร็วในการตอบรับโทรศัพท์ภายในไม่เกิน 5 นาที
3. ควรทำการตอบรับไม่ว่าจะทางจดหมายหรือโทรศัพท์ ในเรื่องที่ได้รับเอกสาร หลักฐานต่างๆ แล้วภายใน 2 วัน
4. ไม่ควรให้ลูกค้ารอคอยนานกว่า 5 นาที
5. พนักงานทุกคนต้องมีทัศนคติที่ดีต่อลูกค้า
6. เมื่อมีสิ่งบกพร่องเกิดขึ้น รีบไปหาและแจ้งแก่ลูกค้าทราบก่อนที่ลูกค้าจะทราบด้วยตนเอง
7. การบริการจะต้องตั้งอยู่บนรากฐานของความซื่อสัตย์และเปิดเผย
8. ระบบการบริการจะต้องมีความน่าเชื่อมั่น
9. ควรแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ อย่างรวดเร็ว และไม่ควรให้มีความผิดพลาดในเรื่องเดียวกันเกิดขึ้นเป็นครั้งที่ 2
10. พนักงานทุกคนจะต้องเป็นผู้รู้ข้อมูลต่างๆที่จำเป็น
11. พนักงานที่ให้บริการต่อลูกค้าจะต้องเป็นผู้ที่สามารถตัดสินใจหรือตอบสนองต่อความต้องการลูกค้าได้
12. การบริการพิเศษเล็กๆน้อยๆ นอกเหนือจากที่ได้ตามปกติทำให้ลูกค้ารู้สึกว่าตนเองเป็นบุคคลพิเศษกว่าคนอื่น
13. อย่ามองข้ามถึงความสำคัญของรายละเอียดเล็กๆน้อยๆ
14. พยายามจัดสำนักงานให้มีความสง่า สวยงาม

III. ผลการศึกษา

ในการสร้างแบบสอบถามใช้การประยุกต์จากทฤษฎีดังต่อไปนี้สำหรับการกำหนดหัวข้อคุณภาพการให้บริการ ได้แก่

1. ทฤษฎีมิติคุณภาพสำคัญ 5มิติ ตามแนวคิด SERVQUAL
2. แนวคิดด้านลูกค้าสัมพันธ์

3. นโยบายของบริษัทกรณีศึกษา นโยบายประกอบด้วย 3หัวข้อ ได้แก่ ความรวดเร็วในการให้บริการ ความน่าเชื่อถือความเชื่อมั่นในการให้บริการ และความสุภาพอ่อนน้อมและการเอาใจใส่ในการให้บริการ ทำให้สามารถกำหนดหัวข้อคุณภาพการบริการได้จำนวน 22 หัวข้อ ได้แก่

1. ผู้ให้บริการเข้าถึงหน้างาน หลังจากรับเรื่องอย่างรวดเร็ว
2. ผู้ให้บริการทำงานให้เสร็จสิ้นทันตามระยะเวลาที่กำหนด
3. ผู้ให้บริการสามารถให้บริการได้ทันที เมื่อมีเหตุเร่งด่วน
4. ผู้ให้บริการมีความพร้อมด้านอะไหล่
5. ผู้ให้บริการมีช่องทางการติดต่อได้สะดวกรวดเร็ว
6. ผู้ให้บริการมีความรู้ด้านระบบปรับอากาศเป็นอย่างดี
7. ผู้ให้บริการสามารถให้คำแนะนำผู้ใช้บริการได้
8. ผู้ให้บริการสามารถอธิบายสาเหตุและวิธีแก้ไขปัญหา
9. ผู้ให้บริการสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้อง
10. ผู้ให้บริการมีจำนวนช่างและวิศวกรที่เพียงพอ
11. ผู้ให้บริการจัดให้มีวิศวกรคุมควบการทำงานอย่างใกล้ชิด
12. ผู้ให้บริการใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีที่ทันสมัย
13. ผู้ให้บริการมีการเก็บประวัติข้อมูลการบริการของลูกค้า
14. ผู้ให้บริการมีการจัดทำรายงานข้อมูลการบริการแก่ลูกค้า
15. ผู้ให้บริการมีการรับประกันด้านคุณภาพการให้บริการ
16. ผู้ให้บริการสามารถทำตามกฎระเบียบความปลอดภัย
17. ช่างผู้ให้บริการพูดจาและท่าทางสุภาพอ่อนน้อม
18. ช่างผู้ให้บริการมีการแต่งกายสะอาด สุภาพ เรียบร้อย
19. ผู้ให้บริการจัดทำ5ส. สถานที่หลังจากการปฏิบัติงาน
20. ผู้ให้บริการมีการติดตามผลการซ่อมหรือให้บริการ
21. ผู้บริการมีการแจ้งเตือนระยะเวลาการซ่อมบำรุง
22. ผู้บริการมีความซื่อสัตย์ บริการอย่างเปิดเผย ไม่คดโกง

หลักจากนั้นทำการเก็บรวบรวมแบบสอบถามและนำมาวิเคราะห์ ได้ผลดังตารางที่ II. ซึ่งคุณลักษณะคุณภาพที่ได้จากแบบสอบถามตามแบบจำลองคาโน แบ่งลำดับความสำคัญที่นำมาพิจารณาออกเป็น 4 ประเภท คือ E (Expected Features), O (One-dimension), A (Attractive) และ I (Indifferent) ตามลำดับ และค่า Gap Score ที่ได้จากแบบสอบตามแบบ SERVQUAL แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลจะนำค่า Gap Score และคุณลักษณะคุณภาพมาวิเคราะห์ร่วมกันเป็นตารางเมทริกซ์ความสัมพันธ์ ดังตารางที่ III ตัวเลขในวงเล็บในตารางที่III แสดงถึงหัวข้อคุณภาพการบริการ 22ข้อ

ตารางที่ II. ค่า Gap Score และ ค่าความถี่คุณลักษณะของหัวข้อคุณภาพการให้บริการจากแบบสอบถามบริการ

หัวข้อ	ผลแบบสอบถาม แนวคิด SERVQUAL			ผลแบบสอบถามแบบจำลองคาโน (%)			
	E	P	Gap	E	O	A	I
1	7.292	5.750	-1.542	50.0	33.3	4.2	12.5
2	8.000	5.083	-2.917	75.0	16.7	4.2	4.2
3	6.375	6.583	0.208	16.7	8.3	45.8	29.2
4	6.292	4.875	-1.417	45.8	8.3	16.7	29.2
5	5.708	6.333	0.625	41.7	0.0	20.8	37.5
6	5.208	3.208	-2.000	0.0	20.8	33.3	45.8
7	4.625	2.542	-2.083	4.2	0.0	66.7	29.2
8	5.208	3.917	-1.292	20.8	37.5	33.3	8.3
9	6.500	7.292	0.792	58.3	16.7	4.2	20.8
10	5.458	6.292	0.833	20.8	0.0	16.7	62.5
11	4.833	5.708	0.875	20.8	4.2	33.3	41.7
12	4.625	7.000	2.375	16.7	4.2	41.7	37.5
13	3.625	1.792	-1.833	8.3	0.0	54.2	37.5
14	4.792	2.417	-2.375	41.7	8.3	20.8	29.2
15	6.042	3.500	-2.542	50.0	8.3	12.5	29.2
16	6.292	7.708	1.417	54.2	16.7	12.5	16.7
17	4.833	7.167	2.333	8.3	20.8	37.5	33.3
18	4.083	5.417	1.333	12.5	0.0	45.8	41.7
19	5.083	6.833	1.750	16.7	8.3	50.0	25.0
20	5.333	5.917	0.583	25.0	4.2	50.0	20.8
21	3.750	1.500	-2.250	4.2	0.0	58.3	37.5
22	5.375	7.083	1.708	54.2	12.5	20.8	12.5

ตารางที่ III. เมทริกซ์การวิเคราะห์ลำดับความสำคัญหัวข้อคุณภาพการบริการ

คุณลักษณะคุณภาพ	Gap < -1	-1 < Gap < 1	Gap > 1
E (Expected)	กลุ่มที่ 1 (1,2,4,14,15)	กลุ่มที่ 5 (5,9)	กลุ่มที่ 9 (16,22)
O (One dimensional)	กลุ่มที่ 2 (8)	กลุ่มที่ 6 (ไม่มี)	กลุ่มที่ 10 (ไม่มี)
A (Attractive)	กลุ่มที่ 3 (7,13,21)	กลุ่มที่ 7 (3,20)	กลุ่มที่ 11 (12,17,18,19)
I (Indifferent)	กลุ่มที่ 4 (6)	กลุ่มที่ 8 (10,11)	กลุ่มที่ 12 (ไม่มี)

ในตารางที่III แสดงถึงเมทริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะคุณภาพและความแตกต่างของการรับรู้กับความคาดหวัง ทำให้สามารถแบ่งได้เป็น 12 กลุ่มซึ่งมีลำดับความสำคัญของคุณภาพการบริการที่ต้องปรับปรุงแตกต่างกัน ดังนั้นการพิจารณาจัดลำดับกลุ่มที่ควรปรับปรุงแก้ไขเป็นอันดับแรก จะได้แก่กลุ่มที่มีค่าGap Scoreต่ำกว่า-1ไม่ว่าคุณลักษณะคุณภาพจะเป็นประเภทEหรือOหรือA ซึ่งได้แก่กลุ่มที่ 1, 2 และ 3 ตามตารางที่III เนื่องจากคะแนนระดับการบริการที่ลูกค้ารับรู้จริงต่ำกว่าคะแนนระดับการบริการที่ลูกค้าคาดหวังจะได้รับก่อนการเข้ารับบริการ นั่นหมายความว่าลูกค้าผิดหวังกับคุณภาพที่คาดหวังไว้ หรือกล่าวได้ว่าลูกค้าไม่พอใจในคุณภาพการบริการหลังเข้ารับบริการ ดังนั้นจึงควรได้รับการปรับปรุงเป็นอันดับแรก

นอกจากนี้คุณลักษณะคุณภาพประเภทEจัดเป็นคุณภาพที่สำคัญเนื่องจากเป็นคุณภาพการบริการที่จำเป็นต้องมี เพราะถ้าไม่มีคุณภาพนั้น จะสร้างความไม่พอใจกับลูกค้า ด้วยเหตุนี้คุณภาพประเภทEที่มีGap Scoreไม่เป็นค่าบวกมากจึงเป็นคุณภาพการบริการที่ควรได้รับการปรับปรุงเช่นกัน เนื่องจากคะแนนระดับการบริการที่ลูกค้ารับรู้จริงไม่แตกต่างไปจากคะแนนระดับการบริการที่ลูกค้าคาดหวัง ดังนั้นเพื่อเพิ่มความมั่นใจว่าคุณภาพประเภทEนั้นจะมีอยู่จริง จึงควรมีการปรับปรุงคุณภาพประเภทEที่มีGap Scoreไม่เป็นค่าบวกมาก ซึ่งได้แก่กลุ่มที่ 5 ตามตารางที่III

จากผลการวิเคราะห์ ทำให้สามารถสรุปเลือกลำดับกลุ่มคุณภาพการบริการที่ควรปรับปรุงแก้ไขออกมาได้เป็น 4 กลุ่มความสำคัญสูงสุดคือ กลุ่มที่ 1, 3 2, และ 5 ตามลำดับ

IV. สรุป

การวิจัยนี้ได้ทำการวัดคุณภาพการบริการตามแนวคิด SERVQUAL เพื่อคำนวณหาGap Score และจัดประเภทคุณลักษณะคุณภาพตามแบบจำลองคาโน จากนั้นวิเคราะห์เพื่อจัดกลุ่มลำดับความสำคัญของหัวข้อคุณภาพการให้บริการโดยใช้เมทริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะคุณภาพและความแตกต่างของการรับรู้กับความคาดหวัง ทำให้สามารถจัดกลุ่มลำดับความสำคัญของหัวข้อคุณภาพการให้บริการได้ออกเป็น 12 กลุ่ม ตาม และพบว่ามี 4 กลุ่มที่ควรแก้ไขปรับปรุงคุณภาพการให้บริการ ซึ่งมีหัวข้อคุณภาพ ตามลำดับความสำคัญดังนี้

กลุ่มที่ 1 คุณลักษณะแบบ Expected และ คุณภาพที่ลูกค้ารับรู้ต่ำกว่าที่ลูกค้าคาดหวัง มี 5 หัวข้อ

กลุ่มที่ 2 คุณลักษณะแบบ One dimensional และ คุณภาพที่ลูกค้ารับรู้ต่ำกว่าที่ลูกค้าคาดหวัง มี 1 หัวข้อ

กลุ่มที่ 3 ประเภทคุณภาพบริการ Attractive และ คุณภาพที่ผู้รับบริการรับรู้ต่ำกว่าคุณภาพที่ผู้รับบริการคาดหวัง มีหัวข้อคุณภาพด้านบริการ 3 หัวข้อ

กลุ่มที่ 5 คุณลักษณะแบบ Expected และ คุณภาพที่ลูกค้ารับรู้ใกล้เคียงกับที่ลูกค้าคาดหวัง มี 2 หัวข้อ

หัวข้อคุณภาพการให้บริการที่บริษัทกรณีศึกษาต้องนำมาปรับปรุงแก้ไขการให้บริการมีทั้งหมด 11 หัวข้อ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของคุณภาพการบริการตามเมทริกซ์ความสัมพันธ์โดยประยุกต์ใช้แนวคิดSERVQUAL และแบบจำลองคาโน ทำให้บริษัทกรณีศึกษาสามารถกำหนดแนวทางในการประเมินเลือกคุณภาพการบริการสำคัญที่จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขเป็นอันดับแรก สร้างประโยชน์ในด้านการบริหารเวลาเนื่องจากสามารถจัดลำดับความสำคัญของงานที่จำเป็นต้องทำก่อนหลังได้อย่างเหมาะสม ในแนวทางการวิเคราะห์นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในธุรกิจการให้บริการอื่นได้โดยง่าย แต่องค์กรจะต้องกำหนดหัวข้อคุณภาพการบริการให้เหมาะสมตามแต่ชนิดของธุรกิจการให้บริการนั้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น และขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. ปาลีรัฐ เลขะวัฒนะ ให้คำปรึกษา แนวคิด ข้อเสนอแนะในการดำเนินงาน และขอบคุณในความร่วมมือของบริษัทกรณีศึกษา

เอกสารอ้างอิง

[1] E. Jeffrey et.al., “Combining SERVQUAL and QFD to Evaluate and Improve Airline Service Quality”, International Journal of Business and Management; Vol.14, No.5, 2019.

[2] นฤตย์ นิ่มสมบุญ และฮารุกิ นางาตะ, “การประเมินคุณภาพการบริการของสำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์”, วารสารห้องสมุด, 2546.

[3] วราภรณ์ จึงสวุดี, “การประยุกต์เทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ เพื่อการวางแผนปรับปรุงคุณภาพการบริหาร โรงเรียนเศรษฐเสถียรในพระราชปูถัมภ์”, วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2553.

[4] C. Berger et al., “Kano method for understanding customer defined quality”, Center for Quality Management Journal, 1993.

[5] R.E. Zultner and G.H. Mazur, “The kano model: Recent Developments”. QFD Institute, 2006.

[6] K. Matzler and H.H. Hiterhuber, “How to make Product Development Projects More Successful by integrating Kano’s Model of Customer Satisfaction into Quality Function Deployment”, Technovation, 1998.

การพัฒนาระบบเก็บข้อมูลการลดขยะภายในสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

The Development of reduce wasted for Thai-Nichi Institute of Technology

ปวเรศ เจียเจริญ
สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ch.pawared_st@tni.ac.th

มนสิชา รัตนแก้วมณี
สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ra.monsicha_st@tni.ac.th

ธันยพร กณิกนันต์
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
sarayut.n@tni.ac.th

ศรายุทธ นนท์ศิริ
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
tanyaporn@tni.ac.th

บทคัดย่อ **--- ภาวะโลกร้อน เป็นปัญหาที่คนทั่วโลกต่างให้ความสำคัญ เนื่องจากทำให้เกิดผลกระทบหลายเหตุการณ์ เช่น น้ำแข็งขั้วโลกละลาย น้ำทะเลอุณหภูมิสูงขึ้นและฤดูกาลผันแปรไม่ปกติ เป็นต้น โดยมีสาเหตุจากพฤติกรรมของมนุษย์ เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การปล่อยก๊าซจากโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากนั้นปัญหาขยะเป็นปัญหาที่สำคัญอีกปัญหาหนึ่ง ในหนึ่งปีมีขยะปริมาณมากที่ถูกจำกัดอย่างไม่ถูกวิธีและถูกทิ้งลงในมหาสมุทร โดยประเทศไทยมีอัตราการผลิตขยะมูลฝอยต่อคนประมาณ 1.15 กิโลกรัมต่อวัน จากการสำรวจภายในสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น พบว่าขยะส่วนมากเป็นประเภทพลาสติกและกล่องโฟม ขยะพลาสติกบางประเภทต้องใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายถึง 1,000 ปี และเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างไม่คุ้มค่าผู้พัฒนาจึงทำเว็บแอปพลิเคชันระบบเก็บข้อมูลการลดขยะ เพื่อส่งเสริมพฤติกรรมลดการใช้ภาชนะพลาสติกให้กับบุคลากรและนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น โดยให้ผู้ใช้สะสมคะแนนจากขยะที่ผู้ใช้ลดไปและมอบรางวัลให้ผู้ทำคะแนนสูงสุดสามอันดับแรก ผลลัพธ์ทำให้จำนวนขยะประเภทพลาสติกในสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นลดลงได้**

คำสำคัญ **--- ภาวะโลกร้อน,เว็บแอปพลิเคชัน,ระบบเก็บข้อมูลการลดขยะ**

I. บทนำ

I.I ที่มาและความสำคัญ

โลกาภิวัตน์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหลายด้านมากมาย เช่น การคมนาคม ที่พัฒนาให้การขนส่งสินค้าและขนส่งมวลชน มีความสะดวกประหยัดเวลามากขึ้น การสื่อสารมีการพัฒนาให้สามารถติดต่อกันได้รวดเร็วยิ่งขึ้น และสามารถเลือกช่องทางในการสื่อสารได้ มีความหลากหลายของผู้ให้บริการ และในด้านอุตสาหกรรม มีการผลิตสินค้าออกมามากมายทั้งสินค้าอุปโภคและบริโภค ซึ่งต้องนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้เป็นวัตถุดิบ ทำให้เกิดขยะจากกระบวนการผลิต

ขยะเป็นปัญหาที่หลายประเทศให้ความสนใจ ปัจจุบันมีการสร้างขยะมากมาย ในแต่ละวันจากทุกประเทศ นอกจากนั้นขยะบางส่วนถูกกำจัดอย่างไม่ถูกวิธีและถูกทิ้งลงในมหาสมุทร สถิติในปี 2558 บ่งชี้ว่ามีมากถึง 350 ล้านตัน ประเทศไทยแม้จะเป็นประเทศขนาดเล็ก แต่กลับสร้างขยะในมหาสมุทร 1.03 ล้านตัน ซึ่งอยู่ใน 10 อันดับประเทศที่ทิ้งขยะลงทะเลมากที่สุดของโลก [1-2]

ประเทศไทยมีจำนวนประชากร 66.5 ล้านคน มีอัตราการผลิตขยะมูลฝอย ประมาณ 1.15 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน หรือคิดเป็นปริมาณ 27.93 ล้านตันต่อปี โดยขยะมูลฝอยเหล่านี้แบ่งเป็นขยะที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ 9.76 ล้านตัน ขยะที่กำจัดอย่างถูกวิธี 10.85 ล้านตัน และขยะที่จำกัดอย่างไม่ถูกวิธี 7.32 ล้านตัน [3]

จากการสำรวจประเภทของขยะภายในสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น พบว่าขยะส่วนมากเป็นขยะพลาสติกและกล่องโฟม โดยเป็นแก้วพลาสติกจำนวน 640 ใบ ถุงพลาสติกจำนวน 355 ใบ และกล่องโฟม 80 ใบ โดยขยะพลาสติกบางประเภทต้องใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายมากถึง 1000 ปี [4] ซึ่งเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างไม่คุ้มค่า

ผู้พัฒนาจึงจัดทำเว็บแอปพลิเคชันขึ้นมาเพื่อสนับสนุนการลดการใช้พลาสติกภายในสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น และเป็นการสร้างพฤติกรรมที่ดีกับสิ่งแวดล้อมให้บุคลากรและนักศึกษาภายในสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นด้วย

I.II วัตถุประสงค์

1. เพื่อลดปริมาณขยะภายในบริเวณสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
2. เพื่อลดต้นทุนให้ร้านค้าภายในบริเวณสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
3. เพื่อส่งเสริมให้บุคลากรและนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ลดการใช้ภาชนะพลาสติกแบบบางกล่อมโฟม และถุงพลาสติก
4. เพื่อส่งเสริมให้บุคลากรและนักศึกษามีพฤติกรรมที่ดีต่อสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

I.III ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดขยะได้ 50 ชิ้นต่อวัน
2. คนเข้าร่วมใช้งานเว็บแอปพลิเคชันมากกว่า 100 คน
3. ร้านค้าภายในสถาบันและบริเวณโดยรอบเข้าร่วมมากกว่า 20 ร้าน

II.ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

II.I ประเภทของพลาสติกทั่วไป แบ่งตามการนำกลับมาใช้ใหม่

1. นิยมแปรรูปแล้วนำกลับมาใช้ใหม่
1.1 พลาสติกประเภท PETE เช่น ขวดน้ำพลาสติก
1.2 พลาสติกประเภท HDPE เช่น ขวดนม ขวดน้ำยาทำความสะอาด
2. ไม่นิยมแปรรูปแล้วนำกลับมาใช้ใหม่
2.1 พลาสติกประเภท PVC เช่น ท่อน้ำ ปลอกหุ้มสายไฟ
2.2 พลาสติกประเภท PP เช่น ฝาขวด เชือก หลอดฉีดยา ชิ้นส่วนรถยนต์
3. ไม่แปรรูปแล้วนำกลับมาใช้ใหม่เด็ดขาด
3.1 พลาสติกประเภท LDPE เช่น ถุงพลาสติก พลาสติกห่อหุ้มอาหาร
3.2 พลาสติกประเภท PS เช่น กล่องโฟม ช้อน-ส้อมพลาสติก ถาดไข่
3.3 พลาสติกประเภท วัสดุอื่น ๆ เช่น ขวดนมเด็ก สายใยแก้ว ถังน้ำเย็น เพราะความหลากหลายของวัสดุจึงไม่ควรนำกลับมาใช้ใหม่ สารจะปนเปื้อนได้ [5]

II.II พลาสติกชีวภาพ แบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ

1. พลาสติกย่อยสลายได้ชนิดออกโซ (OXO-Degradable Plastic) เป็นพลาสติกจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี ที่ใส่สารเติมแต่งเพื่อให้พลาสติกแตกตัวเร็วขึ้น แต่ทำให้เกิด micro plastic เร็วขึ้นเช่นกัน
2. พลาสติกจากมวลชีวภาพ (Bio-Based Plastics) พลาสติกที่ผลิตจากวัตถุดิบมวลชีวภาพ เช่น แป้ง น้ำตาล น้ำมันพืช หรือเซลลูโลส
2.1 พลาสติกย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ (Biodegradable Plastic) พลาสติกที่ สลายเป็นสารชีวมวล น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ได้ในสภาวะที่เหมาะสม ใช้เวลาในการย่อยสลายประมาณ 6 เดือน
2.2 พลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (Compostable Plastic) พลาสติกที่สลายด้วยการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ช่วยในการย่อยสลาย จึงย่อยสลายได้เร็วกว่า Biodegradable Plastic [6]

ตารางที่ 1 ระยะเวลาที่ใช้ในการย่อยสลายพลาสติกทั่วไป

ประเภท	จำนวนปี
ลูกโป่ง	±2
ภาชนะกระดาษเคลือบพลาสติก,ก้นกรองบุหรี่	±5
แก้วพลาสติก	±50
ไฟแช็ก	±100
อุปกรณ์รับประทานอาหารพลาสติก	±400
ขวดพลาสติก	±500
เอ็นตกปลา	±600
ถุงพลาสติก	±1000
โฟม	ไม่ย่อยสลาย

แหล่งที่มา : Pedro Julio Villegas Aguilar (2561),"HOW WILL WE SOLVE OUR PLASTIC WASTE PROBLEMS?".,

II.III การใช้หลัก 5Rs กับการลดปริมาณขยะ [7]

กลยุทธ์ 5Rs คือหลักการบริหารจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ มีดังนี้

1. Reduce ลดปริมาณการใช้บรรจุภัณฑ์ที่ไม่จำเป็น
2. Reuse เลือกใช้สินค้าที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้
3. Recycle เลือกใช้บรรจุภัณฑ์จากวัสดุรีไซเคิล
4. Renewable นำสิ่งของที่ยังพอแก้ไขได้มาซ่อมแซม
5. Refuse หลีกเลี่ยงการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ก่อให้เกิดมลพิษ

III. วิธีการพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบเก็บข้อมูลการลดขยะภายในสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น เป็นการใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์และออกแบบระบบ การออกแบบฐานข้อมูลและพัฒนาระบบสารสนเทศ มาประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดความตระหนักในการใช้สิ่งของให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

III.I ทฤษฎีการวิเคราะห์และออกแบบระบบ

การวิเคราะห์ระบบ เป็นการศึกษา ระบุ และวิเคราะห์ลักษณะปัญหาของระบบที่ต้องการแก้ไข และจัดทำแนวทางการแก้ไขระบบตามความต้องการผู้ใช้งานตามความเหมาะสม

การออกแบบระบบ เป็นการกำหนดคุณสมบัติสำคัญของระบบให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน ที่ได้จากการวิเคราะห์ระบบอย่างละเอียด โดยใช้ระบบสารสนเทศช่วยให้การออกแบบระบบมีความชัดเจนยิ่งขึ้น [8]

III.II ทฤษฎีการออกแบบฐานข้อมูล

การออกแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลในรูปตารางแบบทางเดียว มากกว่า 1 ตารางขึ้นไป และข้อมูลในตารางเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กัน ผ่านระบบจัดการฐานข้อมูล [9]

III.III ทฤษฎีการพัฒนาระบบ

วงจรการพัฒนาระบบ(Software Development Life Cycle) คือ กระบวนการ การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อแก้ปัญหาระบบ และตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดปัญหาที่ต้องการแก้ไข เลือกปัญหาของระบบที่ต้องแก้ไขให้ตรงความต้องการของผู้ใช้งาน
2. วางแผนการดำเนินงาน กำหนดกรอบการดำเนินงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งในด้านเวลา งบประมาณและทรัพยากรบุคคล
3. วิเคราะห์และออกแบบระบบ วิเคราะห์ลักษณะของปัญหา และออกแบบระบบให้แก้ไขปัญหาได้อย่างครบถ้วน
4. พัฒนาระบบ ต้องพัฒนาระบบให้มีคุณสมบัติครบถ้วนตามความต้องการของผู้ใช้งานโดยมีประสิทธิภาพสูงสุด
5. ทดสอบระบบ หลังจากพัฒนาระบบสำเร็จ ต้องทดสอบระบบเพื่อให้มั่นใจว่าระบบมีประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งาน เป็นการหาข้อผิดพลาดในการทำงานของระบบ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขก่อนใช้งานจริง
6. ส่งมอบระบบให้ผู้ใช้งาน เมื่อทดสอบคุณภาพระบบ และผู้ใช้งานพึงพอใจ จึงส่งมอบระบบที่ได้พัฒนาแล้วให้ผู้ใช้งาน
7.ซ่อมบำรุงระบบ หลังจากการใช้งาน หากพบปัญหาของระบบ ต้องแก้ไขระบบให้มีความสมบูรณ์ และปรับปรุงระบบให้มีความทันสมัยและมีความปลอดภัยตามมาตรฐานสากลเสมอ [10]

III.IV Agile Model

แนวคิดการพัฒนาระบบที่ยืดหยุ่น สามารถแก้ไขได้อย่างรวดเร็วในกรณีที่ผู้ใช้งานเปลี่ยนคุณสมบัติของระบบที่ต้องการ เปลี่ยนลักษณะการแสดงผลของระบบหรือ ปรับปรุงข้อกำหนดของระบบเล็กน้อย โดยมีคำแถลงการณ์แห่งอไจล์ 4 ข้อดังนี้

1. “การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคน มากกว่าการทำตามขั้นตอนและเครื่องมือ” ในการทำงานแบบอไจล์จะเน้นการสื่อสารเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด แทนการทำงานตามขั้นตอนแบบดั้งเดิม
2. “ซอฟต์แวร์ที่นำไปใช้งานได้จริง มากกว่าเอกสารที่ครบถ้วนสมบูรณ์” ไม่จำเป็นต้องพัฒนาระบบตามแบบแผนทุกอย่าง หรือมีเอกสาร แต่เน้นการใช้งานได้จริงของซอฟต์แวร์
3. “ร่วมมือทำงานกับลูกค้า มากกว่าการต่อรองให้เป็นไปตามสัญญา” มีการสื่อสารกันระหว่างทีมงานและลูกค้า เพื่อให้ระบบเป็นไปตามความต้องการของลูกค้าที่สุด

4. “การตอบรับกับการเปลี่ยนแปลง มากกว่าการทำตามแผนที่วางไว้” ในการทำงานการเปลี่ยนแปลงเป็นสิ่งที่ทำให้งานพัฒนาไปในทางที่ดี ในการทำงานแบบอไจล์สามารถเปลี่ยนแปลงระหว่างการทำงานได้ แต่ทางผู้จัดทำควรจดให้เป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อป้องกันปัญหาที่อาจตามมาภายหลัง [11]

III.V Scrum

เป็นรูปแบบการทำงานที่ใช้แนวคิด Agile โดยมีขั้นตอนสำคัญดังนี้

1. Product Backlog รับทราบปัญหาที่ต้องการให้แก้ไขจากลูกค้า วิเคราะห์และกำหนดงานที่ต้องปฏิบัติของทีมโดยจัดลำดับความสำคัญ

2. Sprint Phase ช่วงเวลาในการดำเนินงานแต่ละส่วน ที่ได้แบ่งไว้ช่วง Product Backlog โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 Sprint Planning วางแผนพัฒนา feature ของระบบตามความสำคัญของคุณสมบัติที่ได้กำหนดไว้โดยทำเรื่องสำคัญมากก่อน

2.2 Sprint Backlog แบ่งงานที่ต้องทำกระจายไปในทีมผู้พัฒนาระบบตามความสามารถของแต่ละคน

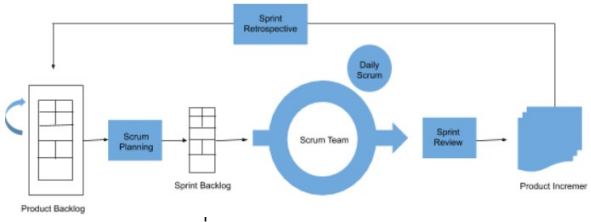
2.3 Sprint พัฒนา feature ตามที่กำหนดใน Sprint Backlog ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยที่ไม่เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติและคุณภาพของ feature โดยพลการ

2.4 Daily Scrum Meeting จัดประชุมระหว่างทีมงานและผู้ใช้งานอย่างสม่ำเสมอเพื่อแจ้งความคืบหน้าของงานในแต่ละวัน เป็นเวลาสั้นๆ เพื่อให้แนวทางการพัฒนาระบบเป็นไปในทิศทางเดียวกันตลอดและมีเป้าหมายเดียวกัน

3. Sprint Review ทดสอบระบบโดยละเอียดเพื่อให้มั่นใจว่า ระบบที่พัฒนาตรงตามความต้องการผู้ใช้งานทุกประการและไร้ข้อผิดพลาดในการใช้งาน

4. Product Increment ส่งมอบ feature ที่พัฒนาเสร็จแล้วให้ผู้ใช้งานได้ทดลองใช้งานและ feedback กลับมาเพื่อให้ผู้พัฒนาระบบได้แก้ไขปรับปรุงให้ตรงความต้องการและมีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น

5. Sprint Retrospective ให้ทุกคนในทีมมองภาพรวมของ feature กับระบบร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มุมมอง หรือปัญหาที่สามารถปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นทุกขั้นตอนตั้งแต่เริ่มทำ Sprint Backlog จนถึง Product Increment [12]



รูปที่ 1 Scrum Methodology

III.VI เครื่องมือในการพัฒนาระบบมีดังนี้

เครื่องมือออกแบบ User Interface ใช้ Figma ซึ่งเป็นเว็บไซต์ที่สามารถทำแบบจำลองการทำงานของระบบได้ [13]

III.VII เครื่องมือในการพัฒนาระบบมีดังนี้

1. Hypertext Markup Language คือ ภาษาประเภทที่ใช้ออกแบบเว็บไซต์เพื่อแสดงผลข้อความ รูปภาพและสื่อบนหน้าเว็บในรูปของ <tag> [14]

2. Cascading Style Sheet คือ ภาษาช่วยให้การจัดรูปแบบการแสดงผลเอกสารหน้าเว็บมีความสวยงามขึ้น เช่น สีพื้นหลัง ระยะห่าง เส้นขอบ

3. JavaScript คือ ภาษาสคริปต์เชิงวัตถุ มีการทำงานแบบ Object Oriented Programming คือแปลคำสั่งและประมวลผลใหม่ทุกครั้ง ช่วยให้เว็บไซต์สามารถตอบสนองผู้ใช้งาน มีความเคลื่อนไหว [15]

4. PHP : Hypertext Preprocessor คือ ภาษาสคริปต์ทำงานฝั่งเซิร์ฟเวอร์ จะแปลคำสั่งทุกรอบที่เรียกใช้งาน โดยไม่ต้องประมวลผลใหม่ทุกครั้งที่ใช้งานระบบ

โปรแกรม Adobe Dreamweaver ถูกนำมาใช้ในการสร้างเว็บ มีคุณสมบัติแบบ What You See is What you Get(WYSIWYG) การออกแบบหน้าเว็บไซต์สามารถแปลงออกมาเป็น Code ได้ในการพัฒนาระบบข้างต้นทั้งหมด

5. Structured Query Language (SQL) คือ ภาษาที่ใช้ในการติดต่อแก้ไข เรียกดูข้อมูลที่ถูกบันทึกในฐานข้อมูล ผ่านโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล ใช้ phpMyAdmin โปรแกรมใช้งานฟรีได้ทุกจุดประสงค์ ที่ใช้ควบคุมภาษา SQL ผ่านเว็บเบราเซอร์ สามารถแก้ไขได้ง่ายกว่าการเขียนคำสั่ง Code ทีละบรรทัด ในการออกแบบฐานข้อมูล [16]

ทั้งระบบบันทึกลงเซิร์ฟเวอร์ของ Thzhosting เป็นประเภท Shared Hosting เช่าเซิร์ฟเวอร์แบบแชร์ทรัพยากรกับผู้ใช้อื่น ข้อดีคือมีราคาถูกเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นและใช้ข้อมูลไม่มากนัก สามารถเลือกได้ตามปริมาณการใช้งาน [17]

Plesk เป็นระบบจัดการบริหารทรัพยากรของเว็บโฮสติ้ง ในการบันทึกควบคุมและใช้งานทั้งหมด เช่น ไฟล์เว็บไซต์ ฐานข้อมูล ไฟล์ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ข้อดีคือใช้งานง่าย มีการแสดงผลแบบกราฟฟิก [18]

IV. แผนงานปฏิบัติงานและขั้นตอนการดำเนินงาน

การพัฒนาระบบเก็บข้อมูลการลดขยะภายในสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นนี้ เป็นการเก็บข้อมูลการลดขยะโดยเก็บจากรูปภาพที่ผู้ใช้ส่งเข้ามาในเว็บแอปพลิเคชัน โดยมีระยะเวลาการดำเนินงาน 1 เดือน โดยมีแผนการปฏิบัติงานดังนี้

IV.I แผนการปฏิบัติงาน

การพัฒนาระบบเก็บข้อมูลการลดขยะภายในสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นมีขั้นตอนการดำเนินงาน 2 ส่วนดังนี้

ตารางที่ 2 แผนงานส่วนการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
1. คิดหัวข้องานและวางแผน				
2. วิเคราะห์ระบบ				
3. ออกแบบระบบ				
4. พัฒนาระบบ				
5. ทดสอบระบบ				
6. ติดตั้งระบบ				
7. บำรุงรักษา				

ตารางที่ 3 แผนงานส่วนการประชาสัมพันธ์เว็บแอปพลิเคชัน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
1. วางแผนการทำประชาสัมพันธ์				
2. จัดกำหนดการประชาสัมพันธ์				
3. จัดทำสื่อประชาสัมพันธ์				
4. ประชาสัมพันธ์ผ่านช่องทางต่าง ๆ				

IV.II ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.วางแผนการดำการดำเนิน ในการปฏิบัติงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1.1 การออกแบบระบบและพัฒนาระบบ

1.2 การวางแผนการประชาสัมพันธ์และประชาสัมพันธ์

2. วิเคราะห์ระบบที่จะออกแบบ ในระบบนี้มีผู้ใช้ระบบอยู่ 2 ประเภท ดังนี้

2.1 ผู้ดูแลระบบ ทำหน้าที่ตรวจสอบข้อมูลภายในระบบ สามารถเพิ่มและลดสิทธิ์การใช้ระบบของผู้ใช้ระบบอื่นได้ และมีหน้าที่ตั้งข้อมูลการจัดอันดับของแต่ละเดือนใหม่ในระบบ

2.2 ผู้ใช้ต้องกรอกข้อมูลให้ระบบเพื่อสมัครใช้เว็บแอปพลิเคชัน และส่งรูปภาชนะที่นำไปใส่อาหารเพื่อรับคะแนนในระบบ ระบบจะแสดงลำดับการช่วยลดขยะทันทีที่ผู้ใช้ได้รับคะแนน โดยผู้ใช้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ นักศึกษา อาจารย์-บุคลากร

3. การพัฒนาระบบ หลังจากได้วิเคราะห์ระบบจากข้อมูลเสร็จสิ้นแล้ว จึงสร้างแบบจำลองระบบของระบบโดยมีหน้าเว็บต่าง ๆ และคุณสมบัติเบื้องต้นเพื่อนำไปเสนอต่อผู้ใช้ก่อนนำมาพัฒนาระบบ เมื่อแบบจำลองระบบตรงตามความต้องการแล้ว จึงนำมาพัฒนาระบบโดยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

3.1 พัฒนาหน้าเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ HTML และCSS ในการออกแบบและตกแต่งให้สวยงาม

3.2 สร้างฐานข้อมูล โดยใช้ MySQL จากนั้นจึงเชื่อมต่อฐานข้อมูลเข้ากับหน้าเว็บแอปพลิเคชันด้วย PHP โดยบันทึกระบบลงใน เซิร์ฟเวอร์ของ Thzhosting และทดสอบระบบ เพื่อหาข้อผิดพลาดและแก้ไขก่อนใช้จริง

4. การทำประชาสัมพันธ์ มีการทำประชาสัมพันธ์เพื่อให้บุคลากรและนักศึกษาในสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นได้รู้จักและเข้าใจในวิธีใช้ของแอปพลิเคชันโดยแบ่งการประชาสัมพันธ์ออกเป็น 2 ประเภทคือ

4.1 การประชาสัมพันธ์แบบออนไลน์ โดยมีการจัดทำเพจเพื่อประชาสัมพันธ์ในสื่อสังคมออนไลน์ในช่องทางเฟซบุ๊ก วีดีโออธิบายวิธีใช้และจัดกิจกรรมเพื่อให้คนในเพจร่วมกิจกรรมและทราบถึงการมีอยู่ของเว็บแอปพลิเคชัน

4.2 การประชาสัมพันธ์แบบออฟไลน์ มีการทำโปสเตอร์ไปประชาสัมพันธ์ มีการทำแผ่นพับแบบตั้งโต๊ะและมีการเดินขบวนเพื่อประชาสัมพันธ์ตามสถานที่ต่าง ๆ ภายในสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

V.ผลการดำเนินงาน การวิเคราะห์และสรุปผลต่าง ๆ

V.I ผลการดำเนินงาน

ระบบเก็บข้อมูลการลดขยะภายในสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นแบ่งการทำงานออกเป็น 4 ส่วนคือ

1. การลงทะเบียน ในการลงทะเบียนเพื่อใช้แอปพลิเคชันผู้ใช้จำเป็นต้องใส่ ชื่อ นามสกุล รหัสนักศึกษาหรือรหัสบุคลากร รหัสผ่าน และอีเมล ระบบจะบันทึกลงในฐานข้อมูล

2. การเข้าสู่ระบบ ผู้ใช้ต้องใช้อีเมลและรหัสผ่านในการเข้าใช้ระบบผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

3. การส่งข้อมูลการลดขยะ ผู้ใช้จะต้องสแกนคิวอาร์โค้ดหน้าร้านค้า และถ่ายรูปภาชนะที่นำมาใส่เพื่อทดแทนพลาสติกหรือโฟม ระบบจะบันทึกวัน เวลา ร้านค้า และรูปลงฐานข้อมูล

4. การจัดอันดับ ระบบจัดอันดับผู้ใช้จากจำนวนขยะที่ส่งเข้ามา อัพเดทแบบทันที

ข้อมูลทั้งหมดจะถูกบันทึกไว้ภายใต้ฐานข้อมูลเดียวกัน มีเพียงผู้ดูแลระบบที่สามารถเข้าถึงข้อมูลของระบบได้ ส่วนผู้ใช้อื่น ๆ สามารถทำได้เพียงบันทึกข้อมูลการลดขยะเพิ่ม และอัพเดทข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้เอง ผลจากการวิเคราะห์และออกแบบระบบเก็บข้อมูลการลดขยะภายในสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ได้ผลการดำเนินงานดังนี้



รูปที่ 2 หน้าลงทะเบียน

ในหน้านี้จะเป็นการให้ผู้ใช้กรอกข้อมูลส่วนตัวเพื่อใช้ในการลงทะเบียนในการเข้าสู่ระบบโดยจะเก็บข้อมูลดังนี้

1. อีเมลของสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
2. รหัสผ่าน คือการตั้งรหัสผ่านในการเข้าบัญชีในเว็บแอปพลิเคชันนี้
3. ชื่อจริงของผู้ใช้
4. นามสกุลของผู้ใช้
5. รหัสนักศึกษา หรือรหัสพนักงานภายในของสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

เมื่อกรอกข้อมูลครบถ้วนจึงกดปุ่ม Confirm ระบบจะทำบันทึกลงฐานข้อมูล



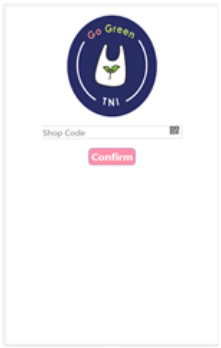
รูปที่ 3 หน้าเข้าสู่ระบบ

หน้าเข้าสู่ระบบจะมีคำสั่งที่สำคัญ 2 คำสั่งได้แก่
1. Login สำหรับผู้ใช้เมื่อป้อนอีเมล และรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่ระบบ ซึ่งระบบจะตรวจสอบความถูกต้องเข้ารหัสผ่าน ก่อนการให้สิทธิ์ในการเข้าถึง
2. Register สำหรับผู้ใช้ที่ยังไม่ได้ลงทะเบียนที่ต้องการเข้าใช้ระบบ



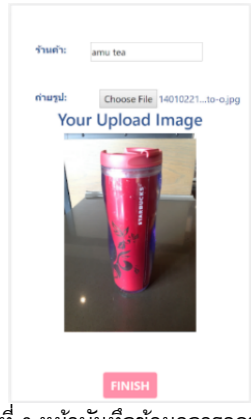
รูปที่ 4 หน้าหลัก

ในหน้านี้จะมี 3 คำสั่งสำคัญที่จะเชื่อมต่อไปหน้าอื่น ๆ ได้แก่
1. สัญลักษณ์ถ้วยรางวัล ใช้สำหรับเชื่อมต่อไปหน้าจัดอันดับของระบบ
2. สัญลักษณ์สแกนคิวอาร์โค้ด ใช้สำหรับการเชื่อมต่อไปหน้าสแกนคิวอาร์โค้ดร้านค้าที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลการลดขยะ
3. สัญลักษณ์แก้ไข ใช้สำหรับการไปหน้าแก้ไขข้อมูลส่วนตัว



รูปที่ 5 หน้าสแกนบาร์โค้ด

ในหน้านี้เมื่อผู้ใช้งานกดที่สัญลักษณ์คิวอาร์โค้ด แล้วสแกนที่หน้าร้านค้าบริเวณโดยรอบและภายในบริเวณสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น และกด Confirm เพื่อยืนยันเมื่อสแกนคิวอาร์โค้ดสำเร็จ



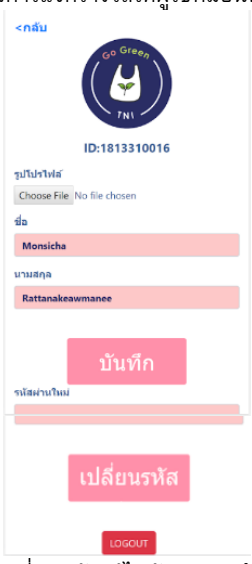
รูปที่ 6 หน้าบันทึกข้อมูลการลดขยะ

ในช่องร้านค้าระบบจะอ่านคิวอาร์โค้ดและแสดงออกมาเป็นชื่อร้านค้าที่ผู้ใช้สแกน และผู้ใช้ต้องถ่ายรูปภาชนะที่ ซื้อสิ้นค้าแล้ว และกด Finish เพื่อให้ระบบบันทึกลงฐานข้อมูล และเพิ่มคะแนนให้ผู้ใช้



รูปที่ 7 หน้าจัดอับดับผู้ใช้

ทุกการบันทึกใหม่ระบบจะจัดอันดับจากคะแนนโดยเรียงจากมากไปน้อย โดยในแต่ละเดือนจะมีการแจกรางวัลให้ผู้ใช้ที่มีอันดับที่ 1-3

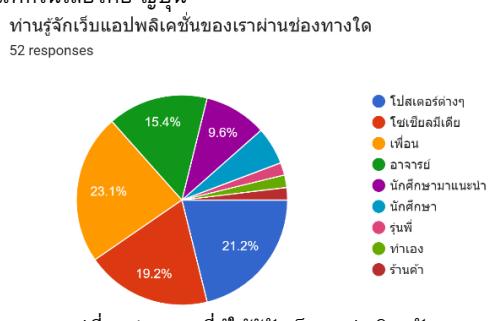


รูปที่ 8 หน้าแก้ไขข้อมูลส่วนตัว

ในหน้านี้ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อมูลดังนี้
1. รูปประจำตัวผู้ใช้
2. ชื่อผู้ใช้
3. นามสกุลผู้ใช้
และกดบันทึก เมื่อพิมพ์ข้อมูลที่ต้องการแก้ไขสำเร็จ
ผู้ใช้ยังสามารถเปลี่ยนรหัสผ่าน และออกจากระบบในหน้านี้อีกด้วย

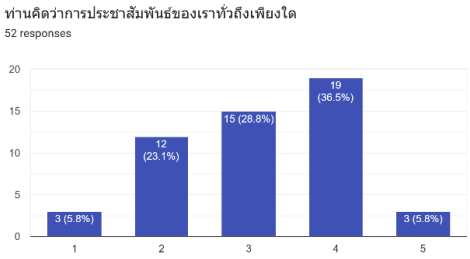
V.II ผลการดำเนินงานด้านประชาสัมพันธ์

ผลการดำเนินงานประชาสัมพันธ์จากกลุ่มตัวอย่าง 52 คนจากภายในสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น



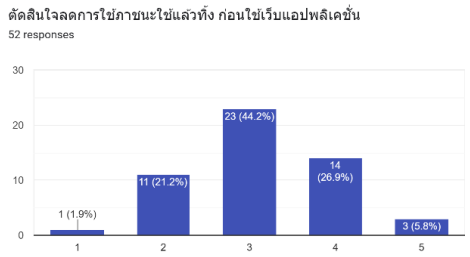
รูปที่ 9 ช่องทางที่ผู้ใช้รู้จักเว็บแอปพลิเคชัน

ผู้ตอบแบบสอบถามรู้จักเว็บแอปพลิเคชันผ่านช่องทางต่าง ๆ ดังนี้
1. เพื่อน 12 คน ที่ 23.1%
2. โปสเตอร์ 11 คน ที่ 21.2%
3. สื่อสังคมออนไลน์ 10 คน ที่ 19.2%
4. อาจารย์ 8 คน ที่ 15.4%
5. นักศึกษาแนะนำ 8 คนที่ 15.4%
6. ร้านค้า 3 คน ที่ 5.7%



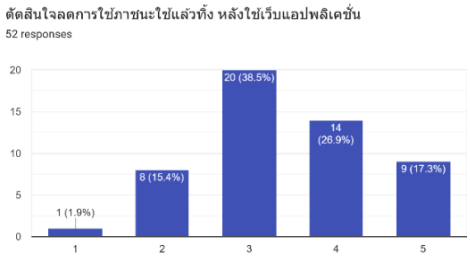
รูปที่ 10 ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามด้านการประชาสัมพันธ์

ความคิดเห็นด้านความทั่วถึงของการประชาสัมพันธ์ 3 อันดับแรกมีดังนี้
1. เห็นด้วยมาก 19 คน ที่ 36.5%
2. เห็นด้วยปานกลาง 15 คน ที่ 28.8%
3. เห็นด้วยน้อย 12 คน ที่ 23.1%



รูปที่ 11 การตัดสินใจลดขยะของผู้ตอบแบบสอบถามก่อนใช้เว็บแอปพลิเคชัน

ความคิดเห็นด้านการตัดสินใจลดขยะก่อนใช้ TNI Go Green 3 อันดับแรกมีดังนี้
1. เห็นด้วยปานกลาง 23 คน ที่ 44.2%
2. เห็นด้วยมาก 14 คน ที่ 26.9%
3. เห็นด้วยน้อย 11 คน ที่ 21.2%



รูปที่ 12 การตัดสินใจลดขยะของผู้ตอบแบบสอบถามหลังใช้เว็บแอปพลิเคชัน

ความคิดเห็นด้านการตัดสินใจลดขยะหลังใช้ TNI Go Green 3 อันดับแรกมีดังนี้
1. เห็นด้วยปานกลาง 20 คน ที่ 38.5%
2. เห็นด้วยมาก 14 คน ที่ 26.9%
3. เห็นด้วยมากที่สุด 9 คน ที่ 17.3%

V.III ผลการดำเนินงานเมื่อเทียบกับผลที่คาดว่าจะได้รับ

ผลลัพธ์การดำเนินงานของระบบ ตั้งแต่วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2563 จนถึงวันที่ 30 มีนาคม 2563 เป็นระยะเวลา 40 วัน เป็นดังนี้

มีจำนวนผู้ใช้งานทั้งหมด 120 คน แบ่งเป็น
1. นักศึกษาจำนวน 60 คน คิดเป็น 50%
2. บุคลากรจำนวน 33 คน คิดเป็น 27.5%
3. ร้านค้าจำนวน 27 ร้าน คิดเป็น 22.5%

ร้านค้าที่เข้าร่วมทั้งหมด 27 ร้าน
โดยร้านค้าที่มียอดการลดขยะมากที่สุด 3 อันดับแรกคือ
อันดับที่ 1 ร้าน Sunrise Coffee
อันดับที่ 2 ร้าน น้ำโชคชัย
อันดับที่ 3 ร้านนิมา ฮาลาลฟู้ด
จำนวนพลาสติกในบริเวณสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นลดไปได้ทั้งหมด 145 ชิ้น
วัดจากผลที่คาดว่าจะได้รับ
1. ปริมาณพลาสติกที่ต้องการลดเฉลี่ย 50 ชิ้นต่อวัน
ผลการดำเนินงาน สามารถกระตุ้นผู้ใช้งานให้ลดการใช้ขยะได้เฉลี่ย 3.625 ชิ้นต่อวัน คิดเป็น 7.25% ของผลที่คาดว่าจะได้รับ
คิดเป็นอัตราส่วนขยะที่ลดได้ 1.2 ชิ้นต่อคน
2. จำนวนคนเข้าร่วมกิจกรรมที่ต้องการ 100 คน
ผลการดำเนินงาน มีผู้สนใจเข้าใช้งาน 120% ของผลที่คาดว่าจะได้รับ
3. เป้าหมายร้านค้าเข้าร่วมที่ต้องการ 20 ร้านภายในบริเวณสถาบัน
ผลการดำเนินงานมีร้านค้าเข้าร่วมทั้งหมด 27 ร้านค้าแบ่งเป็น
ร้านค้าภายในสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นจำนวน 12 ร้าน
ร้านค้านอกสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นจำนวน 15 ร้าน
คิดเป็น 135% ของผลที่คาดว่าจะได้รับ

VI. การอภิปรายผลการดำเนินงาน

จากผลการสำรวจที่ทิ้งขยะภายในบริเวณสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น พบว่าส่วนมากเป็นขยะพลาสติกและกล่องโฟม
ผลลัพธ์การดำเนินงานของระบบ ตั้งแต่วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2563 จนถึงวันที่ 30 มีนาคม 2563 เป็นระยะเวลา 40 วัน เป็นดังนี้
มีจำนวนผู้ใช้งานทั้งหมด 120 คน
ร้านค้าที่เข้าร่วมทั้งหมด 27 ร้าน
จำนวนขยะพลาสติกบริเวณสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นลดไป 145 ชิ้น
วัดจากผลที่คาดว่าจะได้รับ คิดเป็นผลการดำเนินงาน 7.25%
จำนวนคนเข้าร่วมกิจกรรม 100 คน คิดเป็นผลการดำเนินงาน 120% ของผลที่คาดว่าจะได้รับ
จำนวนร้านค้าที่ต้องการให้เข้าร่วม 20 ร้านภายในบริเวณสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น คิดเป็นผลการดำเนินงาน 135% ของผลที่คาดว่าจะได้รับ
เนื่องจากตั้งแต่วันที่ 23 มีนาคม 2563 เป็นช่วงปิดภาคการศึกษา จึงทำให้ทั้งจำนวนผู้ใช้งานต่อวันด้านนักศึกษาลดลงอย่างมาก รวมถึงตั้งแต่วันที่ 30 มีนาคม 2563 สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นได้ประกาศให้ปิดสถาบันและให้เข้าเฉพาะผู้มีเหตุจำเป็น อันเนื่องจากสถานการณ์การระบาดของเชื้อไวรัส COVID-19 ส่งผลให้ยอดการเข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชันของผู้ใช้งานทุกประเภทและยอดการลดขยะลดลงอย่างมาก

เอกสารอ้างอิง

[1] พงศ์ชยนต์ ศรีสุวรรณ. (2561). ความล้มเหลวจากการจัดการขยะที่เกิดจากถุงพลาสติกในประเทศไทยและบางประเทศในกลุ่มประเทศสมาชิกอาเซียน. งานประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 10 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม (หน้า 1230-1244)

[2] R. Geyer, J. R. Jambeck & K. L. Law. Production. (2017). Production, Use, and Fate of All Plastics Ever Made. SCIENCE ADVANCES, 3 (7) DOI: 10.1126/sciadv.1700782

[3] กรมควบคุมมลพิษ. (คพ,2561). สถานการณ์ขยะมูลฝอยชุมชน ปี พ.ศ. 2561. รายงานสถานการณ์สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2561 (หน้า 5-10)

[4] E. S. Stevens. (2001). Green Plastics: An Introduction to the New Science of Biodegradable Plastics. Princeton, New Jersey: Princeton University Press

[5] H. Ritchie. (2018). FAQs on Plastics. Retrieved from https:// ourworldindata.org/ faq-on-plastics [19 เมษายน 2563]

[6] กรมควบคุมมลพิษ. (คพ,2562). พลาสติกชีวภาพ (Bio plastic). สืบค้นจาก http://www.pcd.go.th/Info_serv/File/17-09-62/41.pdf [19 เมษายน 2563]

[7] คงพร นิ่มเจริญชัยกุล. (2562). การจัดทำรูปแบบในการจัดสร้างเยาวชนต้นกล้ารักษากฎหมายสิ่งแวดล้อม. การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10 มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา (หน้า 610-624)

[8] อรยา ปรีชาพานิช. (2557). คู่มือเรียน การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (ฉบับสมบูรณ์). พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: ไอดีซี พรีเมียร์

[9] โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2558). ระบบฐานข้อมูล (Database System) (ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชัน

[10] R. Popli, Anita & N. Chauhan. (2013). A Mapping Model for Transforming Traditional Software Development Methods to Agile Methodology. International Journal of Software Engineering & Applications 3 (4) (Page 53-64)

[11] K.M. Beck et al. (2001). Manifesto for Agile Software Development. Retrieved from https://agilemanifesto.org [30 มีนาคม 2563]

[12] M. Mahalakshmi & Dr. M. Sundararajan (2013). Traditional SDLC Vs Scrum Methodology – A Comparative Study. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering 3 (6) (Page 192-196)

[13] M. Lassoff (2020). Figma for Digital Product Design. [Video file] Retrieved From https://www.packtpub.com/web-development/figma-for-digital-product-design-video [30 มีนาคม 2563]

[14] World Wide Web Consortium (W3C) (2020). HTML Standard. Retrieved from https://html.spec.whatwg.org/multipage/ [24 เมษายน 2563]

เทคนิคการวินิจฉัยองค์กรและจัดทำแผนกลยุทธ์การปรับปรุงธุรกิจ กรณีศึกษาธุรกิจรับออกแบบและผลิตจิ๊กและฟิกซ์เจอร์

Enterprise Diagnosis Techniques and Creating a Strategic Plan for Business Improvement Business Case Studies for Design and Production of Jigs and Fixture

1st ณัฐชยา ศรีคูณ
Natchaya Srikoon
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration,
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok / Thailand
sr.natchaya_st@tni.ac.th

2nd พิชิต งามจรัสศรีวิชัย
Pichit Ngamjarussrivichai
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration,
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok / Thailand
pichit_n@tni.ac.th

บทคัดย่อ *— งานวิจัยนี้ศึกษาการวินิจฉัยองค์กรเพื่อวางแผนพัฒนากลยุทธ์การปรับปรุงธุรกิจ กรณีศึกษาธุรกิจในอุตสาหกรรมผลิต* ***Jig and Figure Manufacturing*** *ซึ่งประสบปัญหาด้านยอดจำหน่าย การวางแผนกำลังการผลิตและความสามารถทำกำไร จึงทำการศึกษาวิจัยเชิงลึกโดยใช้เครื่องมือวินิจฉัยองค์กร เปรียบเทียบเป้าหมายในอนาคตที่สอดคล้องกับกลยุทธ์ธุรกิจ ในองค์ประกอบ* ***5*** *ด้านคือคุณภาพ* ***(Quality)*** *ความน่าเชื่อถือ* ***(Dependability)*** *ความรวดเร็ว* ***(Speed)*** *ความยืดหยุ่น* ***(Flexibility)*** *และต้นทุน* ***(Cost)*** *สรุปจุดแข็งและจุดอ่อน โอกาสและภัยคุกคาม โดยใช้เครื่องมือ* ***SWOT Analysis*** *และ****TOWS Matrix*** *เพื่อวางแผนการปรับปรุง โดยใช้เครื่องมือ* ***The Importance-Performance Matrix*** *จัดลำดับความสำคัญและระยะเวลาของแผนงานปรับปรุงที่สอดคล้องกับบริบทของกรณีศึกษา โดยผลการศึกษาได้จัดทำเป็นแผนกลยุทธ์การปรับปรุงธุรกิจ* ***(Improvement Strategic Plan)*** *แบ่งเป็น แผนเร่งด่วน* ***(Urgent Action Plan)*** *แผนปรับปรุงระยะสั้นที่สำคัญ จากการดำเนินการเบื้องต้น สามารถลด* ***%Gap*** *ได้จาก* ***42.5%*** *เหลือเพียง* ***26.25%***

คำสำคัญ *— วินิจฉัยองค์กร,* ***Jig and Figure,*** *กลยุทธ์การปรับปรุงธุรกิจ,* ***The Importance-Performance Matrix***

ABSTRACT — This research studies organizational diagnostics in order to plan and develop business improvement strategies a business Jig and Figure Manufacturing that experiencing sales problems Capacity planning and profitability therefore conduct in-depth research using enterprise diagnosis for organizations in the operations and production systems assess current conditions compare future goals that are consistent with the business strategy in 5 components are Quality, Dependability, Speed, Flexibility and Cost. Summary of strengths and weaknesses Opportunities and threats By using the SWOT Analysis tool and the TOWS Matrix to plan the improvement with the Enterprise Diagnosis guidelines by using the Importance-Performance Matrix to prioritize and the duration of the improvement plan that corresponds to the context of the case study, The case study has been prepared by the Improvement Strategic Plan, divided into Urgent Action Plan and importance short-term plan. From initial operations, %Gap can be reduced from 42.5% to only 26.25%

Keywords — Enterprise diagnosis, Jig and Figure, Business Improvement Strategies, The Importance-Performance Matrix

I. บทนำ

II.I ความเป็นมาของงานวิจัย

จากสภาวะการแข่งขันทางธุรกิจและแนวโน้มการเติบโตของเศรษฐกิจที่ชะลอตัวลงอย่างมีนัยสำคัญ หลายธุรกิจมีการปรับเปลี่ยนนโยบายและกลยุทธ์ดำเนินการเพื่อแสวงหาแนวทางดำรงอยู่ของธุรกิจทั้งในระยะสั้นและยาว แนวทางการลดต้นทุนการผลิตเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่องค์กรต่างๆ นิยมนำมาปรับใช้ เพื่อรักษาสภาพคล่อง และลดค่าใช้จ่ายที่ไม่มีความจำเป็น ให้สามารถรักษาระดับความสามารถการแข่งขันทางธุรกิจได้ สำหรับการวิจัยนี้ได้ศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับธุรกิจในอุตสาหกรรมการผลิตประเภท Jig and Figure โดยรับออกแบบและดำเนินการผลิตแบบครบวงจร โดยผลิตภัณฑ์เป็นเครื่องมือสนับสนุนของกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์เป็นหลัก ซึ่งจากสภาวะการเติบโตของอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ปี 2562 พบว่า **[1]** ปริมาณการผลิตมีการชะลอตัวเมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปีก่อน โดยเป็นการลดลงของตลาดภายในประเทศ ซึ่งมีทั้งสาเหตุจากการเข้มงวดของการอนุมัติสินเชื่อรถยนต์ภายในประเทศ อัตราการส่งออกผลิตภัณฑ์ และการเจรจากับคู่ค่าต่างประเทศ เหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญต่อการชะลอตัวของอุตสาหกรรมดังกล่าว และส่งผลต่ออุตสาหกรรมสนับสนุนอย่างการออกแบบและผลิต Jig and Figure ในกรณีศึกษานี้อย่างมีนัยสำคัญ และอีกหนึ่งแนวโน้มสำคัญของอุตสาหกรรมคือ การเปลี่ยนผ่านไปสู่อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า **[2]** จะส่งผลต่อความต้องการชิ้นส่วนยานยนต์ โดยกลุ่มชิ้นส่วนระบบส่งกำลัง (Powertrain) หรือเครื่องยนต์ จะได้รับผลกระทบมากที่สุด เนื่องจากกรณียานยนต์รูปแบบเดิม เครื่องยนต์สันดาป 1 คัน ชิ้นส่วนประกอบกว่า 2,000 ชิ้น เมื่อพัฒนาเป็นยานยนต์ไฟฟ้าจะลดชิ้นส่วนลงเหลือไม่ถึง 20 ชิ้น

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเมื่อองค์กรเห็นแนวโน้มผลกระทบที่มีต่อองค์กร การดำเนินการวินิจฉัยองค์กร (Enterprise Diagnosis) เพื่อจัดทำแผนการ

ปรับปรุงและพัฒนารูปแบบธุรกิจ (Business Improvement Strategy) จึงมีความสำคัญกับสถานการณ์การแข่งขันปัจจุบัน เพื่อรักษาความสามารถการแข่งขันขององค์กรและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการผลิต โดยกรณีศึกษานี้จะสามารถเป็นแนวทางหนึ่งของกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีลักษณะใกล้เคียงสามารถนำตัวแบบของแผนการปรับปรุงจากผลการวินิจฉัยองค์กรไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสมต่อไป

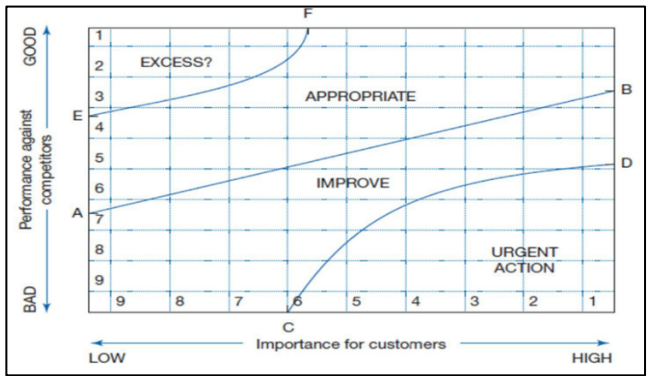
II.II ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักการวินิจฉัยองค์กร (Enterprise Diagnosis) **[3]** มีขั้นตอนดำเนินการประกอบด้วย การสำรวจข้อมูลเบื้องต้น เพื่อทราบความต้องการขององค์กรและสถานะปัจจุบัน จัดทำข้อกำหนดวินิจฉัยแต่ละด้านให้ชัดเจน โดยพิจารณารูปแบบการวินิจฉัย เปรียบเทียบข้อมูลปัจจัยภายในองค์กรรายด้าน และปัจจัยภายนอกองค์กร ซึ่งประกอบด้วย การวินิจฉัยภาพรวม และการวินิจฉัยเฉพาะทาง เพื่อค้นหาสาเหตุและวิเคราะห์รากเหง้าของปัญหา (Root cause) ตรวจสอบผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ให้สอดคล้องกับบริบทขององค์กร จากนั้นจึงจัดทำข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงและพัฒนา ด้วยแนวคิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Kaizen) ที่วัดผลได้เชิงรูปธรรม จัดทำแผนปฏิบัติการ (Action Plan) และสนับสนุน ส่งเสริมกระบวนการปรับปรุงและพัฒนาขององค์กร โดยมีประเด็นการวินิจฉัย 5 ด้านหลัก ประกอบด้วย 1) การวินิจฉัยด้านการบริหารจัดการ 2) การวินิจฉัยด้านบัญชีและการเงิน 3) การวินิจฉัยด้านการผลิต 4) การวินิจฉัยด้านการตลาดและการขาย 5) การวินิจฉัยด้านการจัดการทรัพยากรมนุษย์

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวินิจฉัยเฉพาะทางการผลิตขององค์กร ซึ่งโดยหลักการจะมีหัวข้อประเมินหลัก 8 ด้าน ประกอบด้วย 1) ระบบการบริหารจัดการโรงงาน 2) การจัดการแผนการผลิต 3) การควบคุมกระบวนการผลิต 4) การควบคุมการทำงาน 5) การควบคุมคุณภาพ 6) การบริหารการจัดซื้อและจ้างทำภายนอก 7) การบริหารอุปกรณ์ เครื่องจักร 8) การควบคุมต้นทุนการผลิต โดยใช้การประเมินการจัดการด้านการผลิตทั้ง 8 ด้าน เพื่อประเมินสถานภาพปัจจุบันขององค์กร ให้ทราบถึงจุดแข็ง จุดอ่อนของระบบการผลิตและการดำเนินงานต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบ (Operations Performance) **[4]** ทั้ง 5 เรื่อง ประกอบด้วย 1) คุณภาพ (Quality) 2) ความน่าเชื่อถือ (Dependability) 3) ความรวดเร็ว (Speed) 4) ความยืดหยุ่นของกระบวนการ (Flexibility) 5) ต้นทุน (Cost)

การวินิจฉัยเพื่อแก้ไขปัญหาและพัฒนาปรับปรุงธุรกิจ เช่น องค์กรประสบภาวะขาดทุน เนื่องจากสัดส่วนค่าใช้จ่ายดำเนินงานต่อยอดขายสูง และยอดขายต่ำกว่าเป้าหมาย ควรมีแนวทางส่งเสริม ขยายฐานตลาด จัดการกำลังคนให้บริการลูกค้า สร้างแรงจูงใจในการขายและพยากรณ์การจัดซื้อการขายสินค้า และสินค้าคงเหลือให้เหมาะสม **[5]** หรือการวินิจฉัยสำหรับธุรกิจค้าอะไหล่แทร็กเตอร์ ที่ประสบปัญหาด้านยอดขายและกำไรลดลงต่อเนื่อง อีกทั้งจำนวนสินค้าคงเหลือเพิ่มสูงขึ้น จึงวางแนวทางโดยใช้ Balance Score Card กำหนดตัวชี้วัด สรุปข้อมูลทางการเงิน ยอดขาย และสินค้าทุกเดือน วางแผนป้องกันความเสี่ยงด้านยอดขายและกำไร **[6]** หรือตัวอย่างธุรกิจผลิตและรับจ้างผลิตน้ำมันหล่อลื่นและจารบี ที่ระบบผลิตมีต้นทุนสูงและแนวโน้มกำไรลดลง จากปัญหาด้านการใช้พลังงานที่สูง จึงจัดทำแผน rework และแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพื่อลดการสูญเสียการใช้พลังงานในระบบการผลิต ส่งผลให้มีอัตรากำไรสูงขึ้นจากการลดปริมาณการใช้พลังงานในระบบ **[7]** เป็นต้น

ในการวางแผนพัฒนาองค์กรการพิจารณาปัจจัยประสิทธิภาพขององค์กร (Performance) และความสำคัญ (Important) โดยทำการประเมินระดับของแต่ละปัจจัยที่เกิดขึ้นของประเด็นต่างๆ ซึ่งสามารถใช้เครื่องมือ SWOT Analysis สำหรับวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องภายในองค์กร ประเมินว่าปัจจัยใดเป็นจุดแข็งหรือจุดอ่อน และวิเคราะห์ปัจจัยแวดล้อมภายนอกองค์กร ประกอบด้วย นโยบายภาครัฐ สภาพเศรษฐกิจ สภาพสังคม กฎหมายหรือระเบียบที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจอุตสาหกรรม แนวโน้มและการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง และ TOWS Matrix สำหรับประเมินความสัมพันธ์ของปัจจัยภายในองค์กรและภายนอก เพื่อให้เกิดมุมมองเชิงกลยุทธ์สำหรับใช้เป็นแนวทางจัดทำแผนกลยุทธ์ปรับปรุงธุรกิจ โดยจับคู่กลยุทธ์ SO, ST, WO, WT เพื่อเป็นทางเลือกให้สอดคล้องกับสภาวการณ์ และสรุปผลการวิเคราะห์จากผลการวินิจฉัยองค์กรได้ **[8]** จากการวินิจฉัยองค์กร โดยนำประเด็นดังกล่าวมาช่วยให้องค์กรสามารถวางแผน จัดสรรทรัพยากรขององค์กรเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงของสภาวการณ์ของปัญหาอย่างเหมาะสม โดยใช้เครื่องมือ The Important-Performance Matrix **[4]** วิเคราะห์ 2 ประเด็นหลัก คือ ความสำคัญต่อลูกค้าขององค์กร (Importance for customers) และสมรรถนะการแข่งขันทางธุรกิจ (Performance against competitors) วิเคราะห์และประเมินเพื่อลำดับความสำคัญเร่งด่วนของแต่ละปัญหาขององค์กร เพื่อให้สามารถจัดตำแหน่งของประเด็นต่างๆ ได้ 4 รูปแบบ คือ 1) Urgent Action มีความเร่งด่วนในการแก้ไขปัญหาทันที เหตุเพราะกระทบกับลูกค้าและสมรรถนะการแข่งขันทางธุรกิจ อาทิเช่น ปัญหาคุณภาพผลิตภัณฑ์ ควรเร่งดำเนินการแก้ไขทันที 2) Improve ปัญหาที่ควรมีแผนการแก้ไขปรับปรุงในระยะสั้น 3) Appropriate ประเด็นที่สามารถพัฒนาและยกระดับการดำเนินงานให้มีประสิทธิภาพได้ในระยะกลางหรือยาว 4) Excess ประเด็นที่ทบทวนเพื่อปรับลดการใช้ทรัพยากร งบประมาณหรือต้นทุนให้เหมาะสมตามความจำเป็นได้



รูปที่ I. The Important-Performance Matrix [4]

II. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เพื่อทำการวิเคราะห์สภาพปัจจุบันและความสามารถด้านระบบผลิตโดยใช้หลักการวินิจฉัยองค์กร และจัดทำแผนการปรับปรุงธุรกิจ (Business Improvement Strategy Plan) เพื่อเสนอแนวทางปรับปรุงและพัฒนาเพิ่มความสามารถในการแข่งขันให้กับธุรกิจ

III. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการแบบวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้กรณีศึกษาอุตสาหกรรมรับออกแบบและผลิต Jig & Figure ซึ่งเป็นเครื่องมือสนับสนุนกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศไทย ระยะเวลาเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2562 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2563 รวม 4 เดือน โดยใช้กระบวนการวินิจฉัยองค์กร (Enterprise Diagnosis) ร่วมกับเครื่องมือการวินิจฉัยแบบญี่ปุ่น และเครื่องมือวิเคราะห์และจัดทำแผนพัฒนาองค์กร เพื่อจัดทำ Business Improvement Strategy Plan ให้เหมาะสมกับกรณีศึกษาวิจัยครั้งนี้ โดยมีขั้นตอนและรายละเอียดของกรอบการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

ขั้นการรวบรวมข้อมูล (Input) ทำการศึกษาสภาพปัจจุบันของกรณีศึกษาวิจัย ประกอบด้วย 1) ศึกษาขั้นตอน กระบวนการทำงาน ทรัพยากรขององค์กร 2) ศึกษาและเปรียบเทียบเป้าหมายขององค์กร 3) สัมภาษณ์ข้อมูลและจัดทำแบบประเมินเพื่อการวินิจฉัยองค์กรภาพรวม 4) แสดงผลการประเมินในรูปแบบของ Radar Chart

ขั้นการดำเนินงานและวิเคราะห์ (Process) นำข้อมูลจากขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลเพื่อวินิจฉัยเชิงลึก โดยใช้เครื่องมือ SWOT Analysis และ TOWS Matrix สรุปแนวทางคัดเลือกกลยุทธ์จากปัจจัยภายในและภายนอกที่มีความเหมาะสม นำสู่การประเมินและสร้างแผนเพื่อการพัฒนาองค์กรตามระยะเวลา ด้วยเครื่องมือ The Important-Performance Matrix

ขั้นการสร้างผลลัพธ์จากการศึกษาวิจัย (Output) นำผลการวิเคราะห์จากเครื่องมือในขั้นการดำเนินงานและวิเคราะห์ (Process) จัดทำ Business Improvement Strategy Plan โดยแบ่งลักษณะของการดำเนินงานเป็นระยะเร่งด่วน ระยะสั้น ระยะกลางและยาว เพื่อให้สามารถนำกลยุทธ์ไปใช้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์ ระยะเวลา และจำนวนทรัพยากรขององค์กร ซึ่งจะส่งผลต่อผลที่ได้ (Outcome) ที่จะเกิดการแก้ไขปัญหาเร่งด่วนได้ตรงจุด จัดสรรทรัพยากรตามระยะเวลาของแผนงานได้อย่างเหมาะสมและลำดับความรุนแรง และเร่งด่วนของสภาพปัญหาในกรณีศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ

IV. ผลการวิจัย

IV.I การศึกษาสภาพปัจจุบันขององค์กร

ผลจากการศึกษาขั้นตอน กระบวนการขององค์กรภาพรวม สรุปผลการวิเคราะห์ได้ ดังนี้

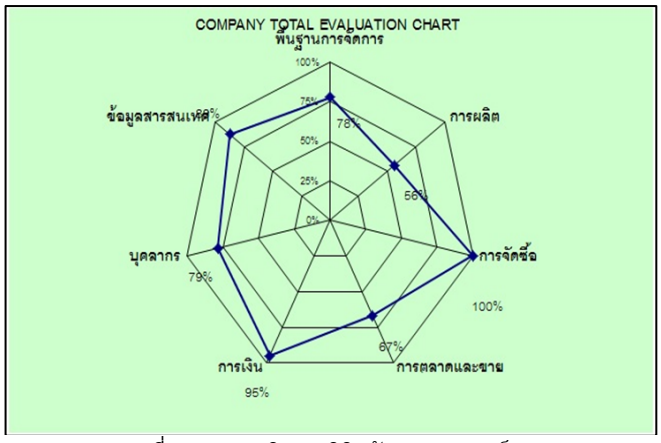
ผลการประเมินสถานการณ์ปัจจุบัน (Current Situation) - ยอดขายยังไม่ถึงเป้าหมาย และการจัดการระยะเวลาลูกหนี้การค้าหมุนเวียน มีระยะเวลามากกว่าแผนงาน ระยะเวลาการผลิตผลิตภัณฑ์ใช้เวลานาน ส่งผลต่อกระแสเงินสดหมุนเวียน (Cash Flow) ขององค์กร และความสามารถในการบริหารจัดการวงจรเงินสดได้รับผลกระทบ

สถานการณ์ที่คาดหวังในอนาคต (Future Situation) – สามารถเพิ่มอัตรายอดขายให้สูงขึ้นกว่าปัจจุบันสองเท่า และระยะเวลาในการจัดการลูกค้าหนี้การค้ามีรอบหมุนเวียนมากขึ้น ระยะเวลาลดลงอย่างน้อย 50% จากจำนวนปัจจุบัน ส่งผลต่อกำไรจากยอดขายเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 20%

เมื่อประเมินเปรียบเทียบแล้ว วิเคราะห์ผลเบื้องต้นได้ว่า 1) มาตรฐานการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพในการติดตามงาน ส่งผลต่อ Lead Time การผลิตที่สูง และกระทบกับการบริหารจัดการระยะเวลาลูกหนี้การค้าขององค์กร รวมถึงระยะเวลาการรอคอยวัตถุดิบ การเบิกจ่ายวัตถุดิบล่าช้า 2) การบริหารต้นทุนการผลิตขาดประสิทธิภาพ และการควบคุมปริมาณสินค้าคงคลัง ส่งผลกระทบต่อความสามารถทำกำไรและอัตรากำไรขององค์กร 3) นโยบายเชิงรุกเกี่ยวกับการทำตลาดผลิตภัณฑ์ Jig & Figure ขาดประสิทธิผล จึงส่งผลให้อัตราลูกค้าใหม่ขององค์กรไม่เพิ่มสูงขึ้นตามเป้าหมาย

IV.II ประเมินผลการวินิจฉัยองค์กร

ผู้วิจัยจึงทำการประเมินและวินิจฉัยภาพรวมองค์กรกรณีศึกษา จากหัวข้อการประเมิน 7 หัวข้อ ประกอบด้วย พื้นฐานการจัดการ การผลิต การจัดซื้อ การตลาดและการขาย การเงิน บุคลากร และข้อมูลสารสนเทศ โดยมีเกณฑ์ประเมินคือ 2 คะแนน หมายถึง ดีเยี่ยม 1 คะแนน หมายถึง พอใช้ และ 0 คะแนน หมายถึง ควรดำเนินการปรับปรุง ผลการประเมินมีดังนี้



รูปที่ II. ผลประเมินการวินิจฉัยภาพรวมองค์กร

จากรูปที่ II ผลการประเมินวินิจฉัยภาพรวม พบว่า ประเด็นด้านระบบการผลิตได้คะแนนน้อยที่สุด คิดเป็น 56% รองลงมาคือประเด็นด้านระบบการตลาดและการขาย คิดเป็น 67% ในส่วนผลการประเมินที่ได้รับคะแนนมากที่สุด คือ ระบบการจัดหา การจัดซื้อ การจัดหาจากภายนอก คิดเป็น 100% ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการวินิจฉัยเชิงลึกด้านระบบการผลิต เพื่อทำการยืนยันสภาพปัญหาเฉพาะด้านว่าประเด็นด้านระบบการผลิตประเด็นใดบ้างที่ควรได้รับการประเมินเพื่อจัดทำแผนปรับปรุงและพัฒนา ให้เกิดประสิทธิภาพและส่งผลเชิงบวกต่อ Operations Performance ใน 5 ด้าน คือ 1) คุณภาพ (Quality) 2) ความน่าเชื่อถือ (Dependability) 3) ความรวดเร็ว (Speed) 4) ความยืดหยุ่นของกระบวนการ (Flexibility) 5) ต้นทุน (Cost)

เมื่อทำการประเมินภาพรวมแล้ว จึงทำการวินิจฉัยเชิงลึกเฉพาะด้านระบบการผลิต โดยประเมินร่วมกับผู้เชี่ยวชาญภายในองค์กรกรณีศึกษาเพื่อลงความเห็นร่วมกันจากสภาพปัจจุบันขององค์กร ประกอบด้วย 8 หัวข้อ ประกอบด้วย

หัวข้อ 1 การจัดการงานเบื้องต้น ประเมินเกี่ยวกับ 5ส Visual Management 3MU (MURI MUDA MURA) สภาพแวดล้อมการทำงาน 5G OJT

หัวข้อ 2 การปรับปรุงการทำงาน ประเมินเกี่ยวกับ กิจกรรมส่งเสริมคุณภาพกลุ่มย่อย (QCC) การสร้างจิตสำนึกในการปรับปรุง เครื่องมือและอุปกรณ์ การปรับปรุงเวลาติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์

หัวข้อ 3 การประสานงาน ประเมินเกี่ยวกับ การจัดการความเป็นผู้นำและหน้าที่รับผิดชอบ การใช้ข้อมูลในองค์กร สันทนาการ การกำหนดเป้าหมายการบริหาร

หัวข้อ 4 การบำรุงรักษา ประเมินเกี่ยวกับ กิจกรรมซ่อมบำรุงและการเตรียมอะไหล่สำรอง การตรวจเช็คประจำวันโดยพนักงาน การกำหนดกลุ่มกิจกรรมพิเศษเพื่อทำการบำรุงรักษา เครื่องมือและอุปกรณ์การวัด

หัวข้อ 5 การควบคุมคุณภาพและการประกันคุณภาพ ประเมินเกี่ยวกับ วิธีการหาปัญหา การสอบกลับและการควบคุมเอกสาร การป้องกันความผิดพลาด (Poka-Yoke) ระบบประกันคุณภาพ คู่มือปฏิบัติงาน ข่าวสารการควบคุมคุณภาพภายในองค์กร

หัวข้อ 6 การผลิต การควบคุมและการส่งมอบ ประเมินเกี่ยวกับ การวางแผนเกี่ยวกับ Lot Size ระบบการสั่งงานและการจ่ายงาน การวางแผนการส่งมอบ เวลานำในการส่งมอบ แผนผังโรงงาน การเสริมสร้างความชำนาญที่หลากหลายแก่พนักงาน ข้อมูลด้านการขายเพื่อแผนการผลิต ระบบ LAN และฐานข้อมูลกลาง

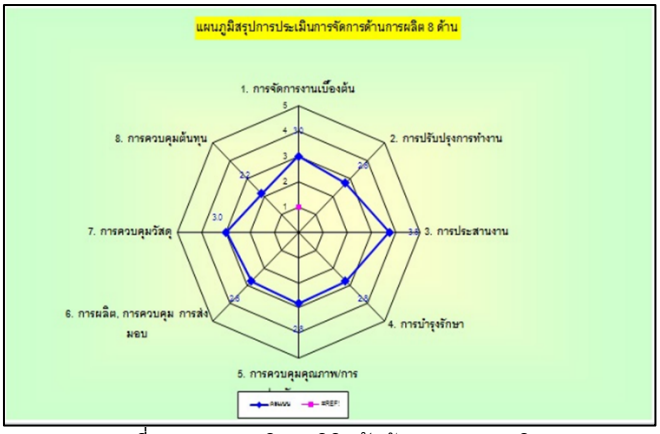
หัวข้อ 7 การควบคุมวัสดุ ประเมินเกี่ยวกับ งานระหว่างผลิตและ

ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป การผลิต การจัดส่งและการสั่งซื้อล่วงหน้า กระบวนการจัดซื้อ การควบคุมสินค้าคงคลัง การขนย้ายภายในโรงงาน

หัวข้อ 8 การควบคุมต้นทุน ประเมินเกี่ยวกับ ระบบการควบคุมต้นทุน แผนกำไรและผลการดำเนินงานกับการทบทวนแผนกำไร วิศวกรรมคุณค่า (VE) การกำหนดหัวข้อพิเศษและการสร้างทีมแก้ปัญหาเฉพาะ กิจกรรมด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรมและการปรับปรุงการไหลของงาน การบริหารจัดการผู้รับจ้างช่วงหรือซัพพลายเออร์

โดยมีเกณฑ์ประเมิน ดังนี้ 5 คะแนน หมายถึง ทำได้ดีเยี่ยม 4 คะแนน หมายถึง ทำได้ดีพอใช้ 3 คะแนน หมายถึง มีการวางแผนและเริ่มทำได้ 2 คะแนน หมายถึง มีการวางแผนและทำระดับต้น 1 คะแนน หมายถึง มีการวางแผน 0 คะแนน หมายถึง ไม่มีการวางแผน ผลการประเมินเชิงลึกของระบบการผลิตทั้ง 8 ด้าน แสดงผลการประเมิน ดังนี้

ผลการประเมินด้านการผลิตเชิงลึก พบว่า หัวข้อด้านการควบคุมต้นทุน ได้คะแนนการประเมินน้อยที่สุด เท่ากับ 2.2 คะแนนจากคะแนนเต็ม 5 คะแนน และการปรับปรุงการทำงาน ได้คะแนน 2.75 คะแนน แสดงผลว่าผลการประเมินวินิจฉัยด้านระบบการผลิตเชิงลึก กรณีศึกษาวิจัยนี้มีปัญหาเชิงลึกเกี่ยวกับต้นทุนการผลิต และปัญหาในการปรับปรุงกระบวนการทำงานเพื่อยกระดับประสิทธิภาพการทำงาน (Efficiency) และผลิตภาพการทำงาน (Productivity)



รูปที่ III. การประเมินผลวินิจฉัยด้านระบบการผลิต

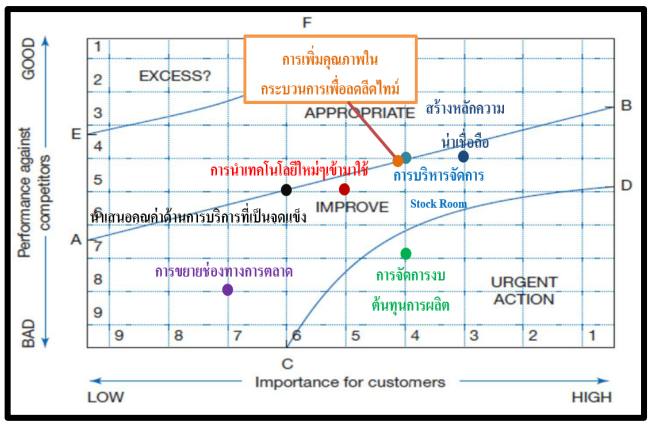
IV.III การวิเคราะห์ผลการวินิจฉัยองค์กร

ใช้เครื่องมือ SWOT Analysis และ TOWS Matrix ในการวิเคราะห์ผลจากสภาพปัจจุบันของกรณีศึกษาและการประเมินวินิจฉัยภาพรวม และประเมินวินิจฉัยเฉพาะด้านระบบการผลิต จากนั้นเข้าสู่กระบวนการประเมินด้วย The Important-Performance Matrix ได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

ตารางที่ I. การประเมินคะแนน The Important-Performance Matrix

ประเด็นการประเมิน	Important	Performance
การนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาใช้กับสายการผลิต	5	5
การเพิ่มคุณค่าและนำเสนอคุณค่าด้านการบริการเพื่อส่งเสริมจุดแข็งขององค์กรให้โดดเด่น	6	5
การบริหารจัดการ Stock Room เพื่อลดระยะเวลาในการจัดซื้อจัดหาชิ้นส่วน อุปกรณ์ เครื่องมือและวัตถุดิบสำหรับกระบวนการผลิต	4	4
การเพิ่มกลยุทธ์ด้านขยาย	7	8
ช่องทางการตลาดผลิตภัณฑ์ขององค์กร		
การสร้างกระบวนการผลิตและบริการที่น่าเชื่อถือต่อลูกค้า	3	4
การบริหารจัดการงบต้นทุนการผลิตที่เหมาะสม	4	7
การเพิ่มคุณภาพเข้าสู่กระบวนการผลิตเพื่อลดระยะเวลา Lead Time ของระบบการผลิตภาพรวม	4	4

ผลการประเมินจากตารางดังกล่าว เมื่อนำมาแสดงลงในพื้นที่ของเครื่อง The Important-Performance Matrix จะแสดงถึงขอบเขตของผลกระทบและระยะเวลาที่ควรดำเนินการเพื่อวางแผนการพัฒนาองค์กรในขั้นตอนต่อไปได้อย่างเหมาะสม โดยมีรายละเอียดของผลลัพธ์การแสดงพื้นที่ของรายการประเมิน ดังนี้



รูปที่ V. ผลการวิเคราะห์รายการประเมินด้วยเครื่องมือ The Important-Performance Matrix

จากรูปที่ V นำสู่การสรุปผลแนวทางการนำกลยุทธ์จากการวินิจฉัยองค์กรด้านระบบการผลิตขององค์กรมาปรับปรุง พัฒนาและดำเนินการดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตารางที่ II. สรุปผลประเมินวินิจฉัยระบบการผลิต

ประเด็นการประเมิน	แนวทางการปรับปรุงพัฒนา	สอดคล้องกับ Operations Performance
การนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาใช้กับสายการผลิต	แก้ไขปัญหาการผลิตที่ Speed Losses และยกระดับเทคโนโลยีให้เทียบเคียงกับคู่แข่งขันทางตรงในอุตสาหกรรมเดียวกัน	Quality, Dependability
การเพิ่มคุณค่าและนำเสนอคุณค่าด้านการบริการเพื่อส่งเสริมจุดแข็งขององค์กรให้โดดเด่น	รวบรวมการบริการที่เป็นจุดแข็งขององค์กรเพื่อมาวิเคราะห์หาแนวทางการเพิ่มคุณค่าให้ดีขึ้นเพื่อนำเสนอจุดขายที่เป็นรูปแบบขององค์กรเองในการดึงดูดลูกค้า	Quality, Dependability

การบริหารจัดการ Stock Room เพื่อลดระยะเวลาในการจัดซื้อจัดหาชิ้นส่วนอุปกรณ์ เครื่องมือและวัตถุดิบสำหรับกระบวนการผลิต	1) จัดทำ Work Instruction การเบิกจ่าย Tools เพื่อมาตรฐานควบคุมสินค้าคงคลัง 2) ทำบันทึกรายการความต้องการใช้ Tools และ Materials เพื่อตรวจสอบสถานะสินค้าคงคลังและลดเวลาการเบิกจ่าย 3) วางระบบการเบิกจ่าย Tools และ Materials โดยทุกครั้งที่มีงานมา ควรจัด Meeting เพื่อสรุปความต้องการใช้	Flexibility
การเพิ่มกลยุทธ์ด้านขยายช่องทางการตลาดผลิตภัณฑ์ขององค์กร	1) สร้างรูปแบบการเจาะตลาดใหม่ ใช้สื่อหลายทางเข้ามาช่วยในการถ่ายทอดสู่อุตสาหกรรม 2) ทำการจัดตั้งทีม Production Marketing โดยเฉพาะเพื่อหาแนวทางการเพิ่มยอดขายจากกิจกรรมการผลิตหลัก	Dependability, Flexibility
การสร้างกระบวนการผลิตและบริการที่น่าเชื่อถือต่อลูกค้า	จัดทำคู่มือคุณภาพสำหรับธุรกิจการผลิตไว้เพื่อเป็นมาตรฐานในการนำเสนอต่อสาธารณะเพื่อแสดงความน่าเชื่อถือคุณภาพด้านการผลิตรวมถึงการบริการที่มีมาตรฐานชัดเจน	Quality, Dependability

ตารางที่ II. สรุปผลประเมินวินิจฉัยระบบการผลิต (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	แนวทางการปรับปรุงพัฒนา	สอดคล้องกับ Operations Performance
การบริหารจัดการงบต้นทุนการผลิตที่เหมาะสม	จัดทำงบต้นทุนการผลิตของทุกเดือนเพื่อให้สามารถนำมาใช้พยากรณ์การประมาณการต้นทุนในการผลิตในอนาคตหรือกับงานอื่นได้ ช่วยให้การทำราคาเสนอแก่ลูกค้า เป็นไปอย่างรวดเร็วและไม่เสี่ยงต่อการขาดทุน	Quality, Dependability, Flexibility, Cost
การเพิ่มคุณภาพเข้าสู่กระบวนการ	1) ปรับปรุงการไหลของกระบวนการ (Flow)	Quality, Speed,
ผลิตเพื่อลดระยะเวลา Lead Time ของระบบการผลิตภาพรวม	สำหรับสายการผลิต โดยศึกษา Motion Study ที่เป็นความสูญเปล่า 2) นำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการควบคุมการไหลของงานกับข้อมูลการผลิตให้สามารถไหลไปพร้อมกันได้ตลอดสายการผลิต	Dependability, Cost

V. สรุปผล

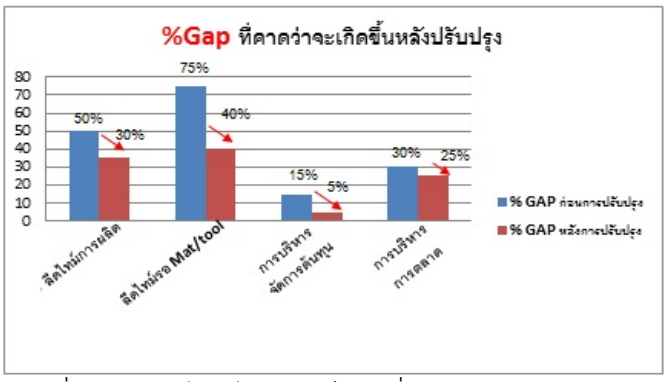
V.I สรุปผลการวิจัย

จากผลการวินิจฉัยด้านระบบการผลิต ดังข้อมูลในตารางที่ II ได้ข้อมูลสรุปผลประเมินวินิจฉัยระบบการผลิต จากข้อมูลวิเคราะห์กรณีศึกษาดังกล่าวผ่านเครื่องมือการประเมินเฉพาะทาง และดำเนินการวิเคราะห์ประเด็นปัญหาเชิงลึก เรียงลำดับความสำคัญของปัญหาจากเครื่องมือประเมิน The Important-Performance Matrix สรุปผลการศึกษาสำหรับการวินิจฉัย และผลการวินิจฉัยเชิงลึกด้านระบบการผลิต เพื่อคัดเลือกประเด็นศึกษาในขอบเขตระยะเวลาแบบเร่งด่วน หรือ Urgent Action เพื่อเป็นแผนดำเนินการปรับปรุง ในด้านการเสริมสมรรถะการแข่งขันทางธุรกิจ (Performance against competitors) และตอบสนองความต้องการของกลุ่มลูกค้า (Importance for customers) ของกรณีศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ในรูปแบบ Business Operation Strategies จึงนำเสนอได้ 4 ประเด็น ดังนี้

ตารางที่ III. ประเด็นปัญหา Urgent Action กับความคาดหมายที่ต้องการ

ประเด็นปัญหา	สถานะก่อนปรับปรุง	สถานะหลังปรับปรุง	เป้าหมาย
Lead Time การผลิตมีระยะเวลายาวนาน	30 วัน	20 วัน	15 วัน
Lead Time การสั่งวัตถุดิบ (Materials) และเครื่องมือ (Tools) ยาวนาน	7-10 วัน	5 วัน	3 วัน
ขาดประสิทธิภาพการบริหารจัดการต้นทุนการผลิต ส่งผลต่อกำไรต่อยอดขาย	กำไร 5% จากต้นทุน	กำไร 15% จากต้นทุน	20%
ขาดการบริหารจัดการด้านตลาดเฉพาะสำหรับผลิตภัณฑ์ Jig & Figure ส่งผลต่อฐานลูกค้าใหม่	ลูกค้า 20 ราย/ปี ยอดขาย 7ล้านบาท	ลูกค้า 23 ราย/ปี ยอดขาย 8.5 ล้านบาท	เพิ่มฐานลูกค้าใหม่ 25 ราย/ปี ยอดขาย 10 ล้านบาท

เมื่อดำเนินการปรับปรุงได้ตามแผน Urgent Action ตามประเด็นทั้ง 4 หัวข้อในตารางข้างต้น จะแสดงผลลัพธ์ของการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพหลังการปรับปรุงตามแผนงาน ดังนี้



รูปที่ VI. กราฟเปรียบเทียบผลลัพธ์การเปลี่ยนแปลงหลังการปรับปรุง

จากกราฟแสดงผลลัพธ์การเปลี่ยนแปลงหลังการปรับปรุงเทียบกับเป้าหมายการวินิจฉัยขององค์กรกรณีศึกษา ออกมาเป็น %Gap (ร้อยละซึ่งเปรียบเทียบจากช่องว่างของปัญหา) โดยใช้หลักการคำนวณแบบเทียบบัญญัติไตรยางค์ระหว่างก่อนปรับปรุงกับเป้าหมายที่องค์กรต้องการ และหลังปรับปรุงกับเป้าหมายที่องค์กรต้องการ และนำผลไปลบจากเป้าหมาย พบว่า เมื่อดำเนินการปรับประเด็นปัญหาประเภทระยะเร่งด่วน หรือ Urgent Action ทั้ง 4 ประเด็น Lead Time การผลิต ลดลงจาก 50% เป็น 30% Lead Time กระบวนการเกี่ยวกับวัตถุดิบและเครื่องมือ ลดลงจาก 75% เหลือ 40% ประสิทธิภาพการบริหารจัดการต้นทุนกระบวนการผลิตโดยคิดจากข้อมูลต้นทุนการผลิตสภาพปัจจุบัน เทียบกับต้นทุนการผลิตหลังปรับปรุง ลดลงจาก 15% เหลือ 5% โดยปรับปรุงกระบวนการทำงานเป็นแบบ cross-functional team วางแผนการสั่งซื้อ ปริมาณการใช้งานวัตถุดิบร่วมกัน ลดต้นทุนเกี่ยวกับวัตถุดิบเหลือใช้ เศษวัตถุดิบ และประสิทธิภาพการบริหารการตลาด โดยเพิ่มจำนวนลูกค้าใหม่ในระบบขององค์กรแต่ทั้งนี้ในการคำนวณ %Gap ด้านการตลาดทางบริษัทให้ความสำคัญกับเป้าหมายของยอดขายมากกว่าจึงใช้ตัวเลขยอดขายมาคำนวณหา %Gap ซึ่งตัวเลขยอดขายได้มาจากข้อมูลการพยากรณ์ของบริษัทเฉลี่ยออกมาว่าในแต่ละปีได้ยอดขายจากลูกค้าต่อราย และหากเพิ่มฐานลูกค้าจะได้เพิ่มเท่าไหร่ ซึ่งหลังการปรับปรุงเบื้องต้นพบว่าประสิทธิภาพการบริหารการตลาด พบว่าช่องว่างลดลงจาก 30% ลดลงเหลือ 25%

V.II อภิปรายผลการวิจัย

อย่างไรก็ตามในการจัดทำแผน Operations Improvement Strategy Plan ตามข้อมูลตารางที่ II จะเป็นแผนการปรับปรุงและพัฒนาองค์กรในระยะสั้น หรือ Improvement Plan ตามแนวทางการประเมินโดยใช้ The Important-Performance Matrix เพื่อเป็นแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพประสิทธิผล และผลิตภาพขององค์กรโดยเฉพาะด้านระบบการผลิตของธุรกิจประเภทอุตสาหกรรมสนับสนุน ออกแบบและผลิต Jig & Figure ทั้งนี้ในระยะการพัฒนาองค์กร ระยะกลางและยาวองค์กรกรณีศึกษานี้ ยังสามารถศึกษาการวินิจฉัยและจัดทำระบบการประเมินรายด้านอื่นๆ เพื่อให้การวินิจฉัยเชิงลึกครอบคลุมในการวินิจฉัยอีก 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการบริหารจัดการ ด้านการตลาดและการขาย ด้านการบริหารทรัพยากรและทรัพยากรมนุษย์ ด้านการเงินและบัญชี เพื่อให้แนวทางการพัฒนาองค์กร (Business Development Plan) มีความครบถ้วนสมบูรณ์และได้ประสิทธิภาพในการดำเนินงานทั้งระบบอย่างยั่งยืน ซึ่งจะได้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยเชิงลึกต่อไป และสามารถนำมาศึกษาวางแนวทางการพัฒนาและยกระดับ Operations Performance ของอุตสาหกรรมสนับสนุนประเภทหรือลักษณะการดำเนินงานเดียวกันได้ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (2562). ภาพรวมเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมไทย ปี 2562 และแนวโน้มปี 2563. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.หน้าที่ 20.

[2] สถาบันทรัพย์สินทางปัญญาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2560). รายงานการวิเคราะห์แนวโน้มเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมอุตสาหกรรมยานยนต์ใหม่. โครงการพัฒนาผู้ประกอบการด้านทรัพย์สินทางปัญญาและนวัตกรรม. หน้าที่ 29-40

[3] Takeshi Kanazawa. (2009). คู่มือการวินิจฉัยสถานประกอบการ (Factory Diagnose Manual. แปลโดย รังสรรค์ เลิศในสัตย์. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

[4] Nigel Slack & Michael Lewis. (2020). Operations Strategy. Sixth edition. United Kingdom: Pearson. pp.235-276.

[5] นันทวัน แสงนาค (2562). การวินิจฉัยองค์กรเพื่อแก้ไขปัญหาธุรกิจศูนย์บริการรถยนต์มาตรฐานกรณีศึกษา ศูนย์บริการมาสด้าแห่งหนึ่ง. วิทยานิพนธ์ บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต การจัดการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

[6] วริยา แต่สุวรรณ์. (2556). การวินิจฉัยองค์กรกับธุรกิจอะไหล่แท็รกเตอร์
กรณีศึกษา หจกในริศ ทศกิจ. สารนิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการวิสาหกิจสำหรับ
ผู้บริหาร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

[7] คงสิทธิ์ อภิวงศ์. (2555). การวินิจฉัยองค์กรเพื่อลดต้นทุนพลังงานและสร้าง
ความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม. สารนิพนธ์ บธ.ม.(การจัดการวิสาหกิจสำหรับ
ผู้บริหาร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

[8] Fred R.David & Forest R. David. (2015). Strategic Management: A
Competitive Advantage. 15th Edition. USA: Pearson.

การศึกษาความเป็นไปได้ในโครงการเพิ่มประสิทธิภาพส่วนงานวิเคราะห์โครงการเพื่อขอรับการส่งเสริมการลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมายในประเทศไทย สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)

A FEASIBILITY STUDY ON A PROJECT TO OPTIMIZE THE ANALYSIS PROJECT FOR THE PROMOTION OF INVESTMENT ON TARGET INDUSTRIES IN THAILAND CASE STUDY THE BOARD OF INVESTMENT OF THAILAND

1st ปรัชญา แสงภู่
Pradya Saengphu
คณะบริหารธุรกิจ Faculty of Business Administration
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
sa.pradya_st@tni.ac.th

2nd ปัณณทัต จอมจักร์
Pannathadh Chomchark
คณะบริหารธุรกิจ Faculty of Business Administration
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย Bangkok / Thailand
pannathadh@tni.ac.th

บทคัดย่อ **- การวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มประสิทธิภาพของวิเคราะห์โครงการเพื่อขอรับการส่งเสริมการลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมายในประเทศไทย เพื่อให้บริการแก่ผู้ประกอบการที่ต้องการขอรับการส่งเสริมการลงทุนเพื่อดำเนินธุรกิจที่จัดอยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย ซึ่งเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมที่ได้รับความนิยมและมีปริมาณผู้ประกอบการที่เข้ามาขอรับการส่งเสริมการลงทุนมากที่สุด โดยการวิเคราะห์จากข้อมูลโดยจะเสนอแนะจากผลวิเคราะห์ที่ได้ เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มจำนวนเจ้าหน้าที่ เพิ่มงบประมาณ ในส่วนของการวิเคราะห์โครงการและการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยอย่างเต็มที่เพื่อการให้บริการแก่ผู้ขอรับการส่งเสริมการลงทุนได้มากขึ้น หรือศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขสิทธิประโยชน์ต่าง ๆ ในการให้การส่งเสริมกับอุตสาหกรรมที่มีปริมาณผู้ขอส่งเสริมการลงทุนเป็นจำนวนมากในช่วงเวลาของการศึกษาของผู้วิจัย ซึ่งจะทำให้สามารถดำเนินการให้บริการแก่ผู้มาใช้บริการที่เข้ามาของการขอการส่งเสริมการลงทุนในประเทศไทยได้มากขึ้น โดยทำการศึกษาและประเมินความต้องการจากปริมาณผู้ขอรับการส่งเสริมการลงทุนที่เข้ามาขอรับบริการจากเจ้าหน้าที่ในแต่ละกลุ่มประเภทของอุตสาหกรรม การเข้ามาใช้บริการการส่งเสริมการลงทุนกับทางสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน โดยเป็นการวิเคราะห์เพื่อเสนอแนะให้กับสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนนำไปพิจารณาปรับปรุงแก้ไข พัฒนาส่วนงานการวิเคราะห์โครงการให้มีการอนุมัติโครงการได้รวดเร็วยิ่งขึ้น**

คำสำคัญ- การเพิ่มประสิทธิภาพ, การวิเคราะห์โครงการ, การส่งเสริมการลงทุน, อุตสาหกรรมเป้าหมาย

Abstract **- This research aims to study the possibility of enhancing the effectiveness of project analysis to obtain investment promotion in the target industry in Thailand. To provide services to entrepreneurs who want to be promoted to conduct business in the target industry. This is a popular industry group and has the highest volume of entrepreneurs to get the most investment promotion. The analysis from the data is suggested by the analytical results. It is a feasibility study to increase the number of staff Increase budget in project analysis and the introduction of technology in order to obtain services for the buyer, to further enhance investment, or study the possibility to modify the various benefits of the transmission. In the industry, the demand for investment boosting is very important at the time of the study of the researchers, which will allow the service to further serve the incoming service of further Thailand investment. By doing a study and evaluating the demand from the volume, the recipient of the promoted investment to obtain the service from the officers in each type of industry. The use of the service to promote investment with the Office of the Board of Investment is an analysis to suggest the Board of Investment Committee to consider improving the revised Develop project analysis segment for quicker project approval.**

Keywords – Optimization, Project Analysis, Investment Promotion, Target Industry

I.บทนำ

ในปัจจุบันหน่วยงานการให้ส่งเสริมการลงทุน (BOI) เป็นหน่วยงานที่คอยดึงดูดการลงทุนต่างชาติให้เข้ามาทำการลงทุนในประเทศในอุตสาหกรรมต่าง ๆในประเทสเพื่อคอยช่วยให้เศรษฐกิจของประเทศโตขึ้น โดยทางหน่วยงานจะคอยช่วยส่งเสริมการลงทุนในเรื่องการลดภาระทางภาษี เช่น ภาษีรายได้นิติบุคคล ภาษีการนำเข้าเครื่องจักร และภาษีการนำเข้าส่งออกวัตถุดิบ เป็นต้น จากการศึกษาในหน่วยงาน พบปัญหาในเรื่องของการทำงานในขั้นตอนการทำงานที่เกิดความล่าช้าในขั้นตอนการชี้แจงโครงการและการวิเคราะห์โครงการของเจ้าหน้าที่ และเกิดงานที่ค้างอยู่จากงานเก่า เนื่องจากในขั้นตอนนี้จะต้องมีการชี้แจงโครงการกับทางบริษัทที่เข้ามาขอการส่งเสริมหรือจากการที่บริษัทให้ข้อมูลที่ต้องการไม่ครบข้อมูลไม่ถูกต้องมีความผิดปกติหรืออาจเกิดจากที่ทางบริษัทไม่ส่งเอกสารที่ทางเจ้าหน้าต้องการมาให้ได้ทำให้โครงการนั้นไม่สามารถอนุมัติ

ไปสู่ขั้นตอนต่อไปได้ จึงเล็งเห็นจุดที่ควรศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มจำนวนเจ้าหน้าที่ เพิ่มงบประมาณลงมาในส่วนของการวิเคราะห์โครงการนี้ และการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยให้ได้ประสิทธิภาพมากขึ้น หรือการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขในการให้การส่งเสริมกับอุตสาหกรรมที่มีความนิยมในช่วงเวลาของการสหกิจศึกษาของผู้วิจัยที่จะทำให้เพิ่มการเข้ามาของการขอการส่งเสริมในประเทศได้มากขึ้น

II. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

II.I แนวคิดการศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility)

คือกระบวนการรวบรวมข้อมูลรอบด้านและนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์เพื่อประกอบการตัดสินใจก่อนการลงทุนหรือเริ่มต้นธุรกิจใหม่ การศึกษาความเป็นไปได้มักจะจัดทำขึ้นสำหรับการลงทุนในโครงการใหญ่ ๆโดยเฉพาะโครงการอสังหาริมทรัพย์ เช่นโครงการสร้างคอนโดมิเนียม โรงแรม หมู่บ้านจัดสรร นอกจากโครงการอสังหาริมทรัพย์แล้วธุรกิจที่ต้องใช้เงินลงทุนจำนวนมากก็ต้องจัดทำด้วย เช่นธุรกิจขุดเจาะน้ำมัน สร้างโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ โรงงานผลิตไฟฟ้าและพลังงาน ซึ่งโครงการระดับใหญ่ ๆเหล่านี้มักต้องมีการป้องกันความเสี่ยง การจัดทำการศึกษาความเป็นไปได้ก็เพื่อลดความเสี่ยงนั่นเอง เพราะการลงทุนมีความเสี่ยงทั้งสิ้นผู้ประกอบการใหม่ที่จะเริ่มธุรกิจควรมีการศึกษาความเป็นไปได้ก่อนการลงทุนทุกครั้งเพราะนอกจากช่วยลดความเสี่ยงแล้วยังเป็นการวางแผนงานไปด้วย

การวางแผนและศึกษาความเป็นไปได้ของธุรกิจมีขั้นตอนง่าย ๆดังนี้

1. การคิดริเริ่มธุรกิจใหม่หรือลงทุนในการขยายธุรกิจให้ใหญ่ขึ้น
2. การเสาะหาโอกาสในการเริ่มธุรกิจใหม่หรือลงทุนใหม่
3. การศึกษาความเป็นไปได้ของธุรกิจ
4. การศึกษาความเป็นไปได้ด้วยการจัดทำประมาณการทางการเงินเพื่อตัดสินใจลงทุน

เมื่อผู้ประกอบการมีแนวคิดในการลงทุนในธุรกิจใหม่ ควรจะต้องเริ่มหาข้อมูลเพื่อให้ทราบว่าธุรกิจที่จะลงทุนนั้นมีโอกาสมากน้อยเพียงใด ด้วยการสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลที่สามารถหาได้ที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจที่สนใจ ยกตัวอย่างผู้ประกอบการรายหนึ่งได้มีแนวคิดอยากเริ่มธุรกิจใหม่เพื่อมาทดแทนธุรกิจเดิมที่เริ่มมีกำไรน้อยลง จึงได้ลองค้นหาข้อมูลต่าง ๆในการลงทุนธุรกิจใหม่ในปัจจุบันที่มีความนิยม และสอบถามหน่วยงานต่าง ๆ ผู้ประกอบการรายนี้จึงตัดสินใจลงทุนทำธุรกิจประเภทอุตสาหกรรมอาหารแปรรูปเพราะ เนื่องจากขายได้ทั้งในประเทศและยังสามารถส่งออกไปต่างประเทศได้ด้วย อุตสาหกรรมอาหารในปัจจุบันถือว่าเป็นปัจจัยสี่ที่มนุษย์ขาดไม่ได้ ซึ่งในช่วงปี 2555-2558 มีคนจีนเข้ามาในประเทศไทยเป็นจำนวนมากและคนจีนก็ชอบทานทุเรียนไทยมากเช่นกัน ผู้ประกอบการรายนี้จึงได้เริ่มศึกษาหาข้อมูลอีกครั้งในอุตสาหกรรมทุเรียนแปรรูป และตัดสินใจลงทุนในอุตสาหกรรมนี้ซึ่งใช้เวลานานในการศึกษาหาข้อมูลในทุกด้านของอุตสาหกรรม ดังนั้นผู้ประกอบการที่จะเริ่มต้นธุรกิจใหม่ควรหาโอกาสทางธุรกิจก่อนด้วยการจัดทำการศึกษาความเป็นไปได้เพื่อไม่ต้องหาข้อมูลหลายครั้งในการทำธุรกิจ

การศึกษาความเป็นไปได้จะต้องศึกษาให้ครบทั้ง 5 ด้านก่อน การตัดสินใจสุดท้ายที่มาจัดทำ Financial feasibility study (การศึกษาความเป็นไปได้จากการประมาณการทางการเงิน)

1. ด้านเทคนิค เราควรศึกษาในเรื่องเหล่านี้
   - สินค้าที่ผลิตออกมามีความแปลกใหม่หรือมีนวัตกรรมหรือไม่ มีคุณภาพ มีความอร่อยและเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่ สะอาดปลอดภัยหรือไม่
   - กระบวนการผลิตเป็นอย่างไรบ้างต้องมีเครื่องจักร เครื่องมือ ผังงาน ปริมาณการผลิตวันละเท่าไหร่ เทคนิคในการผลิตมีไหม มีทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมกับการจัดหาวัตถุดิบหรือไม่ ระบบน้ำและระบบไฟฟ้าเป็นอย่างไร
   - ระเบียบ กฎเกณฑ์และข้อบังคับเรื่องผลิตภัณฑ์และโรงงานมีมากเพียงใด จำเป็นต้องขอมาตรฐานการผลิตอะไรบ้าง

2. ด้านตลาด เราควรศึกษาในเรื่องเหล่านี้
   - ศึกษาเรื่องศักยภาพของผลิตภัณฑ์ของเราในตลาดว่ามีกลุ่มลูกค้าเป้าหมายหรือไม่ มีพฤติกรรมการซื้ออย่างไร ช่องว่างทางตลาดกว้างหรือไม่ ช่องทางการจำหน่ายเป็นอย่างไร
   - จัดทำการวิจัยและสำรวจตลาดของผลิตภัณฑ์เพื่อดูความเป็นไปได้ทางการตลาดด้วย

3. ด้านการเงิน เราควรศึกษาในเรื่องเหล่านี้
   - จำนวนเงินที่ต้องลงทุนทั้งในทรัพย์สินถาวรและทรัพย์สินหมุนเวียน
   - การจัดหาแหล่งเงินทุนและต้นทุนทางการเงิน
   - การจัดทำประมาณการรายได้และค่าใช้จ่าย
   - การจัดทำประมาณการกระแสเงินสดเพื่อใช้ในการตัดสินใจทางการเงิน

4. ด้านการบริหารจัดการ เราควรศึกษาเรื่องความสามารถทั้งขององค์กรและผู้บริหารว่ามีศักยภาพด้านการบริหารจัดการมากน้อยเพียงใด รวมทั้งการบริหารงานด้านบุคลากรด้วย

5. ด้านการแข่งขัน เราควรศึกษาว่าธุรกิจของเราจะมีศักยภาพในการแข่งขันกับคู่แข่งขันรายเดิมในตลาดหรือไม่และแข่งขันกับคู่แข่งรายใหม่ๆที่จะเข้ามาตลาดได้ไหม หากผู้ประกอบการที่จะเริ่มธุรกิจใหม่ หรือจะสร้างโรงงานใหม่เพื่อขยายการผลิตได้มีการศึกษาความเป็นไปได้ของธุรกิจเรียบร้อยแล้วตามขั้นตอนที่กล่าวมาแล้ว ก็ทำให้ธุรกิจได้ลดความเสี่ยงในการดำเนินธุรกิจแล้วและยังมองเห็นจุดอ่อนที่ต้องแก้ไขได้อีก ซึ่งทำให้ผู้ประกอบการสามารถได้ข้อมูลเพิ่มเติมในขณะที่กำลังหาข้อมูลต่าง ๆเพื่อไปใช้ในการศึกษาความเป็นไปได้นั้นเอง การศึกษาความเป็นไปได้จะทำให้เราพอจะทราบได้ว่าธุรกิจที่จะทำน่าลงทุนหรือไม่ และทำให้เราทราบไปด้วยว่ามีการแข่งขันในตลาดมากเพียงใด บางครั้งเราอาจไม่ต้องศึกษาไปถึงขั้นของ การจัดทำประมาณการทางการเงิน เราก็พอทราบแล้วธุรกิจนี้น่าลงทุนถ้าเงินลงทุนนั้นไม่สูงมากนักเนื่องจากเงินลงทุนจำนวนน้อยความเสี่ยงก็น้อยตามไปด้วย

II.II แนวคิดการวิเคราะห์ต้นทุนและการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ

การตัดสินใจที่จะเลือกโครงการใดโครงการหนึ่งเพื่อการลงทุน ขึ้นอยู่กับค่าของโครงการนั้น ๆ ความคุ้มค่าของโครงการวัดได้จากการเปรียบเทียบกันระหว่างผลประโยชน์หรือผลตอบแทน กับ ต้นทุนของโครงการ ทั้งในรูปของการวิเคราะห์โครงการเพื่อพิจารณาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ทั้งทางด้านการเงินและทางด้านเศรษฐศาสตร์ แต่ประเด็นที่น่าสนใจอยู่ที่ว่าจะนับหรือวัดผลประโยชน์และ ต้นทุนของโครงการเหล่านั้นได้อย่างไร [1]

ต้นทุน (Cost) หมายถึง รายจ่ายที่เกิดขึ้นหรือคาดว่าจะเกิดขึ้นและทำให้ธุรกิจได้รับประโยชน์หรือผลตอบแทนในรูปของทรัพย์สินหรือการบริการ ต้นทุนที เกิดขึ้นของธุรกิจ

พฤติกรรมของต้นทุน (Cost Behavior) หมายถึง การที ต้นทุนจะมีปฏิกิริยาหรือตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในระดับกิจกรรมการดำเนินงานของธุรกิจอย่างไร เช่น ระดับกิจกรรมที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงอาจจะทำให้ต้นทุนเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในทิศทางเดียวกันหรืออาจไม่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นต้น ต้นทุนจะจำแนกออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ (1) ต้นทุน

คงที่ (Fixed Cost) หมายถึง ต้นทุนต่าง ๆ ที่ มีต้นทุนรวมคงที่ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตาม ระดับกิจกรรมต่าง ๆที่มีการเปลี่ยนแปลงไปภายในช่วงที่มีความหมาย (Relevant Range) โดยระดับ กิจกรรม (Level of Activity) นั้นสามารถพิจารณาได้หลายลักษณะ เช่น หน่วยสินค้าที่ขายหน่วยสินค้าที่ผลิต รยางค์การวิ่งของรถ หรือจำนวนชั่วโมงแรงงาน เป็นต้น ต้นทุนคงที่รวมจะไม่ได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงระดับกิจกรรมที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงไปจากเดิมนั่นคือ ต้นทุนที่ยังมีค่าคงที่เช่น ค่าเช่า ค่าเสื่อมราคา (คิดตามวิธีเส้นตรง) ค่าเบี้ยประกันภัย และค่าภาษีทรัพย์สิน เป็นต้น (2) ต้นทุนผันแปร (Variable Cost) หมายถึง ต้นทุนต่าง ๆที่มีต้นทุนรวมคงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ไปในทิศทางเดียวกันกับการเปลี่ยนแปลงของระดับกิจกรรม เช่น วัตถุดิบทางตรง จะเห็นได้ว่าต้นทุนของวัตถุดิบทางตรงที่ใช้ในการผลิตในงวดระยะเวลาหนึ่ง ๆจะมีการเปลี่ยนแปลงไปเมื่อคิดต้นทุนผันแปรรวม กล่าวคือ ถ้าผลิตสินค้าจำนวนมากขึ้นเท่าไหร่ ต้นทุนแปรผันรวมจะผันแปรเป็นสัดส่วนโดยตรง คือ เพิ่มขึ้นตามจำนวนสินค้าที่ผลิต ถ้าผลิตสินค้าลดลงต้นทุนผันแปรรวมจะลดลงไปด้วย แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าพิจารณาที่ต้นทุนผันแปรต่อหน่วยหรือต่อระดับกิจกรรมแล้ว จะพบว่าต้นทุนผันแปรต่อหน่วยนั้นจะมีค่าคงที่เท่ากันทุก ๆหน่วยที่เกิดขึ้นภายในช่วงที่มีความหมาย นอกจากวัตถุดิบทางตรงแล้ว ค่าแรงทางตรงและค่านายหน้าพนักงานขายก็มีลักษณะเป็นต้นทุนผันแปรเช่นเดียวกัน (3) ต้นทุนผสม (Mixed Cost) หมายถึง ต้นทุนต่าง ๆที่มีทั้งต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรรวมอยู่ด้วยกัน เช่น ค่าโทรศัพท์ ค่าไฟ และค่าน้ำ เป็นต้น ในส่วนของต้นทุนคงที่นั้น เป็นต้นทุนขั้นตอนที่เกิดขึ้นแม้จะไม่มีระดับกิจกรรมเกิดขึ้นก็ตาม และส่วนของต้นทุนผันแปรจะผันแปรไปตามระดับกิจกรรมที่เปลี่ยนไปนอกจากนี้เรายังสามารถแบ่งต้นทุนการผลิตออกเป็น ต้นทุนทางบัญชีและต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งทั้ง 2 ประเภทมีความแตกต่างกันดังนี้

3.1 ต้นทุนทางบัญชี หมายถึง ต้นทุนที่จ่ายออกไปจริง ๆ และสามารถบันทึกลงบัญชีไว้นันคือ ต้นทุนที่เห็นได้ชัดนั่นเอง

3.2 ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ หมายถึง ต้นทุนทุกอย่างที่ใช้ในการผลิตไม่ว่าจะจ่ายออกไปจริงหรือไม่ก็ตาม นันคือ ผลรวมของต้นทุนในทางบัญชีกับต้นทุนค่าเสียโอกาส ด้วยเหตุนี้ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์จึงสูงกว่าต้นทุนทางบัญชี เพราะมีการรวมต้นทุนโดยปริยาย หรือต้นทุนค่าเสียโอกาสด้วย

ต้นทุนค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost) คือ มูลค่าของผลตอบแทนจากกิจกรรมที่สูญเสียโอกาสไปในการเลือกกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง (1) ต้นทุนค่าเสียโอกาสเป็นต้นทุนที่ถูกอ้างถึงในวิชาเศรษฐศาสตร์เพราะบ่งบอกถึงการเลือกที่เป็นที่ต้องการทั้งหมดแต่ไม่สามารถเลือกพร้อมกันได้ และเป็นแนวคิดที่สำคัญในการที่จะใช้ทรัพยากรที่มีจำกัดให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด (2) ต้นทุนค่าเสียโอกาสไม่ได้หมายถึง มูลค่ารวมแต่หมายถึงเฉพาะมูลค่าที่ให้ผลตอบแทนที่ดีที่สุดในบรรดาตัวเลือกอื่นที่เสียโอกาสไปเท่านั้น การคำนึงถึงต้นทุนค่าเสียโอกาสเป็นความแตกต่างที่สำคัญที่สุดของต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์และต้นทุนทางบัญชี ต้นทุนค่าเสียโอกาสนับว่าเป็นต้นทุนที่แท้จริงในการทำกิจกรรมใด ๆก็ตาม เพราะทำให้เห็นถึงโอกาสซึ่งเป็นต้นทุนที่ถูกซ่อนอยู่ (และไม่สามารถมองเห็นหากคำนวณทางบัญชี)

II.III หลักการวิเคราะห์อุตสาหกรรม (Industry Analysis)

เป็นการวิเคราะห์ภาวะอุตสาหกรรมของบริษัทที่สนใจลงทุน ว่ามีลักษณะและแนวโน้มที่ดีหรือไม่ โดยใช้หลักการพิจารณาจากอัตราการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรม (Growth) ช่วงวงจรชีวิตของอุตสาหกรรม (Industry Life Cycle) [2]

การปฏิวัติอุตสาหกรรมมาอย่างต่อเนื่อง แนวคิดของการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) ใช้ในการบริหาร งานทางธุรกิจ หรือเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตัดสินใจ เป็นพัฒนาต่อเนื่องจากวิธีวิจัยปฏิบัติการ (Operation Research) ซึ่งเป็นแนวคิดในการประเทศอังกฤษและอเมริกาในช่วงสงครามโลก ครั้งที่ 2 ที่มีการประสานการปฏิบัติงานในทางทหาร ซึ่งเป็นผลสำเร็จเป็น อย่างดี และต่อมาได้มีการประยุกต์ใช้ในวงการอุตสาหกรรมและธุรกิจ การวิเคราะห์อุตสาหกรรมของ IC&M จะทำการวิเคราะห์โครงสร้างของอุตสาหกรรมด้วยระเบียบวิธีทางการวิจัย โดยมุ่งเน้นเรื่องการทำความเข้าใจในความต้องการขององค์กรเครื่องมือนี้ประกอบด้วย 1 การวิเคราะห์โครงสร้างของอุตสาหกรรม ได้แก่การวิเคราะห์ว่าอุตสาหกรรมนั้นมีโครงสร้างแบบผูกขาด กึ่งผูกขาด หรือแข่งขันอย่างสมบูรณ์ ลักษณะโครงสร้างของอุตสาหกรรมจะมีความสำคัญในการวิเคราะห์โครงสร้างราคาและความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อราคาของสินค้า 2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุปสงค์และอุปทาน อุปสงค์และอุปทานจะมีผลกระทบต่อราคาดุลยภาพของอุตสาหกรรมนั้น ๆ และมีผลกระทบต่อความสามารถในการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพในระดับราคาที่น่าพอใจ 3 การวิเคราะห์ตัวแปรทางด้านต้นทุน โดยทั่วไปต้นทุนของสินค้าได้รับผลกระทบจากปัจจัยหลายประการ อาทิ วัตถุดิบที่มีอยู่ ค่าแรง เป็นต้น 4 การวิเคราะห์กฎระเบียบข้อบังคับของรัฐบาล ผู้วิเคราะห์จำเป็นต้องพิจารณากฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมนั้น ๆ เพื่อให้ทราบบรรทัดฐานที่รัฐบาลกำหนดไว้ การเปลี่ยนแปลงหรือการออกกฎหมายใหม่อาจทำให้อุตสาหกรรมบางประเภทสูญเสียสภาพการแข่งขันที่เปลี่ยนแปลงได้

องค์ประกอบของ Industry Analysis

- การวิเคราะห์โครงสร้างของอุตสาหกรรม ได้แก่ การวิเคราะห์ว่าอุตสาหกรรมนั้นมีโครงสร้างแบบผูกขาด กึ่งผูกขาด หรือแข่งขันอย่างสมบูรณ์ ลักษณะโครงสร้างของอุตสาหกรรมจะมีความสำคัญในการวิเคราะห์โครงสร้างราคาและความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อราคาของสินค้า
- การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุปสงค์และอุปทาน อุปสงค์และอุปทานจะมีผลกระทบต่อราคาดุลยภาพของอุตสาหกรรมนั้น ๆ และมีผลกระทบต่อความสามารถในการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพในระดับราคาที่น่าพอใจ
- การวิเคราะห์ตัวแปรทางด้านต้นทุน โดยทั่วไปต้นทุนของสินค้าได้รับผลกระทบจากปัจจัยหลายประการ อาทิ วัตถุดิบที่มีอยู่ ค่าแรง เป็นต้น
- การวิเคราะห์กฎระเบียบข้อบังคับของรัฐบาล ผู้วิเคราะห์จำเป็นต้องพิจารณากฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมนั้น ๆ เพื่อให้ทราบบรรทัดฐานที่รัฐบาลกำหนดไว้ การเปลี่ยนแปลงหรือการออกกฎหมายใหม่อาจทำให้อุตสาหกรรมบางประเภทสูญเสียสภาพการแข่งขันที่เปลี่ยนแปลงได้

เครื่องมือใช้เพื่ออะไร เป็นการวิเคราะห์ภาวะ อุตสาหกรรมของบริษัทที่สนใจลงทุน ว่ามีลักษณะและแนวโน้มที่ดีหรือไม่ โดยใช้หลักการพิจารณาจากอัตราการเจริญเติบโตของ

อุตสาหกรรม (Growth) ช่วงวงจรชีวิตของอุตสาหกรรม (Industry Life Cycle) ภาวะการแข่งขันในอุตสาหกรรม (Competition) และสามารถนำมาพิจารณาศักยภาพในการทำกำไรในระยะยาวได้ เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจลงทุนต่อไป

ข้อดีและข้อเสีย ข้อดี : ในการวิเคราะห์ภาวะการแข่งขันเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ผู้ลงทุนจะวิเคราะห์อุตสาหกรรม เพื่อพิจารณาว่าแต่ละอุตสาหกรรมนั้นมีความแข็งแกร่งทางด้านการแข่งขันเพียงใด และสามารถนำมาพิจารณาศักยภาพในการทำกำไรในระยะยาวได้ เพื่อใช้ประกอบการ

ตัดสินใจลงทุนต่อไป ข้อเสีย : ข้อมูลการในการวิเคราะห์อุตสาหกรรมของคู่แข่งใหม่และสินค้าทดแทนไม่มีหรือมีไม่ครบถ้วน ก็อาจทำให้บริษัทเกิดความเสี่ยง อำนาจการต่อรองของผู้ซื้อ หรืออำนาจการต่อรองของบริษัทผู้ขายวัตถุดิบ ก็อาจส่งผลทำให้ยากต่อการขายสินค้าและทำให้ การทำธุรกิจเป็นไปด้วยความยากลำบาก เพราะราคาต้นทุนสินค้าสูงขึ้น ส่งผลให้กำไรที่ได้ลดต่ำลง

Industry Analysis การวิเคราะห์อุตสาหกรรมอาจจะใช้เครื่องมือ Five Forces Model ของPorter กำหนดข้อวิเคราะห์การแข่งขันเพื่อเป็นการวิเคราะห์การแข่งขันในอุตสาหกรรมพิจารณาดังนี้

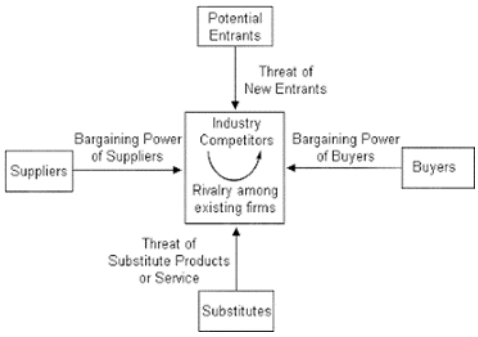
- ข้อจำกัดในการเข้าสู่อุตสาหกรรมของคู่แข่งขันใหม่ (Threat of new entrants) จะดูความยากง่ายของผู้เข้ามาใหม่ ความได้เปรียบในเรื่องขนาดและ volumeการผลิตที่สูง ความแตกต่างที่เป็นลักษณะเฉพาะ ความเชื่อถือในแบรนด์

- อำนาจต่อรองของผู้ขายวัตถุดิบ (Bargaining power of suppliers) จะดูที่อำนาจการต่อรองของผู้ค้า จำนวนมาก/น้อยราย จำนวนวัตถุดิบที่ต้องการซื้อมาก/น้อย

- อำนาจต่อรองของผู้ซื้อ (Bargaining power of buyers) ดูแรงกดดันของผู้ซื้อที่ทำให้ผู้ขายต้องลดราคาลง หรือปรับคุณภาพสินค้า/บริการให้ดีขึ้น อำนาจการต่อรองขึ้นอยู่กับผู้ซื้อหรือผู้ขาย

- ความเสี่ยงจากสินค้า/บริการทดแทน (Threat of substitute products or services) มีสินค้าหรือบริการที่สามารถทดแทนหรือไม่ ลูกค้าเปลี่ยนความต้องการไปจากความต้องการแบบเดิม ซึ่งก่อให้เกิดการแข่งขันในเรื่องของการตัดราคาหรือคุณภาพมากขึ้น

- ความรุนแรงของการแข่งขันภายในอุตสาหกรรม/คู่แข่งในอุตสาหกรรม (Rivalry among existing competitors) ดูที่จำนวนของคู่แข่งที่มีในอุตสาหกรรม อัตราการเติบโตของอุตสาหกรรม



รูปที่ I. Industry Analysis การวิเคราะห์อุตสาหกรรม

ใช้เพื่อดูสภาวะการแข่งขันในอุตสาหกรรม (Competition) และคาดการณ์เกี่ยวกับแนวโน้มของอุตสาหกรรมนั้น ๆ และใช้ในการประกอบการตัดสินใจ

II.IV งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

[3] วีระพัฒน์ ธนอมรกาญจน์ และธนารักษ์ เหล่าสุทธิ (2561) ศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินโครงการคลังสินค้าให้เช่ารูปแบบดั้งเดิม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินจากการลงทุนทำธุรกิจ คลังสินค้าให้เช่ารูปแบบดั้งเดิม เพื่อใช้ในการตัดสินใจในการลงทุนทำธุรกิจ โดยแบ่งเป็น 3 กรณี ได้แก่ กรณีมีที่ดินและมีการกู้ยืม กรณีเช่าที่ดิน และกรณีมีที่ดินและไม่ทำการกู้ยืม มีการใช้ข้อมูล 2 ส่วน คือ ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการธุรกิจและข้อมูลจากงานวิจัยและข่าวสารต่าง ๆ ทาง Internet เพื่อนำไปใช้ในการประมาณการต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการ พื้นที่ทำการศึกษาคือ บริเวณถนนเศรษฐกิจ 1 อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร สำหรับการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้าน การเงินได้นำแนวคิดการวิเคราะห์และประเมินโครงการมาใช้ในงานวิจัย โดยใช้ตัวชี้วัดความคุ้มค่า ดังต่อไปนี้ ระยะเวลาคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการและอัตรา ผลตอบแทนต่อต้นทุน ส่วนการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ ซึ่งทดสอบด้วยค่าความ แปรเปลี่ยนเพื่อรับรู้ถึงระดับความเสี่ยงของโครงการ นอกจากนี้ผู้วิจัยใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์ อัตราส่วนทางการเงิน โดยเลือกใช้อัตราผลตอบแทนจากส่วนของผู้ถือหุ้น (ROE) เป็นข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อประกอบการพิจารณาตัดสินใจในการเลือกลงทุนโครงการที่เหมาะสมที่สุด

[4] ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ (2542) ศึกษาการวางแผนและการวิเคราะห์โครงการ ในการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการคือ การศึกษา และการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนและเพื่อความถูกต้องสมบูรณ์ของโครงการนั้น ๆ โดย ผลลัพธ์ที่ได้นำมาซึ่งโครงการที่ดีแนวความคิดการวิเคราะห์และประเมินโครงการ มีการศึกษาความ เป็นไปได้ของโครงการประกอบไปด้วย 7 ด้าน ได้แก่การตลาด เทคนิค สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจสังคม สถาบันและการเงิน ในการศึกษาครั้งนี้มีขอบเขตการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินเพียงด้านเดียว เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์การลงทุนเพื่อที่จะวางแผนแนวทางด้านการเงิน และการได้รับผลตอบแทนที่เหมาะสมสำหรับโครงการที่เลือกลงทุน

[5] กู้เกียรติ เกริกฤทธิ์วณิช (2556) ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนโครงการให้บริการคลังสินค้าของ บริษัท เอ็ม พี โอ เอเชีย จำกัด ตำบลแสนภูดาษ อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) ศึกษาสภาพทั่วไปเกี่ยวกับธุรกิจการให้บริการคลังสินค้า 2) ศึกษาความเป็นไปได้ทางการตลาดและทางด้านเทคนิค ในการลงทุนโครงการให้บริการคลังสินค้า 3) ศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงินและความเสี่ยงในการลงทุนโครงการให้บริการคลังสินค้า และ 4) จัดทำแผนธุรกิจในการลงทุนโครงการให้บริการคลังสินค้า จากงานวิจัยนี้สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในเรื่องข้อมูลด้านต้นทุนสำหรับการจัดบริการสิ่งอำนวยความสะดวกด้านสาธารณูปโภคต่าง ๆ ซึ่งมีการใช้เงินลงทุนและมีต้นทุนค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ดังนั้นผู้วิจัยจะพิจารณาเลือกรายการที่จำเป็นเพื่อควบคุมไม่ให้มีต้นทุนค่าใช้จ่ายที่สูงจนเกินไป ที่มีผลต่อการลดลงของมูลค่าปัจจุบันสุทธิและผลตอบแทนต่อทุน หรือระยะเวลาคืนทุนไม่นานจนเกินไป เพื่อสร้างโอกาสความเป็นไปได้ของโครงการให้มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน

[6] วีระ แสงฮวด (2551) การศึกษาความเป็นไปได้ในโครงการการลงทุนเปิดโรงกลึงกรณีศึกษา : หจก เชทเท็คซ์ แมชชินเนอร์รี่ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการการเปิดโรงกลึง ที่มีการผลิตจิ๊กและฟิ๊กเจอร์และงานสั่งทำตามแบบ ซึ่งจะประกอบด้วยการศึกษาความเป็นไปได้ ทางด้านการตลาด ทางด้านวิศวกรรม ทางด้านการบริหารและทางด้านการเงิน โดยดัชนีชี้วัดผล ความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน คือ มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value) ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) อัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal rate of Return) ซึ่งผลการศึกษาพบว่าระยะเวลาคืนทุนใช้เวลา 1ปี 10 เดือน มูลค่าเทียบปัจจุบันสุทธิ เท่ากับ 2,422,270.24 บาท อัตราผลตอบแทนของโครงการ มีค่าเป็น 25.38 % สรุปได้ว่าโครงการการศึกษา ความเป็นไปได้ในการเปิดโรงกลึงเป็นธุรกิจที่มีความเหมาะสมในการลงทุนสูง เมื่อเทียบกับอัตรา ดอกเบี้ยในปัจจุบัน

[7] สุชาดา ใยเทศ (2555) วิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุนประกอบธุรกิจอพาร์ทเม้นท์ในเขตอำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี โดยมี

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนประกอบธุรกิจอพาร์ทเม้นท์ซึ่งเป็นอพาร์ทเม้นท์ให้เช่าจำนวน 8 ชั้น ชั้นละ 25 ห้องโดยเก็บรวมรวบข้อมูลจากผู้ประกอบธุรกิจอพาร์ทเม้นท์บริเวณเขตพื้นที่อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้อัตราส่วนทางการเงินซึ่งกาหนดระยะเวลาของโครงการ 15 ปี อัตราคิดลดร้อยละ 8 และคำนวณการจ่ายชำระเงินกู้ด้วยวิธีลดต้นลดดอก ผลการศึกษาพบว่าความเป็นไปได้ในการลงทุนประกอบธุรกิจอพาร์ทเม้นท์โครงการนี้มีระยะ คืนทุน 4 ปี 1 เดือน 25 วัน มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 23,732,206.11 บาท อัตราผลตอบแทนจากการ ลงทุนเท่ากับร้อยละ23.73 อัตราผลตอบแทนทางบัญชีเท่ากับร้อยละ21.83 และการวิเคราะห์ความอ่อนไหว ของโครงการ กรณีที่ 1 ต้นทุนผันแปรเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 รายได้ค่าเช่าคงที่ผลการวิเคราะห์โครงการมีระยะคืนทุน 4 ปี 3 เดือน 2 วัน มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 19,177,588.02 บาท อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน เท่ากับร้อยละ22.71 และอัตราผลตอบแทนทางบัญชีเท่ากับร้อยละ18.55 กรณีที่ 2 รายได้ค่าเช่าลดลงร้อยละ 5 ในขณะที่ต้นทุนผันแปรคงที่ ผลการวิเคราะห์โดยโครงการมีระยะคืนทุน 4 ปี 6 เดือน 29 วัน มูลค่า ปัจจุบันสุทธิ 12,696,219.27 บาท อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน เท่ากับ ร้อยละ20.29 และอัตรา ผลตอบแทนทางบัญชีเท่ากับร้อยละ14.30 กรณีที่ 3 รายได้ค่าเช่าลดลงร้อยละ 5 ในขณะที่ต้นทุนผันแปร เพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ผลการวิเคราะห์โครงการมีระยะคืนทุน 4 ปี 8 เดือน 29 วัน มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 8,141,601.19 บาท อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน เท่ากับร้อยละ17.84 และอัตราผลตอบแทนทางบัญชี เท่ากับร้อยละ11.01 สรุปได้ว่าในสถานการณ์ปกติโครงการสร้างอพาร์ทเม้นท์เหมาะสมที่จะลงทุนและในกรณีที่มี การเปลี่ยนแปลงในกรณีที่รายได้ลดลงหรือกรณีที่ต้นทุนเพิ่มขึ้นโครงการก็ยังเหมาะสมที่จะลงทุน

[8] ศศินันท์ จิระฉัตรพัฒน์ (2554) ศึกษาเรื่องการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการลงทุนในธุรกิจจัดจำหน่ายเครื่องปรับอากาศในเขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการลงทุนในธุรกิจจัดจำหน่ายเครื่องปรับอากาศในเขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร โดยใช้เกณฑ์การวัดความคุ้มค่าของโครงการเป็นเกณฑ์การตัดสินใจลงทุนว่าควรลงทุนหรือไม่ ประกอบด้วย ระยะเวลาคืนทุนคิดลดมูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายใน อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน และการวิเคราะห์ ความไว โดยการศึกษาครั้งนี้ได้สัมภาษณ์ผู้ประกอบการธุรกิจจำหน่ายเครื่องปรับอากาศในเขตมีนบุรีจำนวน 4 ผู้ประกอบการ เพื่อนำข้อมูลด้านต้นทุนและผลตอบแทนมาใช้ประมาณการต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการในการลงทุนในธุรกิจจำหน่ายเครื่องปรับอากาศ

[9] **ปวีณา ดวงสุริยเนตร (2562)** ความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนร้าน RAMA Health Shop ของ โรงพยาบาลรามาธิบดีให้เป็นร้านขายยาแผนปัจจุบัน **วัตถุประสงค์**เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการตลาดและด้านการเงินในการเพิ่มบริการทางเภสัชกรรมที่ร้าน RAMA Health Shop ซึ่งปัจจุบันเป็นร้านจำหน่ายผลิตภัณฑ์สุขภาพที่ไม่ใช่ยา เช่น เวชสำอาง อาหารทางการแพทย์ เวชภัณฑ์ทางการแพทย์ **วิธีการ:** ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามจากผู้ที่คาดว่าจะมาใช้บริการที่ร้าน RAMA Health Shop จำนวน 400 คนในเรื่องของคู่แข่งขันทางการตลาด พฤติกรรมการใช้บริการร้านยา และส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลจูงใจให้เลือกใช้บริการร้านยา การศึกษายังวิเคราะห์ข้อมูลด้านการเงินตามแนวทางการวิเคราะห์ทางธุรกิจโดยใช้ข้อมูลผลดำเนินการของร้าน **ผลการวิจัย:** สินค้าที่กลุ่มตัวอย่างเลือกซื้อในร้านยามากที่สุด คือ ยาแผนปัจจุบัน (ร้อยละ 43.86) กลุ่มยาแก้ปวดเป็นประเภทยาที่เลือกซื้อมากที่สุด (ร้อยละ 24.26) เหตุผลในการซื้อยาคือ ซื้อเพื่อรักษาอาการเจ็บป่วย (ร้อยละ 44.96) ผู้ที่มีอิทธิพลในการตัดสินใจซื้อยามากที่สุด คือ ตัวเอง (ร้อยละ 32.34) กลุ่มตัวอย่างใช้บริการขอคำปรึกษาด้านยาจากเภสัชกรมากที่สุด (ร้อยละ 39.99) กลุ่มตัวอย่างให้ความสำคัญมากที่สุดสำหรับปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดด้านบุคลากร (ค่าเฉลี่ย 4.36 จากคะแนนเต็ม 5) โครงการมีระยะเวลาคืนทุนด้วยการคิดลด 105 วัน และมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 9,658,881 บาท **สรุป:** มีความเป็นไปได้ทั้งทางด้านการตลาดและด้านการเงินในการเพิ่มบริการทางเภสัชกรรมที่ร้าน RAMA Health Shop

[10] **อาณัติชัย คำเกษ, พรพิพัฒน์ แก้วกล้า** (2562) การศึกษาความเป็นไปได้โครงการลงทุน การตั้งสถานีบริการชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการตั้งสถานีบริการชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า โดยใช้การศึกษาความเป็นได้ในด้านเทคนิคและด้านการเงิน และเพื่อวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการตั้งสถานีบริการชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า การศึกษาใช้ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) และข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) การวิเคราะห์เป็นการวิเคราะห์เชิงพรรณนาและเชิงปริมาณ ผลการศึกษาพบว่า โครงการมีความเป็นไปได้ทางเทคนิค โดยใช้เครื่องประจุยานยนต์ไฟฟ้าชนิดแขวนผนังเป็นแบบชาร์จปกติชนิดแขวนผนังจำนวน 1 ชุด สามารถดำเนินการตั้งสถานีบริการชาร์จยานยนต์ไฟฟ้าในไทยได้จริง นอกจากนี้ จากการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน โดยใช้เงินลงทุนโครงการเท่ากับ 150,000 บาท ระยะเวลาการลงทุน 10 ปี ณ ระดับอัตราคิดลดร้อยละ 8.4 สามารถคำนวณดัชนีทางการเงินได้ดังนี้ มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 89,125.64 บาท อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเท่ากับร้อยละ 15.15 ต่อปี อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการที่มีการปรับแล้วเท่ากับร้อยละ 10.44 ต่อปี อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 1.04 อัตราส่วนระหว่างผลตอบแทนสุทธิต่อการลงทุนเท่ากับ 1.59 มีระยะเวลาคืนทุนของโครงการเท่ากับ 3 ปี 6 เดือน ส่วนการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการโดยการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของการลงทุนพบว่า ผลตอบแทนของโครงการสามารถลดลงได้มากที่สุดร้อยละ 4.1 ต้นทุนเงินรวมสามารถเพิ่มขึ้นได้มากที่สุดร้อยละ 4.3 ต้นทุนการลงทุนของโครงการสามารถเพิ่มขึ้นได้มากที่สุดร้อยละ 59.42 ต้นทุนการดำเนินงานของโครงการสามารถเพิ่มขึ้นได้มากที่สุดร้อยละ 4.6 แสดงให้เห็นว่าโครงการมีความเป็นไปได้ในการลงทุนภายใต้ปัจจัยเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น

[11] วราสา ตันยาตพรชัย, พิษณุวัฒน์ ทวีวัฒน์ (2562) การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนโรงเรียนอนุบาลสองภาษาในอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สำรวจสภาพทั่วไปของธุรกิจโรงเรียนอนุบาลสองภาษาในเขตจังหวัดชลบุรี 2) ศึกษารูปแบบที่เหมาะสมของโรงเรียนอนุบาลสองภาษาที่จะลงทุนในอำเภอศรีราชา 3) วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน และทดสอบความสามารถในการรับความเปลี่ยนแปลงของโครงการลงทุน การศึกษาใช้ข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมและการสัมภาษณ์เชิงลึกและข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากเอกสารวิชาการต่าง ๆ รวมถึงการค้นคว้าทางอินเตอร์เน็ตผลการศึกษาพบว่ามีโรงเรียนอนุบาลสองภาษา 4 โรงเรียนและโรงเรียนนานาชาติระดับอนุบาลอีก 4 โรงเรียนในจังหวัดชลบุรี มีผู้เข้าเรียนรวมเพียงร้อยละ 60.44 ของนักเรียนประถมศึกษาภาคภาษาอังกฤษโครงการลงทุนใช้พื้นที่ 2 ไร่มีอาคาร 2 ชั้นจำนวน 2 อาคาร คือ อาคารบริการและอาคารเรียนผลการศึกษาด้านการเงินที่อายุโครงการ 20 ปีและต้นทุนเงินทุนถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักร้อยละ 9.77 พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 9,402,114 บาท อัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับร้อยละ11.89 อัตราผลตอบแทนภายในที่มีการปรับค่าแล้วเท่ากับร้อยละ 10.64 ดัชนีความสามารถในการทำกำไรเท่ากับ 1.17 และเมื่อทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนพบว่า ผลตอบแทนลดลงได้มากที่สุดร้อยละ 6.67 ต้นทุนในการ

ดำเนินงานต้นทุนในการลงทุนและต้นทุนรวมเพิ่มขึ้นได้ร้อยละ 12.50, 16.68 และ 7.14 ตามลำดับสรุปได้ว่าเป็นโครงการที่มีความคุ้มค่าในการลงทุนและมีความเสี่ยงต่ำ

III. วิธีการดำเนินงาน

โครงการสหกิจศึกษา เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในโครงการเพิ่มประสิทธิภาพวิเคราะห์โครงการเพื่อขอรับการส่งเสริมการลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมายในประเทศไทย ซึ่งจะอธิบายในหัวข้อต่อไปนี้

III.I ภาพรวมของกระบวนการ

โครงงานสหกิจศึกษา เรื่องการศึกษาความเป็นไปได้ในโครงการเพิ่มประสิทธิภาพส่วนงานการส่งเสริมการลงทุนในอุตสาหกรรมได้รับความนิยมในประเทศไทย ได้มีการดำเนินงานวิจัยโดยการศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์การขอการส่งเสริมการลงทุน โดยที่ผู้วิจัยได้ศึกษาที่มาของปัญหาจากการติดตามการทำงานของเจ้าหน้าที่เพื่อให้ทราบถึงเวลาการทำงานแล้วกระบวนการในการทำงานว่าเป็นอย่างไร และศึกษาการเข้ามาขอการส่งเสริงจากข้อมูลทางสถิติแล้ววิเคราะห์ คำนวณพยากรณ์การข้อมูลที่ได้รับมาเพื่อหาแนวทางการปรังปรุงเงื่อนไขต่าง ๆ ในการขอรับการส่งเสริม

III.II ขั้นตอนการดำเนินงาน

ผู้วิจัยได้มีการจัดจัดทำขั้นตอนการดำเนิน เพื่อให้โครงงานเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ขั้นตอนของดำเนินการการขอเข้ารับการส่งเสริม



รูปที่ II. ขั้นตอนของดำเนินการการขอเข้ารับการส่งเสริม

III.III การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการศึกษาการทำงานของเจ้าหน้าที่ที่ทำงานในขั้นตอนการวิเคราะห์โครงการและการชี้แจงโครงการของบริษัทที่เข้ามาชี้แจงโครงการและจากการได้ลองทำงานจริงของผู้วิจัย รวมไปถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลทางสถิติที่ทางบีโอไอได้มีการเก็บข้อมูลไว้แล้วทางผู้วิจัยได้ไปรวบรวมมา

III.IV วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนาเป็นการ สำรวจตลาดของอุตสาหกรรมที่มีความนิยมที่จะเข้ามาขอรับการสงเสริมในช่วงระยะเวลาในการดำเนินสหกิจ โดยศึกษาจากข้อมูลทางสถิติ การวิเคราะห์ ทางแนวทางการประเปลี่ยนเงื่อนไขในการทำให้เป็นการดึงดูดให้มีการเข้ามาขอรับการส่งเสริมเพิ่มมากขึ้น

IV. ผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาและขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนั้นจึงลงมือวิเคราะห์งานตามขั้นตอนการดำเนินงาน โดยอธิบายได้ดังต่อไปนี้

IV.I ขั้นตอนการดำเนินงาน

IV.I.I ศึกษาขั้นตอนการวิเคราะห์โครงการ

จากการศึกษากระบวนการทำงานของการวิเคราะห์โครงการว่ามีจำนวนงานที่เข้ามาขอรับการสงเสริมจำนวนเท่าไร และเจ้าหน้าที่ที่รับทำการวิเคราะห์ในแค่ละสายอุตสาหกรรมพอสำหรับการวิเคราะห์โครงการให้ทันต่อความต้องการที่จะเข้ามาของบริษัทหรือไม่ จนถึงเงื่อนไขในการให้การสงเสริมน่าสนใจพอที่จะให้บริษัทต่างชาติเข้ามาลงทุนในประเทศเราไหมเพราะปัจจุบันการมีอุตสาหกรรมที่ประเทศต้องการอยู่เป็นจำนวนมากที่อาจจะส่งผลทำให้เศรษฐกิจของประเทศไทยดีขึ้นจากการที่มีการลงทุนด้วยเงินลงทุนในจำนวนมาก

IV.I.II การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บข้อมูลในส่วนนี้จะดูการสถิติในการเข้ามาขอรับการสงเสริมโครงการ และจำนวนงานที่เข้ามาในหน่วยงาน ว่ามีจำนวนมากน้อยแค่ไหนและจำนวนเงินลงทุนที่เข้ามาทำการลงทุนในประเทศมีมากน้อยแค่ไหนเพื่อนำมาวิเคราะห์ว่าอุตสาหกรรมไหนที่ควรให้การสงเสริมหรือ ยังต้องเพิ่มปรับเปลี่ยนเงื่อนไขในอุตสาหกรรมนั้นๆ เพื่อเพิ่มความน่าสนใจในการเข้ามาลงทุนในประเทศ



รูปที่ III. ข้อมูลจำนวนงาน

ตารางที่ I. ตารางแสดงจำนวนงานที่เข้ามาใน กทม.3

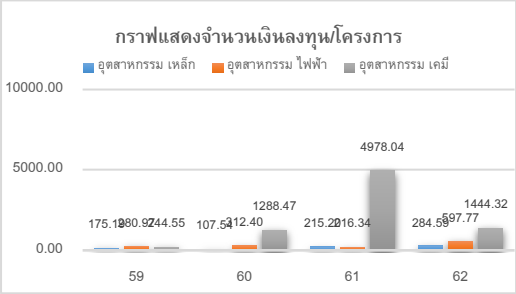
ปี	2559				รวม	2560				รวม
ไตรมาส	1	2	3	4		1	2	3	4	
จำนวนงานของกทบ.3	48	102	85	62	297	61	77	92	129	359
อุตสาหกรรมเหล็ก	20	30	19	24	93	19	40	30	47	136
อุตสาหกรรมไฟฟ้า	8	39	49	17	113	27	19	32	43	121
อุตสาหกรรมเคมี	20	33	17	21	91	12	18	30	39	99

ตารางที่ II. ตารางแสดงจำนวนงานที่เข้ามาใน กทม.3

ปี	2561				รวม	2562				รวม
ไตรมาส	1	2	3	4		1	2	3	4	
จำนวนงานของ กทบ.3	97	101	123	139	460	125	106	149	139	519
อุตสาหกรรมเหล็ก	26	32	42	34	134	35	30	39	39	143
อุตสาหกรรมไฟฟ้า	50	43	52	79	224	64	46	85	74	269
อุตสาหกรรมเคมี	21	26	29	26	102	26	20	25	26	97

ตารางที่ III. ตารางแสดงจำนวนเงินลงทุนของแต่ละอุตสาหกรรม

อุตสาหกรรม	เงินลงทุน (ล้านบาท)			
	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2561	ปี 2562
โลหะมูลฐาน และ เหล็ก	16,293	14,626	28,837	40,697
ผลิตพลังงานไฟฟ้า หรือ พลังงานไฟฟ้า	31,750	37,800	48,460	160,800
ปิโตรเคมีและ เคมีภัณฑ์	22,254	127,559	507,760	40,099



รูปที่ IV กราฟจำนวนเงินลงทุนเฉลี่ยต่อโครงการ

IV.II ผลการวิเคราะห์ของ กทบ.3

จากการวิเคราะห์ของข้อมูลสถิติของงานที่เข้ามา และอุตสาหกรรมประเภทไหนที่มีการเข้ามาขอรับการสงเสริมเป็นจำนวนมาก และอุตสาหกรรมไหนมีมูลค่ามากในการลงทุนที่จะเข้ามาในประเทศ และควรออกมาตรการ เงื่อนไขต่างๆขึ้นมาใหม่เพื่อให้ความสนใจต่ออุตสาหกรรมที่มีความนิยมหรือที่เรียกกันว่าอุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศในแต่ละช่วงเวลา เพื่อให้ลูกค้าหรือนักธุรกิจเข้ามาทำการลงทุนในประเทศไทย จะเห็นได้ว่าการเข้ามาขอรับการส่งเสริมใน กทบ.3 มีเป็นจำนวนมาก และเพิ่มขึ้นทุกปีจากข้อมูลสถิติงานที่เข้ามาขอรับการส่งเสริม และยังเห็นได้ว่าจำนวนงานในสายของอุตสาหกรรมปิโตรเคมีมีจำนวนงานที่เข้ามาน้อยที่สุดใน กทบ.3 แต่พอไปดูในส่วนของจำนวนเงินที่จะเข้ามาทำการลงทุนในประเทศก็จะเห็นได้ว่าในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีนั้นมีจำนวนเงินลงทุนที่มากที่สุด ซึ่งในส่วนนี้เองทำให้อุสาหกรรมปิโตรเคมีมีความน่าสนใจในการให้การสงเสริมในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี จึงได้ทำการวิเคราะห์เพื่อให้มีการสงเสริมในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีนี้เพิ่มมากขึ้น [12]

IV.III สภาพตลาดของอตุสาหกรรมปิโตรเคมี

จากการศึกษาสภาพตลาดของอุตสาหกรรม ปิโตรเคมีพบว่าความต้องการในตลาดยังคงมีอยู่ และยังมีแนวโน้มที่จะยังคงโตขึ้นอยู่ จากการคาดการณ์ของผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี เริ่มตั้งแต่

- เอทิลีน (Ethylene) ที่มีกำลังการผลิตอยู่ที่ประมาณ 160 ล้านตันต่อปี ซึ่งเอทิลีนถูกนำไปใช้เพื่อผลิตโพลีเอทิลีน (Polyethylene: PE) ซึ่งเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ นอกจากนี้เอทิลีนยังถูกใช้เพื่อผลิต Ethylene Oxide, Ethylene Dichloride และ Ethyl-benzene เพื่อใช้ในอุตสากรรมบรรจุภัณฑ์และอุตสาหกรรมก่อสร้าง โดยคาดว่าความต้องการใช้เอทิลีนของโลกจะขยายตัวราว 3 - 4% ต่อปีในช่วง 3 ปีข้างหน้าเทียบกับกำลังการผลิตทั่วโลกที่จะเพิ่มขึ้นประมาณ 4 - 5% ต่อปี

- โพลีเอทิลีน (Polyethylene: PE) เป็นเม็ดพลาสติกที่มีการผลิตมากที่สุด ผลิตจากเอทิลีนส่วนมากใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ สัดส่วน 70% คาดว่าความต้องการใช้จะเติบโตราว 3 - 4% ต่อปี ขณะที่กำลังการผลิตมีแนวโน้มขยายตัวราว 4 - 5% ต่อปี ทำให้ตลาดโพลีเอทิลีนจะยังเผชิญกับภาวะความต้องการสันตลาดต่อไป อย่างไรก็ตามราคาโพลีเอทิลีนมีแนวโน้มปรับในทิศทางเดียวกับราคาเอทิลีนซึ่งเป็นวัตถุดิบ ทำให้คาดว่าจะมีการขยายตัวขึ้น

- โพรไพลีน (Propylene) เป็นผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีที่ผลิตได้เป็นอันดับสองรองจากเอทิลีนผลิตได้จากแนฟทา LPG และถ่านหิน โพรไพลีนถูกใช้เพื่อผลิต Polypropylene 65% ซึ่งเป็นพลาสติกที่ใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์มากที่สุด นอกจากนี้ Polypropylene ยังถูกใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสินค้าอุตสาหกรรมและสินค้าอุปโภคบริโภคคาดว่าอุปสงค์จะเพิ่มขึ้นราว 4.0 - 5.0% ต่อปี มากกว่ากำลังการผลิตใหม่จากถ่านหินในจีน (Coal-to-Olefin) ที่เข้ามามากในปี 2560 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่องในสองปีข้างหน้า อย่างไรก็ตามราคาโพรไพลีนจะถูกกดดันโดยราคาเอทิลีนที่เป็นผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีที่ใช้แทนกันได้ทำให้คาดว่าการขยายตัวของโพรไพลีนจะทรงอยู่ที่ราว 300 ดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อตันในช่วง 3 ปีข้างหน้า

และสำหรับตลาดปิโตรเคมีในประเทศไทย คาดว่าจะได้แรงกระตุ้นจากภาวะเศรษฐกิจที่มีแนวโน้มขยายตัวดีขึ้น การใช้ผลิตภัณฑ์ภายในประเทศที่ขยายตัวต่อเนื่องโดยในช่วงปี 2560 - 62 ความต้องการใช้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีในประเทศมีแนวโน้มขยายตัวประมาณ 3.0 - 4.5% ต่อปี โดยการขยายตัวของการใช้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี และความต้องการของผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีที่สูงขึ้นมากกว่ากำลังการผลิต จะส่งผลให้การใช้กำลังการผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมาเฉลี่ย 96% ในปี 2563 เทียบกับ 94% ในปี 2560 ซึ่งในปัจจุบันผู้ที่จะลงทุนในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีในประเทศนี้โดยส่วนใหญ่แล้วจะได้รับสิทธิประโยชน์ในการได้รับยกเว้นภาษีในหลายด้านจากการเข้ามาขอรับการส่งเสริมในประเทศไทนกับทางสำนักงานคณะกรรมการสงเสริมการลงทุนที่จะช่วยให้การส่งเสริมในการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล ยกเว้นภาษีอากรขาเข้าสำหรับการนำเข้าเครื่องจักรหรือวัตถุดิบ และยังมีสิทธิประโยชน์ในส่วนที่ไม่ใช่ภาษีต่างๆ ที่จะสามารถนำคนต่างชาติเข้ามาทำงานในประเทศไทยได้ หรือการถือครองกรรมสิทธิ์ที่ดินได้ แต่จะขึ้นอยู่กับอุตสาหกรรมที่จะเข้ามาขอรับการส่งเสริม ซึ่งในส่วนของอุตสาหกรรมปิโตรเคมีนั้นโดยส่วนใหญ่แล้วก็จะได้ยกเว้นเกือบทั้งหมดทั้งในเรื่องของภาษีเงินได้นิติบุคคล ภาษีอากรขาเข้าและ สิทธิ์ประโยชน์ที่ไม่เกี่ยวกับภาษี แต่จะปรับเปลี่ยนไปตามขนานการลงทุนของบริษัท

IV.IV การวิเคราะห์การทำงาน

- ด้านบุคคล จำนวนเจ้าหน้าที่มีจำนวนน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณงานที่เข้ามา ควรมีการเพิ่มจำนวนเจ้าหน้าที่ไรการวิเคระห์โครงการให้เร็วขึ้น

- ด้านเครื่องมือ เครื่องมือในการช่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถทำงานได้เร็วขึ้นที่มีอยู่คือระบบ e ต่างๆที่ยังไม่มีความเสถียร และบริษัทยังไม่มีความเข้าใจในระบบมาก

- ด้านการทำงาน เกินปัญหาความไม่เข้าใจกันอย่างมาก ทางบริษัทส่งเอกสารไม่ครบถ้วนในการวิเคราะห์โครงการของเจ้าหน้าที่ ทำให้เกิดงานค้างในส่วนของการวิเคราะห์ทำให้ไม่สามารถอนุมัติโครงการให้การทางบริษัทได้

V. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

V.I บทสรุปผลการศึกษา

ในการจัดทำรายงานการวิเคราะห์การส่งเสริมการลงทุน ที่ได้จากการวิเคราะห์จากข้อมูลสถิติจำนวนงานที่เข้ามาขอรับการส่งเสริมใน กทบ.3 ที่ได้มุ่งเน้นศึกษาในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี นี้ตั้งแต่ชนิดผลิตภัณฑ์ ภาวะอุตสาหกรรมในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต ข้อมูลการให้การส่งเสริม

ของสำนักงานรวมทั้งนโยบายในการให้การส่งเสริมการลงทุนซึ่งจะทำให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอุตสาหกรรมดังกล่าวมากขึ้นและสามารถนำไปในการปฏิบัติงานส่งเสริมการลงทุนได้เป็นอย่างดี

V.II ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากในปัจจุบันเศรษฐกิจโลกมีความผันผวนอยู่ตลอดเวลาซึ่งมันเกิดจากปัจจัยในหลายด้านด้วยกันทำให้อาจจะส่งผลกระทบให้กับประเทศไทยเป็นอย่างมาก จึงทำให้ควรออกมาตรการหรือเงื่องไขพิเศษเพื่อดึงดูดนักลงทุนให้เข้ามาทำการลงทุนในประเทศไทยมากขึ้น แต่ในระยะสั้นนี้ก็ควรออกมาตรการช่วยเหลือผู้ประกอบการขนาดเล็กและกลาง (SME) ด้วยเช่นกันเพื่อให้มีกำลังซื้อและสามารถลงทุนได้เพิ่มขึ้น เนื่องจากหากเศรษฐกิจฐานรากมีความมั่นคงจะส่งผลดีกับเศรษฐกิจในภาพรวมมากขึ้นและทำให้คนต่างชาติหรือบริษัทต่างชาติขนาดใหญ่เล็งเห็นและสนใจเข้ามาลงทุนในประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

[1] “แนวคิดการวิเคราะห์ต้นทุนการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ” (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ, 9 มกราคม 2563 จาก http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Man_Econ/Sasinan_J.pdf

[2] “แนวคิดการวิเคราะห์อุตสาหกรรม (Industry Analysis)” (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 7 มกราคม 2563, จาก http://adisonx.blogspot.com/2012/10/industry-analysis.html

[3] วีระพัฒน์ ธนอมรกาญจน์. (2561). “ศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินโครงการคลังสินค้าให้เช่ารูปแบบดั้งเดิม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร” (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 10 มกราคม 2563, จาก https://scholar.utcc.ac.th/handle/6626976254/3862

[4] ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ. 2542. การวางแผนและการวิเคราะห์โครงการ. กรุงเทพมหานคร : บริษัทเม็ด ทรายพริ้นติ้ง.

[5] กู้เกียรติ เกริกฤทธิ์วณิช. (2556). “การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนโครงการให้บริการคลังสินค้าของ บริษัท เอ็ม พี โอ เอเชีย จำกัด ตำบลแสนภูดาษ อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา” (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 7 มกราคม 2563, จาก https://dric.nrct.go.th/index.php?/Search/SearchDetail/271737

การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่นส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

THE EFFECT OF JAPANESE PRODUCTION MANAGEMENT STYLE ON OPERATIONAL PERFORMANCE IN THE PETROCHEMICAL INDUSTRY

1st นันทภรณ์ ภูจริพัฒน์
Nantaporn Phujariphat
คณะบริหารธุรกิจ สาขาวิชาบริหารธุรกิจญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration
Program in Japanese Business Administration
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
nantapc1313@hotmail.com

2nd บุญญาดา นาสมบูรณ์
Boonyada Nasomboon
คณะบริหารธุรกิจ สาขาวิชาบริหารธุรกิจญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration
Program in Japanese Business Administration
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
boonyada@tni.ac.th

บทคัดย่อ **—** **วิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษา การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่นส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงาน กลุ่มตัวอย่าง คือ บุคลากรฝ่ายปฏิบัติการของบริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน) จำนวน 770 คน โดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันและวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ**

ผลการวิจัยพบว่า การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่น ด้านการควบคุมด้วยสายตา (X_4) มาตรฐานการปฏิบัติงาน (X_3) และการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (X_2) ส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงาน ด้านผลิตภาพ มีอำนาจในการพยากรณ์ร้อยละ 53.2 สมการพยากรณ์ คือ $\hat{Y}_{Productivity} = 0.339 + 0.442(X_4) + 0.219(X_3) + 0.213(X_2)$

และกิจกรรม 3ส (X_1) มาตรฐานการปฏิบัติงาน (X_3) การควบคุมด้วยสายตา (X_4) และการขจัดความสูญเปล่า (X_5) ส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงาน ด้านคุณภาพ ด้านต้นทุนและด้านการส่งมอบ มีอำนาจในการพยากรณ์ร้อยละ 53.8, 52.4, 52.9 ตามลำดับ มีสมการพยากรณ์ในแต่ละด้าน คือ $\hat{Y}_{Quality} = 0.413 + 0.269(X_5) + 0.248(X_4) + 0.210(X_3) + 0.146(X_1)$, $\hat{Y}_{Cost} = 0.420 + 0.318(X_5) + 0.253(X_3) + 0.179(X_1) + 0.121(X_4)$ และ $\hat{Y}_{Delivery} = 0.533 + 0.265(X_3) + 0.246(X_5) + 0.205(X_1) + 0.134(X_4)$

คำสำคัญ **—** ***การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่น, ผลิตภาพ, คุณภาพ, ต้นทุน, การส่งมอบ***

ABSTRACT **— This research has the objectives to study about the effect of the Japanese production management style on Operational performance of Productivity, Quality, Cost and Delivery. The data were collected by means of a questionnaire from 770 employees working in IRPC Public Company Limited. The statistic used for the data analysis consisted Pearson's Product Moment Correlation Coefficient, and Multiple Regression Analysis.**

The study found that Japanese production management style in Visual Control (X_4), Standardized Work (X_3), and TPM (X_2) had affected on Productivity at 0.01 level of significance with a predictive power of 53.2 percent. The prediction equation obtained for Productivity was $\hat{Y}_{Productivity} = 0.339 + 0.442(X_4) + 0.219(X_3) + 0.213(X_2)$.

And Japanese production management style in 3S activity (X_1), Standardized Work (X_3), Visual Control (X_4), and Waste Eliminating (X_5) had affected on Quality, Cost and Delivery at 0.01 level of significance with a predictive power of 53.8, 52.4, 52.9 percent respectively. The prediction equation obtained for Quality, Cost and Delivery were $\hat{Y}_{Quality} = 0.413 + 0.269(X_5) + 0.248(X_4) + 0.210(X_3) + 0.146(X_1)$, $\hat{Y}_{Cost} = 0.420 + 0.318(X_5) + 0.253(X_3) + 0.179(X_1) + 0.121(X_4)$ and $\hat{Y}_{Delivery} = 0.533 + 0.265(X_3) + 0.246(X_5) + 0.205(X_1) + 0.134(X_4)$.

Keywords **—** ***Japanese production management style, Productivity, Quality, Cost, Delivery***

I. บทนำ

อุตสาหกรรมปิโตรเคมีเป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานหนึ่งของประเทศที่มีความสำคัญอย่างมากต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย เพราะเป็นอุตสาหกรรมต้นน้ำที่ก่อให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่น ๆ อาทิ เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารและสินค้าต่าง ๆ และวัสดุก่อสร้าง ที่เป็นสินค้าพื้นฐานที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ลักษณะเฉพาะของอุตสาหกรรมปิโตรเคมีคือ เป็นอุตสาหกรรมที่มีผู้ประกอบการมากมีการแข่งขันสูง และเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่มีกำลังการผลิตสูง นอกจากเพื่อตอบสนองอุปสงค์ผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีที่สูงมากแล้ว ยังเป็นการสร้างเพื่อให้สามารถแข่งกับคู่แข่งขันต่าง ๆ ได้ทั่วโลกจึงต้องมีกำลังการผลิตสูงเพราะจะช่วยให้เกิดการประหยัดจากขนาดการผลิต นั่นคือต้นทุนต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ต่ำ ซึ่งจะทำให้มีความได้เปรียบในเชิงแข่งขันมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีการแข่งขันกันที่เงื่อนไขราคา คุณภาพของผลิตภัณฑ์ และเงื่อนไขการบริการ เช่น ระยะเวลาการส่งมอบ [1]

ประเทศญี่ปุ่นถือได้ว่าเป็นประเทศที่มีความเข้มแข็งและเป็นต้นแบบของการบริหารอุตสาหกรรมในปัจจุบัน หอการค้าญี่ปุ่น-กรุงเทพฯ ได้สำรวจแนวโน้มทางเศรษฐกิจของบริษัทร่วมทุนญี่ปุ่นในประเทศไทยประจำครึ่งปีแรก พ.ศ. 2562 จากผลการสำรวจเกี่ยวกับประมาณการผลกำไร/ขาดทุนก่อนหักภาษีในรอบปีพ.ศ. 2562 พบว่า บริษัทที่คาดการณ์ว่าจะมีกำไรคิดเป็นร้อยละ 82 [2] แสดงให้เห็นว่า บริษัทร่วมทุนญี่ปุ่นในประเทศไทยดำเนินธุรกิจโดยมีผลกำไร ถึงแม้ว่าจะมีปัจจัยภายนอกประเทศ อาทิ เงินบาทแข็งค่า เศรษฐกิจจีนชะลอตัว แต่บริษัทร่วมทุนญี่ปุ่นในประเทศไทยส่วนใหญ่ก็ยังสามารถดำเนินธุรกิจโดยมีผลกำไร ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของการบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่น เดมมิ่ง [3] กล่าวว่าสิ่งที่ทำให้ญี่ปุ่นก้าวผงาดขึ้นมาเป็นประเทศอุตสาหกรรมยักษ์ใหญ่ในตลาดโลกก็คือการปรับปรุงคุณภาพ ผลจากการการปรับปรุงคุณภาพ จะทำให้เกิดการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตด้านอื่น ๆ ตามมา

บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน) ดำเนินธุรกิจในฐานะผู้นำธุรกิจปิโตรเคมีครบวงจร มีนโยบายและแนวทางการดำเนินธุรกิจอย่างยั่งยืนสอดคล้องกับกรอบการบริหารจัดการความยั่งยืนของกลุ่มปตท. (PTT Group Sustainability Management Framework) และการบริหารจัดการความยั่งยืนในระบบปฏิบัติการที่เป็นเลิศ (Operational Excellence Management System: Sustainability Management Element) โดยหนึ่งใน 12 Elements หลักคือ การเพิ่มศักยภาพและสร้างความแข็งแกร่งให้กับธุรกิจหลักผ่านการสร้างประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต (Operational Efficiency Improvement) โดยการเน้นการพัฒนาคุณภาพและคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์และบริการที่มีอยู่ ลดปริมาณของเสียที่เกิดจากการผลิต ซึ่งส่งผลไปยังการลดต้นทุน เพิ่มผลกำไร และเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันให้กับบริษัท [4]

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจทำการศึกษาเกี่ยวกับ การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่นส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงาน ด้านผลิตภาพ ด้านคุณภาพ ด้านต้นทุน และด้านการส่งมอบ ในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี เพื่อเป็นแนวทางให้องค์กรนำผลที่ได้จากการศึกษาไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในดำเนินกิจกรรมการผลิต เพื่อนำไปสู่การเพิ่มความสามารถและสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน ทั้งภายในประเทศ และแข่งขันระดับสากลได้แบบยั่งยืน

II. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาการบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่นด้านกิจกรรม 3ส ด้านการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม ด้านการควบคุมด้วยสายตา ด้านมาตรฐานการปฏิบัติงาน ด้านการขจัดความสูญเปล่าส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านผลิตภาพ ด้านคุณภาพ ด้านต้นทุน และด้านการส่งมอบ

III. สมมติฐานในการวิจัย

III.I. สมมติฐานการวิจัยที่1 : การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่น ด้านกิจกรรม 3ส ด้านการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม ด้านการควบคุมด้วยสายตา ด้านมาตรฐานการปฏิบัติงาน ด้านการขจัดความสูญเปล่าส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงาน ทางด้านผลิตภาพ (Productivity)

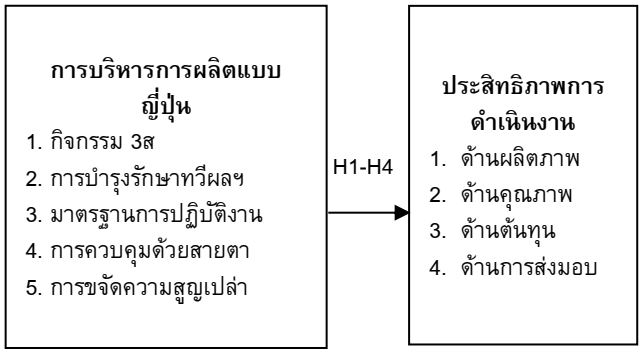
III.II. สมมติฐานการวิจัยที่2 : การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่น ด้านกิจกรรม 3ส ด้านการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม ด้านการควบคุมด้วยสายตา ด้านมาตรฐานการปฏิบัติงาน ด้านการขจัดความสูญเปล่าส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงาน ด้านคุณภาพ (Quality)

III.III. สมมติฐานการวิจัยที่3 : การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่น ด้านกิจกรรม 3ส ด้านการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม ด้านการควบคุมด้วยสายตา ด้านมาตรฐานการปฏิบัติงาน ด้านการขจัดความสูญเปล่าส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงาน ด้านต้นทุน (Cost)

III.IV. สมมติฐานการวิจัยที่4 : การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่น ด้านกิจกรรม 3ส ด้านการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม ด้านการควบคุมด้วยสายตา ด้านมาตรฐานการปฏิบัติงาน ด้านการขจัดความสูญเปล่าส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงาน ด้านการส่งมอบ (Delivery)

IV. กรอบแนวคิดในการวิจัย

การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่นส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงาน มีกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้



รูปที่ I : กรอบแนวคิดในการวิจัย

V. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

V.I แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่น

มาซาอะคิ อิมาอิ [5] ได้กล่าวว่า การบริหารหน้างานการผลิต หรือที่ภาษาญี่ปุ่นใช้คำว่า Gemba Kaizen เป็นกิจกรรมการผลิตแบบญี่ปุ่นที่บริษัทในญี่ปุ่นนิยมปฏิบัติ คำว่า Gemba แปลว่า สถานที่จริงหรือสถานที่ ๆ เกิดกระบวนการผลิตหรือหน้างานการผลิตจริง ๆ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือเป็นสถานที่ ๆ เกิดกระบวนการที่เพิ่มมูลค่าที่ลูกค้าพึงพอใจเข้าไปในผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นตัวสร้างความอยู่รอดให้กับบริษัท ดังนั้นการปรับปรุงที่หน้างานการผลิต จึงเป็นสิ่งที่สำคัญในระบบการผลิตแบบญี่ปุ่น

จากแนวคิดและทฤษฎีของมาซาอะคิ อิมาอิ ข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษา กิจกรรมของการบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่น 5 ตัวแปร ที่เป็นกิจกรรมหลักและสำคัญในการบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่น อันได้แก่ 1. กิจกรรม 3ส (3S) 2.การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) 3.การควบคุมด้วยสายตา (Visual Control) 4.มาตรฐานการปฏิบัติงาน (Standardized Work) และ 5.การขจัดความสูญเปล่า (Eliminating Waste)

V.I.I กิจกรรม 5ส (5S)

กิจกรรม 5ส เป็นกิจกรรมพื้นฐานสำคัญที่มุ่งขจัดความสูญเปล่าด้วยการปรับปรุงสถานที่ทำงาน ให้เป็นระเบียบ ซึ่งจะช่วยค้นปัญหาที่ซ่อนเร้นและทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถตรวจพบปัญหาก่อนที่จะเกิดความสูญเสียขึ้น กิจกรรม 5ส ยังสนับสนุนให้เกิดความร่วมมือสร้างขวัญกำลังใจและสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้กับองค์กรด้วย กิจกรรม 5ส ประกอบด้วย Seiri (สะสาง), Seiton (สะดวก), Seiso (สะอาด), Seiketsu (สุขลักษณะ), และ Shitsuke (สร้างนิสัย) [6]

V.I.II การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)

TPM เป็นกิจกรรมที่มีการตั้งเป้าหมายในการดำเนินกิจกรรมเพื่อสร้างประสิทธิภาพโดยรวมของระบบการผลิตที่สูงที่สุด โดยสร้างระบบเชิงป้องกันการเกิดความสูญเสียทั้งหมดล่วงหน้า เช่น เครื่องจักรเสียเป็นศูนย์

(Zero Breakdown) ของเสียเป็นศูนย์ (Zero Defect) และอุบัติเหตุเป็นศูนย์ (Zero Accident) ตลอดช่วงอายุของระบบการผลิต โดยอาศัยความร่วมมือพนักงานทุกคนและทุกระดับมีส่วนร่วมในการบำรุงรักษาด้วยตนเอง [7]

V.I.III มาตรฐานการปฏิบัติงาน (Standardized Work)

มาตรฐานการปฏิบัติงาน หมายถึง วิธีการทำงาน วิธีการควบบคุม และลำดับขั้นก่อนหลังของการปฏิบัติงานที่เหมาะสมที่สุด ที่ถูกกำหนดให้เป็นมาตรฐาน มุ่งเน้นการสร้างความแน่นอนแก่คุณภาพและประสิทธิภาพการทำงานที่สูงขึ้น เป็นชุดวิธีการปฏิบัติงานที่ชัดเจนที่ต้องสามารถรับรู้ได้ทั่วกันอย่างชัดเจน รวมถึงแบบฟอร์มมาตรฐานในกระบวนการทำงานด้วย [8] และต้องมีการทบทวนอยู่เสมอ เป็นประจำเพื่อปรับปรุงให้ดีขึ้น พร้อมทั้งอบรมพนักงานให้ทำตามเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงมาตรฐาน

V.I.IV การควบคุมด้วยสายตา (Visual Control)

การควบคุมด้วยสายตา เป็นระบบการป้องกันความผิดผลาดและป้องกันการเกิดปัญหาต่าง ๆ โดยการสังเกตได้ถึงความผิดปกติได้ชัดเจนด้วยตาเปล่า เป็นระบบที่ชี้ให้เห็นถึงความผิดปกติของสิ่งที่ต้องการควบคุมได้ด้วยตัวเอง เพื่อที่จะสามารถเข้าไปดำเนินการแก้ไขในสิ่งที่ผิดปกตินั้นได้อย่างทันท่วงทีและถูกต้องเหมาะสม การควบคุมด้วยสายตามักอยู่ในรูปแบบของกระดานแจ้งข่าว ตารางเปรียบเทียบผล ตัวเลขทางสถิติ หรือการใช้สีแยกแยะความแตกต่าง เป็นต้น ซึ่งจะช่วยให้เราสามารถมองเห็นและอ่านค่าได้ง่ายว่ายังปกติหรือไม่ เพื่อที่จะได้ตัดสินใจในการดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปได้อย่างเหมาะสม [9]

V.I.IV การขจัดความสูญเปล่า (Eliminating Waste)

ความสูญเปล่า (Waste) ตรงกับคำในญี่ปุ่นว่า Muda หมายถึงกิจกรรมหรือการกระทำใด ๆ ก็ตามที่ใช้ทรัพยากรไป แต่ไม่ทำให้สินค้าหรือบริการเกิดคุณค่าหรือการเปลี่ยนแปลง [5] การขจัดความสูญเปล่า หมายถึง การกำจัดความสูญเสียต่าง ๆที่แอบแฝงอยู่ในกระบวนการทำงาน หรือกิจกรรมหรือการกระทำที่มีมากเกินกว่าความจำเป็นในการผลิต เช่น วัตถุดิบ ชิ้นส่วน พื้นที่การผลิต หรือ เวลาในการทำงานของพนักงาน แต่ไม่ก่อให้เกิดการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์

V.II แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพการดำเนินงาน

V.II.I ประสิทธิภาพการดำเนินงาน ด้านผลิตภาพ (Productivity : P)

ผลิตภาพ เป็นหนึ่งในผลลัพธ์ของการผลิต เป็นการประเมินในเชิงปริมาณที่ใช้วัดในเทอมของปริมาณการผลิตที่ได้ (Output) ต่อปัจจัยการผลิตที่ใช้ (Input) [7] โดยปริมาณการผลิตที่ได้ (Output) ก็คือผลที่ได้จากกระบวนการผลิต ส่วนปัจจัยการผลิตใช้ (Input) ก็คือ ทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตสินค้าหรือให้บริการ ซึ่งได้แก่ วัสดุ (Material) คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วิธีการ (Method) การที่องค์กรรู้ค่าของของผลิตภาพในแต่ละกระบวนการจึงเท่ากับเป็นการกระตุ้นให้ผู้บริหารแต่ละองค์กรได้ทราบว่าองค์กรของตนได้ใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด เพื่อที่จะได้เป็นแนวทางในการปรับปรุง เพื่อเพิ่มผลผลิตขององค์กรให้มากขึ้นต่อไป [10]

V.II.II ประสิทธิภาพการดำเนินงาน ด้านคุณภาพ (Quality : Q)

คุณภาพ หมายถึง ระดับของคุณลักษณะของสิ่งต่าง ๆ อาทิ ผลิตภัณฑ์ บริการ กระบวนการ ที่สอดคล้องตามความต้องการและความคาดหวังหรือข้อกำหนดของมาตรฐาน เป็นการประเมินในเชิงปริมาณที่ใช้วัดผลลัพธ์ของการผลิตในเทอมของคุณภาพของสินค้าและกระบวนการ [7] ปีเตอร์สัน; และพลาวแมน [11] กล่าวว่า งานที่มีคุณภาพสูงนั้น ผู้ผลิตและและผู้ใช้จะได้รับประโยชน์ที่คุ้มค่าและมีความพึงพอใจในผลการทำงานที่มีความถูกต้องได้มาตรฐาน ส่งผลให้เกิดประโยชน์ต่อองค์กรและสร้างความพึงพอใจของผู้รับบริการ

V.II.III ประสิทธิภาพการดำเนินงาน ด้านต้นทุน (Cost : C)

ต้นทุน เป็นการประเมินในเชิงปริมาณที่ใช้วัดผลลัพธ์ของการผลิตในเทอมของค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการผลิตสินค้า [7] อิมาอิ [5] กล่าวว่า ในบริบทของคำว่า ต้นทุน ไม่ได้หมายถึง การตัดต้นทุน แต่หมายถึงการบริหารจัดการต้นทุน ซึ่งคือการควบคุมดูแลกระบวนการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพดี ในขณะเดียวกันก็พยายามลดต้นทุนด้วย วิธีที่ดีที่สุดในการลดต้นทุนของหน้างานการผลิต คือการขจัดความสูญเปล่าและการกำจัดการใช้ทรัพยากรส่วนเกิน เช่น การปรับปรุงคุณภาพ ลดของเสีย ลดปริมาณสินค้าคงคลัง ลดการสูญเสียที่เกิดจากความขัดข้องของเครื่องจักร เป็นต้น ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้สามารถช่วยลดต้นทุนของการดำเนินงานโดยรวมได้

V.II.IV ประสิทธิภาพการดำเนินงาน ด้านการส่งมอบ (Delivery : D)

การส่งมอบ หมายถึง การติดตามและควบคุมในเรื่องของการจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้าหรือส่งชิ้นงานไปยังหน่วยงานถัดไป ได้ตรงตามกำหนดทั้งในเรื่องของคุณสมบัติ ปริมาณและในเวลาตรงที่กำหนด โดยจุดมุ่งหมายหลักคือ ทำให้การส่งสินค้าเป็นไปอย่างรวดเร็วตรงเวลา (Right Time) ตรงชนิดสินค้า (Right Quality) และปริมาณตามที่ลูกค้าต้องการ (Right Quantity) [12]

VI. วิธีการดำเนินการวิจัย

VI.I ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ บุคลากรฝ่ายปฏิบัติการของบริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน) จำนวน 9 หน่วยการผลิต รวมจำนวนพนักงานทั้งสิ้น 2,408 คน กลุ่มตัวอย่าง คำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างจากสูตรของ Yamane Taro [13] ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็นโดยการเลือกตัวอย่างแบบโควต้า (Quota Sampling) [14] โดยกำหนดสัดส่วนจำแนกตามหน่วยการผลิต ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างมาทั้งหมดจำนวน 770 ชุด

VI.II เครื่องมือและการทดสอบคุณภาพ

VI.II.I เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวบรวมข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้คือแบบสอบถาม โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบไปด้วยคำถามเกี่ยวกับ เพศ อายุ ระดับการศึกษา ระยะเวลาที่ปฏิบัติงานกับองค์กร ตำแหน่งงาน หน่วยงานที่สังกัด ส่วนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับการบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่นแต่ละด้าน มีลักษณะเป็นคำถามแบบปลายปิด ใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ ส่วนที่ 3 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับประสิทธิภาพการดำเนินงานทั้ง 4 ด้าน มีลักษณะเป็นคำถามแบบปลายปิด ใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ

VI.II.II การทดสอบคุณภาพแบบสอบถาม

ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) โดยผลการตรวจสอบค่าความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามในแต่ละด้านเป็นรายข้อโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน อยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 และทำการทดสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม (Reliability) โดยทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มประชากรจำนวน 40 คน ได้ค่าความเชื่อมั่นสัมประสิทธิ์แอลฟ่าของครอ

นบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) อยู่ระหว่าง 0.712 - 0.947

VI.III การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยขอหนังสือจากสำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย ยื่นถึงผู้จัดการส่วนของส่วนบริหารความร่วมมือและสื่อความของบริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน) เพื่อขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลกับบุคลากรในฝ่ายปฏิบัติการของบริษัท เพื่อทำการวิจัย ทำการเก็บข้อมูลโดยแบบสอบถามออนไลน์ โดยทางผู้จัดการส่วนของส่วนบริหารความร่วมมือและสื่อความของบริษัทฯ ให้ความอนุเคราะห์ในการประสานงานส่งแบบสอบถามไปยังกลุ่มประชากรในแต่ละหน่วยการผลิต โดยใช้เวลาในการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 1 เดือน ได้รับการตอบกลับมาทั้งหมดจำนวน 770 ชุด

VI.IV สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน และการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ

VII. ผลการวิจัย

VII.I ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

กลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามครั้งนี้ จำแนกตามเพศ ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 760 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 98.70 ส่วนใหญ่มีอายุ 36-45 ปี จำนวน 354 คน คิดเป็นร้อยละ 45.98 ส่วนใหญ่มีการศึกษาระดับปวส. มากที่สุด จำนวน 547 คน คิดเป็นร้อยละ 71.04 มีระยะเวลาที่ปฏิบัติงานกับองค์กร 16 ปีขึ้นไป มากที่สุด จำนวน 547 คน คิดเป็นร้อยละ 71.04 ตำแหน่งงานปัจจุบันเป็นระดับปฏิบัติการมากที่สุด จำนวน 534 คน คิดเป็นร้อยละ 69.35 และจำแนกตามหน่วยงานที่สังกัด อยู่ฝ่ายสไตรีนิคส์และอะโรมาติกส์ จำนวน 185 คน คิดเป็นร้อยละ 24.03 รองลงมาอยู่ฝ่ายโพลีโอลีฟินส์ จำนวน 146 คน คิดเป็นร้อยละ18.96 อยู่ฝ่ายบริหารคลังและจัดส่งผลิตภัณฑ์ จำนวน 90 คน คิดเป็นร้อยละ 11.69 อยู่ฝ่ายโรงกลั่น จำนวน 89 คน คิดเป็นร้อยละ 11.56 อยู่ฝ่ายอาร์ดีซีซี จำนวน 61 คน คิดเป็นร้อยละ 7.92 อยู่ฝ่ายโรงไฟฟ้า จำนวน 60 คน คิดเป็นร้อยละ 7.79 อยู่ฝ่ายแท็งฟาร์มและปฏิบัติการท่าเรือ จำนวน 53 คน คิดเป็นร้อยละ 6.88 อยู่ฝ่ายโอเลฟินส์ จำนวน 47 คน คิดเป็นร้อยละ 6.10 และอยู่ฝ่ายน้ำมันหล่อลื่น จำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 5.07

VII.II ผลการทดสอบสมมติฐาน

ก่อนการทดสอบสมมุติฐานผู้วิจัยได้ตรวจสอบข้อมูลพบว่าเป็นไปตามตามข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติที่ใช้ ได้แก่ ตัวแปรที่ศึกษาทุกตัวที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ มีการแจกแจงแบบปกติ (Normality) โดยตัวแปรเชิงปริมาณทั้ง 9 ตัวแปร มีค่าเฉลี่ย (Mean) ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าฐานนิยม (Mode) ที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งถือว่าการแจกแจงของข้อมูลค่อนข้างสมมาตร [14] และการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันระหว่างตัวแปรอิสระการบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่นทั้ง 5 ตัวแปร พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันเองเกินกว่า 0.9 ดังนั้นจึงไม่เกิดปัญหา Multicollinearity [15]

การทดสอบสมมติฐานใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ (Multiple Regression Analysis) ระหว่างตัวแปรอิสระคือ การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่น ด้านกิจกรรม 3ส (X_1) ด้านTPM (X_2) ด้านมาตรฐานการปฏิบัติงาน (X_3) ด้านการควบคุมด้วยสายตา (X_4) และด้านการขจัดความสูญเปล่า (X_5) กับตัวแปรตามคือประสิทธิภาพการดำเนินงาน ด้านผลิตภาพ ด้านคุณภาพ ด้านต้นทุน ด้านการส่งมอบ โดยในการคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์เข้าในสมการถดถอยเชิงพหุ ใช้วิธี Stepwise เพื่อหาปัจจัยทำนายที่ดีที่สุด ได้ผลการทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่ 1 - 4 สรุปดังตารางที่ I. ดังนี้

ตารางที่ I. สรุปผลตัวแปรอิสระส่งผลต่อตัวแปรตามแต่ละด้าน

Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Adjusted R^2
ด้านผลิตภาพ		✓	✓	✓		53.2
ด้านคุณภาพ	✓		✓	✓	✓	53.8
ด้านต้นทุน	✓		✓	✓	✓	52.4
ด้านการส่งมอบ	✓		✓	✓	✓	52.9

จากตารางที่ I. อธิบายผลการทดสอบสมมติฐานแต่ละข้อ ได้ดังนี้

สมมติฐานการวิจัยที่ 1: ผลการทดสอบสรุปได้ว่า การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่น ด้านการควบคุมด้วยสายตา (X_4) มาตรฐานการปฏิบัติงาน (X_3) และ TPM (X_2) มีความสัมพันธ์ทางบวกและสามารถร่วมกันพยากรณ์ผลิตภาพได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีอำนาจในการพยากรณ์ร้อยละ 53.2 มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุของตัวพยากรณ์และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ ดังสมการที่ (1)

$$\hat{Y}_{Productivity} = 0.339 + 0.442(X_4) + 0.219(X_3) + 0.213(X_2) \quad (1)$$

สมมติฐานการวิจัยที่ 2: ผลการทดสอบสรุปได้ว่า การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่น ด้านการขจัดความสูญเปล่า (X_5) การควบคุมด้วยสายตา (X_4) มาตรฐานการปฏิบัติงาน (X_3) และกิจกรรม 3ส (X_1) มีความสัมพันธ์ทางบวกและสามารถร่วมกันพยากรณ์ประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านคุณภาพได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีอำนาจในการพยากรณ์ร้อยละ 53.8 มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุของตัวพยากรณ์และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ ดังสมการที่ (2)

$$\hat{Y}_{Quality} = 0.413 + 0.269(X_5) + 0.248(X_4) + 0.210(X_3) + 0.146(X_1) \quad (2)$$

สมมติฐานการวิจัยที่ 3: ผลการทดสอบสรุปได้ว่า การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่น ด้านการขจัดความสูญเปล่า (X_5) มาตรฐานการปฏิบัติงาน (X_3) กิจกรรม 3ส (X_1) และการควบคุมด้วยสายตา (X_4) มีความสัมพันธ์ทางบวกและสามารถร่วมกันพยากรณ์ประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านต้นทุนได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีอำนาจในการพยากรณ์ร้อยละ 52.4 มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุของตัวพยากรณ์และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ ดังสมการที่ (3)

$$\hat{Y}_{Cost} = 0.420 + 0.318(X_5) + 0.253(X_3) + 0.179(X_1) + 0.121(X_4) \quad (3)$$

สมมติฐานการวิจัยที่ 4: ผลการทดสอบสรุปได้ว่า การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่น ด้านมาตรฐานการปฏิบัติงาน (X_3) การขจัดความสูญเปล่า (X_5) กิจกรรม 3ส (X_1) และการควบคุมด้วยสายตา (X_4) มีความสัมพันธ์ทางบวกและสามารถร่วมกันพยากรณ์ประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านการส่งมอบได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีอำนาจในการพยากรณ์ร้อยละ 52.9 มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงพหุของตัวพยากรณ์และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ ดังสมการที่ (4)

$$\hat{Y}_{Delivery} = 0.533 + 0.265(X_3 + (0.246\ (X_5 + (0.205(X_1 + (0.134(X_4(\quad (4)$$

VIII. สรุปและอภิปรายผล

อภิปรายผลการวิจัยตามประสิทธิภาพการดำเนินงานแต่ละด้าน ดังนี้

VIII.I. ประสิทธิภาพการดำเนินงาน ผลิตภาพ (Productivity)

จากผลการวิจัยพบว่า การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่นด้านการควบคุมด้วยสายตา TPM และมาตรฐานการปฏิบัติงานส่งผลต่อผลิตภาพ ทั้งนี้เนื่องจาก ด้านการควบคุมด้วยสายตา องค์กรมีการใช้ป้ายหรือสัญลักษณ์บ่งชี้สถานะของเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตอย่างชัดเจน และผู้ปฏิบัติงานสามารถรับรู้ถึงสถานะหรือความผิดปกติจากการสังเกตสัญลักษณ์เหล่านั้นได้ทันที ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานได้อย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว ในส่วนด้านTPM มีการกำหนดระยะเวลาการตรวจสอบเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ไว้ชัดเจน มีการตรวจสอบสภาพให้เป็นไปตามมาตรฐานอยู่เสมอ พนักงานสามารถตรวจพบความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรเองได้ ซึ่งเป็นการรักษาสภาพการผลิตให้มีความพร้อม สามารถผลิตงานได้ตามความต้องการได้อย่างต่อเนื่องส่งผลต่อผลิตภาพที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับมาลัย เปาะจิ [16] ที่พบว่า การทำกิจกรรมTPM การประยุกต์ใช้การควบคุมด้วยการมอง การจัดทำคู่มือวิธีการปฏิบัติงาน มุ่งเน้นที่การอบรมขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้องตามคู่มือ ส่งผลให้ผลิตภาพในการทำงานเพิ่มสูงขึ้น และสอดคล้องกับผดุงศักดิ์ บุญเกตุ และบุญญาดา นาสมบูรณ์ [11] พบว่า วัฒนธรรมการผลิตแบบญี่ปุ่นด้านมาตรฐานการปฏิบัติงาน มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการทำงานซึ่งวัดในด้านปริมาณงานและเวลา

VIII.II. ประสิทธิภาพการดำเนินงาน ด้านคุณภาพ (Quality)

จากผลการวิจัยพบว่า การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่น ด้านการควบคุมด้วยสายตา การขจัดความสูญเปล่า มาตรฐานการปฏิบัติงาน และกิจกรรม 3ส ส่งผลต่อคุณภาพ ทั้งนี้เนื่องจาก ด้านการควบคุมด้วยสายตา ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจความหมายของแผนภาพหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งไว้ในพื้นที่ปฏิบัติงานและสามารถรับรู้ถึงความผิดปกติได้จากการสังเกตสัญลักษณ์ต่าง ๆเหล่านั้นได้ทันที ทำให้สามารถรับมือป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างทันเวลาไม่ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านคุณภาพขึ้น และมีการควบคุมกระบวนการกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพื่อไม่ให้เกิดการผลิตของเสีย ส่งผลให้งานที่ได้ออกมาเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด และองค์กรมีการระดับการปฏิบัติ 3ส อยู่ในระดับมาก ซึ่งเป็นการรักษาพื้นที่การปฏิบัติงานงานให้สะอาดและเป็นระเบียบเป็นประจำ ก่อให้เกิดสภาพแวดล้อมการผลิตที่ดี ซึ่งกิจกรรมต่าง ๆเหล่านี้ส่งผลโดยรวมต่อคุณภาพ สอดคล้องกับ เฉลิมศักดิ์ ถาวรวัตร์ และคนอื่น ๆ [17] ที่พบว่า การใช้เทคนิคการควบคุมด้วยสายตา การจัดทำคู่มือมาตรฐานในการทำงาน และทำกิจกรรม 5ส สามารถลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตลวดเหล็กขึ้นรูปสำหรับเบาะรถยนต์ลงได้ และสอดคล้องกับ ชมทิศา สมุทรกลิน และบุญญาดา นาสมบูรณ์ [18] พบว่า การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่นเรื่อง กิจกรรม 5ส การขจัดความสูญเปล่า มีความสัมพันธ์กับการบริหารคุณภาพ ด้านคุณภาพ

VIII.IV. ประสิทธิภาพการดำเนินงาน ด้านต้นทุน (Cost)

จากผลการวิจัยพบว่า การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่น ด้านการขจัดความสูญเปล่า มาตรฐานการปฏิบัติงาน กิจกรรม 3ส และการควบคุมด้วยสายตาส่งผลต่อด้านต้นทุน ทั้งนี้เนื่องจาก องค์กรมีการขจัดความสูญเปล่าโดยการควบคุมกระบวนการเพื่อไม่ให้เกิดการผลิตของเสีย มีการควบคุมปริมาณการผลิตในสัดส่วนที่เหมาะสมกับความต้องการ ไม่ผลิตสินค้ามากเกินความจำเป็น และมีการควบคุมปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม เพื่อไม่ให้เกิดการสูญเสียวัตถุดิบหรือวัสดุ ในด้านมาตรฐานการปฏิบัติงานองค์กรมีการระบุวิธีการทำงาน วิธีการควบคุมและลำดับขั้นตอนการทำงานไว้อย่างชัดเจน ส่งผลให้พนักงานสามารถปฏิบัติตามได้โดยไม่ก่อให้เกิดการสูญเสียเวลา ทรัพยากรและไม่ก่อให้เกิดของเสียที่เป็นความสูญเปล่า ส่งผลดีต่อด้านต้นทุน สอดคล้องกับบุญญาดา นาสมบูรณ์ และบุญชู ตันติรัตนสุนทร [19] พบว่าการบริหารผลิตแบบญี่ปุ่นด้านกิจกรรม 5ส มีอิทธิพลต่อการบริหารคุณภาพทางด้านการลดต้นทุน และสอดคล้องกับมงคล เหล่าวราพันธุ์ และคนอื่น ๆ [20] ที่พบว่า กิจกรรมการลดความสูญเปล่าสามารถลดต้นทุนการผลิตทางด้านค่าแรงได้

VIII.IV. ประสิทธิภาพการดำเนินงาน ด้านการส่งมอบ (Delivery)

จากผลการวิจัยพบว่า การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่น ด้านมาตรฐานการปฏิบัติงาน ด้านการขจัดความสูญเปล่า ด้านกิจกรรม 3ส และด้านการควบคุมด้วยสายตาส่งผลต่อการส่งมอบ ทั้งนี้เนื่องจาก องค์กรมีคู่มือมาตรฐานการทำงานระบุวิธีการทำงานและลำดับขั้นตอนการทำงานไว้อย่างชัดเจน และผู้ปฏิบัติงานปฏิบัติตามคู่มือมาตรฐานการทำงานที่องค์กรกำหนดทำให้สามารถควบคุมเวลาที่ใช้ในปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนและเวลาโดยรวมได้ และมีการควบคุมปริมาณการผลิตในสัดส่วนที่เหมาะสมกับความต้องการ ไม่มีการผลิตสินค้ามากเกินความจำเป็น มีการกำหนดแผนงานที่ชัดเจน ส่งผลให้สามารถควบคุมและรักษาระยะเวลาการส่งมอบได้ สอดคล้องกับ ชมทิศา สมุทรกลิน และบุญญาดา นาสมบูรณ์ [18] พบว่า การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่น เรื่องกิจกรรม 5ส การขจัดความสูญเปล่า มีความสัมพันธ์กับการบริหารคุณภาพ ด้านการส่งมอบ

IX. ข้อเสนอแนะงานวิจัย

ด้านการควบคุมด้วยสายตา องค์กรควรพิจารณาถึงรูปแบบและวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสมมากขึ้น และล่าสุดทันต่อสถานการณ์อยู่เสมอ เพื่อให้พนักงานเข้าใจได้ง่าย รับรู้ได้ถึงความผิดปกติที่เกิดขึ้นได้รวดเร็วและทันต่อเหตุการณ์มากยิ่งขึ้น

องค์กรควรมีการทบทวนมาตรฐานและคู่มือการทำงาน ว่ายังเหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมการปฏิบัติงานในปัจจุบันอยู่หรือไม่ และควรจัดให้มีการฝึกอบรมพนักงานทุกครั้งเมื่อมีการจัดทำหรือแก้ไขมาตรฐานการทำงาน และควรพิจารณาถึงความเหมาะสมของรูปแบบและช่องทางที่พนักงานสามารถเข้าถึงคู่มือการทำงานนั้นได้ง่ายเมื่อจำเป็นต้องใช้งาน

ด้านTPM องค์กรควรเน้นให้มีการอบรมเกี่ยวกับวิธีการใช้งาน วิธีการซ่อมแซม ดูแลรักษา เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ให้แก่พนักงานเป็นประจำ เพื่อเป็นการทบทวนและฝึกฝนให้พนักงานมีความรู้และความชำนาญอย่างเพียงพอ สามารถดูแลและบำรุงรักษาเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานได้ด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์ ครอบครัว มิตรสหาย ที่มีส่วนช่วยเหลือให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบพระคุณคณะผู้บริหาร ผู้ประสานงานและพนักงานของ บริษัทไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถามทุกท่าน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการเก็บข้อมูลงานวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ และหวังว่าจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าให้กับผู้ที่มีความสนใจต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). (26 กันยายน 2562). สารานุกรม เปิดโลกปิโตรเคมี = Petrochemical encyclopedia [Online]. แหล่งที่มา: https://web1.pttplc.com/th/Media-Center/Energy-Knowledge/Pages/สารานุกรมปิโตรเลียมและปิโตรเคมี.aspx

[2] องค์การส่งเสริมการค้าต่างประเทศของญี่ปุ่น: JETRO. (13 สิงหาคม 2562). สำรวจแนวโน้มทางเศรษฐกิจของบริษัทร่วมทุนญี่ปุ่นในประเทศไทยประจำครึ่งปีแรก พ.ศ. 2562 [Online]. แหล่งที่มา: https://www.jetro.go.jp/thailand/topics/_443062.html

[3] เรืองวิทย์ เกษสุวรรณ, "หลัก TQM และการประยุกต์ใช้," วารสารดำรงราชานุภาพ, ปีที่ 6, ฉบับที่ 19, หน้า19-51, เมษายน – มิถุนายน, 2549.

[4] บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน). (29 กันยายน 2562). เกี่ยวกับเรา [Online]. แหล่งที่มา: http://www.irpc.co.th/th/about.php

[5] Masaaki Imai, "GEMBA KAIZEN: A commonsense approach to a continuous improvement strategy," 2nd ed. New York, USA: McGraw Hill, 2012, pp. 1-79.

[6] โกศล ดีศีลธรรม, "เพิ่มศักยภาพการแข่งขันด้วยแนวคิดลีน," กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2547, หน้า 33-35

[7] ซูซุกิ โตกุทาโร, "การดำเนินกิจกรรม TPM เพื่อการปฏิรูปการผลิตฉบับอุตสาหกรรมกระบวนการ," (พิมพ์ครั้งที่ 2), กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 2550, หน้า 11-32

[8] อนันต์ ดีโรจนวงศ์, "การทำงานที่เป็นมาตรฐาน STANDARDIZED WORK," วารสารแม่พิมพ์, ปีที่ 23, ฉบับที่ 2, หน้า 53-60, เมษายน – มิถุนายน, 2554.

[9] วิฑูรย์ สิมะโชคดี. (24 สิงหาคม 2562). การควบคุมด้วยสายตามองเห็น [Online]. แหล่งที่มา: https://www.matichon.co.th/article/news_1060159

[10] วิฑูรย์ สิมะโชคดี, "คุณภาพคือการเรียนรู้," กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 2543

[11] ผดุงศักดิ์ บุญเกตุ และ บุญญาดา นาสมบูรณ์, "การบริหารแบบญี่ปุ่นและวัฒนธรรมการผลิตแบบญี่ปุ่น (Monodzukuri) ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพกาทำงานบริษัทญี่ปุ่นในนิคมอุตสาหกรรม," เอกสารงานสัมมนาวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ ๙ , ชลบุรี : วิทยาลัยพาณิชยศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2560, หน้า 1394-1406.

[12] สุวรรณ สุทธิขจรกิจการ, "MANUFACTURING KPI เพื่อมุ่งสู่ TPM," กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2547.

[13] Singh Ajay S and Masuku Micah B., "Sampling Techniques and Sample Size Determination in Applied Statistical Research: An Overview," International Journal of Economics, Commerce and Management, vol 2, no. 11, pp 1-22, November. 2014.

[14] กัลยา วานิชย์บัญชา, "การวิเคราะห์สถิติ: สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย," กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรมหาวิทยาลัย, 2550, หน้า 19-43

[15] Joseph F. Hair Jr., et al, "Multivariate Data Analysis," Seventh Edition. England, England: Pearson Education Limited, 2014, pp. 196.

[16] มาลัย เปาะจิ, "การเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ในกระบวนการผลิตฝาหม้อหุงข้าว," วิทยานิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการอุตสาหกรรม), บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, กรุงเทพฯ, 2559.

[17] เฉลิมศักดิ์ ถาวรวัตร์ และคนอื่น ๆ, "การลดของเสียในกระบวนการผลิตลวดเหล็กขึ้นรูปสำหรับเบาะรถยนต์," วารสารข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการไทย, ปีที่ 3, ฉบับที่ 1, หน้า 25-33, 2560.

[18] ชมทิศา สมุทรกลิน และ บุญญาดา นาสมบูรณ์, "การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่นที่ส่งผลต่อการบริหารคุณภาพและความพึงพอใจของลูกค้ากรณีศึกษา บริษัทไทยซัมมิทฮาร์เนส จำกัด (มหาชน)," เอกสารงานสัมมนาวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5 , ปทุมธานี : วิคณะบริหารธุรกิจมหาวิทยาลยั เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2561, หน้า 260-273.

[19] Boonyada Nasomboon and Boonchoo Tuntiruttanasoontorn, "The Japanese Style of Production Management Affecting Total Quality Management and Customer Satisfaction: A Case Study on The Best Practice Organization," Journal of Global Business Review, vol 20, no. 1, pp 13-21, January-June. 2018.

[20] มงคล เหล่าวราพันธุ์ และคนอื่น ๆ, "การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตสินค้าสีสเปรย์," วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, ปีที่ 3, ฉบับที่ 1, หน้า 143-152, 2561.

กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานในอุตสาหกรรม กลุ่มอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง

THE KAIZEN EVENT AFFECTING OPERATIONAL PERFORMANCE IN AN ELECTRONICS GROUP

1st ปราริตา ศิลปเผ่าพันธุ์
1st Prarita Sillapapaopun
คณะบริหารธุรกิจ สาขาบริหารธุรกิจญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration
Program in Japanese Business Administration
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok Thailand
prarita.b@gmail.com

2nd บุญญาดา นาสมบูรณ์
2nd Boonyada Nasomboon
คณะบริหารธุรกิจ สาขาบริหารธุรกิจญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration
Program in Japanese Business Administration
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok Thailand
boonyada@tni.ac.th

บทคัดย่อ **— การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงาน ประชากรคือบุคลากรฝ่ายของโรงงานจำนวน 745 คน เก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันและสถิติการวิเคราะห์ถดถอยแบบพหุด้วยวิธี Stepwise**

ผลการศึกษาพบว่า กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องด้านทักษะและความเพียรของพนักงาน ด้านระบบสนับสนุนและรองรับการดำเนินงาน และด้านการรับรู้ถึงผลลัพธ์และความสำเร็จส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านผลิตภาพ คุณภาพ ต้นทุน การส่งมอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีอำนาจในการพยากรณ์เท่ากับร้อยละ 56.80, 53.70, 49.90 และ 45.70 ตามลำดับ และด้านผู้นำและความมุ่งมั่นของฝ่ายบริหารกับด้านการรับรู้ถึงผลลัพธ์และความสำเร็จส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านความปลอดภัยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีอำนาจในการพยากรณ์เท่ากับร้อยละ 46.30

คำสำคัญ **— กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง, ประสิทธิภาพการดำเนินงาน**

ABSTRACT **— The objective of this study is to find out the effect of Kaizen event affecting Operational performance. The data collected from 745 employees working in a case study of Electronics group. The statistic used for the data analysis consisted of Mean, Standard Deviation, Percentage, Pearson's Product Moment Correlation Coefficient, and Multiple Regression Analysis were stepwise method.**

The results found that The Kaizen event in Skill and Effort, Support system and Impact of result had affected on the operational performance of Productivity, Quality, Cost and Delivery at 0.01 level of significance with a predictive power of 56.80, 53.70, 49.90 and 45.70 percent respectively. And the Kaizen event in Leader commitment and Impact of result had affected on the operational performance of safety at 0.01 level of significance with a predictive power of 46.30 percent.

Keywords **— Kaizen event, Operational performance**

I. บทนำ

เศรษฐกิจของประเทศไทยขับเคลื่อนด้วยภาคอุตสาหกรรมโดยมีอุตสาหกรรมสำคัญหลักที่เป็นฐานรายได้ของประเทศทั้งหมด 5 อุตสาหกรรมซึ่งอุตสาหกรรมกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์ถือเป็นเสาหลักสำคัญในภาคการส่งออกของประเทศไทย ปัจจุบันมีมูลค่าถึงร้อยละ 24 ของรายได้การส่งออกของประเทศ [1] อย่างไรก็ตามจากข้อมูลสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติเศรษฐกิจไทยขยายตัวเพียงร้อยละ 3.1 และอยู่ในสถานการณ์ที่กำลังสูญเสียความได้เปรียบอย่างมากในด้านต้นทุนและแรงงาน นอกจากนี้การผลิตผลิตภัณฑ์กลุ่มอิเล็กทรอนิกส์มีการผลิตปรับตัวลดลง อีกทั้งเศรษฐกิจโลกในไตรมาสที่ 2 ปี 2562 เองก็มีการเติบโตที่ชะลอตัวลงซึ่งเป็นผลกระทบจากสงครามการค้าระหว่างประเทศ [2] เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศญี่ปุ่นซึ่งแม้จะเผชิญปัญหาจากสภาวะเศรษฐกิจโลกชะลอตัวเช่นเดียวกันแต่จากข้อมูลด้านเศรษฐกิจของญี่ปุ่นพบว่าเศรษฐกิจของญี่ปุ่นเติบโตขึ้นในระดับปานกลางตั้งแต่ต้นปี 2562 [3] ดังนั้นประเทศไทยจำเป็นต้องหาหนทางในการฟื้นฟูเศรษฐกิจ โดยการนำเทคนิคหรือแนวคิดที่ดีของประเทศที่เจริญแล้วมาปรับปรุง และประยุกต์ใช้ให้เข้ากับประเทศของตนเอง

การบริหารธุรกิจในปัจจุบันเน้นให้ความสำคัญกับผลิตภาพ (Productivity) คุณภาพ (Quality) ต้นทุน (Cost) การส่งมอบ (Delivery) ความปลอดภัย (Safety) ซึ่งตัวชี้วัดที่สำคัญเหล่านี้จะเป็นตัวประเมินความสามารถในการบริหารจัดการขององค์กร ซึ่งปัจจุบันมีแนวคิดและทฤษฎีมากมายที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยเฉพาะอย่างยิ่งแนวคิดและทฤษฎีการปรับปรุงกระบวนการผลิตแบบญี่ปุ่นคือ การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Kaizen) ที่เป็นกลยุทธ์ในการปรับปรุงและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตอย่างต่อเนื่องและมุ่งเน้นในการกำจัดความสูญเปล่าโดยเริ่มจากการฝึกอบรมและปลูกฝังจิตสำนึกให้รับรู้ความสำคัญ

ของการลดความสูญเปล่าและมีส่วนร่วมในการขจัดความสูญเปล่าซึ่งจะเป็นส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนกิจกรรมเพื่อให้องค์กรสามารถดำเนินกิจกรรมไคเซ็น (Kaizen) ได้ตามเป้าหมาย

บริษัทกรณีศึกษาเป็นองค์กรผู้ผลิตและประกอบนาฬิกาข้อมือส่งออกต่างประเทศหนึ่งในกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งในปัจจุบันกำลังประสบปัญหาในการผลิตสินค้าเนื่องจากปัญหาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เกิดของเสียในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมากส่งผลกระทบให้ส่งมอบล่าช้าและมีงานหยุดชะงักค้างในคงคลังสินค้าเป็นจำนวนมาก ดังนั้นบริษัทจำเป็นต้องหากลยุทธ์และมาตรการแก้ไขเพื่อให้สามารถดำเนินการผลิตได้อย่างราบรื่นโดยมุ่งเน้นการปลูกฝังจิตสำนึกให้พนักงานตระหนักรู้ถึงคุณค่าของผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้าและสร้างความน่าเชื่อถือ

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นนี้ ผู้วิจัยมีความสนใจศึกษากิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Kaizen Event) เพื่อให้ทราบแนวทางในการพัฒนากระบวนการผลิตโดยมุ่งเน้นศึกษาเครื่องมือที่ส่งผลกระทบต่อผลิตภาพ (Productivity) คุณภาพ (Quality) ต้นทุน (Cost) และการส่งมอบ (Delivery) ความปลอดภัย (Safety) เพื่อให้องค์กรนำผลที่ได้จากการศึกษาไปปรับปรุงและพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารให้เกิดประโยชน์สูงสุด

II. ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อศึกษากิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านผลิตภาพ คุณภาพ ต้นทุน การส่งมอบ และความปลอดภัย

III. สมมติฐานในการวิจัย

III.I. สมมติฐานการวิจัยที่ 1 : กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านผลิตภาพ

III.II. สมมติฐานการวิจัยที่ 2 : กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านคุณภาพ

III.III. สมมติฐานการวิจัยที่ 3 : กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านต้นทุน

III.IV. สมมติฐานการวิจัยที่ 4 : กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านการส่งมอบ

III.V. สมมติฐานการวิจัยที่ 5 : กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านความปลอดภัย

IV. การทบทวนวรรณกรรม

IV.I. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับกิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Kaizen Event)

ไคเซ็น (Kaizen) เป็นศัพท์ภาษาญี่ปุ่นหมายถึง การเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงให้ไปในทางที่ดีขึ้นซึ่งคำว่า “ไค” หมายถึงการเปลี่ยนแปลงและ “เซ็น” หมายถึง ทำให้ดีรวมกันแล้วจึงหมายความว่าการเปลี่ยนแปลงให้ดีขึ้นหรือการปรับปรุงให้ดีขึ้น แนวคิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Kaizen) เป็นแนวคิดในการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องทีละเล็กละน้อยเพื่อทำการเปลี่ยนแปลงมุ่งเน้นไปที่แต่ละกระบวนการและทุกๆการปฏิบัติการเพื่อเพิ่มคุณค่าและลดความสูญเปล่าและจะต้องดำเนินการไปเรื่อยๆโดยไม่มีการปรับปรุงแค่ส่วนใดส่วนหนึ่งของบริษัท ดังนั้นเพื่อให้มั่นใจว่าจะมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องจึงมีการนำวิธีควบคุมคุณภาพที่สำคัญและใช้กันแพร่หลายอย่าง “วงจรของ PDCA” ของเดมมิ่งมาใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการปรับปรุงกระบวนการ [4] โดยจะหมุนเวียนจากพื้นฐานของคุณภาพที่เห็นได้ในครั้งแรกและจากผลการตรวจสอบการทำตามแผนในครั้งแรกขึ้นไปเรื่อยๆ

องค์กรจะต้องมีการพัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่องโดยมีการวิเคราะห์ถึงปัญหาที่จะนำมาปรับปรุงแก้ไขเมื่อสามารถแก้ไขปัญหาสำเร็จแล้วต้องกำหนดเป็นมาตรฐานของการทำงานอย่างชัดเจนเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาขึ้นอีกในอนาคต ดังนั้นการปรับปรุงอย่างต่อเนื่ององค์จำต้องตั้งเป็นนโยบายและเป้าหมายอย่างถาวร มีการปรับปรุงเป็นแผนงานรองรับและติดตามประเมินผลการปรับปรุงอยู่เสมอ [5] การบริหารงานและการดำเนินการปรับปรุงการทำงานผู้บริหารต้องผลักดันงานประจำวันให้ดำเนินไปตามแผนเพื่อยกระดับมาตรฐานการบริหารงานในปัจจุบันให้สูงยิ่งขึ้นไปอีกโดยเริ่มจากการกำหนดนโยบาย เป้าหมาย วางแผนอย่างละเอียดบันทึกผลลัพธ์ของแต่ละวันและพัฒนาความสามารถของพนักงานให้ความรู้ในสายงานโดยจัดฝึกอบรมหรือให้คำชี้แนะที่เหมาะสมกับแต่ละบุคคล [6] ทบทวนผลการปรับปรุงในระบบการฝึกอบรมที่มีการดำเนินการไปแล้วอย่างสม่ำเสมอและให้อิสระแก่พนักงานในการเปลี่ยนแปลงการทำงานในส่วนที่ตนเองรับผิดชอบ ให้รางวัลหรือทำให้ผลงานการปรับปรุงที่พนักงานทำสำเร็จเป็นที่รับรู้ในองค์กร [7]

จากแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับไคเซ็นข้างต้น สามารถสรุปแบบวัดองค์ประกอบของกิจกรรมไคเซ็น (Kaizen Event) ในการศึกษาวิจัยฉบับนี้ได้ 5 ปัจจัย ดังนี้

I. ทักษะและความเพียรของพนักงาน (Skills and Effort) หมายถึง การให้การสนับสนุนด้านการฝึกอบรมและพัฒนาความรู้ ทักษะ และทัศนคติแก่พนักงานขององค์กรในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้พนักงานมีความมุ่งมั่นในการใช้ความรู้ ทักษะ และทัศนคติเหล่านั้นในการทำไคเซ็นให้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมาย [7]

II. ผู้นำและความมุ่งมั่นของฝ่ายบริหาร (Leader Commitment) หมายถึง ผู้นำในองค์กรหรือผู้บริหารระดับต่างๆแสดงความมุ่งมั่น ให้คำแนะนำในการทำไคเซ็น มีการกำหนดกลยุทธ์ผ่านนโยบายและการบริหารอย่างชัดเจน ตรวจติดตามความคืบหน้าด้วยตนเอง รวมถึงการให้การสนับสนุนในด้านต่าง ๆ เพื่อให้กิจกรรมไคเซ็นสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง [6]

III. การมีส่วนร่วมของพนักงาน (People Involvement) หมายถึง การมีส่วนร่วมในการทำไคเซ็น พนักงานทุกคน ร่วมกันแสวงหาแนวทางใหม่ๆ เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานและสภาพแวดล้อมในการทำงานให้ดีขึ้น มีอิสระในการดำเนินงาน แสดงความคิดเห็น มีการสื่อสารและการทำงานร่วมกันตลอดจนการให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกันในแต่ละหน่วยงาน [5]

IV. ระบบสนับสนุนและรองรับการดำเนินงาน (Support System) หมายถึง ระบบการจัดการและเครื่องมือที่เกื้อหนุนสนับสนุนให้การทำไคเซ็นเป็นไปอย่างต่อเนื่อง มีความเพียงพอของทรัพยากรและความพร้อมของอุปกรณ์และเครื่องมือ มีการทบทวนติดตามผลการปรับปรุงในระบบการฝึกอบรมที่มีการดำเนินการไปแล้วอย่างสม่ำเสมอ รวมไปถึงมีการมอบรางวัล และจัดโครงสร้างการทำงานที่มีลักษณะส่งเสริมให้พนักงานสามารถนำความรู้และทักษะในเรื่องไคเซ็นไปปรับปรุงการทำงานในส่วนที่ตนเองรับผิดชอบเพื่อให้การทำไคเซ็นเป็นไปอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน [7]

V. การรับรู้ถึงผลลัพธ์และความสำเร็จ (Impact of Result) หมายถึง การรับรู้ถึงความสำเร็จ ประโยชน์และคุณค่าของการทำไคเซ็นโดยผลลัพธ์นั้นจะต้องสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพการทำงานของกระบวนการที่ดีขึ้น ความสะดวกสบายในการทำงานของพนักงานที่เพิ่มขึ้นและสภาพแวดล้อมการทำงานโดยรวมดีขึ้น [7]

IV.II. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับประสิทธิภาพการดำเนินงาน (Operational Performance)

ประสิทธิภาพการดำเนินงานหมายถึง ความสามารถในการดำเนินงานในด้านต่างๆให้สำเร็จบรรลุตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่ตั้งไว้โดยใช้

ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดและผลการดำเนินงานที่แสดงออกมานั้นต้องมีคุณภาพที่ดีตรงตามมาตรฐานนำมาซึ่งการเพิ่มมูลค่า สร้างความน่าเชื่อ สร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันในธุรกิจ [5] ประกอบด้วย ผลิตภาพ (Productivity) คุณภาพ (Quality) ต้นทุน (Cost) การส่งมอบ (Delivery) ความปลอดภัย (Safety)

IV.II.I. ผลิตภาพ (Productivity)

ผลิตภาพ หมายถึง หน่วยวัดผลการดำเนินงานในทางอุตสาหกรรม ในเทอมของปริมาณผลผลิตที่ได้ (Output) ต่อปัจจัยการผลิตที่ใช้ในการผลิตของหน่วยการผลิต (Input)) ซึ่งได้แก่ วัสดุ (Material) คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วิธีการ (Method) [8]

IV.II.II. คุณภาพ (Quality)

คุณภาพ หมายถึง งานที่ผู้ผลิตและองค์กรได้รับประโยชน์ที่คุ้มค่า มีความพึงพอใจในผลการทำงานที่มีความถูกต้องได้มาตรฐานเป็นการประเมินในเชิงปริมาณที่ใช้วัดผลลัพธ์ของการผลิตในเทอมของคุณภาพของสินค้าและกระบวนการ เช่น การการลดอัตราของเสียในกระบวนการ ลดการต่อว่าจากลูกค้า ลดอัตราของเสียที่ต้องกำจัดทิ้ง [9]

IV.II.III. ต้นทุน (Cost)

ต้นทุน หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่ใช้ไปเพื่อดำเนินการผลิตหรือบริการ เป็นการประเมินในเชิงปริมาณที่ใช้วัดผลลัพธ์ของการผลิตในเทอมของค่าใช้จ่ายในการผลิตสินค้า สามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ ต้นทุนการผลิตและต้นทุนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิต [8]

IV.II.IV. การส่งมอบ (Delivery)

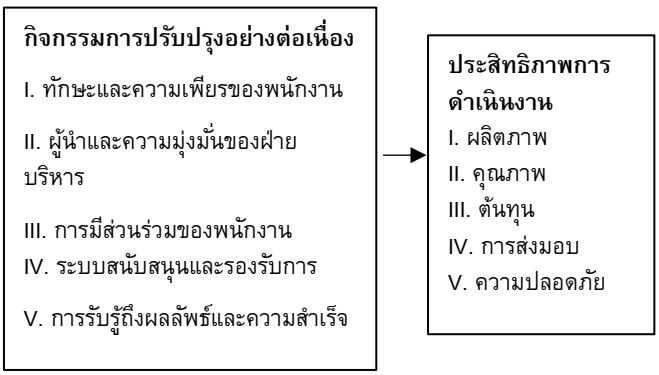
การส่งมอบ หมายถึง การส่งมอบสินค้าหรือบริการให้กับหน่วยงานถัดไปได้ตรงตามกำหนดถือเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจของลูกค้าโดยตรง โดยจุดมุ่งหมายหลักคือ ทำให้การส่งสินค้าเป็นไปอย่างรวดเร็วตรงเวลา (Right Time) ตรงชนิดสินค้า (Right Quality) และปริมาณตามที่ลูกค้าต้องการ (Right Quantity) [10]

IV.II.V. ความปลอดภัย (Safety)

ความปลอดภัย หมายถึง สภาวะที่ปราศจากอุบัติเหตุ หรือสภาวะที่ปราศจากความเจ็บปวด การบาดเจ็บ เจ็บป่วย หรืออันตรายที่ก่อให้เกิดการสูญเสีย มีมาตรการควบคุมเพื่อหยุดยั้งความเสียหายที่จะเกิดแก่ตัวบุคคลหรือสินทรัพย์ของบริษัท ป้องกันการสูญเสียจากอุบัติเหตุ และความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต [5]

V. กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีตัวแปรอิสระคือ กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง และมีตัวแปรตามคือ ประสิทธิภาพการดำเนินงานดังรูปที่ I



รูปที่ I. กรอบแนวคิดในการวิจัย

VI. วิธีการดำเนินการวิจัย

VI.I. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือบุคลากรในฝ่ายโรงงานจำนวนทั้งหมด 745 คน ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากประชากรจำนวน 745 คน ได้รับการตอบกลับแบบสอบถามอย่างครบสมบูรณ์จำนวน 629 ชุด คิดเป็นร้อยละ 84.43

VI.II. เครื่องมือและการทดสอบคุณภาพ

ผู้วิจัยได้ทำการทบทวนวรรณกรรมและนำมาสร้างเครื่องมือแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ 1) คำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม 2) คำถามเกี่ยวกับการบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่น 3) คำถามเกี่ยวกับกิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง 4) คำถามเกี่ยวกับประสิทธิภาพการดำเนินงาน แบบสอบถามเป็นคำถามปลายปิดเป็นมาตราส่วนแบบวัดประเมินค่า (Rating Scale) เมื่อจัดทำแบบสอบถามเสร็จสิ้นได้ส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างและเชิงเนื้อหา (Validity) ได้ค่าความตรงตั้งแต่ 0.67 ถึง 1 ซึ่งไม่ต่ำกว่า 0.50 [11] และนำแบบสอบถามทดสอบความเชื่อมั่น (Reliability) โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน ได้ค่าสัมประสิทธิ์ครอนบัคตั้งแต่ 0.715 ถึง 0.915 ซึ่งไม่ต่ำกว่า 0.70 [12]

VI.III. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ขอหนังสือจากสำนักงานบัณฑิตวิทยาลัยส่งถึงประธานกรรมการบริษัทกรณีศึกษาเพื่อขออนุเคราะห์เก็บข้อมูลกับบุคลากรในฝ่ายโรงงานของบริษัทและเข้าพบผู้จัดการฝ่ายโรงงานเพื่อขออนุญาตในการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม จากนั้นได้นำแบบสอบถามใส่ซองเพื่อนำส่งให้ผู้จัดการฝ่ายโรงงานของบริษัทนำแบบสอบถามไปแจกกับกลุ่มตัวอย่างโดยผู้จัดการฝ่ายโรงงานให้ความร่วมมือและความอนุเคราะห์ในการแจกแบบสอบถาม โดยใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นเวลา 2 เดือน

VI.IV.สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน และสถิติการวิเคราะห์ถดถอยแบบพหุ (Multiple Regression Analysis) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.05

VII. ผลการวิจัย

VII.I. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้ตอบแบบสอบถามที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้จำนวน 629 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 514 คน คิดเป็นร้อยละ 81.72 และเป็นเพศชาย จำนวน 115 คน คิดเป็นร้อยละ 18.28 มีอายุระหว่าง 26-35 ปีมากที่สุด จำนวน 321 คน คิดเป็นร้อยละ 51.00 มีการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาหรือต่ำกว่ามากที่สุด จำนวน 390 คน คิดเป็นร้อยละ 62.00 มีระยะเวลาที่ปฏิบัติงานในองค์กรต่ำกว่า 5 ปีมากที่สุด จำนวน 357 คน คิดเป็นร้อยละ56.76 มีตำแหน่งงานเป็นพนักงานระดับปฏิบัติการมากที่สุด จำนวน 577 คน คิดเป็นร้อยละ 91.73 และสังกัดฝ่ายการผลิตมากที่สุด จำนวน 552 คน คิดเป็นร้อยละ 87.76

VII.II. ผลการทดสอบสมมติฐาน

VII.I. กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านผลิตภาพ (Y_1) พบว่า กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องด้านการรับรู้ถึงผลลัพธ์และความสำเร็จ (X_5) ด้านทักษะและความเพียรของพนักงาน (X_1) และด้านระบบสนับสนุนและรองรับการดำเนินงาน (X_4) มีอิทธิพลและ

สามารถร่วมกันพยากรณ์ประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านผลิตภาพได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยตัวแปรพยากรณ์ทั้ง 3 สามารถร่วมกันพยากรณ์ตัวแปรประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านผลิตภาพ ร้อยละ 56.80 (R^2 = 0.568) มีค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์เท่ากับ 0.754 มีค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบเท่ากับ 1.042 สามารถสร้างสมการถดถอยได้ดังนี้

$$\hat{Y}_1 = 1.042 + 0.301\,(X_5) + 0.214\,(X_1) + 0.202\,(X_4) \quad (1)$$

VII.II. กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านคุณภาพ (Y_2) พบว่า กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องด้านระบบสนับสนุนและรองรับการดำเนินงาน (X_4) ด้านการรับรู้ถึงผลลัพธ์และความสำเร็จ (X_5) และด้านทักษะและความเพียรของพนักงาน (X_1) มีอิทธิพลและสามารถร่วมกันพยากรณ์ประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านคุณภาพได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยตัวแปรพยากรณ์ทั้ง 3 สามารถร่วมกันพยากรณ์ตัวแปรประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านคุณภาพ ร้อยละ 53.70 (R^2 = 0.537) มีค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์เท่ากับ 0.733 มีค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบเท่ากับ 1.236 สามารถสร้างสมการถดถอยได้ดังนี้

$$\hat{Y}_2 = 1.236 + 0.241\,(X_4) + 0.237\,(X_5) + 0.204\,(X_1) \quad (2)$$

VII.III. กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านต้นทุน (Y_3) พบว่า กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องด้านการรับรู้ถึงผลลัพธ์และความสำเร็จ (X_{10}) ด้านระบบสนับสนุนและรองรับการดำเนินงาน (X_9) และด้านทักษะและความเพียรของพนักงาน (X_6) มีอิทธิพลและสามารถร่วมกันพยากรณ์ประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านต้นทุนได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยตัวแปรพยากรณ์ทั้ง 3 สามารถร่วมกันพยากรณ์ตัวแปรประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านต้นทุน ร้อยละ 49.90 (R^2 = 0.499) มีค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์เท่ากับ 0.707 มี ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบเท่ากับ 1.312 สามารถสร้างสมการถดถอยได้ดังนี้

$$\hat{Y}_3 = 1.312 + 0.281\,(X_5) + 0.254\,(X_4) + 0.140\,(X_1) \quad (3)$$

VII.IV. กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านการส่งมอบ (Y_4) พบว่า กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องด้านการรับรู้ถึงผลลัพธ์และความสำเร็จ (X_5) ด้านระบบสนับสนุนและรองรับการดำเนินงาน (X_4) และด้านทักษะและความเพียรของพนักงาน (X_1) มีอิทธิพลและสามารถร่วมกันพยากรณ์ประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านการส่งมอบได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยตัวแปรพยากรณ์ทั้ง 3 สามารถร่วมกันพยากรณ์ตัวแปรประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านการส่งมอบ ร้อยละ 45.70 (R^2 = 0.457) มีค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์เท่ากับ 0.676 มีค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบเท่ากับ 1.341 สามารถสร้างสมการถดถอยได้ดังนี้

$$\hat{Y}_4 = 1.341 + 0.306\,(X_5) + 0.212\,(X_4) + 0.144\,(X_1) \quad (4)$$

VII.V. กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านความปลอดภัย (Y_5) พบว่า กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องด้านการรับรู้ถึงผลลัพธ์และความสำเร็จ (X_5) และด้านผู้นำและความมุ่งมั่นของฝ่ายบริหาร (X_2) มีอิทธิพลและสามารถร่วมกันพยากรณ์ประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านความปลอดภัยได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยตัวแปรพยากรณ์ทั้ง 2 สามารถร่วมกันพยากรณ์ตัวแปรประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านความปลอดภัย ร้อยละ 46.30 (R^2 = 0.463) มีค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์เท่ากับ 0.680 มีค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบเท่ากับ 1.323 สามารถสร้างสมการถดถอยได้ดังนี้

$$\hat{Y}_5 = 1.323 + 0.473\,(X_5) + 0.230\,(X_2) \quad (5)$$

สรุปผลการทดสอบสมมติฐานกิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานมากที่สุดคือ ด้านผลิตภาพ (Productivity) รองลงมาคือด้านคุณภาพ (Quality) ด้านต้นทุน (Cost) ด้านความปลอดภัย (Safety) และด้านการส่งมอบ (Delivery) เป็นลำดับสุดท้าย โดยตัวแปรอิสระทั้ง 5 ตัวแปรส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานแต่ละด้านแตกต่างกัน

ตารางที่ I. สรุปผลการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับกิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงาน

กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	ประสิทธิภาพการดำเนินงาน				
	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5
X_1	√	√	√	√	-
X_2	-	-	-	-	√
X_3	-	-	-	-	-
X_4	√	√	√	√	-
X_5	√	√	√	√	√

หมายเหตุ : √ คือ ส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติคือ ไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ

VIII. สรุปและอภิปรายผล

VIII.I. กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านผลิตภาพ

ผลการวิจัยพบว่า ด้านการรับรู้ถึงผลลัพธ์และความสำเร็จ ด้านระบบสนับสนุนและรองรับการดำเนินงาน ด้านทักษะและความเพียรของพนักงานส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านผลิตภาพ ทั้งนี้เนื่องจากเนื่องจากองค์กรกำหนดหน้าที่และความรับผิดชอบในการทำกิจกรรมไคเซ็นอย่างชัดเจน พนักงานจึงให้ความสำคัญในการดำเนินกิจกรรมอย่างต่อเนื่องและรับรู้ว่ากิจกรรมไคเซ็นสามารถลดความสูญเปล่าที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อองค์กร พนักงานนำทักษะและประสบการณ์ของตนเองมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงการทำงานเพื่อเพิ่มผลผลิตให้แก่องค์กรอย่างเต็มที่ซึ่งสอดคล้องกับ [13] ที่พบว่า การทำกิจกรรมไคเซ็นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตและสามารถปรับปรุงสภาพแวดล้อมการทำงานทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีแรงจูงใจในการทำงาน และ [14] พบว่า การสนับสนุนขององค์กรมีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องทำให้พนักงานสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

VIII.II. กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านคุณภาพ

ผลการวิจัยพบว่า ระบบสนับสนุนและรองรับการดำเนินงาน การรับรู้ถึงผลลัพธ์และความสำเร็จ ทักษะและความเพียรของพนักงานส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านคุณภาพ เนื่องจากพนักงานรับรู้ผลลัพธ์

ของการดำเนินกิจกรรมและนำผลลัพธ์นั้นมาปรับปรุงกระบวนการทำงานอยู่เสมอช่วยให้ทำงานผิดพลาดน้อยลงและส่งผลให้สามารถผลิตชิ้นงานที่มีคุณภาพมากขึ้นสอดคล้องกับ [15] ที่พบว่า กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องสามารถลดการเคลมเนื่องจากคุณภาพไม่ได้ตามมาตรฐานและสามารถลดการคืนผลิตภัณฑ์กลับเข้าบริษัทเป็นศูนย์

VIII.III. กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านต้นทุน

ผลการวิจัยพบว่า การรับรู้ถึงผลลัพธ์และความสำเร็จ ระบบสนับสนุนและรองรับการดำเนินงาน ทักษะและความเพียรของส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านต้นทุน เนื่องจากพนักงานตระหนักถึงความคุ้มค่าของผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินกิจกรรมไคเซ็นทำให้มีความมุ่งมั่นในการดำเนินกิจกรรมเพื่อลดความสูญเปล่าที่เป็นบ่อเกิดของต้นทุนที่ไม่มีประโยชน์ต่อองค์กร อีกทั้งยังนำทักษะและประสบการณ์ที่มีอยู่มาใช้ปรับปรุงกระบวนการทำงานเพื่อลดขั้นตอนการทำงานส่งผลให้ค่าใช้จ่ายของวัสดุอุปกรณ์ลดลงสอดคล้องกับแนวคิดของ [7] ที่กล่าวว่า โครงสร้างการทำงานที่ส่งเสริมให้พนักงานสามารถนำความรู้และทักษะในเรื่องไคเซ็นไปปรับปรุงการทำงานในส่วนที่ตนเองรับผิดชอบมีส่วนช่วยในการทำงานของพนักงานที่ดีขึ้น

VIII.IV กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านการส่งมอบ

ผลการวิจัยพบว่า การรับรู้ถึงผลลัพธ์และความสำเร็จ ระบบสนับสนุนและรองรับการดำเนินงาน ทักษะและความเพียรของพนักงานส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านการส่งมอบ เนื่องจากพนักงานตระหนักถึงความสำคัญของการทำกิจกรรมไคเซ็นและรับรู้ว่าการทำกิจกรรมไคเซ็นสามารถทำให้ทำงานได้อย่างรวดเร็วจึงมีความมุ่งมั่นในการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้สามารถส่งมอบงานได้รวดเร็วตามระยะเวลาที่กำหนด รวมถึงมีการนำทักษะที่มีอยู่มาปรับปรุงกระบวนการทำงานเพื่อลดเวลาการทำงานทำให้สามารถส่งมอบงานได้รวดเร็วยิ่งขึ้นสอดคล้องกับ [16] ที่พบว่า การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับการบริหารคุณภาพด้านการส่งมอบ และ [17] พบว่า การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Kaizen) ส่งผลต่อการบริหารคุณภาพโดยรวมด้านการส่งมอบ

VIII.V. กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านความปลอดภัย

ผลการวิจัยพบว่า ผู้นำและความมุ่งมั่นของฝ่ายบริหาร การรับรู้ถึงผลลัพธ์และความสำเร็จส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านความปลอดภัย เนื่องจากฝ่ายบริหารมีการกำหนดนโยบายความปลอดภัยและมีเป้าหมายในการลดอุบัติเหตุที่เกิดจากการปฏิบัติงานอย่างชัดเจน หัวหน้างานให้คำแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยทำให้พนักงานรู้สึกถึงความปลอดภัยอยู่เสมอ สอดคล้องกับแนวคิดของ [18] ที่กล่าวว่า ทุกฝ่ายจำเป็นต้องช่วยกันลดความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดอันตรายให้เหลือน้อยที่สุด ผู้บริหารต้องปลูกฝังจิตสำนึกคำนึงถึงความปลอดภัย กำหนดกฎระเบียบแห่งความปลอดภัยที่เหมาะสมและเพียงพอ รวมถึงสอดคล้องกับแนวคิดของ [19] กล่าวว่า ผู้บริหารองค์กรต้องแสดงออกถึงความเป็นผู้นำอย่างมุ่งมั่น กำหนดให้เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเป็นหน้าที่ความรับผิดชอบของตนเองเป็นตัวอย่างที่ดีในเรื่องพฤติกรรมความปลอดภัยซึ่งเป็นการสะท้อนให้เห็นความเป็นผู้นำของผู้บริหาร

ส่วนกิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องด้านการมีส่วนร่วมของพนักงานไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพดำเนินงานซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากสถานการณ์การผลิตที่ตึงเครียดอันเป็นผลมาจากกำลังในการผลิตที่มีอย่างจำกัดและจำนวนการสั่งซื้อสินค้าที่มีมากพนักงานจึงไม่สามารถปลีกตัวออกจากสถานที่ปฏิบัติงานจึงทำให้ไม่มีโอกาสเข้าร่วมดำเนินกิจกรรมร่วมกับองค์กรได้

IX. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการศึกษาพบว่า การรับรู้ถึงผลลัพธ์และความสำเร็จ ทักษะและความเพียรของพนักงาน และระบบสนับสนุนและรองรับการดำเนินงานเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานเกือบทุกด้านแต่เมื่ออ้างอิงจากการตอบแบบสอบถามระบบสนับสนุนและรองรับการดำเนินงานยังอยู่ในระดับปานกลางซึ่งแสดงให้เห็นว่าในมุมมองของพนักงานองค์กรยังให้การสนับสนุนในการดำเนินกิจกรรมไคเซ็นยังไม่เพียงพอ ดังนั้นองค์กรควรสร้างระบบการสนับสนุนให้สามารถดำเนินกิจกรรมได้อย่างราบรื่นโดยการจัดฝึกอบรมเกี่ยวกับการทำกิจกรรมไคเซ็นเพื่อนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาองค์กร จัดเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์และทรัพยากรที่จำเป็นต่อการทำกิจกรรมไคเซ็น จัดตั้งทีมไคเซ็นเพื่อแก้ไขปัญหาภายในหน่วยงานและจัดการแข่งขันให้แต่ละหน่วยงานนำผลลัพธ์จากการไคเซ็นมานำเสนอและให้รางวัลตอบแทน ให้โอกาสพนักงานไปดูงานที่ต่างประเทศหรือเข้าศึกษาการทำกิจกรรมขององค์กรที่มีการดำเนินกิจกรรมไคเซ็นดีเด่น นอกจากนี้ควรกำหนดตัวชี้วัดในการประเมินเปรียบเทียบผลลัพธ์ก่อนและหลังดำเนินกิจกรรมให้ชัดเจนและประกาศผลสำเร็จในการทำกิจกรรมให้พนักงานได้รับทราบ นอกจากนี้เนื่องจากผู้นำและผู้บริหารไม่ค่อยเข้าร่วมประชุมกับพนักงาน ไม่ติดตามความคืบหน้าและผลของกิจกรรมไคเซ็นอย่างสม่ำเสมอแสดงให้เห็นว่าผู้นำและผู้บริหารยังขาดความเอาใจใส่ในการเป็นแรงผลักดันให้พนักงานดำเนินกิจกรรม ดังนั้นองค์กรต้องส่งเสริมให้หัวหน้าแผนกหรือหัวหน้างานเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมร่วมกันกับพนักงานเพื่อให้พนักงานสามารถดำเนินกิจกรรมไปได้อย่างราบรื่นซึ่งเป็นการกระตุ้นให้พนักงานมีแรงใจในการดำเนินกิจกรรมและยังเป็นการแสดงให้เห็นถึงความใส่ใจของผู้บริหารควรให้คำชี้แนะและเป็นที่ปรึกษาให้กับพนักงานเมื่อพบเจอปัญหาและช่วยเสนอแนะแนวทางในการดำเนินกิจกรรม ติดตามผลการดำเนินกิจกรรมคอยซักถามความคืบหน้าในการดำเนินกิจกรรมอยู่เสมอซึ่งจะช่วยให้พนักงานรับรู้ถึงความเอาใจใส่ของผู้นำซึ่งจะช่วยให้พนักงานตั้งใจทำกิจกรรมมากขึ้นส่งผลให้ผลลัพธ์ออกมาดีในที่สุด

อย่างไรก็ตามผลการวิจัยพบว่า การมีส่วนร่วมของพนักงานไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานในทุกๆ ด้านเนื่องด้วยสถานการณ์การผลิตที่ตึงเครียดพนักงานจึงมุ่งเน้นในการเพิ่มผลผลิตและให้ความใส่ใจในการส่งมอบสินค้าทำให้ไม่สามารถปลีกตัวออกจากสถานที่ปฏิบัติงานมาเข้าร่วมกิจกรรมได้ ดังนั้นองค์กรควรหาแนวทางเพื่อให้พนักงานสามารถเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมโดยไม่ส่งผลกระทบกับกระบวนการผลิต เช่น กำหนดเวลาให้หัวหน้าและพนักงานได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ต้องเร่งแก้ไข หัวหน้ารับฟังความคิดเห็นของพนักงาน จัดพื้นที่และกำหนดเวลาให้พนักงานได้แสวงหาความรู้ใหม่ๆ เพื่อนำมาปรับปรุงสถานที่ปฏิบัติงานของตนเองและนำความรู้เกี่ยวกับการดำเนินกิจกรรมไปแลกเปลี่ยนข้อมูลร่วมกับแผนกอื่นซึ่งจะช่วยให้สามารถดำเนินกิจกรรมได้อย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา และคณาจารย์ทุกท่าน มารดา มิตรสหาย ผู้ตอบแบบสอบถาม บริษัทกรณีศึกษาที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูล และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ให้ความเมตตาและการสนับสนุนที่ดี

ตลอดมาจนวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ และผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการวิจัยค้นคว้าฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่มีความสนใจได้นำไปใช้ประกอบการค้นคว้าศึกษาต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] ศูนย์ประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยบูรพา. (2 กันยายน 2562). *5 อุตสาหกรรมเดิมที่ได้รับการยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขัน ภายใต้โครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor : EEC)* [ออนไลน์], แหล่งที่มา: https://www.eiaburapha.com/site/2019/02/18/เรื่อง-5-อุตสาหกรรมเดิม

[2] พาณุวงศ์ คัมภิรารักษ์ และ แก้วตา โรหิตรัตนะ, "อุตสาหกรรม 4.0 อุสาหกรรมแห่งอนาคตของไทย", *วารสารการจัดการ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์*, ปีที่ 7, ฉบับที่ 3, หน้า 52-64, กันยายน-ธันวาคม, 2561

[3] Global Business Great Thailand. (2 กันยายน 2562). *เปิดยุทธศาสตร์และความเคลื่อนไหวของเศรษฐกิจญี่ปุ่น เตรียมพร้อมก่อนเวทีการประชุม G20* [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://globthailand.com/japan-26062019/

[4] มาซากิ อิมาอิ, "ไคเซ็น (Kaizen) การปรับปรุงอย่างไม่หยุดยั้ง," กรุงเทพฯ: เบรนเน็ต, 2545, หน้า. 31-32.

[5] บรรจง จันทมาศ, "การบริหารงานคุณภาพและเพิ่มผลผลิต," กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2546. หน้า. 43-157.

[6] รังสรรค์ เลิศในสัตย์, "คู่มือการบริหารการผลิตอย่างมืออาชีพ สำหรับนักบริหารการผลิตยุคใหม่," กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2550.

[7] Nurul Fadly Habidin; et al, "Total Productive Maintenance, Kaizen Event, and Performance," International Journal of Quality & Reliability Management, vol.35, no. 9, pp. 1853-1867, October 2018.

[8] ซูซุกิ โตกุทาโร, "การดำเนินกิจกรรม TPM เพื่อการปฏิรูปการผลิตฉบับอุตสาหกรรมกระบวนการ," (พิมพ์ครั้งที่ 2), กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 2550, หน้า 11-32

[9] บุญญาดา นาสมบูรณ์ และ ผดุงศักดิ์ บุญเกตุ. (2559). "การบริหารแบบญี่ปุ่น และวัฒนธรรมการผลิตแบบญี่ปุ่น (Monodzukuri) ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพกาทำงานบริษัทญี่ปุ่นในนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร จังหวัดชลบุรี," *เอกสารงานสัมมนาวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ ๙ , ชลบุรี : วิทยาลัยพาณิชยศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, 2560, หน้า 1394-1406.

[10] สุวรรณ สุทธิขจรกิจการ. "Manufacturing KPI เพื่อมุ่งสู่ TPM," กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2547.

[11] ศิริชัย พงษ์วิชัย, "การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์," กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2556

[12] Santos. (2019 September 15). *A Tool for Assessing the Reliability of Scales* [Online]. Retrieved from https://www.joe.org/joe/1999april/tt3.php.

[13] Saima Akter, Farasat Raiyan Yasmin, and Atiful Ferdous, "Implementation of kaizen for continuous improvement of productivity in garment industry in Bangladesh," *American Academic & Scholarly Research Journal*. vol. 7, no. 3, pp. 229 - 242, May 2015.

[14] สุภาวิตา ผลเจริญม, "การรับรู้ การสื่อสาร การสนับสนุนขององค์การกับการมีส่วนร่วมในกิจกรรมปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (ไคเซ็น) ในอุตสาหกรรมยานยนต์ นิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด จังหวัดระยอง," วิทยานิพนธ์ บธ.ม. (การบริหารและพัฒนาอุตสาหกรรม), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2558.

[15] Sunil Kumar, Ashwani Dhingra, and Bhim Singh, "Lean-Kaizen implementation A roadmap for identifying continuous improvement opportunities in Indian small and medium sized enterprise," *Journal of Engineering Design and Technology*. vol.16, no. 1, pp. 143-160, November 2017.

[16] จิรุจน์ สุทธิโรจน์ และ บุญญาดา นาสมบูรณ์, "ความสัมพันธ์ระหว่างการบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่นกับการบริหารคุณภาพของ SMEs ไทย-ญี่ปุ่น," สารนิพนธ์ บธ.ม. (บริหารธุรกิจญี่ปุ่น), บัณฑิตวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, กรุงเทพฯ, 2560.

[17] ชมทิศา สมุทรกลิน และ บุญญาดา นาสมบูรณ์, "การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่นที่ส่งผลต่อการบริหารคุณภาพและความพึงพอใจของลูกค้า กรณีศึกษา บริษัทไทยซัมมิทฮาร์เนส จำกัด (มหาชน)," *เอกสารงานสัมมนาวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5 , ปทุมธานี : คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี*, 2561, หน้า 260-273.

[18] ศีขรินทร์ สุขโต, "วิศวกรรมความปลอดภัย," ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553, หน้า. 1-2.

[19] สราวุทธ สุธรรมาสา. (27 สิงหาคม 2562). บทบาทผู้บริหารกับงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย [ออนไลน์], แหล่งที่มา: https://www.stou.ac.th/Schools/Shs/booklet/book571/fromMag571.pdf

ASEAN Green Hotel Standard to Sustainable Green Hotel Business Environment: A Case Study in Thailand Green Hotel Business

1st Suddhiborn Setthitanand
International Hospitality Program,
College of Tourism and Hospitality
Rangsit University
Pathumthani, Thailand
honey.setthi@gmail.com

2nd Chatchasorn Chuntamara
Hotel and Restaurant Management Program,
College of Tourism and Hospitality
Rangsit University
Pathumthani, Thailand
chatchasorn.k@rsu.ac.th

***Abstract*—**the accommodation or hotel sector is one of the service sectors. However, it is also known for its resource intensive. The environmental impacts caused by the accommodation or hotel sector are the emissions of gases, the excessive use of water consumption and discharge of water pollution, land and waste pollution, air pollution, noise pollution and many other boundless and irresponsible use of natural resources. These impacts if not managed properly can have negative impacts on the society and its surroundings. Therefore, the need for green practices is imperative for sustainability in hotel business. Meanwhile, there is a strong demand from visitors who are asking more about green credentials and what practices are in place, and also what hotels are doing to lessen their impacts on the environment to safeguard the natural resources. Hence, more and more hotels are now implementing green practices in order to become more sustainable. This paper aims to discuss the ASEAN Green Hotel Standards that are to be used as guideline for Green Hotels on how to further develop their current service management into even better environmental friendly hotels as well as show their commitment to the existing environment by keeping it greenery safe. The findings of the study showed that by implementing the ASEAN Green Hotel Standard, the operation and the management of hotels has reasonably improved, in terms of financially and socially as well as manpower enhancement.

Keywords— Green Hotel, ASEAN Green Hotel Standard, Sustainability, Three Pillars of Sustainability, Eco-conscious Visitor

I. Introduction

In recent years, hotel business industry has witnessed a tremendous growth and generated billions of money towards the service sector. No doubt, the hotels can be seen as the major contributor of revenue to the service industry, but, on the other hand, the hotel sector is also regarded as the principal contributor for causing the negative impacts on the environments. Many of the hotels' operations can cause environment deterioration, such as utilizing a large amount of non-recyclable items which generate excessive wastes and also consume a large amount of energy and water which result in a tremendous amount of carbon dioxide into the air, water and soil. According to estimates, an average hotel releases between 160 and 200 kilograms of carbon dioxide per square meter of room floor area per year, and water consumption per guest per night is between 170 and 440 liters in the average five-star hotel. On average, hotels produce 1 kilogram of waste per guest per night [1]. Due to the mishandling of the environmental resources, the use of green practices have been seen as effective means to improve the hotel business sustainability as the hotels now show more concerns and more responsibilities towards the using of natural resources. At the same time, the implementation of green practices heightens the awareness for sustainable destination, particularly among the Green visitors who prefer to use the Green Hotels which take part in ecofriendly scheme. The hotel industry is also becoming more and more globalized and more visitors are becoming eco- conscious, thus, it is important that everyone is involved in caring for their environment sustainability. In this paper, four main areas, which include Green Hotel, ASEAN Green Hotel Standard, Sustainability and Three Pillars of Sustainability, will be addressed. We will first discuss about today's trend, that's the Green Hotels, which are now gaining popularity among tourists and travellers due to the growing concern about the future of sustainability. The second area to be discussed is the ASEAN Green Hotel Standard which will be used as a guideline for the Green Hotels to follow through and adopt for future business hotel sustainability. The third and fourth areas to be discussed will be about the Three Pillars of Sustainability and how it can foster the application of sustainability to Green Hotels.

II. Literature Review

A. Green Hotels

Today, Green hotels are defined as eco-friendly or environmentally friendly hotels. This is because the operations of Green hotels include several distinct functions, from energy and water savings, products recycling to clean air activities [2]. Other definition for Green hotels as stated by the American Association in 2013 is that Green hotels are regarded as "environmentally-sustainable properties whose managers are eager to institute programs that save water, save energy and reduce solid waste while saving money to help protect our one and only earth." The very same year, in 2013, the ASEAN Tourism Standard describes a Green hotel as "an environmentally friendly hotel that practices energy conservation." The main aims of Green hotel are to implement the concept of saving environment and to lessen the negative impacts on the environment and yet catering to customers' needs and wants. These can be done by managing the hotel's operation and management

according to the eco-friendly guidelines. Hotel staffs are also instructed to oblige and commit themselves with the environment practice procedures. These include organic foods to be provided in hotel food outlets, safe and harmless housekeeping procedures, and in-room recyclable practices to be implemented in hotel rooms to reduce the number of waste and install energy saving lighting fixtures. In order to follow up with these green practices, everyone including both staff and guest, are showing their responsibilities for the environment, the eco-labels such as a green leaf logo will be used as part of these green programs to create the feeling of sustainability and living a healthy way of life. This way, the health and well-being of staff and guest have been improved through the initiation of green program. Both will have a better and cleaner air to breath and safer food to eat. Moreover, hotels which have adopted green practices and enforced more effective measures of environmental protection can attract new business, such as the green meetings which are now gaining popularity among private firms or eco-friendly wedding for the bride and groom who appreciate love and nature [3]. No doubt, hotels with green practices are likely to have business advantage over its competitor especially the new target segment, the green visitors who are environmentally conscious and care about sustainability of resources. This group of green visitors would choose to stay in Green Hotel instead of the typical hotels found in the service sector. In addition to that, the Green Hotels can do better than the typical hotels in terms of profits and sales revenue due to the decrease in their operation costs. With green practices implemented, lesser amounts of electricity and water and materials are used or being reused if possible.

B. ASEAN Green Standard (2018-2020)

In regard to the ASEAN Green Hotel Standard, this includes eco-friendly practices so as to preserve the environment and its community in the long run. The ASEAN Green Hotel Standard deals with planning, operating and managing environment opted by Green Hotels for continual sustainability. Furthermore, the ASEAN Green Hotel Standard encourages energy and water and materials conservation through the use of green practices [4]. According to Thai Hotels Association Honorary Adviser, Khun Samphan Panpat, he stated that "sustainable tourism has become more popular among Western tourists over the past few years and the trend continues to grow." "Hotel operators have to improve business to get the Green Hotel standard for better recognition.[5]" There are 11 major criteria under the ASEAN Green Hotel Standard. First, is the skills and proficiency of local guide; second, is the advancement of human resource; third, is the handling of waste disposal; fourth is the keeping control of air standard; fifth is the keeping control of noise pollution; sixth is the managing of dangerous chemical disposal; seventh is the using of green goods; eight is the cooperation with the local community and organizations; ninth, is the energy control efficiency; tenth is the keeping control of water quality and its efficiency; and the last one is the managing of water waste treatment.

C. Sustainability

As for the path towards hotel business sustainability, the important thing is to decrease the negative impacts caused by the leisure industry. The accommodation or hotel sector has caused several negative effects upon the environment, namely the overuse of water and electricity and material goods which resulted in dangerous waste emission. As accommodation or hotel sector relies on tourists and so in trying to satisfy their needs and wants, the accommodation or hotel sector has depended upon the use of natural resource in order to meet up with guests' expectation. As a result, in order to be in line with the sustainable management, the Green hotels must follow and adopt the principles of Three Pillars of Sustainability [6].

D. Three Pillars of Sustainability

In term of Three Pillars of Sustainability, it is comprised of environment, social and economic pillars. The first pillar is the sustainability of environment. This means the hotels should operate by using natural resources at a minimal rate in order to reduce their negative impacts upon the ecosystem. This way the environment can be kept sustainably. The second pillar is the sustainability of society, meaning the situated hotel should blend in with the local environment and its local culture and social equity. The third pillar is the sustainability of economy through good operation performance. The goal is to attain financial accomplishment which can be achieved by training local staff as well as increasing tourists' awareness about using resources wisely. If the hotel gives special attention to the welfare of the local community by hiring locals to work for the hotel as well as ordering locally grown foods, this will create a positive economic outcome and thereby leading to better local development [7].

III. OBJECTIVES

The aim of this study is to identify the factors that affect electricity, water and waste consumption in hotels in Thailand and to propose what green practices under the ASEAN Green Hotel Standard, are to be implemented and in what ways will these hotels benefit from green implementation, especially in terms of hotel business sustainability.

IV. METHODOLOGY AND DATA COLLECTING PROCESS

This paper adopted a mixed methodology of qualitative and quantitative in data collection. The primary data are collected by interviewing, based on 50 samples from 7 Green hotels in Thailand, using Purposive Sampling, for which the selection is based on the list of Green hotels under the Thai Hotels Association and Snowball Sampling, which relies on the recommendation of hotel expertise and the cooperation of hotel owners. The samples are comprised of 41 operational staff, 8 managerial staff and 1 executive committee member/owner. However, there are a couple of limitations with Purposive Sampling, that's time and budget limitations and so the sampling number is limited to only 50. Thus, only 15 internal stakeholders from Green Hotels (hotel staff and executive members) are being interviewed one-to-one for about 50 minutes. As for sources for information providers,

questionnaires and interviews are used as part of primary data. Each interviewee was interviewed and recorded with consent for about 50 minutes. The SPSS program was being used to analyze the interviewed data. Only 7 Green hotels are selected, which are as follows: P. Bangkok, L. Bangkok, N. Bangkok, V. Bangkok, C. Bangkok, E. Bangkok and B. Phuket, is because their company profiles are listed under Thailand Green Hotels, in addition to receiving good cooperation and participation during interviewing process. In regards to the questionnaires, this research relied on the ASEAN Green Hotel Standard as a guideline for establishing green operations and service for better and healthier environment for everyone. Thailand is one of the ASEAN and so by applying this ASEAN Green Hotel standard, Thailand can have the same Green Hotel Standard just like any other Asian countries. This, in turn, will promote the eco-friendly and energy conservation in the ASEAN accommodation sector. As for the secondary data, information from journals, online newspapers and articles devoted to green hotels were also being used as part of the studying.

V. Results and Discussion

The results showed that green practices must be incorporated into daily routine in order to bring about sustainability. Also, this required the cooperation of every stakeholder which includes hotel owners, policy makers, hotel staff and guests. The survey responses also showed that increased productivity and resource efficiency can be accomplished through reduction of operating expenses, together with the staff alignment with the responsible use of resources. Moreover, the initiatives taken by the hotel for sustainable development have improved the hotel image and the relationship with the local community as well as have increased the guest awareness of resource consumption. Hence, Green hotels that incorporate green practices, namely environment management, effective waste management and water conservation, noise planning practices, energy reduction, eco - friendly landscape design and eco-friendly products, into their businesses can provide sustainability both at the economic and environmental scale. The research is done by using collected data through interviewing – 50 samples from 6 Green hotels in Thailand. The interviewees include operational staff 82%, managerial staff 16% and executive committee member or owner 2%. The questions are more or less focusing on the opinion about using ASEAN Green Hotel Standard as guideline implemented into hotel operation and management. The majority of the interviewees are at the age between 25-34, with 36% and 82% currently working at operational level and 18% working at managerial level from 3-5 stars hotel, ranging from 26%, 32% to 42%. The Standards for Ensuring Local Guide Quality and Expertise is strongly implemented, followed by Human Resource Development, Solid Waste Management and Waste Water Treatment and Management. On the other hand, Noise Pollution Control, Water Efficiency and Water Quality and Air Quality Management (indoor and outdoor) are less implemented. The questionnaires also include a question about the most challenging problem about implementation of ASEAN Green Hotel Standard; the results are as accordingly: Solid Waste Management 30%, Air Quality Management (indoor and outdoor) 14% and Noise Pollution Control 12%. Implementation of ASEAN Green Hotel Standard as Guidelines has shown as the mentioned below:

TABLEI. Standard for Ensuring Local Guide Quality and Expertise

Statement	Strongly Implemented	Frequently Implemented	Adequately Implemented	Less Implemented	Not Implemented
Number	17.25	23	9.5	0.25	0

With reference to TABLE I, *Frequently Implemented* and *Strongly Implemented* are ranked the highest. This indicated that staffs believe that their hotels could implement "Standards for Ensuring Local Guide Quality and Expertise" very well. From studying, the hotel has a follow-up procedure after implementing ASEAN Green Hotel Standard as Guidelines, known as "Earth Check," that is a yearly inspection. Examples of "Earth Check" include CSR1-5 - Guideline for Environmental Management, CSR1 - Resources Conservation or Energy Conservation Plan, CSR2 – Greening Community, Planting 2,000 Trees a Day or having an Earth Day. CSR3 – Seeding Scholarship, project designed to help people living in the under-privilege community by training for a year. CSR4 – Cleaning the beach front and the access road every Wednesday from 5 pm. to 6 pm. There will also be a keep track record of trash collected. Any hotel department which can take care of the garbage effectively and efficiently will be awarded. CSR5 – Sustainable Guests Activities in which guest participate in the GIF funds.

TABLE II. Use of Green Products

Statement	Strongly Implemented	Frequently Implemented	Adequately Implemented	Less Implemented	Not Implemented
Number	14.62	20.88	12.25	2.12	0.13

With reference to TABLE II, *Frequently Implemented* is ranked the highest. Most of the hotels have started using green products, but not every department is able to do so, for example, changing a used plastic bottle and into a multipurpose fabric. In-room bathroom will be equipped with soap bottles and shampoo bottles in order to reuse them. This way, the number of plastic wastes will be decreased. The housekeeping department uses chemical free product for cleaning in order to help save the environment. The materials and equipment that are to be used in the hotel must meet the hotel industry standard and also be at least 50% environmental friendly.



Fig. 1. The Multipurpose Fabric

TABLE III. COLLABORATION WITH THE COMMUNITY AND LOCAL ORGANIZATIONS

Statement	Strongly Implemented	Frequently Implemented	Adequately Implemented	Less Implemented	Not Implemented
Number	12.77	20.69	10.92	3.62	2

With reference to TABLE III, *Frequently Implemented* is ranked the highest. Firstly, most of the hotels believe that their collaboration with the community and local organizations went well. Secondly, is the ability to fully implement the collaboration between the employees and the community about the beach cleaning-up activity, which creates an environmental awareness upon the local community. In addition, a trash recording activity is being organized among the various departments. A department that is able to handle garbage effectively and efficiently will be awarded with a prize. Rice, milk, eggs and diapers will be donated to those children who in need. Every month, funds for learning materials and sports equipment will be given to the needed schools or foundations. Releasing and sending the turtles back to the sea via the hotel's beachfront is another project which the hotel has been doing for more than 25 years. The collaboration between the hotel and its suppliers about saving energy and protecting the environment is another joint green program. The hotel has paid a visit to its supplier's base of operation and has initiated a mutual agreement about showing social responsibility. For the path to the Greening Community, 2,000 trees are to be planted per year.



Fig. 2. The Greening Community

TABLE IV. HUMAN RESOURCE DEVELOPMENT

Statement	Strongly Implemented	Frequently Implemented	Adequately Implemented	Less Implemented	Not Implemented
Number	16.12	22.25	9.88	1	0.75

With reference to TABLE IV, *Frequently Implemented* is ranked the highest. Most of the hotels agree that their Human Resource is well developed. The program "Plant a Seed, Change a Life" is designed to provide the under privileged and social excluded people, the crime risk community and the disabilities with vocational skills, educational skills and life skills for future living and working. This will also help the children with their practical language skills. Mobile learning center such as "Truck Full of Books, Books on Wheel" as well as English Camp which support the children with their English confidence through outside of classroom activities and through conversation with foreign teacher. Apart from English camp, the hotel has also funded the running activities of the employees so that they stay strong and fit; and be part of youth supporting project as well.



Fig. 3. "Plant a Seed, Change a Life" Program

TABLE V. SOLID WASTE MANAGEMENT

Statement	Strongly Implemented	Frequently Implemented	Adequately Implemented	Less Implemented	Not Implemented
Number	18.88	21.5	8.25	1.25	0.12

With reference to TABLE V, *Frequently Implemented* and *Strongly Implemented* are ranked the highest. Most hotel staff believe that their hotel put a great deal of emphasis on solid waste management, for example, garbage room for separating trashes, glasses and plastic bottles, including separating food wastes into three different categories: (1) vegetables, flour and rice, (2) protein and bones, (3) liquid wastes (soup and dessert). People from the nearby community will pick up the food wastes and feed them to the pigs. The pig wastes will later be used as fertilizer.



Fig. 4. Garbage Separated into Different Categories

TABLE VI. ENERGY EFFICIENCY

Statement	Strongly Implemented	Frequently Implemented	Adequately Implemented	Less Implemented	Not Implemented
Number	15.63	21.5	9.12	2.5	1.25

With reference to TABLE VI, *Frequently Implemented* is ranked the highest. Most hotels believe that they are doing well in the Energy Efficiency Program. In 2012, the conventional light bulbs had been changed into LED lights. Key card lock system with power savings cut system had been installed in the door system. Every villa has a meter which shows the water and electricity usage. The hotel employees will record and report the usage to their supervisors daily. If any of the villas uses too much water or electricity, the hotel employee will check on the room for any leakages to prevent the excessive usage of water or electricity. Walkway lightings in villas will use electricity from the solar panels. Bicycles will be provided for the guests to exercise or travel within the hotel premises if the golf carts are not available.

TABLE VII. WATER EFFICIENCY AND WATER QUALITY

Statement	Strongly Implemented	Frequently Implemented	Adequately Implemented	Less Implemented	Not Implemented
Number	15.5	19.75	9	3.25	2.5

With reference to TABLE VII, *Frequently Implemented* is generally agreed upon by the hotel employees who think that their hotels could manage the "water efficiency and water quality" very well. The results showed that 100% of the water from bathroom goes through water treatment process and is then used to water the garden. In the engineering department, a board will be used to keep track of the water and electricity usage daily which is done by tracking closely the use of energy and using tap instead of underground water.

TABLE VIII. AIR QUALITY MANAGEMENT (INDOOR AND OUTDOOR)

Statement	Strongly Implemented	Frequently Implemented	Adequately Implemented	Less Implemented	Not Implemented
Number	13.88	19.12	12.75	2	2.25

With reference to TABLE VIII, *Frequently Implemented* is ranked the highest. Hotel employees believe their hotel could operate the "air quality management (indoor and outdoor)" very well. For example, smoke flue from the kitchen will always be installed on the roof top and will be facing away from the guest room. Rooms will be constructed and designed according to the natural lights and wind directions so that there is no need for the use of electricity.

TABLE IX. NOISE POLLUTION CONTROL

Statement	Strongly Implemented	Frequently Implemented	Adequately Implemented	Less Implemented	Not Implemented
Number	9.63	20.25	15.75	2	2.37

With reference to TABLE IX, *Frequently Implemented* is highly agreed upon by the hotel employees on the "Noise Pollution Control" who believed the hotel is able to control the noise very well. The hotel found out that most of the noise came from the water treatment machines. Thus, the hotel relocated the water treatment machines far away from the guest resting area. The loudest noise that could be measured in the hotel is 65 Decibels (The standard noise should not exceed 75 Decibel). The hotel has implemented the policy about not cutting down trees. A hotel will be built amidst trees which are known as a City Hotel. The trees will reduce the effect of noise pollution received from the hotel towards the surrounding community. The hotel's noise standard level in guestroom should not exceed 45 Decibels. The guestroom's wall is insulated with sound proof materials to prevent noise from disturbing the next door room.

TABLE X. WASTE WATER TREATMENT AND MANAGEMENT

Statement	Strongly Implemented	Frequently Implemented	Adequately Implemented	Less Implemented	Not Implemented
Number	20	21.6	6.6	1.4	0.4

With reference to Table X, *Frequently Implemented* is ranked the highest, followed by *Strongly Implemented*. Hotel employees believe that their hotels could implement "Waste Water Treatment and Management very well. An example of this implement is the installation of waste water treatment machines in hotel in four different locations.



Fig. 5. Waste Water Treatment Tank

TABLE XI. TOXIC AND CHEMICAL SUBSTANCE DISPOSAL MANAGEMENT

Statement	Strongly Implemented	Frequently Implemented	Adequately Implemented	Less Implemented	Not Implemented
Number	18	19.67	7.5	3.67	1.16

With reference to Table XI, *Frequently Implemented* is ranked the highest, followed by *Strongly Implemented.* Hotel employees believed that their hotels could implement and operate "Toxic and Chemical Substance Disposal Management" very well as shown in the hotel waste separation, toxic and hazardous waste results within the designated area.

VI. CONCLUSION

The accommodation or hotel sector has shown their responsibilities towards sustainability by implementing green practices, following the guideline of the ASEAN Green Hotel Standard. New conceptual idea about going green such as greener lifestyles will become part of the service sector, not only will this new green concept benefit the society and its local, but also those working in the service sector. Meanwhile, going green will also meet the current trend of tourists' needs. Hence, we can look forward to a cleaner and healthier service sector in the near coming future. However, there are a couple of limitations in this paper which is the gradual increase in the numbers of Green Hotels and only one type of stakeholder, that's the hotel has been discussed. In the future, other type of stakeholders should be studied and discussed.

ACKNOWLEDGMENT

Particular thanks to the hotel management and staff members of the Green Hotels in Thailand for their efforts and contributions.

REFERENCES

[1] P. Sloan, W. Legrand, and J.S. Chen, Sustainability in the Hospitality Industry: Principles of Sustainable Operations, 2nd ed., New York, Routledge, 2013.

[2] M. Millar and S. Baloglu, "Hotel guests' preferences for green guest room attributes," Cornell Hospitality Quarterly, vol. 52, no.3, pp. 302-311, 2011.

[3] Lynn. Green Travel Blog. (2019) Eco Wedding: Rites and Ceremonies in the Indian Ocean. [Online]. Available: https://green-travel-blog.com/romantic-wedding-ceremonies-indian-ocean/.

[4] ASEAN Green Hotel Standard. (2018) ASEAN Green Hotel Standard. Jakarta. [Online]. Available: https://nezeh.com/asean-green-hotels/ASEAN Secretariat. (2016) ASEAN Green Hotel Standard Jakarta. [Online]. Available: https://www.asean.org/storage/2012/05/ASEAN-Green-Hotel-Standard.pdf.

[5] Worrachaddejcha, D. (2019) Bangkok Post - Thai Hotels Association Seeking Official Support for Green Hotels. [Online]. Available: https://www.bangkokpost.com/business/1712620/thai-hotels-association-seeking-official-support-for-green-hotels

[6] Circular Ecology. (2020) Sustainability and Sustainable Development - What is Sustainability and What is Sustainable Development?. [Online]. Available : https://www.circularecology.com/

sustainability-and-sustainable-development.html.

[7] W. Legrand and P. Sloan, Hospitality and Sustainability: History, Dimensions, Developments. The Routledge Handbook of Hospitality Management, Oxford, Routledge, 2014.

การรับรู้ตำแหน่งแบบหลายมิติของผลิตภัณฑ์ SME ไทย (กรณีศึกษา ผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน)

Multi-dimensional positioning of Thai's SME products (A case study of soap products)

ปัญญาณัฏฐ์ พูลสวัสดิ์[1]
Panyanat Poonsawat[1]
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration,
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
po.panyanat_st@tni.ac.th

วุฒิ สุขเจริญ[2]
Wut Sookcharoen[2]
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
Faculty of Business Administration,
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
wut@tni.ac.th

บทคัดย่อ **—** **การรับรู้ของผู้บริโภคต่อตำแหน่งตราสินค้าเป็นปัจจัยสำคัญที่นำไปสู่การตัดสินใจซื้อ โดยผู้บริโภคจะเปรียบเทียบตราสินค้าต่าง ๆ ในหลายมิติเพื่อสรุปข้อมูลก่อนตัดสินใจเลือกตราสินค้า การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดตราสินค้าและปัจจัยคุณสมบัติสบู่จากผลการสังเกตพฤติกรรมการซื้อและการสัมภาษณ์ผู้บริโภคโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการรับรู้ของผู้บริโภคที่มีต่อตำแหน่งตราสินค้าแบบหลายมิติของผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน SME ของไทย เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนที่ไม่ใช่ SME ผู้วิจัยเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างคนไทยจำนวน 203 ตัวอย่าง โดยสุ่มตัวอย่างแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็น โดยใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบตามสะดวก ผลการวิจัยพบว่า ผู้บริโภคมีการรับรู้ต่อผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน SME ของไทย ในระดับต่ำ ในหลายคุณสมบัติ ได้แก่ กลิ่นหอม คุณภาพการใช้งาน ราคาเหมาะสม และความปลอดภัย ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวสามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และกลยุทธ์การสื่อสารการตลาดของสบู่ก้อน SME ของไทย**

คำสำคัญ **—** **ตำแหน่งตราสินค้า, การกำหนดตำแหน่งแบบหลายมิติ, สบู่ก้อน**

ABSTRACT **— Consumer perception of brand positioning is a key factor in the purchasing decision. In which consumers shall compare different brands in various dimensions to summarize information before deciding to choose a brand. The purpose of this research is to study the perception of consumers on multi-dimensional brand positioning of Thai SME soap products by comparing with non-SME soap products. Data were collected from a convenience sample of 203 Thai consumers by using non-probability sampling. The findings revealed that consumers have low level of perception on brand positioning of Thai SME soap products in various factors, such as scents, quality of use, price and safety. The research results can be used as a guideline for product development and marketing communication strategies of Thai SME soap.**

Keywords **— Brand Positioning, Multi-dimensional positioning, Soap**

I. บทนำ

ถึงแม้สินค้าอุปโภคบริโภคอย่างผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดร่างกายประเภทสบู่ก้อนจะเป็นที่ต้องการของตลาดและภาวะเศรษฐกิจที่ผันผวนแทบจะไม่มีผลต่อธุรกิจที่เป็นผู้ประกอบการรายใหญ่ที่ครองตายปัจจุบันอยู่แล้วอย่างตราสินค้า Non-SME ที่มีรายได้มากกว่า 500 ล้านบาท/ปี [1] นั้นอาจไม่ได้รับผลกระทบ แต่สำหรับผู้ประกอบการรายเล็กๆ ในตลาด อย่าง SMEs ซึ่งมีทุนน้อยและเข้าถึงแหล่งเงินทุนได้ยาก อาจไม่สามารถอยู่รอดได้ในตลาด อีกทั้งความก้าวหน้าของเทคโนโลยีทำให้ผู้ผลิตสามารถผลิตสินค้าออกสู่ตลาดได้รวดเร็วขึ้น ส่งผลให้ในตลาดมีตราสินค้าเป็นจำนวนมากให้ผู้บริโภคได้เลือกซื้อ จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลในซุปเปอร์มาร์เก็ตแห่งหนึ่ง ผู้วิจัยพบว่าผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนมีตราสินค้าที่วางจำหน่ายมากกว่า 40 ตราสินค้า ในด้านหนึ่งนับเป็นสิ่งที่ดีเพราะทำให้ผู้บริโภคมีทางเลือกเพิ่มมากขึ้น แต่อีกด้านหนึ่งการมีตราสินค้าให้เลือกจำนวนมากทำให้ผู้บริโภคใช้เวลาในการตัดสินใจนานขึ้น ผู้บริโภคมีการเปรียบเทียบในหลายๆ คุณสมบัติว่ามีหรือไม่มีและคุณสมบัติที่มีนั้นตรงกับความต้องการหรือไม่ก่อนการตัดสินใจซื้อ โดยผู้บริโภคจะใช้การรับรู้ที่มีต่อตราสินค้ามาช่วยในการเลือกซื้อสินค้า ดังนั้น นักการตลาดจึงพยายามสร้างกลยุทธ์การสื่อสารเพื่อให้ผู้บริโภคเกิดการรับรู้ต่อตราสินค้า และจะมีการตรวจสอบการรับรู้ต่อตราสินค้าโดยการเทียบกับคู่แข่ง ซึ่งเทคนิคทั่วไปที่นิยมใช้ คือ การสร้างแผนภูมิการรับรู้ (Perceptual map) เพื่อระบุตำแหน่งการรับรู้ของผู้บริโภคต่อตราสินค้า อย่างไรก็ดี แผนภูมิการรับรู้ที่นิยมใช้ในปัจจุบันจะเป็นแบบ 2 มิติ ซึ่งประกอบไปด้วย 2 แกน ที่ใช้วัดการรับรู้ต่อคุณสมบัติของตราสินค้า ทำให้มีข้อจำกัดเนื่องจากการระบุตำแหน่งตราสินค้าจะอ้างอิงจาก 2 คุณสมบัติเท่านั้น ซึ่งในความเป็นจริงผู้บริโภคมีการรับรู้ตำแหน่งตราสินค้าโดยพิจารณาในหลายๆ คุณสมบัติที่ตนเองสนใจ โดยจะทำการเปรียบเทียบกับสินค้าอื่นๆ ในกลุ่มเดียวกัน ว่ามีหรือขาดคุณสมบัติใด จากนั้น ผู้บริโภคประเมินคุณสมบัติเหล่านั้น ว่าตนเองชอบหรือไม่ชอบ [2] ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำวิจัยเพื่อศึกษาการรับรู้ตำแหน่งตราสินค้าแบบหลายมิติ ซึ่งมีข้อดีเหนือกว่าวิธีดั้งเดิมเพราะสามารถวัดการรับรู้ของผู้บริโภคที่มีต่อคุณสมบัติของตราสินค้าได้พร้อมๆ กันหลายคุณสมบัติโดยไม่จำกัดจำนวนคุณสมบัติ โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกศึกษาผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน เนื่องจากการตัดสินใจเลือกซื้อของผู้บริโภคมาจากหลายคุณสมบัติที่นำมาพิจารณา โดย

ผลการวิจัยสามารถเป็นประโยชน์ต่อธุรกิจ SMEs ในการพัฒนาการสื่อสารการตลาดเพื่อการสร้างการรับรู้ของผู้บริโภค และสามารถเป็นต้นแบบสำหรับนักการตลาดในการวิเคราะห์ตำแหน่งตราสินค้าโดยวิเคราะห์หลายๆ คุณสมบัติพร้อมๆ กันได้

II. วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ผู้บริโภคใช้พิจารณาในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดร่างกาย ประเภทสบู่ก้อน
2. เพื่อศึกษาการรับรู้ของผู้บริโภคต่อปัจจัยที่ใช้พิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดร่างกาย ประเภทสบู่ก้อน SMEs ของไทย และสบู่ก้อน Non-SMEs
3. เพื่อนำเสนอแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์และสื่อสารผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน SMEs ของไทย ที่สามารถเพิ่มส่วนแบ่งการตลาด

III. การทบทวนวรรณกรรม

III.I ตำแหน่งตราสินค้า

Ries และ Trout [1] ระบุว่า การวางตำแหน่งตราสินค้า คือ การวางตำแหน่งสินค้านั้นๆ ลงในจิตใจของผู้บริโภค ทำได้โดยการกำหนดข้อเสนอและกำหนดภาพลักษณ์ของบริษัทเพื่อที่จะได้ครอบครองตำแหน่งที่แตกต่างและมีคุณค่าในจิตใจผู้บริโภคเป้าหมาย [3] ซึ่งการสร้างตำแหน่งให้กับตราสินค้า ผู้ประกอบการจะต้องดำเนินการใน 4 ขั้นตอน คือ 1) การระบุตลาดเป้าหมาย (Target market) 2) ระบุคู่แข่งขันหลักในตลาด 3) ระบุจุดเหมือนเมื่อเทียบกับคู่แข่งขันหลักในตลาด (Points of parity: POP) และ 4) ระบุจุดต่าง (Points of difference: POD) เมื่อเทียบกับคู่แข่งขันหลักในตลาด [4] ทั้งนี้ ถ้าบริษัทตั้งแต่ 2 บริษัทขึ้นไปอยู่ในตำแหน่งเดียวกัน แต่ละบริษัทจะต้องหาวิธีเพื่อแยกความแตกต่างของข้อเสนอเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ของตัวเองโดยการสร้างคุณประโยชน์ที่ไม่ซ้ำกันเพื่อดึงดูดผู้บริโภคกลุ่มที่สำคัญภายในส่วนการตลาดนั้น [5] การวางตำแหน่งตราสินค้าให้เกิดขึ้นในใจผู้บริโภคมาได้จากหลายช่องทาง การมีประสบการณ์ตรง การได้รับข้อมูลจากคนรู้จัก การได้รับข้อมูลจากการสื่อสารการตลาดของเจ้าของตราสินค้า

ซึ่งการกำหนดและสื่อสารตราสินค้าที่ผิดพลาดทำให้ผู้บริโภคไม่รับรู้ถึงความแตกต่าง และอาจมีความสับสน Marshall และ Johnston [6] ระบุว่าความผิดพลาดในการกำหนดและสื่อสารตราสินค้ามีด้วยกัน 4 รูปแบบ คือ การไม่สามารถสื่อสารความแตกต่าง (Underpositioning) การกำหนดตำแหน่งที่มีความเฉพาะเจาะจงมากเกินไปทำให้กลุ่มเป้าหมายมีขนาดเล็กจนมีผลต่อการทำธุรกิจ (Overpositioning) การกำหนดตำแหน่งที่ทำให้ผู้บริโภคสับสน (Confused positioning) และการกำหนดตำแหน่งที่ทำให้เกิดความสงสัย (Doubtful positioning)

III.II เทคนิคการวิเคราะห์ตำแหน่งตราสินค้า

เทคนิคที่นักการตลาดนิยมใช้วิเคราะห์ตำแหน่งตราสินค้า คือ การสร้างแผนภูมิการรับรู้แบบ 2 มิติ ซึ่งประกอบไปด้วย 2 แกน ซึ่งแต่ละแกนจะเป็นการวัดการรับรู้ต่อคุณสมบัติของตราสินค้า [3] ซึ่งแผนภูมิการรับรู้แบบ 2 มิติ ช่วยให้นักการตลาดเห็นตำแหน่งตราสินค้าของตนเทียบกับคู่แข่ง และสามารถนำไปกำหนดกลยุทธ์การสื่อสารหรือการพิจารณาปรับตำแหน่งตราสินค้า แต่การวิเคราะห์ตำแหน่งตราสินค้าโดยการสร้างแผนภูมิการรับรู้แบบ 2 มิติก็มีข้อจำกัดในการประยุกต์ใช้ เนื่องจากสามารถแสดงตำแหน่งตราสินค้าโดยอ้างอิงจาก 2 คุณสมบัติเท่านั้น จึงมีผู้พัฒนาการวิเคราะห์ตำแหน่งตราสินค้าแบบ 3 มิติ ที่สามารถระบุตำแหน่งของตราสินค้าได้กว้างขึ้น เช่น DecisionPro, Inc. ผู้พัฒนาเครื่องมือ Marketing Engineering for Excel และ Sawtooth Software ผู้พัฒนาเครื่องมือ CPM System for Composite Product Mapping

III.III งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Lee, Kim และ Won [7] ได้ศึกษาตำแหน่งของตราสินค้าผู้จำหน่ายอุปกรณ์กีฬา 6 ตราสินค้า คือ Bridgestone Callaway Nike Ping TaylorMade และ Titleist เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ร่วมกับการเก็บแบบสอบถาม มีการจำแนกปัจจัยการรับรู้ของผู้บริโภคเพื่อวิเคราะห์ตำแหน่งตราสินค้าจำนวน 4 ปัจจัย คือ 1) อุปกรณ์คุณภาพดี 2) อุปกรณ์สำหรับมืออาชีพ 3) นวัตกรรม และ 4) ประเพณีนิยม ผลการวิจัยพบว่าแต่ละตราสินค้ามีตำแหน่งที่แตกต่างกัน

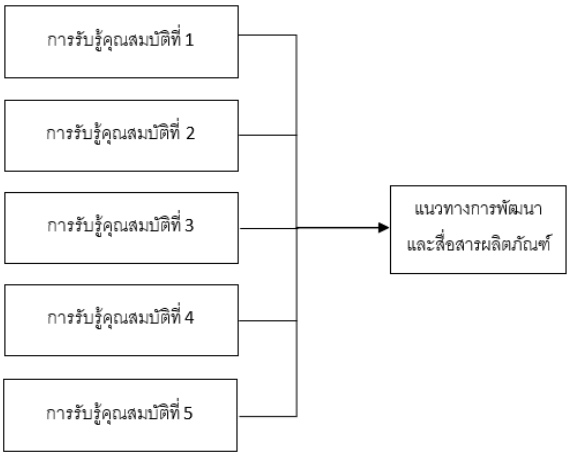
Witek-Hajduk และ Grudecka [8] ได้ศึกษาตำแหน่งตราสินค้าของร้านค้าปลีกในประเทศโปแลนด์ ปัจจัยการรับรู้ตำแหน่งตราสินค้าของผู้บริโภค 4 ด้าน คือ ด้านความรับผิดชอบต่อสังคม ด้านความคุ้มค่า ด้านความเป็นร้านดั้งเดิม และด้านความหรูหรา พบว่าผู้บริโภคมีการรับรู้ร้านค้าปลีกแต่ละร้านแตกต่างกัน

Yumusak, Yilmaz และ Gungordu [9] ศึกษาแผนผังการรับรู้ตำแหน่งตราสินค้าสมาร์ทโฟน (HTC iPhone LG Samsung และ Sony) ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์การแบ่งสเกลแบบหลายมิติ คุณสมบัติ 7 ด้าน คือ น้ำหนัก ความละเอียดของหน้าจอ ขนาดของหน้าจอ ราคา ความง่ายต่อการใช้งาน การออกแบบ และ ความแข็งแรง พบว่าผู้บริโภคชื่นชอบตราสินค้า iPhone และ Samsung เป็นลำดับที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองตราสินค้าได้คะแนนลำดับที่ 1 ถึง 3-4 คุณสมบัติ วิเคราะห์ตำแหน่งตราสินค้าโดยใช้ perceptual map แบบ 2 มิติ โดยเลือก 2 คุณสมบัติ คือ ราคาและขนาดของหน้าจอ พบว่าผู้บริโภคมีการรับรู้แต่ละตราสินค้าแตกต่างกัน

Megawe [10] ได้ศึกษาตำแหน่งตราสินค้าสบู่ 8 ตราสินค้า (Lux, Lifebuoy, Shinzui, Dove, Nuvo, Dettol, Imperial Leather และ Giv) ในประเทศอินโดนีเซีย เก็บแบบสอบถามจากผู้บริโภค 100 คน โดยเลือก 2 ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการรับรู้ของผู้บริโภค คือ ราคาและคุณภาพ พบว่าผู้บริโภคมีการรับรู้แต่ละตราสินค้าแตกต่าง 4 ตำแหน่ง

Nazmul, Islam, Hossain และ Chowdhury [11] ได้ศึกษาตำแหน่งผลิตภัณฑ์สบู่จำนวน 10 ตราสินค้า ในเมืองธากา ประเทศบังกลาเทศ พบว่าผู้บริโภคมีการรรับรู้ 6 ปัจจัย (ขนาด ราคา แพ็คเก็จจิ้ง คุณภาพ กลิ่น และความรู้สึกสดชื่น ในแต่ละตราสินค้าแตกต่างกัน

IV. กรอบแนวคิดงานวิจัย



รูปที่ I. กรอบแนวคิดงานวิจัย

V. วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์งานวิจัย การวิจัยในครั้งนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การวิจัยเชิงคุณภาพและการวิจัยเชิงปริมาณ โดยมีการดำเนินการ 6 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. การศึกษาทัศนคติและพฤติกรรมการใช้สบู่ของผู้บริโภค

โดยใช้การวิจัยเชิงคุณภาพ ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยมีการดำเนินการ 2 ส่วน คือ 1) การสังเกตพฤติกรรมการซื้อผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนของผู้บริโภค โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นประชาชนชาวไทย ที่ซื้อผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนในช่วงเวลาที่ผู้วิจัยเก็บข้อมูล ในซุปเปอร์มาร์เก็ตในห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่ง และ 2) การสัมภาษณ์ผู้บริโภคที่เป็นประชาชนชาวไทย มีอายุ 18 ปีขึ้นไป ที่เคยเลือกซื้อผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนด้วยตนเอง ทำให้ผู้วิจัยทราบปัญหายอดขายและทราบคุณสมบัติของสบู่ที่ผู้บริโภคใช้พิจารณาในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน และตราสินค้าของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคนิยมซื้อ ซึ่งผู้วิจัยได้นำผลที่ได้ไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการตลาด ก่อนการสรุปตราสินค้าและคุณสมบัติของสบู่ที่สำคัญ

2. สรุปปัจจัยตราสินค้าและคุณสมบัติของสบู่ที่สำคัญ เพื่อศึกษาการรับรู้ของผู้บริโภคต่อตราสินค้าโดยทำวิจัยเชิงปริมาณ ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. ดำเนินการสำรวจการรับรู้ของผู้บริโภคต่อตราสินค้าของผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน Non-SMEs และ สบู่ก้อน SMEs ของไทย จำนวน 200 ชุด โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นประชาชนชาวไทยที่มีอายุ 18 ปี ขึ้นไป โดยเลือกสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายไม่ใช้ความน่าจะเป็น และเก็บข้อมูลแบบตามสะดวก เนื่องจากเป็นการศึกษาการรับรู้ในภาพรวม

4. นำผลจากการตอบแบบสอบถามของผู้บริโภคมาวิเคราะห์ตำแหน่งการรับรู้ของผู้บริโภคต่อตราสินค้า เพื่อสรุปแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน SMEs ของไทย

5. นำผลที่ได้จากข้อ 4 ไปทำวิจัยเชิงปริมาณโดยสร้างแบบสอบถามชุดที่ 2 เพื่อศึกษาแนวโน้มและสามารถประมาณการการเพิ่มขึ้นของส่วนแบ่งทางการตลาดของสบู่ก้อน SMEs ของไทย เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้บริโภคที่เป็นประชาชนชาวไทย ที่มีอายุ 18 ปีขึ้นไป จำนวน 200 ชุด ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นคนละกลุ่มกับการเก็บแบบสอบถามชุดแรก

6. สรุปผลการวิจัย เพื่อให้ผู้ประกอบการและนักการตลาดสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงกลยุทธ์การตลาดให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค และสามารถเพิ่มส่วนแบ่งการตลาด

VI. ผลการวิจัย

VI.I ผลการศึกษาปัจจัยที่ผู้บริโภคใช้พิจารณาในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดร่างกาย ประเภทสบู่ก้อน

จากการสังเกตพฤติกรรมการซื้อของผู้บริโภคโดยการลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลการซื้อของผู้บริโภคโดยเปรียบเทียบตราสินค้า Non-SMEs กับ SMEs ของไทย ในช่วงเวลาเดียวกัน พบว่า ยอดขายผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน Non-SMEs กับสบู่ก้อน SMEs ของไทย มีอัตราส่วนยอดขายอยู่ที่ 43 : 1 และมีจำนวนตราสินค้าสบู่ก้อน วางจำหน่ายทั้งสิ้นจำนวน 44 ตราสินค้า แบ่งเป็นตราสินค้าสบู่ก้อน Non-SMEs จำนวน 35 ตราสินค้า และตราสินค้าสบู่ก้อน SMEs ของไทยจำนวน 9 ตราสินค้า ส่วนตราสินค้าที่ผู้บริโภคนิยมซื้อมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ คือ Parrot Babymild Dettol Asepso และ อิงอร ตามลำดับ

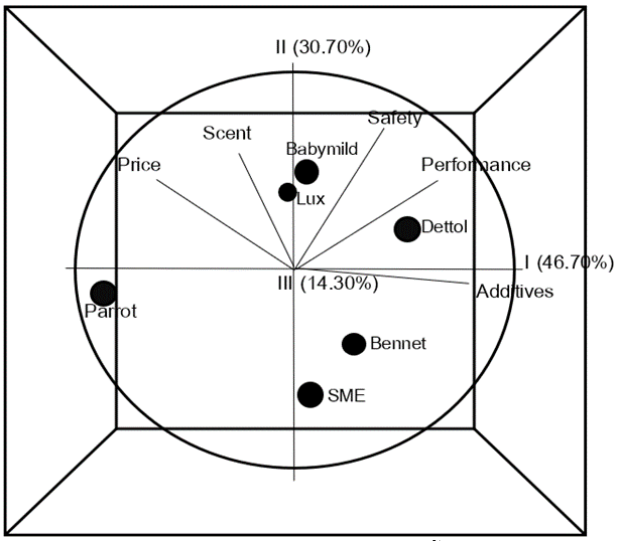
จากการสัมภาษณ์ผู้บริโภคจำนวน 28 ราย เพื่อให้ระบุตราสินค้าที่นิยมซื้อ และสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยคุณสมบัติของสบู่ที่ผู้บริโภคใช้พิจารณาในการเลือกซื้อสบู่ก้อน พบว่า ตราสินค้าสบู่ก้อนที่ถูกเอ่ยชื่อมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ Lux Babymild Dettol Protex และ Care ตามลำดับ และปัจจัยคุณสมบัติสบู่ที่ผู้บริโภคใช้พิจารณาในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน 5 อันดับแรก ได้แก่ กลิ่น (Scent) ราคา (Price) คุณภาพการใช้งาน (Performance) มีส่วนผสมพิเศษ (Additives) และ ความปลอดภัย (Safety) ตามลำดับ

เมื่อนำผลการสังเกตพฤติกรรมการซื้อและการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์ตราสินค้าที่ผู้บริโภคนิยมซื้อมากที่สุด โดยดูจากจำนวนผู้บริโภคและปริมาณการซื้อมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ Parrot Dettol Babymild Lux และ Bennet ตามลำดับ

VI.II ผลการศึกษาการรับรู้ของผู้บริโภคต่อปัจจัยที่ใช้พิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดร่างกาย ประเภทสบู่ก้อน SMEs ของไทย และสบู่ก้อน Non-SMEs

VI.II.I การศึกษาการรับรู้ตำแหน่งตราสินค้าของผู้บริโภค

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมการซื้อและการสัมภาษณ์ผู้บริโภคมาสร้างแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลการรับรู้ของผู้บริโภคต่อตราสินค้าสบู่ก้อน และนำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นแผนผังการรับรู้แบบ 3 มิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โดยตราสินค้าจะถูกกำหนดตำแหน่งเทียบกับปัจจัยคุณสมบัติของสบู่ทั้ง 5 ปัจจัย บนแกนวัด 3 แกน ได้แก่ X, Y และ Z ซึ่งแต่ละแกนจะสกัดปัจจัยได้เท่ากับ ร้อยละ 46.70 ร้อยละ 30.70 และร้อยละ 14.30 ตามลำดับ รวมแล้วสามารถสกัดปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัย ได้ร้อยละ 91.70 (รูปที่ II)



รูปที่ II. แผนผังการรับรู้ของผู้บริโภคต่อคุณสมบัติทั้งหมดของสบู่ใน 3 มิติ

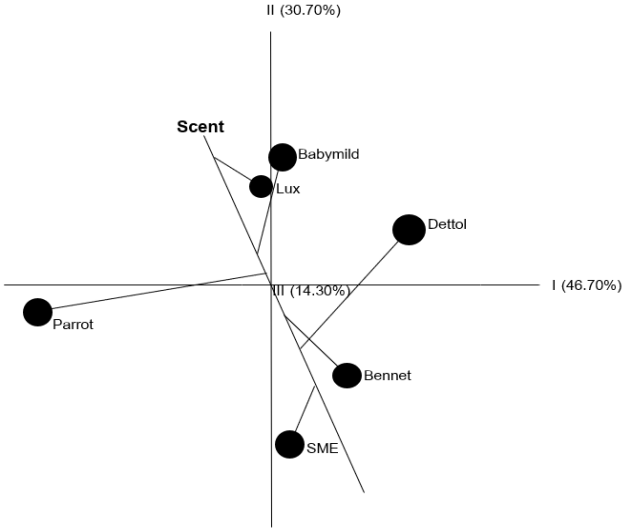
จากแผนผังการรับรู้ตำแหน่งตราสินค้าแบบ 3 มิติ การอ่านตำแหน่งของตราสินค้าสบู่ก้อนจะถูกวัดโดยเส้นตั้งฉาก (Perpendicular line) ที่ไปตกกระทบเส้นที่แสดงค่าแต่ละปัจจัย ผู้วิจัยได้ปรับวิธีแสดงผลแยกแต่ละปัจจัยคุณสมบัติของสบู่ โดยเลือกแกนแสดงผลเพื่อให้แสดงผลได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังนี้

1) การวิเคราะห์ตำแหน่งตราสินค้าสบู่ก้อนในปัจจัยคุณสมบัติเรื่องกลิ่นหอม ผู้วิจัยเลือกให้แสดงผลโดยใช้ระนาบ XY โดยใช้แกน X และแกน Y เป็นแกนแนวนอนและแนวตั้ง (ทำให้อ่านค่าง่ายที่สุด) พบว่า ผู้บริโภครับรู้ว่าสบู่ก้อน Lux มีกลิ่นหอมมากที่สุด และผู้บริโภครับรู้ว่าสบู่ก้อน SMEs ของไทย เรื่อง มีกลิ่นหอมน้อยที่สุด ในขณะที่สบู่ก้อน Babymild และ Parrot ผู้บริโภคมีการรับรู้ว่ามีกลิ่นหอมในระดับที่ใกล้เคียงกัน (รูปที่ III)

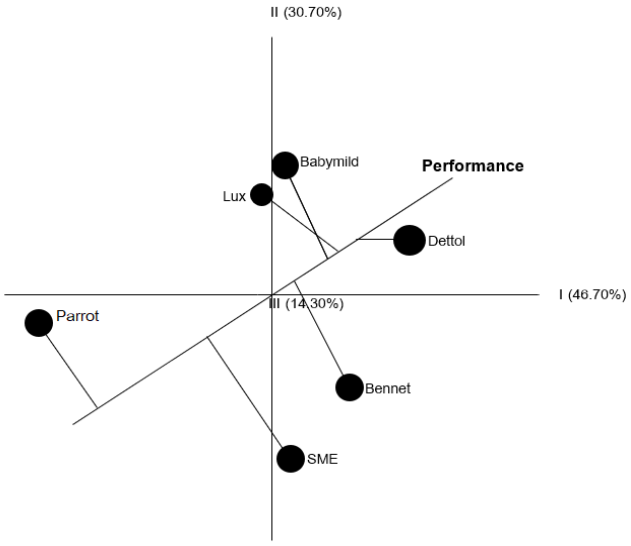
2) การวิเคราะห์ตำแหน่งตราสินค้าสบู่ก้อนในปัจจัยคุณสมบัติเรื่องคุณภาพการใช้งาน ผู้วิจัยเลือกให้แสดงผลโดยใช้ระนาบ XY โดยใช้แกน X และแกน Y เป็นแกนแนวนอนและแนวตั้ง พบว่า ผู้บริโภครับรู้ว่าสบู่ก้อน Dettol มีคุณภาพการใช้งานสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ สบู่ก้อน Lux และ Babymild ตามลำดับ และผู้บริโภครับรู้ว่าสบู่ก้อน Parrot มีคุณภาพการใช้งานต่ำที่สุด โดยสบู่ก้อน SMEs ของไทยผู้รับรู้คุณภาพการใช้งานอยู่ในอันดับที่ 5 จาก 6 ตราสินค้า (รูปที่ IV)

3) การวิเคราะห์ตำแหน่งตราสินค้าสบู่ก้อนในปัจจัยคุณสมบัติเรื่องมีส่วนผสมพิเศษ ผู้วิจัยเลือกให้แสดงผลโดยใช้ระนาบ XY โดยใช้แกน X และแกน Y เป็นแกนแนวนอนและแนวตั้ง พบว่า ผู้บริโภครับรู้ว่าสบู่ก้อน Bennet และ Dettol มีส่วนผสมพิเศษมากที่สุด รองลงมาได้แก่ สบู่ก้อน SMEs ของไทย และผู้บริโภครับรู้ว่าสบู่ก้อน Parrot มีส่วนผสมพิเศษน้อยที่สุด (รูปที่ V)

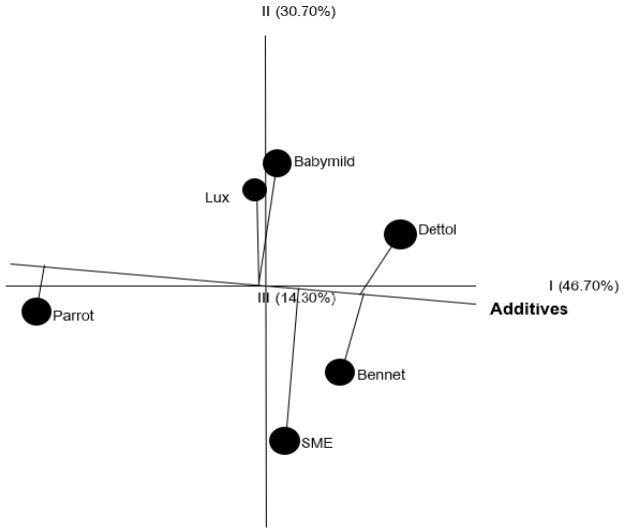
4) การวิเคราะห์ตำแหน่งตราสินค้าสบู่ก้อนในปัจจัยคุณสมบัติเรื่องมีราคาเหมาะสม ผู้วิจัยเลือกให้แสดงผลโดยใช้ระนาบ XY โดยใช้แกน X และแกน Y เป็นแกนแนวนอนและแนวตั้ง พบว่า ผู้บริโภครับรู้ว่าสบู่ก้อน Parrot มีราคาถูกที่สุด และผู้บริโภครับรู้ว่าสบู่ก้อน Bennet และ สบู่ก้อน SMEs ของไทยมีราคาเหมาะสมได้น้อยที่สุด (รูปที่ VI)



รูปที่ III. แผนผังการรับรู้ของผู้บริโภคต่อคุณสมบัติเรื่องกลิ่นหอม

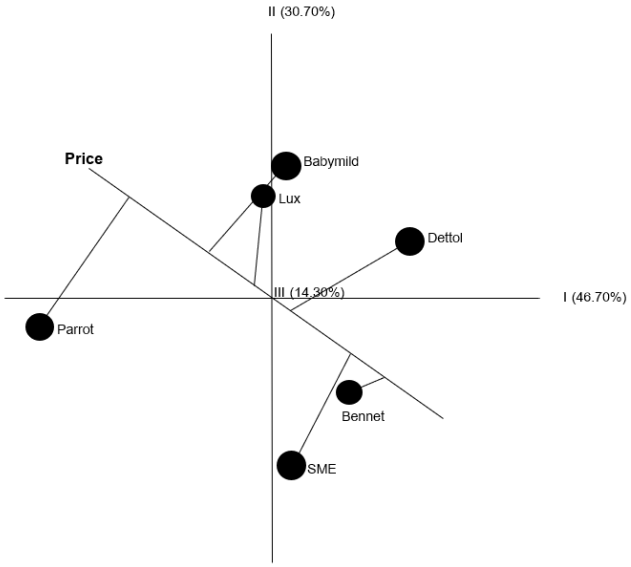


รูปที่ IV. แผนผังการรับรู้ของผู้บริโภคต่อคุณสมบัติเรื่องคุณภาพการใช้งาน

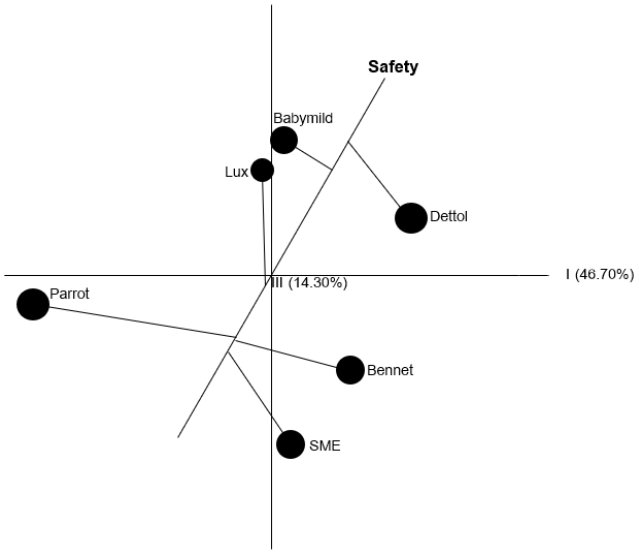


รูปที่ V. แผนผังการรับรู้ของผู้บริโภคต่อคุณสมบัติเรื่องมีส่วนผสมพิเศษ

5) การวิเคราะห์ตำแหน่งตราสินค้าสบู่ก้อนในปัจจัยคุณสมบัติเรื่องความปลอดภัย ผู้วิจัยเลือกให้แสดงผลโดยใช้ระนาบ XY โดยใช้แกน X และแกน Y เป็นแกนแนวนอนและแนวตั้ง พบว่า ผู้บริโภครับรู้ว่าสบู่ก้อน Dettol มีความปลอดภัยมากที่สุด และผู้บริโภครับรู้ว่าสบู่ก้อน SMEs ของไทย มีความปลอดภัย น้อยที่สุด (รูปที่ VII)



รูปที่ VI. แผนผังการรับรู้ของผู้บริโภคต่อคุณสมบัติเรื่องราคาเหมาะสม



รูปที่ VII. แผนผังการรับรู้ของผู้บริโภคต่อคุณสมบัติเรื่องความปลอดภัย

VI.II.II การศึกษาความชื่นชอบของผู้บริโภคต่อตราสินค้า

จากการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามที่ถามผู้บริโภคถึงความชื่นชอบต่อตราสินค้าผลิตภัณฑ์สบู่ก้อนทั้ง 6 ตราสินค้า พบว่า ตราสินค้าที่ผู้บริโภคชื่นชอบ เรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ Babymild Lux Bennet Dettol สบู่ก้อน SMEs ของไทย และ Parrot ตามลำดับ และผลจากการศึกษาการรับรู้ของผู้บริโภคต่อคุณสมบัติสบู่ในแต่ละตราสินค้า (ข้อ IV.III.I) ทำให้ทราบจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละตราสินค้า โดยเมื่อเปรียบเทียบลำดับความชื่นชอบกับจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละตราสินค้า สรุปดังตารางที่ I

ตารางที่ I. ลำดับความชื่นชอบของผู้บริโภคต่อตราสินค้า จุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละตราสินค้า

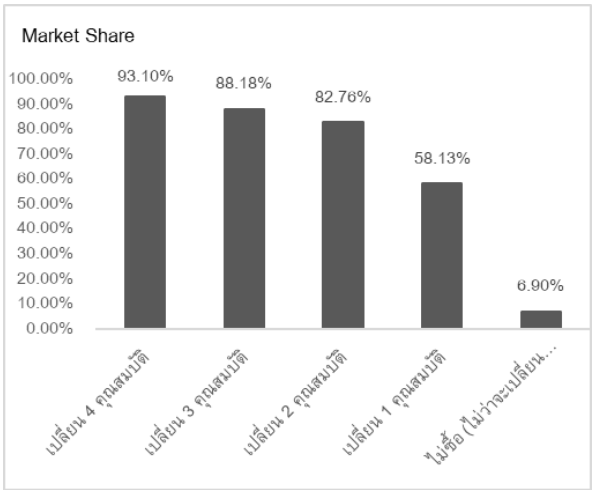
ลำดับความชื่นชอบ	ตราสินค้า	จุดเด่น(1)	จุดด้อย(2)
1	Babymild	กลิ่นหอม ราคาเหมาะสม ความปลอดภัย	มีส่วนผสมพิเศษ
2	Lux	กลิ่นหอม คุณภาพการใช้งาน	มีส่วนผสมพิเศษ
3	Bennet	มีส่วนผสมพิเศษ	ราคาเหมาะสม ความปลอดภัย
4	Dettol	คุณภาพการใช้งาน มีส่วนผสมพิเศษ	กลิ่นหอม
5	สบู่ก้อน SMEs ของไทย	-ไม่มี-	กลิ่นหอม คุณภาพการใช้งาน ราคาเหมาะสม ความปลอดภัย
6	Parrot	ราคาเหมาะสม	คุณภาพการใช้งาน มีส่วนผสมพิเศษ

หมายเหตุ:1) จุดเด่น คือ ผู้บริโภคมีการรับรู้ในระดับสูง (อยู่ในลำดับที่ 1-2)
2) จุดด้อย คือ ผู้บริโภคมีการรับรู้ในระดับต่ำ (อยู่ในลำดับที่ 5-6)

จากผลการวิจัยพบว่า ตราสินค้า Non-SMEs อย่าง Babymild และ Lux ที่ผู้บริโภคชื่นชอบเป็นลำดับที่ 1 และ 2 ตามลำดับ มีจุดเด่นมากกว่า 1 คุณสมบัติที่ผู้บริโภครับรู้ และมีจุดด้อยเพียง 1 คุณสมบัติเท่านั้น โดยตราสินค้า Babymild มีจุดเด่น 3 คุณสมบัติที่ผู้บริโภครับรู้ ได้แก่ กลิ่นหอม ราคาเหมาะสม และความปลอดภัย ตราสินค้า Lux มีจุดเด่น 2 คุณสมบัติที่ผู้บริโภครับรู้ ได้แก่ กลิ่นหอม และคุณภาพการใช้งาน ซึ่งทั้งสองตราสินค้ามีจุดด้อยเพียง 1 คุณสมบัติที่เหมือนกัน คือ การมีส่วนผสมพิเศษ ในขณะที่ตราสินค้า SMEs ของไทย ไม่มีจุดเด่นที่ผู้บริโภครับรู้ในทั้ง 5 คุณสมบัติของสบู่ แต่กลับมีจุดด้อยถึง 4 คุณสมบัติ ได้แก่ กลิ่นหอม คุณภาพการใช้งาน ราคาเหมาะสม และความปลอดภัย

VI.III การศึกษาแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์และสื่อสารผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน SMEs ของไทย ที่สามารถเพิ่มส่วนแบ่งการตลาด

ผู้วิจัยนำผลการศึกษาการรับรู้คุณสมบัติสบู่ของผู้บริโภคต่อตราสินค้าผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน SMEs ของไทย ไปสร้างแบบสอบถามเพื่อศึกษาและคาดการณ์การเพิ่มขึ้นของส่วนแบ่งทางการตลาดของตราสินค้า SMEs ของไทย โดยถามผู้บริโภคถึงความตั้งใจซื้อของผู้บริโภค ถ้าผลิตภัณฑ์สบู่ก้อน SMEs ของไทยมีการปรับคุณสมบัติในเรื่อง กลิ่นหอม ความปลอดภัย คุณภาพการใช้งาน และราคาให้ถูกลง ผู้บริโภคจะพิจารณาซื้อหรือไม่ จากผลการเก็บแบบสอบถาม พบว่า ถ้าสบู่ก้อน SMEs มีการปรับคุณสมบัติเรื่องกลิ่นให้หอมเมื่อเทียบกับ Lux หรือ Babymild ผู้บริโภคจะเปลี่ยนมาซื้อสบู่ก้อน SMEs ของไทยเพิ่มขึ้นร้อยละ 20.20 และถ้าผู้ประกอบการปรับคุณสมบัติเรื่องความปลอดภัย เช่น มีผลการทดสอบการแพ้ มีใบรองจากองค์การอาหารและยา เป็นต้น ผู้บริโภคจะเปลี่ยนมาซื้อสบู่ก้อน SMEs ของไทยเพิ่มขึ้นร้อยละ 17.24 และมีผู้บริโภคเพียงร้อยละ 6.90 เท่านั้นที่มีความจงรักภักดีต่อตราสินค้าสบู่ก้อน Non-SMEs คือ ไม่ว่าผู้ประกอบการ SMEs จะปรับเปลี่ยนคุณสมบัติใดของสบู่ก็ไม่พิจารณาซื้อ ทั้งนี้ ผลการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงส่วนแบ่งทางการตลาดของสบู่ก้อน SMEs ของไทย แสดงดังรูปที่ VIII



รูปที่ VIII. แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของส่วนแบ่งทางการตลาดของสบู่ก้อน SMEs ของไทย

VII. สรุปผลการวิจัย

1. ปัจจัยที่ผู้บริโภคใช้พิจารณาในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดร่างกาย ประเภทสบู่ก้อน 5 อันดับแรก ได้แก่ กลิ่น (Scent) ราคา (Price) คุณภาพการใช้งาน (Performance) มีส่วนผสมพิเศษ (Additives) และ ความปลอดภัย (Safety) ตามลำดับ

2. ผู้บริโภคมีการรับรู้ปัจจัยคุณสมบัติสบู่ต่อตราสินค้าสบู่ก้อน Non-SMEs กับ สบู่ก้อน SMEs ของไทยแตกต่างกัน โดยมีการรับรู้ต่อตราสินค้าสบู่ก้อน SMEs ของไทยอยู่ในระดับต่ำ 4 คุณสมบัติ (กลิ่น ราคา คุณภาพการใช้งาน และความปลอดภัย) และอยู่ในระดับปานกลาง 1 คุณสมบัติ (มีส่วนผสมพิเศษ) โดยผู้บริโภคมีการรับรู้ว่าตราสินค้า Lux มีกลิ่นหอมมากที่สุด และตราสินค้า SMEs ของไทย มีกลิ่นหอมน้อยที่สุด ผู้บริโภคมีการรับรู้ว่าตราสินค้า Dettol มีคุณภาพการใช้งานสูงที่สุด และตราสินค้า Parrot มีคุณภาพการใช้งานต่ำที่สุด ผู้บริโภคมีการรับรู้ว่าตราสินค้า Bennet และ Dettol มีส่วนผสมพิเศษมากที่สุด และตราสินค้า Parrot มีส่วนผสมพิเศษน้อยที่สุด ผู้บริโภคมีการรับรู้ว่าตราสินค้า Parrot มีราคาถูกที่สุด และตราสินค้า Bennet มีราคาสูงที่สุด และผู้บริโภคมีการรับรู้ว่าตราสินค้า Dettol มีความปลอดภัยมากที่สุด และตราสินค้า SMEs ของไทย มีความปลอดภัยน้อยที่สุด

3. ผู้ประกอบการและนักการตลาดสามารถเพิ่มส่วนแบ่งการตลาดของสบู่ก้อน SMEs ของไทย ได้โดยการปรับเปลี่ยนคุณสมบัติของสบู่ก้อน SMEs ของไทยและสร้างการรับรู้ให้กับผู้บริโภคโดยเลือกใช้กลยุทธ์การสื่อสารการตลาดที่เหมาะสม หากเลือกเปลี่ยนคุณสมบัติใดคุณสมบัติหนึ่งจาก 4 คุณสมบัติที่ผู้บริโภคมีการรับรู้อยู่ในระดับต่ำ จะสามารถเพิ่มส่วนแบ่งการตลาดรวมได้ถึงร้อยละ 58.13 และถ้าเลือกเปลี่ยนคุณสมบัติเรื่องกลิ่นให้หอมเมื่อเทียบกับ Lux และ Babymild เพียงคุณสมบัติเดียว จะสามารถเพิ่มส่วนแบ่งทางการตลาดได้สูงที่สุดถึงร้อยละ 20.20

VIII. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่า ผู้บริโภคมีการรับรู้ต่อตำแหน่งตราสินค้าสบู่ก้อนต่อปัจจัยคุณสมบัติของสบู่ในครั้งนี้ (กลิ่นหอม คุณภาพการใช้งาน มีส่วนผสมพิเศษ ราคาเหมาะสม และความปลอดภัย) แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Megawe [10] ที่ศึกษาการวิเคราะห์ตำแหน่งของผลิตภัณฑ์สบู่จำนวน 8 ตราสินค้า (Lux, Lifebuoy, Shinzui, Dove, Nuvo, Dettol, Imperial Leather และ Giv) ซึ่งเลือกศึกษา 2 ปัจจัย คือ ราคาและคุณภาพ พบว่า ผลิตภัณฑ์สบู่มีตำแหน่งตราสินค้าที่แตกต่าง 4 ตำแหน่ง รวมทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nazmul, Islam, Hossain & Chowdhury [11] ที่ศึกษาการวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์สบู่จำนวน 10 ตราสินค้า ในเมืองธากา ประเทศบังกลาเทศ ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าผู้บริโภคมีการรรับรู้ 6 ปัจจัย (ขนาด ราคา แพ็คเก็จจิ้ง คุณภาพ กลิ่น และความรู้สึกสดชื่น ในแต่ละตราสินค้าแตกต่างกัน ทั้งนี้ เนื่องจากการรับรู้ของผู้บริโภคเกิดจากหลายช่องทางและหลายปัจจัย เช่น ความเชื่อ ประสบการณ์ ความต้องการ อารมณ์ความรู้สึก และความคาดหวัง ซึ่งการรับรู้จะมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าหรือบริการ [12] อย่างไรก็ดี งานวิจัยดังกล่าวข้างต้นไม่สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยมากกว่า 2 ปัจจัยพร้อมกันได้ จึงอาจจะเป็นข้อจำกัดในนำไปใช้ในการวางกลยุทธ์การตลาด เพราะในความเป็นจริงผู้บริโภคจะพิจารณาตัดสินใจซื้อสินค้าหรือบริการจากหลายปัจจัย โดยจะทำการเปรียบเทียบกับสินค้าอื่นๆ ในกลุ่มเดียวกันว่ามีหรือขาดคุณสมบัติใด จากนั้นผู้บริโภคจะประเมินคุณสมบัติเหล่านั้น ว่าตนเองชอบหรือไม่ชอบ ก่อนการตัดสินใจซื้อ ซึ่งเป็นไปตามแบบจำลองทัศนคติเกี่ยวกับวัตถุ [3] ซึ่งก็สอดคล้องตามผลการศึกษาความชื่นชอบต่อตราสินค้าสบู่ก้อนทั้ง 6 ตราสินค้าข้างต้น พบว่าตราสินค้าที่ผู้บริโภคชื่นชอบมากที่สุด มีจุดเด่น หลายคุณสมบัติที่ผู้บริโภครับรู้ต่อตราสินค้า ในขณะที่งานวิจัยนี้ สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยมากกว่า 2 ปัจจัยได้พร้อมกัน ซึ่งเป็นข้อดีของเทคนิคการวางตำแหน่งตราสินค้าแบบหลายมิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

IX. ข้อเสนอแนะ

IX.I ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

1. จากผลการวิจัยพบว่า ผู้บริโภคมีการรับรู้ต่อสบู่ก้อน SMEs ของไทยในระดับต่ำหลายคุณสมบัติ โดยคุณสมบัติที่ผู้บริโภครับรู้ต่ำที่สุด ได้แก่ กลิ่นหอมและความปลอดภัย ผู้ประกอบการควรปรับปรุง เรื่องกลิ่นของสบู่เป็นอันดับแรก โดยอาจเพิ่มสารแต่งกลิ่นที่เป็นธรรมชาติ

2. จากผลการวิจัยพบว่า การปรับปรุง 2 คุณสมบัติ จะทำให้ผู้บริโภคร้อยละ 82.76 หันมาใช้สบู่ SMEs ผู้ประกอบการควรปรับปรุงสบู่ SMEs 2 คุณสมบัติควบคู่กันไป ได้แก่ กลิ่นและความปลอดภัย สำหรับด้านความปลอดภัย ผู้ประกอบการควรสื่อสารถึงการใช้ส่วนผสมที่ปลอดภัยและการแสดงผลการทดสอบเพื่อให้ผู้บริโภคมีความมั่นใจ

3. จากผลการวิจัยพบว่า ผู้บริโภคมีการรับรู้คุณสมบัติของสบู่ SMEs ต่ำถึงต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับสบู่ Non-SMEs และการปรับปรุงหลายคุณสมบัติจะช่วยให้มีส่วนแบ่งการตลาดเพิ่มขึ้นตามลำดับ เนื่องจากสบู่ SMEs มีข้อจำกัดด้านขนาดและเงินทุนของธุรกิจ จึงมีข้อจำกัดด้านการสื่อสาร นักการตลาดจึงควรกำหนดกลยุทธ์โดยเน้นประสิทธิภาพ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ SMEs เพื่อเพิ่มส่วนแบ่งการตลาด อันนำมาซึ่งยอดขายที่เพิ่มขึ้น โดยการปรับผลิตภัณฑ์ 1-2 คุณสมบัติ การเลือกที่จะปรับปรุงผลิตภัณฑ์ว่าควรปรับปรุง 1-2 คุณสมบัติ นักการตลาดจำเป็นต้องศึกษาผลที่ได้กับค่าใช้จ่าย เพื่อให้การตัดสินใจกำหนดกลยุทธ์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

4. การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ตำแหน่งตราสินค้าแบบหลายมิติสามารถช่วยให้ผู้ประกอบการและนักการตลาดเข้าใจการรับรู้ของผู้บริโภคและเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคได้มากขึ้นเพราะความต้องการและการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคพิจารณาจากหลายคุณสมบัติ รวมทั้งปรับปรุงการสื่อสารการตลาด อย่างไรก็ดี นักการตลาดควรมีความระมัดระวังในการนำผลการวิจัยไปออกแบบกลยุทธ์ โดยตระหนักว่าตำแหน่งตราสินค้าเป็นการรับรู้โดยผู้บริโภค ดังนั้นข้อมูลอาจเป็นข้อเท็จจริงหรือไม่ใช่ข้อเท็จจริงก็ได้ ผู้ประกอบการหรือนักการตลาดอาจจำเป็นต้องมีช่องทางการสำรวจความคิดเห็นและความพึงพอใจต่อสินค้าของผู้บริโภค และนำผลมาเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ตำแหน่งตราสินค้า ซึ่งถ้าหากผลมีความสอดคล้องกันในแบบที่ธุรกิจตั้งเป้าหมายไว้และให้เห็นว่าธุรกิจมีจำหน่ายสินค้าและการสื่อสารที่เหมาะสม แต่หากผลออกมาไม่สอดคล้องกัน นักการตลาดมีทางเลือก 2 ทาง คือ การปรับการสื่อสารให้สอดคล้องกับการจำหน่ายสินค้า หรือการจำหน่ายสินค้าให้สอดคล้องกับการสื่อสาร

IX.III ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบการรับรู้คุณสมบัติของสบู่ SMEs เทียบกับ Non-SMEs อย่างไรก็ดี ในกลุ่มสบู่ SMEs ด้วยกันเอง ยังมีความแตกต่างกันระหว่างขนาดของธุรกิจ การวิจัยครั้งต่อไปผู้สนใจอาจศึกษาเปรียบเทียบสบู่ SMEs ในกลุ่มที่มีขนาดธุรกิจต่างกัน เพื่อช่วยในธุรกิจ SMEs ที่มีขนาดเล็กมาก ๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ 1 ตำบล 1 ผลิตภัณฑ์ (OTOP) สามารถนำไปปรับปรุงผลิตภัณฑ์และแนวทางการทำการตลาดได้อย่างเหมาะสม

2. การวิจัยครั้งต่อไปอาจจะลองสำรวจปัญหายอดขายของผลิตภัณฑ์ SMEs ของไทย ในช่องทางการจัดจำหน่ายอื่นๆ ที่ไม่ใช่ซุปเปอร์มาร์เก็ต เช่น ร้านขายตรง ร้านค้าออนไลน์ เป็นต้น เพื่อให้ครอบคลุมช่องทางการจัดจำหน่ายอื่นๆ และนำข้อมูลที่ได้นำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์สินค้าสบู่ก้อน SMEs ของไทยต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] ผู้จัดการออนไลน์, “นิยามใหม่ SMEs ที่ผู้ประกอบการควรรู้,” [Online]. Available: https://mgronline.com/smes/detail/9620000027571. [Accessed: 18 ธันวาคม 2562].

[2] A. Ries and J. Trout, Positioning: The battle for Your Mind, Boston: McGraw-Hill, 2001.

[3] P. Kotler and K. L. Keller, Marketing Management (15th ed.), Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall International, 2016.

[4] K. L. Keller, Strategic Brand Management: Building, Measuring, and Management Brand Equity (4th ed.), Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall International, 2013.

[5] P. Kotler and G. Armstrong, Principles of Marketing (15th ed.), Harlow: Pearson Education, 2014.

[6] G. W. Marshall and M. W. Johnston, Marketing Management (2nd ed.), New York: McGraw-Hill Education, 2016.

[7] J. L. Lee, Y. Kim and J. Won, “Sports Brand Positioning: Positioning congruence and consumer perceptions toward brands,” International Journal of Sports Marketing and Sponsorship, vol 19, no. 4, pp. 450-471, 2018.

[8] M. K. Witek-Hajduk and A. Grudecka, “Positioning strategies of retailers’ brands in the emerging market – a cluster analysis,” International Journal of Emerging Markets, vol 13, no. 5, pp. 925-942, 2018.

[9] T. Yumusak, K. G. Yilmaz and A. Gungordu, “Perceptual Maps of Smart Phones with Multi-dimensional Scaling Analysis,” International Journal of Research in Social Science, vol 6, no. 5, pp. 40-44, 2016.

[10] W. Megawe, “Analysis of product positioning on soap products in Manado,” Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi, vol 1, no. 3, pp. 732-738, 2013.

[11] A. K. Nazmul, M. S. Islam, Md. F. Hossain and M. T. Chowdhury, “Product Positioning: A Study of Soap Industry in Dhaka City,” European Journal of Business and Management, vol 4, no. 12, pp. 83-95, 2012.

[12] L. G. Schiffman and J. L. Wisenblit, Consumer Behavior (11th ed.), Harlow: Pearson Education, 2015, pp. 180.

การเปรียบเทียบคุณภาพการให้บริการของห้าง Hypermarket ที่ส่งผลต่อความพึงพอใจและความจงรักภักดีของคนกลุ่ม Generation X ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

The Comparison of Hypermarket Service Quality which Effects on Satisfaction and Loyalty in Generation X Customers, Bangkok Metropolitan Region

1st กนกวรรณ สมทรง
Kanokwan Somsong
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
Sm.kanokwan_st@tni.ac.th

2nd เบญญทิพย์ แสนสี
Benyatip Sansi
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
Sa.benyatip_st@tni.ac.th

3rd อัชญา กล้าเวช
Achaya Klavaech
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
achaya@tni.ac.th

บทคัดย่อ — งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและการเปรียบเทียบคุณภาพการให้บริการของห้าง Hypermarket (ร้านค้าปลีกขนาดใหญ่) ที่ส่งผลต่อความพึงพอใจ และก่อให้เกิดความจงรักภักดีของคนกลุ่ม Generation X (กลุ่มคนอายุระหว่าง 41-55 ปี หรือเกิด พ.ศ. 2508-2522) ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล งานวิจัยชิ้นนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณสำรวจข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือ คณะผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 817 คน ผลการวิจัยพบว่า ความเป็นรูปธรรมของบริการ, การรู้จักและเข้าใจลูกค้า และการให้ความเชื่อมั่นส่งผลต่อความพึงพอใจต่อห้างเทสโก้ โลตัส ปัจจัยการตอบสนอง, การรู้จักและเข้าใจลูกค้า, และความน่าเชื่อถือส่งผลต่อความพึงพอใจห้างบิ๊กซี และพบความแตกต่างในด้านการให้ความเชื่อมั่นต่อลูกค้า การรู้จักและเข้าใจลูกค้า และด้านคุณภาพบริการโดยรวมระหว่างเทสโก้ และบิ๊กซี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ - ร้านค้าปลีกขนาดใหญ่, Generation X, คุณภาพการให้บริการ, ความพึงพอใจ

Abstract — **This research aimed to study and compare service quality provided by Hypermarket (large retail store) that effected satisfaction and loyalty. The sample was collected from people who aged between 41-55 years old. The researchers focused only sample who live in Bangkok metropolitan region. The qualitative research method using questionnaire was applied to collect the data. Moreover, 817 respondents participated in this research. For the result, Tangible, empathy and reliability effected satisfaction in Tesco Lotus customers. But for Big C, responsiveness, empathy and reliability effected satisfaction. Finally, the researchers found the difference between Tesco Lotus and Big C in term of reliability, empathy and overall service quality significantly.**

Keywords — Hypermarket, Generation X, Service Quality, Satisfaction

I. บทนำ

ปัจจุบันจำนวนประชากรมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อันเนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้า ทางด้านเทคโนโลยี เศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม ส่งผลให้จำนวนประชากรต่อพื้นที่เพิ่มมากขึ้น รวมถึงยังส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตของคนที่อาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร และ ปริมณฑลให้เป็นไปอย่างเร่งรีบ ส่งผลให้ผู้บริโภคมีพฤติกรรมในการบริโภคที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น ผู้บริโภคไม่ค่อยมีเวลา ในการเลือกซื้อสินค้าเพื่อมาอุปโภคบริโภค จากเงื่อนไขในด้านเวลาที่จำกัด ดังนั้น ธุรกิจค้าปลีก จึงเป็นทางเลือกที่ตอบโจทย์ผู้บริโภคให้มีความสนใจมาใช้บริการเป็นจำนวนมากขึ้นทุกปี

ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเติบโตของธุรกิจค้าปลีกคือ การเพิ่มจำนวนของกลุ่มผู้บริโภค Generation-X (กลุ่มคนอายุระหว่าง 41-55 ปี หรือเกิด พ.ศ. 2508-2522) [14] ที่มีรายได้ปานกลาง-สูงตลอดจนการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของคนกลุ่มนี้ ซึ่งปัจจัยดังกล่าวล้วนแล้วแต่ผลักดันให้ผู้ประกอบการยังเดินหน้าขยายสาขาอย่างต่อเนื่องแม้ในยามที่การบริโภคซบเซา พฤติกรรมการบริโภคของคนแต่ละกลุ่มวัยมีความแตกต่างกันตามสภาวะของช่วงเวลาที่เกิดและเติบโตและการประสบกับเหตุการณ์ในแต่ละยุคสมัย ซึ่ง Hypermarket รายใหญ่ที่มีอิทธิพลต่อตลาด Modern trade ที่สำคัญได้แก่ เทสโก้ โลตัส และ บิ๊กซี ซึ่งเป็น Hypermarket ที่เป็นที่นิยมของคนส่วนใหญ่ มีสินค้าขายหลากหลายทั้งปลีกและค้าส่ง ดังนั้นการตัดสินใจใช้บริการจึงขึ้นอยู่กับความพึงพอใจในคุณภาพการบริการของ Hypermarket (ร้านค้าปลีกขนาดใหญ่) นั้น ๆ ซึ่งทั้งสองบริษัทมีการแข่งขันกันด้านคุณภาพการให้บริการค่อนข้างมาก

จากที่กล่าวมาข้างต้นคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบปัจจัยคุณภาพบริการที่ทำให้กลุ่มคน เกิดความพึงพอใจและความจงรักภักดี รวมถึงการเปรียบเทียบคุณภาพการให้บริการของห้าง Hypermarket ที่ส่งผลต่อความพึงพอใจและความจงรักภักดีของคนกลุ่มอายุระหว่าง 41-55 ปี หรือเกิด พ.ศ. 2508-2522 [14] ในเขต

กรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจากประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล นั้นเป็นกลุ่มที่มีการเลือกใช้บริการห้าง Hypermarket (ร้านค้าปลีกขนาดใหญ่) ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการของร้านค้าปลีกขนาดใหญ่ (เทสโก้ โลตัส และ บิ๊กซี) อีกทั้งยังเป็นแนวทางให้ผู้ประกอบการธุรกิจร้านค้าปลีกขนาดใหญ่สามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้โดยการนำกลยุทธ์มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการห้าง Hypermarket (ร้านค้าปลีกขนาดใหญ่) และสร้างความพอใจให้ผู้บริโภคกลับมาใช้บริการซ้ำในอนาคต

II. วัตถุประสงค์และวรรณกรรมปริทัศน์

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาปัจจัยคุณภาพการบริการที่มีผลต่อความพึงพอใจและความจงรักภักดีของคนกลุ่ม Generation X (กลุ่มคนอายุระหว่าง 41-55 ปี หรือเกิด พ.ศ. 2508-2522) ตลอดจนเปรียบเทียบคุณการบริการ 5 ด้าน ได้แก่ ความเป็นรูปธรรมของการบริการ (Tangibles) ความน่าเชื่อถือไว้วางใจ (Reliability) การตอบสนองต่อลูกค้า (Responsiveness) การให้ความเชื่อมั่นต่อลูกค้า (Assurance) และความใส่ใจในลูกค้า (Empathy) [17] ระหว่างเทสโก้ โลตัส และบิ๊กซี โดยกำหนดประชากรของงานวิจัยเป็นกลุ่มคนอายุระหว่าง 41-55 ปี (เกิดระหว่าง พ.ศ. 2508-2522) ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล สำหรับงานวิจัยเรื่องนี้คณะผู้วิจัยให้ความสนใจกับตัวแปรได้แก่

ปัจจัยด้านคุณภาพการบริการ ซึ่งหมายถึง คุณภาพการบริการในห้างสรรพสินค้า [17] ปัจจัย 5 ด้านที่กล่าวมาสามารถไปพัฒนาเป็นเครื่องมือแบบประเมินคุณภาพการบริการที่เรียกว่า “SERVQUAL” (Service Quality) มีการวิเคราะห์ค่าทางสถิติและสามารถสรุปรวมมิติสำคัญที่บ่งชี้ถึงคุณภาพการบริการมี 5 ด้าน [17] ดังนี้ 1. ความเป็นรูปธรรมของการบริการ (Tangibles) หมายถึง การบริการนั้น ต้องให้ผู้รับบริการสามารถคะเนคุณภาพบริการได้ ทั้งทางกายภาพที่ปรากฏให้เห็น สิ่งอำนวยความสะดวก สัญลักษณ์ และสภาพแวดล้อม เป็นต้น 2. ความน่าเชื่อถือไว้วางใจ (Reliability) หมายถึง ความสามารถในการให้บริการนั้นตรงกับคำสัญญาที่ให้ไว้ การบริการที่ให้ทุกครั้งมีความถูกต้องเหมาะสมและความสม่ำเสมอทำให้ผู้รับบริการรู้สึกถึงความน่าเชื่อถือไว้วางใจได้ 3. การตอบสนองต่อลูกค้า (Responsiveness) หมายถึง การตอบสนองอย่างมีความตั้งใจ และมีความมุ่งมั่นในให้บริการ ผู้รับบริการสามารถเข้ารับบริการได้ง่าย และได้รับความสะดวกจากการใช้อย่างทั่วถึงและรวดเร็ว มีความยืดหยุ่นและสะดวก 4. การให้ความเชื่อมั่นต่อลูกค้า (Assurance) หมายถึง ผู้ให้บริการต้องมีทักษะ ความรู้ ความสามารถในการให้บริการ และตอบสนองความต้องการของผู้รับบริการได้อย่างดีสามารถที่จะทำให้ผู้รับบริการเกิดความไว้วางใจ และเกิดความมั่นใจในบริการ 5. ความใส่ใจในลูกค้า (Empathy) หมายถึง มีความสามารถในการดูแลเอาใจใส่ผู้รับบริการตามความต้องการที่แตกต่าง [15]

ปัจจัยด้านความพึงพอใจของลูกค้าต่อบริการ (Satisfaction) มีความหมายว่า ระดับความรู้สึกในทางดีของลูกค้าต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง [11] ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจของลูกค้า ระดับความรู้สึกของลูกค้าที่มีผลมาจากการเปรียบเทียบระหว่างผลประโยชน์จากการบริการกับการคาดหวังของลูกค้า คำจำกัดความของความพึงพอใจเป็นผลลัพธ์ของการเปรียบเทียบระหว่างความคาดหวังกับการรับรู้สินค้าและบริการโดยความพึงพอใจของลูกค้าจะเกิดขึ้นหลังจากลูกค้าประเมินสินค้าและบริการที่ตนเองเข้ารับบริการแล้ว [15] อย่างไรก็ตามการศึกษาความพึงพอใจในหลากหลายอุตสาหกรรม [12] พบว่าคุณภาพของบริการเป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งทำให้ลูกค้าพึงพอใจและกลับมาใช้บริการอีก [13]

เมื่อผู้ใช้บริการพึงพอใจในการบริการที่ได้รับจากศูนย์บริการห้าง Hypermarket (ร้านค้าปลีกขนาดใหญ่) จะส่งผลต่อความตั้งใจซื้อซ้ำของผู้ใช้บริการเป็นอย่างมาก [16] กล่าวคือผู้ใช้บริการจะมาใช้บริการในที่สถานที่ตรงตามคุณลักษณะที่ต้องการ อย่างไรก็ตามคุณลักษณะของบริการที่ผู้ใช้บริการต้องการอาจไม่ก่อให้เกิดความพึงพอใจได้เสมอไป [14] เมื่อลูกค้าพึงพอใจในสินค้าและบริการลูกค้าจะมีพฤติกรรมบอกต่อสินค้าและบริการต่อไป แต่ถ้าผลงานของสินค้าและบริการดังกล่าวต่ำกว่าที่ลูกค้าคาดหวังลูกค้าจะไม่พึงพอใจและจะเปลี่ยนไปใช้บริการของคู่แข่งขัน [8]

จากความหมายข้างต้นจึงพอสรุปได้ว่าความพึงพอใจหมายถึงความรู้สึกมีความสุขเมื่อผู้ใช้บริการได้รับผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายตามที่ต้องการและพฤติกรรมที่แสดงออกก็จะมีความสุขส่วนความพึงพอใจของผู้ใช้บริการต่อการให้บริการนั้นความพึงพอใจเป็นความนิยมความศรัทธาและเป็นความรู้สึกหรือทัศนคติทางด้านบวกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อสิ่งนั้นจะสามารถตอบสนองความต้องการนั้นได้แต่ทั้งนี้ความพึงพอใจของบุคคลแต่ละคนอาจมีความแตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับค่านิยมหรือประสบการณ์ที่บุคคลนั้นได้รับหมายถึงความรู้สึกที่บุคคลสามารถประเมินผลการให้บริการในรูปแบบต่าง ๆ ที่ออกมาทั้งทางบวกและทางลบ [10]

III. ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative) โดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล [1] บุคคลที่เลือกใช้บริการร้าน Hypermarket (ร้านค้าปลีกขนาดใหญ่) ดังกล่าวซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ กลุ่มคนอายุระหว่าง 41-55 ปี (เกิด พ.ศ. 2508-2522) ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมลฑล ทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2562 ถึงเดือนมกราคม 2563

การตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหาของแบบสอบถามที่ตรงกับเรื่องที่ศึกษา เครื่องมือวิจัยได้ถูกตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อความครบถ้วน และความสอดคล้องของเนื้อหา (Validity) โดยการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องรายข้อ IOC (Index of Item Objective Congruence) [1] พบว่ามีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป จากนั้นทำการทดสอบแบบสอบถาม (Pilot Test) จำนวน 30 ชุด และคำนวณค่า Cronbach Alpha พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.75-0.93 ในทุกองค์ประกอบ สำหรับการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้หลักการคำนวณของ Cochran [4] จากการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างกรณีที่ไม่ทราบจำนวนประชากร และกำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ 95% จะได้ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม คือ 800 ตัวอย่าง ซึ่งเมื่อทำการสำรวจกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยได้รับข้อมูลการตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 817 ตัวอย่าง

IV. ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

การวิเคราะห์ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยประกอบด้วยข้อมูลมาวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนาได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการทดสอบสมมุติฐานโดยใช้ Independent samples t test เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างสองกลุ่มประชากร (เทสโก้ โลตัส และ บิ๊กซี) [1] และทำการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรต้นต่อตัวแปรตามโดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ [1] ได้ผลการวิจัยดังนี้

ตารางที่ I : ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

ตัวแปร	เทสโก้ โลตัส		บิ๊กซี	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1.เพศ				
ชาย	134	32.4	134	33.2
หญิง	231	55.8	251	62.3
LGBT	49	11.8	18	4.5
รวม	414	100	403	100
2. อาชีพ				
พนักงานบริษัทเอกชน	103	24.9	85	21.1
ธุรกิจส่วนตัว/อาชีพอิสระ	101	24.4	138	34.2
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	16	3.9	97	24.1
อื่นๆ	194	46.9	83	20.6
รวม	414	100	403	100
3. การศึกษา				
ต่ำกว่าปริญญาตรี	82	19.8	74	18.4
ปริญญาตรี	317	76.6	279	69.2
ปริญญาโท	8	1.9	49	12.2
ปริญญาเอก	7	1.7	1	0.2
รวม	414	100	403	100
4.รายได้				
ต่ำกว่า หรือ เท่ากับ 15,000 บาท	168	40.6	51	12.7
15,001 – 25,000 บาท	95	22.9	134	33.3
25,001 – 35,000 บาท	120	29.0	184	45.7
35,001 – 45,000 บาท	16	3.9	33	8.2
มากกว่า 45,001 บาทขึ้นไป	15	3.6	1	0.2
รวม	414	100	403	100

ผู้ตอบแบบสอบถามห้างเทสโก้ โลตัส ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง 55.8% เพศชาย 32.4% และ LGBT 11.8 % รายได้ต่อเดือนส่วนใหญ่ของกลุ่มตัวอย่างอยู่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 15,000 บาท คิดเป็น 40.6% กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ มีระดับการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี คิดเป็น 76.6% อาชีพส่วนใหญ่ของกลุ่มตัวอย่างคือ อื่น ๆ คิดเป็น 46.9% ส่วนผู้ตอบแบบสอบถามห้างบิ๊กซี ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง 62.3% เพศชาย 33.2% และ LGBT 4.5% รายได้ต่อเดือนส่วนใหญ่ของกลุ่มตัวอย่างอยู่ระหว่าง 25,001 – 35,000 บาท คิดเป็น 45.7% กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ มีระดับ การศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี คิดเป็น 69.2% อาชีพส่วนใหญ่ของกลุ่มตัวอย่าง คือ ธุรกิจส่วนตัว/อาชีพอิสระ คิดเป็น 34.2%

ตารางที่ II : ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปัจจัยคุณภาพการบริการในแต่ละด้านของห้างเทสโก้ โลตัส และบิ๊กซี

การทดสอบความแตกต่างระหว่างห้างเทสโก้ โลตัส และบิ๊กซี	
ปัจจัยคุณภาพการบริการ	**Sig. (2-tailed)**
ด้านความเป็นรูปธรรม	.098
ความน่าเชื่อถือ	.367
การตอบสนอง	.711
การให้ความเชื่อมั่นต่อลูกค้า	.000
การรู้จักและเข้าใจลูกค้า	.004
คุณภาพการบริการโดยรวม	.029

ความแตกต่างของคุณภาพการบริการ 5 ด้านของเทสโก้ โลตัส และ บิ๊กซี ในแต่ละด้านพบว่า ปัจจัยด้านความเป็นรูปธรรม, ความน่าเชื่อถือ และการตอบสนอง มีค่า sig.(2-tailed) สูงกว่าค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงสรุปได้ว่า ปัจจัยด้านความเป็นรูปธรรม, ความน่าเชื่อถือ และการตอบสนองของห้างเทสโก้ โลตัส และ บิ๊กซี ไม่แตกต่างกัน ส่วนปัจจัยด้านการให้ความเชื่อมั่นต่อลูกค้า การรู้จักและเข้าใจลูกค้า และด้านคุณภาพบริการทั้ง 5 ด้าน มีค่า sig.(2-tailed) ต่ำกว่าค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงสรุปได้ว่า การให้ความเชื่อมั่นต่อลูกค้า การรู้จักและเข้าใจลูกค้า และด้านคุณภาพการบริการโดยรวมของเทสโก้ โลตัส และบิ๊กซีแตกต่างกัน

ตารางที่ III : ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ของปัจจัยคุณภาพการบริการที่มีอิทธิพลต่อความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	Unstandardized Coefficients				
	B	Std. Error	Standardized Coefficients	t	Sig.
เทสโก้โลตัส					
(Constant)	.276	.097		2.836	.005
การให้ความเชื่อมั่นต่อลูกค้า	.474	.043	.463	10.911	.000
การรู้จักและเข้าใจลูกค้า	.327	.034	.353	9.60	.000
ด้านความเป็นรูปธรรม	.160	.038	.148	.148	.000
R Square	.787				
บิ๊กซี					
(Constant)	.528	.128		4.129	.000
การตอบสนอง	.467	.048	.477	9.754	.000
การรู้จักและเข้าใจลูกค้า	.252	.039	.296	6.410	.000
ความน่าเชื่อถือ	.151	.052	.126	2.931	.004
R Square	.691				

ปัจจัยคุณภาพบริการ 3 อันดับแรกของห้างเทสโก้ โลตัสที่มีอิทธิพลมากที่สุด และมีประสิทธิภาพในการทำนายเท่ากับ 78.7 % ซึ่งสามารถมีผล

ต่อความพึงพอใจของคนกลุ่ม Generation X ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และปัจจัยทั้ง 3 ได้แก่ ความเป็นรูปธรรมของบริการ, การรู้จักและเข้าใจลูกค้า, การให้ความเชื่อมั่นต่อลูกค้า มีค่า Sig. เท่ากับ .000 น้อยกว่า .05 ดังนั้น คุณภาพการบริการด้านความเป็นรูปธรรมของบริการ, การรู้จักและเข้าใจลูกค้า และการให้ความเชื่อมั่นต่อลูกค้าของเทสโก้ โลตัส ส่งผลให้เกิดความพึงพอใจ โดยการวัดประสิทธิภาพในการทำนายตัวแปรที่มีผลมากที่สุดโดยดูจากค่า Unstandardized (B) ตัวแปรที่มีผลมากที่สุดคือ การให้ความเชื่อมั่นต่อลูกค้า รองลงมาคือ ด้านการรู้จักและเข้าใจลูกค้า และสุดท้ายคือ ด้านความเป็นรูปธรรมของบริการ

สำหรับห้างบิ๊กซี ปัจจัยคุณภาพบริการ 3 อันดับแรกที่มีอิทธิพลต่อความพึงพอใจมากที่สุด และมีประสิทธิภาพในการทำนายร้อยละ 69.1 และปัจจัยทั้ง 3 ได้แก่ ด้านการตอบสนอง, การรู้จักและเข้าใจลูกค้า, และความน่าเชื่อถือ มีค่า Sig. เท่ากับ .000 น้อยกว่า 0.05 ดังนั้นด้านการตอบสนองต่อลูกค้า, การรู้จักและเข้าใจลูกค้า และความน่าเชื่อถือไวของบิ๊กซีส่งผลให้เกิดความพึงพอใจ จากค่า Unstandardized (B) ตัวแปรที่มีผลมากที่สุดคือ การตอบสนองต่อลูกค้า รองลงมาคือ การรู้จักและเข้าใจลูกค้า และสุดท้ายคือ ด้านความน่าเชื่อถือ ตามลำดับ

ตารางที่ IV : ค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรความพึงพอใจ และความจงรักภักดีของเทสโก้ โลตัส และบิ๊กซี

	เทสโก้ โลตัส	บิ๊กซี
ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจ และความจงรักภักดี (Pearson Correlation Coefficients)	0.787	0.771
sig. (2-tailed)	.000	.000

จากค่า Sig. (2-tailed) เท่ากับ 0.000 น้อยกว่า 0.05 ความพึงพอใจของทั้งเทสโก้ โลตัส และบิ๊กซี ส่งผลให้ส่งผลให้เกิดความจงรักภักดีในคนกลุ่ม Generation X เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ค่าความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างความพึงพอใจและความจงรักภักดีของเทสโก้ โลตัส และบิ๊กซี เท่ากับ 0.787 และ 0.771 แสดงความสัมพันธ์เชิงบวกสูง

V. การอภิปรายผล

จากการศึกษาปัจจัยคุณภาพการบริการที่ส่งผลต่อความพึงพอใจและความจงรักภักดีคนกลุ่ม Generation X (กลุ่มคนอายุระหว่าง 41-55 ปี หรือเกิด พ.ศ. 2508-2522) ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า สำหรับห้างเทสโก้ โลตัส ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้แก่ การให้ความเชื่อมั่นต่อลูกค้า, การรู้จักและเข้าใจลูกค้า และสุดท้ายคือ ด้านความเป็นรูปธรรมของบริการ ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนันทา ฉันทโรจนา และอิทธิกร ขำเดช [9] ศึกษาพฤติกรรมและความพึงพอใจของห้างเทสโก้ โลตัส ในเขตกรุงเทพมหานคร

ผลการศึกษาคุณภาพการบริการห้างบิ๊กซีพบว่าปัจจัยการตอบสนองต่อลูกค้า, การรู้จักและเข้าใจลูกค้า และความน่าเชื่อถือส่งผลต่อความพึงพอใจมากที่สุด ซึ่งเหมือนกับงานวิจัยของจิรวรรณ ดีประเสริฐ และวีรวงศ์ พิพิธสุขสันต์ [2] ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความพึงพอใจและพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านร้านค้าปลีกสมัยใหม่ของผู้บริโภคในพื้นที่กรุงเทพมหานคร, เชียงใหม่, นครราชสีมา และภูเก็ต ผลการวิจัยได้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญด้านการบริการที่มีอิทธิพลต่อความพึงพอใจอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการเปรียบเทียบคุณภาพการบริการระหว่างห้างเทสโก้ โลตัส และบิ๊กซีพบว่า ปัจจัยด้านความเป็นรูปธรรม, ความน่าเชื่อถือ และการตอบสนอง ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้การให้ความเชื่อมั่นต่อลูกค้า การรู้จักและเข้าใจลูกค้า และคุณภาพบริการโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งงานวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ นงรัก บุญเสริฐ [5] ซึ่งได้ศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติและพฤติกรรมของผู้บริโภคจากบิ๊กซี ซุปเปอร์เซนเตอร์ และเทสโก้ โลตัส ซุปเปอร์เซนเตอร์ ในจังหวัดอุบลราชธานี นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชุตินธร ปัจจุสานนท์ [4] ซึ่งยืนยันความแตกต่างกันในด้านการบริการของร้านค้าปลีกขนาดใหญ่

ความพึงพอใจจากคุณภาพการบริการของห้างเทสโก้ โลตัส และบิ๊กซี มีผลต่อความจงรักภักดี โดยมีความสัมพันธ์เชิงบวกสูงอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับงานวิจัยอัมพล ชูสนุก และ กฤษณณัฐ หนุนซู [10] ที่ศึกษาเรื่องอิทธิพลของคุณภาพการให้บริการต่อคุณค่าตราสินค้าความพึงพอใจและความจงรักภักดีของลูกค้าในเขตกรุงเทพมหานครพบว่าคุณภาพการให้บริการด้านการเอาใจใส่ลูกค้ามีอิทธิพลทางบวกต่อการให้บริการ การให้ความมั่นใจด้านความรวดเร็วและความน่าเชื่อถือมีอิทธิพลทางบวกต่อความพึงพอใจ และความพึงพอใจของลูกค้ามีอิทธิพลทางบวกต่อความจงรักภักดีของลูกค้า

VI. ข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ผลของงานวิจัยนี้ทำให้ทราบถึงพฤติกรรมการตัดสินใจใช้บริการร้านของห้าง Hypermarket (ร้านค้าปลีกขนาดใหญ่) ที่ส่งผลต่อความพึงพอใจและความจงรักภักดีของคนกลุ่ม Generation X (กลุ่มคนอายุระหว่าง 41-55 ปี หรือเกิด พ.ศ. 2508-2522) ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล การวิจัยครั้งนี้ พบว่า ปัจจัยคุณภาพการบริการมีผลต่อความพึงพอใจ และทำให้เกิดความจงรักภักดีได้ คณะผู้วิจัยใคร่ขอเสนอแนะแนวทางการให้บริการลูกค้ากลุ่มอายุ 41-55 ปีดังนี้ ห้างเทสโก้ โลตัสควรให้ความสำคัญ การให้ความเชื่อมั่นแก่ลูกค้า โดย การเพิ่มความสามารถในการสร้างความเชื่อมั่นให้เกิดขึ้นกับผู้รับบริการ ผู้ให้บริการจะต้องแสดงถึง ทักษะความรู้ความสามารถ ในการให้บริการและตอบสนองความต้องการ ของผู้รับบริการ ด้วยความสุภาพ นุ่มนวล มีกริยามารยาทที่ดี ใช้การติดต่อสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ และ ให้ความมั่นใจว่าผู้รับบริการจะได้รับบริการที่ดีที่สุด นอกจากนี้ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญการรู้จักเข้าใจลูกค้า โดยการเพิ่มความสามารถ ในการดูแลเอาใจใส่ผู้รับบริการตามความต้องการที่แตกต่างของผู้รับบริการแต่ละคน [6]

สำหรับผู้ประกอบการบิ๊กซี การตอบสนองต่อลูกค้าเป็นสิ่งสำคัญมากในการให้บริการ การเพิ่มความพร้อมและความเต็มใจในการให้บริการ โดยจะสามารถตอบสนองความต้องการ ของผู้รับบริการได้อย่างทันท่วงที ผู้รับบริการสามารถเข้ารับบริการได้ง่าย และได้รับ ความสะดวกจากการใช้บริการ รวมทั้งจะต้องกระจายการให้บริการไปอย่างทั่วถึงและรวดเร็ว การเพิ่มความรู้จักเข้าใจลูกค้า ทำได้โดยการเพิ่มความสามารถในการดูแลเอาใจใส่ผู้รับบริการตามความต้องการที่แตกต่างของผู้รับบริการแต่ละคน [7] เน้นการบริการให้ตรงกับสัญญาที่ให้ไว้กับผู้รับบริการ บริการที่ให้ทุกครั้งจะต้องมีความถูกต้องเหมาะสม และได้ผลออกมาเช่นเดิมในทุกจุดของบริการ ความสม่ำเสมอจะทำให้ผู้รับบริการรู้สึกว่าบริการที่ได้รับนั้นมีความน่าเชื่อถือ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีเนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากอาจารย์อัชญา กล้าเวช อาจารย์ประจำหลักสูตรการตลาดเชิงสร้างสรรค์และดิจิทัล สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ได้กรุณาช่วยเก็บข้อมูล และสละเวลาให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัย ส่งผลให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

[1] กัลยา วาณิชย์บัญชา," *การใช้ SPSS for windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล,"* พิมพ์ครั้งที่ 8, โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2549.

[2] จิรวรรณ ดีประเสริฐ และ วีรวงศ์ พิพิธสุขสันต์, "ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความพึงพอใจและพฤติกรรมการ ซื้อสินค้าผ่านร้านค้าปลีกสมัยใหม่ของผู้บริโภค: กรณีศึกษาพื้นที่ กรุงเทพมหานคร เชียงใหม่ นครราชสีมา ภูเก็ต," วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขา มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์), หน้า 59-69, 2557.

[3] จุฑารัตน์ สายโรจน์พันธ์, *"ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการซุปเปอร์มาร์เก็ตของผู้บริโภคเขตกรุงเทพมหานคร,"* การศึกษาเฉพาะบุคคลปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, กรุงเทพมหานคร. 2558.

[4] ชุตินธร ปัจจุสานนท์, "ศึกษาความพึงพอใจของลูกค้า กลยุทธ์การตลาด และการจัดการเชิงกลยุทธ์ เพื่อเพิ่มผลประกอบการของธุรกิจค้าปลีกสมัยใหม่ขนาดใหญ่ (ModernTrade) กรณีศึกษา: บริษัท บิ๊กซี ซูเปอร์เซ็นเตอร์ จำกัด (มหาชน) ภายหลังการควบรวมกับคาร์ฟูร์ โดยเปรียบเทียบระหว่างบิ๊กซี เอ็กตร้า (คาร์ฟูร์เดิม) สาขาบางใหญ่กับ บิ๊กซีซูเปอร์เซ็นเตอร์ สาขารัตนาธิเบศร์," การค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการตลาด คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย,กรุงเทพมหานคร. 2556.

[5] นงรัก บุญเสริฐ, "ทัศนคติและพฤติกรรมของผู้บริโภคที่มีต่อการเลือกซื้อสินค้าเฮาส์แบรนด์ ประเภทสินค้าอุปโภค: กรณีศึกษา บิ๊กซี ซุปเปอร์เซนเตอร์ และเทสโก้ โลตัส ซุปเปอร์เซนเตอร์ ในจังหวัดอุบลราชธานี"การศึกษาเฉพาะบุคคลปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, กรุงเทพมหานคร. 2554.

[6] ปารย์ทิพย์ ธนาภิคุปตานนท์, " ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการบริการที่ได้รับกับความพึงพอใจ และความภักดีของคนไข้ : กรณีศึกษาโรงพยาบาลเอกชน ในเขตกรุงเทพมหานคร,". วารสารวิจัย มข. ฉบับสาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์(ฉบับธุรกิจและเศรษฐกิจ), ปีที่ 10, ฉบับที่ 2, หน้า 160-172. 2554.

[7] มะลิวัลย์ แสงสวัสดิ์, "ปัจจัยความเชื่อมั่นและความภักดีที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจใช้บริการห้างสรรพสินค้ากรณีศึกษาห้างสรรพสินค้าชั้นนำในกรุงเทพมหานคร," การศึกษาเฉพาะบุคคลปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, กรุงเทพมหานคร. 2558.

[8] ศิริวรรณ เสรีรัตน์, "กลยุทธ์การตลาดและการบริหารการตลาด". กรุงเทพฯ: ไดมอน อิน บิสสิเน็ต เวิร์ล. 2541.

[9] สุนันทา ฉันทโรจนา และอิทธิกร ขำเดช, "พฤติกรรมและความพึงพอใจด้านส่วนประสมทางการตลาดในการตัดสินใจซื้อสินค้าของTesco Lotusในเขตกรุงเทพมหานคร," วารสาร การเงิน การลงทุน การตลาด และการบริหารธุรกิจ, 3(1), หน้า 586-605. 2556.

[10] อัมพล ชูสนุก และกฤษณณัฐ หนุนชู "อิทธิพลของคุณภาพ การให้บริการต่อคุณค่าตราสินค้า ความพึงพอใจ และความจงรักภักดี ของลูกค้าทรูวิชั่นส์ในเขตกรุงเทพมหานคร," วารสารพาณิชยศาสตร์บูรพาปริทัศน์, 7(1), หน้า 29-41. 2555.

[11] Cronin, J. J. & Taylor, S. A. "Measuring service quality, A reexamination and extension," Journal of Marketing, 56(3), pp.55-68. 1992.

[12] Gilly, M. C., & Gelb, B. D., "Post-purchase consumer processes and the complaining consumer," Journal of Consumer Research, 9(3), pp 323–328. 1982.

[13] Jones, T. O., & Sasser, Jr., W.T., "Why satisfied customers defect," Harvard Business Review, November-December, pp.88-99. 1995.

[14] Kotler, P., " Marketing management: analysis, planning implementation and control," 9 th ed, New Jersey: Asimmon &Schuster. 1997.

[15] Oliver, R. L. ,"A cognitive model of the antecedents and consequences of satisfaction decisions," Journal of Marketing Research, 17(4), pp.460-469. 1980.

[16] Ostron, Amy and Dawn Iacobucci, "Consumer Trade-Offs and the Evaluations of Services," Journal of Marketing, 59 (January), pp.17-28. 1995.

[17] Parasuraman & Zeithaml, "SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality," Journal of marketing 64, Spring, pp.12-40. 1988.

Motivation and Satisfaction of Thai Excursionists in Having Street Food on the Yaowarat Road

Kosawat Ratanothayanon
Faculty of Business Administration
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
kosawat@tni.ac.th

***Abstract*—Nowadays, the expansion of urban society has resulted in an increase in demand for restaurant services due to the hectic lifestyle and smaller family size. Yaowarat Road, or known as "Chinatown" of Thailand, has been popular for a long time. Hundreds of people visit this road because there is a lot of delicious street food. The participants were 400 people who had ever have street food at Yaowarat road, using a purposive sampling technique. The instrument used for data collection was the questionnaire. All statistical analyses for this study are frequency, percentage, mean, standard deviation, Chi-square, t-test, ANOVA, Scheffe analysis, with a statistically significant difference at the level of .05.**

The research results indicate that the majority of the respondents were female (51.3%) and in the age group below 25 years old. The top three excursionists' motivation is to want to travel, relax and have food (65.5%), meet people and escape from boredom (42.5%), and travel with family (31.8%). In conclusion, the Thai excursionists have high level of total satisfaction (Mean = 3.51, SD = 0.62).

The analysis of the relationship between excursionists' motivation and demographic characteristics that there is a relationship between the excursionists' travel and relaxation with the genders, and the excursionist' escape from boredom with their ages, a statistically significant difference at the level of .05.

Keywords— Motivation, Satisfaction, Street Food

I. Introduction

Nowadays, the trend and direction of tourism in Thailand is growing continuously every year. The concept and direction of government policy in promoting tourism are very important for people to reconsider. There are three main directions, which are (1) Thailand 4.0, (2) Smart City, and (3) Creative Tourism [6]. As the result, travel will reflect a creative response to the needs of excursionist who want to spend their holiday in learning the culture and lifestyle of the residents themselves are unfamiliar.

In addition, the rushing lifestyle and smaller family size have affected most people to have street food instead of home cooking. Yaowarat Road, also known as "Chinatown" of Thailand, has been popular for a long time. Hundreds of people come to visit this road because there are many delicious street foods.

On the issue of gastronomy tourism, CNN reporter, Griffin Shea has published 23 cities with the best street food around the world. Bangkok is one of the top city for excursionist to visit and try the local street food. From the morning until midnight, excursionist can have tofu water, chicken rice, pad Thai, pork satay, and a variety of local food. Especially, the Yaowarat Road area has been listed as one of the best neighborhoods of Bangkok's street food lifestyle. Food tourism makes more income for the country until it becomes gastronomy tourism, which brings about the deliciousness of local food in various places of Thailand to promote tourism as "Eat and travel is the same story" [4]. In accordance, Bangkok has been ranked as the number one city in the world for delicious street food [17]. When excursionist come to Bangkok, no one dares to refuse to go and try the charm of local food along the footpaths, such as Khaosarn Road, Yaowarat Road, Sukhumvit Road and Silom Road. Also, [7] states that Bangkok is the number one city for street food. The recommended dishes are Tom Yam Kung, Curry Rice, Pad Thai, which Khaosarn Road, which is considered as a street food source, with many hawkers or trolleys selling food, the most famous in Bangkok for Thai and international tourists.

In this regard, the researcher considers that the Thai street food is on the issue of gastronomy tourism and is important to the Thai government in providing support under the 2nd National Tourism Development Plan (2017- 2021) seriously.

II. Objectives

The purposes were to study Thai excursionist' motivation and satisfaction and to analyze and compare the relationship, classified by demographic data about their gender and age group.

III. Literature Review

A. Motivation

Motivation is the act of encouraging a person to behave differently to achieve the desired objectives. Motivation can occur from the inside, such as the mind, attitude, physical, and feeling. Meanwhile, the outside factors are facilities, attraction, service, and safety [15]. [18] and [11] state that motivation is a driving force that influences excursionist to behave differently. When they are satisfied, they might revisit the destination. Motivation will affect excursionist' decisions making in buying goods and services. Those are influenced by internal factors such as relaxation, learning from experience, beliefs, and attitudes. Besides, external factors are from the economy, society, culture, way of life, society, technology, physical and mental. According to Maslow's Theory of Motivation, humans have a hierarchy of needs for physiological needs, safety needs, love and belongings needs, esteem needs, and self-actualization needs [5].

Push and pull factors are the type of motivation. Push factors are physical needs that individual wants to relieve from the stress, to discover new things, new places, proud to travel, the desire to study, learning from different cultures, peoples, and livelihoods and finding opportunities to relate with new friends. Pull factors are factors that attract excursionist to go to the tourist destinations, such as tourism promotion, accommodation prices reduction during low season, events, exhibitions, which are all the main draws for travelers to visit [8], [16].

Therefore, we can conclude that motivation will affect excursionist' behavior. Push and pull factors are important grounds to pay attention to the excursionist'
travel decision making.

B. Satisfaction

Satisfaction refers to the good feelings or positive attitudes of individuals, which is usually the result of getting a good response. On the contrary, if the response is not met, dissatisfaction will occur. The service satisfaction will be more or less, must consider the nature of the provided services, together with a sense of service through various individual dimensions [21], [2]. Satisfaction arises from expectations that depend on individuals based on preferences and attitudes. Satisfaction is the expectation of what an individual wanting or a person's feelings for something. If the response is under expectations, individuals will be very satisfied. But on the contrary, it may be very disappointed or dissatisfied [3], [20].

Therefore, satisfaction is responsive of good feelings or positive attitudes when people achieve their goal or their expectation, receiving services.

C. Street Food

The street food is ready-to-eat food and drink. People can have street food along the sidewalk or footpath. Food vendors, hawkers, and food truck cook traditional food and prepare beverages on-site. Most dishes are handmade, fast, inexpensive, and with a variety of foods. Most dishes are handmade, fast, inexpensive, and with a variety of foods. People can sit and dine at the site or take home in the form of savory food, sweet food, as well as beverages [3]. The food is usually local, in line with the community's way of life. It is a unique and charming food according to the type of food, from breakfast until late at night. Food Street comes from a different form of food service such as hawkers, stalls, food trucks, trolleys, booths, and kiosks [4], [1].

IV. Methodological Design

This research is under the survey design. The research methodology is described below:

A. Population and Sampling

The survey population is the people who visit and intend to have street food on the Yaowarat Road. For unknown population size, using Cochran's sample size formula, the sample size is calculated at 95% confidence level [23]. Then the sample size became 384 participants. But in the survey, a total of 400 participants were selected by purposive sampling to be interviewed to compensate for incomplete queries, to get the point of view.

B. Instrument

The instrument used for data collection was the questionnaire. The questionnaire was divided into three parts:
Part 1: Collecting participants' demographic data about their gender, age, experience, and visit time.
Part 2: Collecting data about the cause of the excursionist' motivation for having street food on the Yaowarat Road area.
Part 3: Surveying the excursionist' satisfaction for having street food on the Yaowarat Road area on 5 rating scales (from "very low=1" to "very high=5").
Part 4: Collecting data about the excursionist' opinions.
The instrument was tested for validity using the index of congruence (IOC) through opinions of three experts in the field of study with only questions with an IOC rating of more than 0.8 included. It piloted its reliability by using 30 try-out samples for Cronbach' alpha. The reliability of the questionnaire was 0.832, which was suited to use for conducting the survey.

C. Data collection

A questionnaire with closed-ended questions was used for interview in collecting the primary data from Thai excursionist who had or ever had street food on the Yaowarat Road.

D. Statistical Analyses

The statistics in the analysis for this survey are frequency, percentage, mean, standard deviation, Chi-square, t-test, ANOVA, with a statistically significant difference at the level of .05.

V. Research Results

The research findings presented into four parts; 1) Number and percentage of respondents' general information, 2) The percentage causes of Thai excursionist' motivation for having street food on the Yaowarat Road area, 3) The percentage of Thai excursionist' satisfaction in having street food on the Yaowarat Road area, 4) The relationship of Thai excursionist' motivation, classified by demographic data about their gender and age group and 5) The comparison of Thai excursionist' satisfaction, classified by demographic data about their gender and age as follows.

Part 1: Number and percentage of respondents' general information.

Most of the respondents were female (51.3%), in the age group below 25 years old (45.0%), travel more than 1 time (77.5%), and time to visit during 12.01 - 18.00 p.m. (42.0%) and 18.01 - 24.00 p.m. (41.5%).

Part 2: The percentage causes of Thai excursionist' motivation for having street food on the Yaowarat Road area.

Results on the three most causes of Thai excursionist' motivation indicated that they travel for relaxation (65.5%), meet new people and boredom avoidance (42.5%), and travel with family (31.8%), as shown in Figure 1.

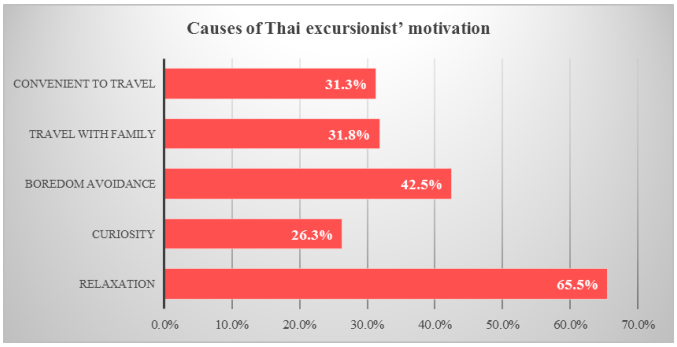


Fig. 1. Causes of Thai excursionist' motivation for having street food on the Yaowarat Road area

Table 1 presented the frequency and percentage of Thai excursionist' motivation by gender indicated that male are motivated to travel for relaxation (60.5%), meet new people and avoid boredom (39.0%), and convenient for travelling (33.8%). While, female are motivated to travel for relaxation (70.2%), boredom avoidance (45.9%), and travel with family (31.7%).

TABLE I. THAI EXCURSIONIST' MOTIVATION CLASSIFIED BY GENDER.

Motivation	Male		Female	
	Frequency	Percentage	Frequency	Percentage
Relaxation	118	60.5%	144	70.2%
Curiosity	56	28.7%	49	23.9%
Meet new people	76	39.0%	94	45.9%
Travel with family	62	31.8%	65	31.7%
Convenient to travel	66	33.8%	59	28.8%

Table 2 presented the frequency and percentage of Thai excursionist' motivation by age indicated that age below 25 years old, between 26 – 49 years old, and over 50 years old are motivated to travel for relaxation the most by 64.4%, 65.3%, and 68.6%, respectively.

TABLE II. THAI EXCURSIONIST' MOTIVATION CLASSIFIED BY AGE GROUP.

Motivation	< 25 years		between 26 - 49 years		> 50 years	
	Frequency	Percentage	Frequency	Percentage	Frequency	Percentage
Relaxation	116	64.4%	98	65.3%	48	68.6%
Curiosity	49	27.2%	42	28.0%	14	20.0%
Meet new people	29	49.4%	51	34.0%	30	42.9%
Travel with family	55	30.6%	42	28.0%	30	42.9%
Convenient to travel	49	27.2%	54	36.0%	22	31.4%

Figure 2 presented the frequency and percentage of Thai excursionist' motivation by travel time indicated that between 00.01 - 06.00 hrs, the most caused by curiosity motivation is 58.3%. But between 06.01 - 12.00 hrs, 12.01 - 18.00 hrs, and 18.01 -24.00 hrs, the most caused by relaxation motivation are 42.6%, 66.1%, and 73.5%, respectively.

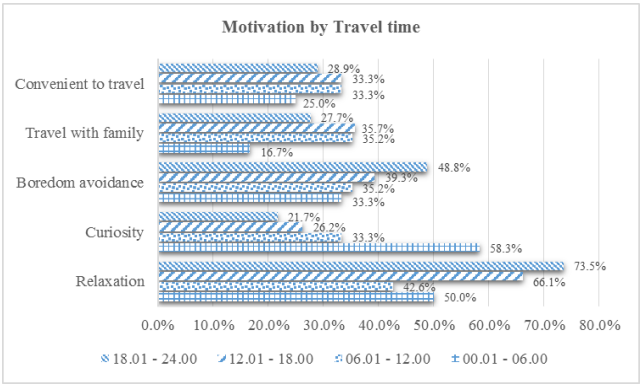


Fig. 2. Thai Excursionist' motivation classified by travel time

Part 3: The percentage of Thai excursionist' satisfaction in having street food on the Yaowarat Road.

Table 3 presented the mean and the standard deviation of excursionist' satisfaction classified by gender, indicated that male's total satisfaction was high (Mean = 3.52, S.D. = 0.59). For each aspect of the consideration, male's satisfaction in street food was high (Mean = 3.66, S.D. = 0.65), and in location was medium (Mean = 3.34, S.D. = 0.76). The male's top three high level of satisfaction are delicious taste (Mean = 3.97, S.D. = 0.76), suitable location (Mean = 3.68, S.D. = 0.97), and reasonable price (Mean = 3.62, S.D. = 0.92). But facilities such as parking area and toilet are medium satisfactory (Mean = 2.78, S.D. = 1.15). Meanwhile, female's total satisfaction was high (Mean = 3.50, S.D. = 0.64). For each aspect of the consideration, female's satisfaction in street food was high (Mean = 3.62, S.D. = 0.72), and in location was medium (Mean = 3.32, S.D. = 0.76). The female's top three high level of satisfaction are delicious taste (Mean = 4.11, S.D. = 0.85), suitable location (Mean = 3.66, S.D. = 0.97), and the decoration (Mean = 3.63, S.D. = 0.98). But facilities such as parking area and toilet are medium satisfactory (Mean = 2.69, S.D. = 1.03).

Table 4 presented the mean and the standard deviation of excursionist' satisfaction classified by age group, indicated that total satisfaction of age group under 25 years old (Mean = 3.46, S.D. = 0.59) are medium. But age group between 26 – 49 years old (Mean = 3.55, S.D. = 0.64) and over 50 years old (Mean = 3.56, S.D. = 0.64) are high. For each aspect of the consideration, age group below 25 years old's satisfaction in street food was high (Mean = 3.57, S.D. = 0.65), and by location was medium (Mean = 3.31, S.D. = 0.75). Age group between 26 – 49 years old's satisfaction in street food was high (Mean = 3.71, S.D. = 0.69), and by location was medium (Mean = 3.33, S.D. = 0.79). Besides, age group over 50 years old's satisfaction in street food was high (Mean = 3.68, S.D. = 0.73), and by location was medium (Mean = 3.33, S.D. = 0.76).

In addition, the age group below 25 years old's top three high level of satisfaction are delicious taste (Mean = 4.03, S.D. = 0.79), the decoration (Mean = 3.59, S.D. = 0.97), and suitable location (Mean = 3.63, S.D. = 0.99). The age group between 26 - 49 years old's top three high level of satisfaction are

delicious taste (Mean = 4.09, S.D. = 0.85), suitable location (Mean = 3.72, S.D. = 1.05), and reasonable price (Mean = 3.65, S.D. = 0.96). And the age group over 50 years old's top three high level of satisfaction are delicious taste (Mean = 3.97, S.D. = 0.96), suitable location (Mean = 3.79, S.D. = 0.85), and reasonable price (Mean = 3.79, S.D. = 0.93).

TABLE III. THAI EXCURSIONIST' SATISFACTION CLASSIFIED BY GENDER.

Satisfaction	Male		Female	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.
Total satisfaction	**3.52**	**0.59**	**3.49**	**0.64**
By street food	**3.66**	**0.65**	**3.62**	**0.72**
- Cleanliness and hygiene	3.52	0.94	3.33	0.98
- Delicious taste	3.97	0.85	4.11	0.85
- Good services	3.54	0.93	3.43	0.96
- Reasonable price	3.62	0.92	3.62	0.99
By place	**3.34**	**0.76**	**3.32**	**0.76**
- Location is suitable	3.68	0.97	3.66	1.01
- Decoration	3.56	0.98	3.63	0.98
- Facilities such as parking area and toilet	2.78	1.15	2.69	1.03

TABLE IV. THAI EXCURSIONIST' SATISFACTION CLASSIFIED BY AGE GROUP

Satisfaction	< 25 years		between 26 - 49 years		> 50 years	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
Total satisfaction	**3.46**	**0.59**	**3.55**	**0.64**	**3.56**	**0.64**
By street food	**3.57**	**0.65**	**3.71**	**0.69**	**3.68**	**0.73**
- Cleanliness and hygiene	3.35	0.92	3.53	0.94	3.37	1.11
- Delicious taste	4.03	0.79	4.09	0.85	3.97	0.96
- Good services	3.38	0.88	3.55	1.03	3.60	0.92
- Reasonable price	3.53	0.96	3.65	0.96	3.79	0.93
By location	**3.31**	**0.75**	**3.33**	**0.79**	**3.33**	**0.76**
- Location is suitable	3.59	0.99	3.72	1.05	3.79	0.85
- Decoration	3.63	0.97	3.54	1.03	3.64	0.88
- Facilities such as parking area and toilet	2.71	1.07	2.74	1.05	2.79	1.21

Part 4: The relationship of Thai excursionist' motivation, classified by demographic data about their gender and age group.

The results of the analysis of the relationship between Thai excursionists' motivation and gender by chi-square were as follows.

Table 5 indicated that there is a significant difference at the .05 level of Thai excursionist' motivation by gender. Female seem to have street food on the Yaowarat Road area for relaxation by 70.2 percent, as compared with male by 60.5 percent.

TABLE V. CHI-SQUARE RESULTS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN MOTIVATION AND GENDER

Motivation	P-Value
1. Relaxation	0.04*
2. Curiosity	0.27
3. Meet new people and boredom avoidance	0.16
4. Travel with family	0.99
5. Convenience	0.28

(* < .05)

The results of the analysis of the relationship between Thai excursionists' motivation and age group by chi-square were as follows.

Table 6 indicated that there is a significant difference at the .05 level of Thai excursionist' motivation by age group. The age group below 25 years old seem to have street food on the Yaowarat Road area for meeting new people and boredom avoidance by 49.4 percent, as compared with the age group of 26 – 49 years old by 34.0 percent and over 50 years old by 42.9 percent.

TABLE VI. CHI-SQUARE RESULTS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN MOTIVATION AND AGE GROUP

Motivation	P-Value
1. Relaxation	0.83
2. Curiosity	0.42
3. Meet new people to avoid boredom	0.02*
4. Travel with family	0.08
5. Convenience	0.23

Part 5: The comparison of Thai excursionist' satisfaction, classified by demographic data about their gender and age.

The results of the comparison of the difference in Thai excursionist' satisfaction level by gender were as follows.

Table 7 indicated that there is no significant difference at the .05 level of Thai excursionist' total satisfaction. When comparing in terms of street food and on the location, it appeared that there was no significant difference at the .05 level. However, in each aspect found that the satisfaction on food cleanliness and hygiene was significantly different at the .05 level. Table 8 showed that the male seems to have high satisfaction (Mean = 3.52, S.D. = 0.94) on food cleanliness and hygiene, as compared with the female are medium (Mean = 3.33, S.D. = 0.98).

TABLE VII. THE STATISTICS USED TO COMPARE THE DIFFERENCE OF THE AVERAGE SATISFACTION LEVELS OF THAI EXCURSIONISTS HAVING STREET FOOD ON THE YAOWARAT ROAD AREA BY GENDER

Thai excursionist' satisfaction	t-Value	P-Value
Street food	**0.62**	**0.54**
1. Cleanliness and hygiene	1.94	0.05*
2. Delicious taste	-1.57	0.12
3. Good services	1.21	0.23
4. Reasonable price	0.01	0.99
Location	**0.20**	**0.84**
5. Location is suitable	0.19	0.85
6. Decoration	-0.66	0.51
7. Facilities such as parking area and toilet	0.84	0.40
Total satisfaction	**0.49**	**0.62**

(* < .05)

TABLE VIII. THE STATISTICS USED TO COMPARE THE DIFFERENCE BETWEEN THE AVERAGES OF SATISFACTION LEVELS OF THAI EXCURSIONIST' FOOD CLEANLINESS AND HYGIENE BY GENDER

Gender	N	Mean	S.D.	t-Value	P-Value
Male	195	3.52	0.94	1.94	0.05*
Female	205	3.33	0.98		

(* < .05)

The results of the comparison of the difference in Thai excursionist' satisfaction level by age group were as follows.

Table 9 indicated that there is no significant difference at the .05 level of Thai excursionist' total satisfaction by age group. When comparing in each aspect in terms of street food and on the location, it appeared that there was no significant difference at the .05 level among the age group.

TABLE IX. THE STATISTICS USED TO COMPARE THE DIFFERENCE OF THE AVERAGE SATISFACTION LEVELS OF THAI EXCURSIONISTS HAVING STREET FOOD ON THE YAOWARAT ROAD BY AGE GROUP

Thai excursionist' satisfaction	F-Value	P-Value
Street food	**1.70**	**0.18**
1. Cleanliness and hygiene	1.61	0.20
2. Delicious taste	0.46	0.63
3. Good services	1.95	0.14
4. Reasonable price	1.98	0.14
Location	**0.41**	**0.66**
5. Location is suitable	1.27	0.28
6. Decoration	0.42	0.66
7. Facilities such as parking area and toilet	0.14	0.87
Total satisfaction	**1.12**	**0.33**

(* < .05)

VI. CONCLUSION AND DISCUSSIONS

The results of this study can be concluded according to the research objectives as follows:

According to general information, respondents are women (51.3%) and men (48.7%), which are under 25 years old (45%), 26-49 years old (37.5%), and more than 50 years old (17.5%). Most of them travel to have street food on Yaowarat road more than one time (77.5%). Most of the travel times are 12.01 - 18.00 hrs. (42%) and 18.01 - 24.00 hrs. (41.5%). Motivations for travel are relaxation (65.5%), meet new people and avoid boredom (42.5%), traveling with family (31.8%), convenient to travel (31.3%), and curiosity (26.3%). This result complies with the research of [13], [14] and [22] in which most tourists have the main purpose of tourism is relaxation and traveling with family. However, it found that the majority of females (70.2%) went to have street food on Yaowarat Road for relaxation more than males (60.5%). There is a significant difference at the .05 level of motivation by the age groups, which is to meet new people and avoid boredom with 49.4 percent for the age group under 25 years old, between 26 - 49 years old, accounting for 34.0 percent and over 50 years old, accounting for 42.9 percent. This complies with [21], the mentioned factors can determine consumer behavior in choosing the service or as a basis for deciding to travel. However, the overall satisfactions mean score in street food and location by gender is no significant difference at the statistical level of .05. But when considering other aspects of street food, there are statistically significant differences at the .05 level in food cleanliness and hygiene. Males' satisfaction is high (Mean = 3.52, S.D. = 0.94), while females' satisfaction is medium (Mean = 3.33, S.D. = 0.98), which is similar to [3] and [19] found that some foods may not be fresh enough. More hygienic, municipal officials in each area in Bangkok, should check the cleanliness of each shop, hawkers or trolleys and inspect the disposal of waste more frequently. But when comparing the satisfaction level of Thai excursionists among age groups, there is no significant difference at the statistical level of .05.

VII. RECOMMENDATIONS

The findings of this research suggested that most Thai excursionists with the age group below 25 years old travel to have street food on Yaowarat road for relaxation and to meet new people and avoid boredom. From the study, males' satisfaction with street food was higher than females' satisfaction in terms of cleanliness and hygiene. Therefore, related public officers related to street food in Bangkok should convince about this matter. In the future, the other psychological factors such as Maslow's Hierarchy of Needs, will be an interesting issue for further studies.

REFERENCES

[1] A. Chantawibun, "Development of Street Food to Improve Quality of Life in Urban society and Support the Economy of Thailand tourism: A case study of Phuket Province," Individual study, Diplomatic Executive Program, Ministry of Foreign Affairs, 2017.

[2] A. Pizam, V. Shapoval, and T. Ellis, "Customer satisfaction and its measurement in hospitality enterprises: a revisit and update," International Journal of Contemporary Hospitality Management, 28(1), 2-35, 2016.

[3] B. Yoophothong, "A Behaviour and Satisfaction of International Tourists toward Thai Street Food in Bangkok Metropolis," Master of Science Program in Sports Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand, 2014.

[4] C. Kingkaewcharoenchai, "Street food 4.0," Food and water sanitation journal, 9(1), 2-3, 2017.

[5] C. Pimonsompong, Tourism Planning and Marketing Development, Bangkok: Kasetsart University Press, 2011.

[6] Department of Tourism, Strategic Plan for Tourism Attraction Development in Thailand 2017 – 2021, PW Printing Company Limited, Bangkok, Thailand, 2017.

[7] G. Shea, "Best 23 cities for street food from Miami to Tokyo," Retrieved May, 16, 2018, from: https://edition.cnn.com/travel/article/best-cities-street-food/index.html, 2017.

[8] J. Crompton, "Motivations of pleasure vacations," Annals of Tourism Research, 6(4), 408-424, 1979.

[9] K. Treethong, "Motivations in selecting to travel of international tourists to Bangkok Metropolis as a tourism destination," Master of Science program in Sport Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand, 2014.

[10] M. Phompanyo and S. Serirat, "The Effect of Destinations Sustainability, Motivation and Attitude on Tourism Behavior at Monasteries in Ayutthaya District," Journal of Hospitality and Tourism, 10(1), 43-58, 2015.

[11] P. L. Pearce, A. M. Morrison, and J. L. Rutledge, "Tourism: Bridges across continents," Sydney: McGraw-Hill, Chapter 2, Motivational Influences in tourism demand, 1998.

[12] P. Kuhakatipob, "Factors positively influencing customer loyalty of street food customers in Nakhon Pathom," Master of Business Administration, Bangkok University, 2015.

[13] P. Cholvanich, "Motivation effecting to domestic tourism of elderly in Bangkok metropolis," Master of Science Program in Sports Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand, 2012.

[14] P. Ibsirimethi, N. Thanachitchai, and T. Uthamthaworn, "The Factors that Influenced Thai Tourists' Decision to Choose Tourist Attraction in Pak Chong District Nakhon Ratchasima," Journal of Nakornratchasima College, 11(1), 39 – 48, 2017.

[15] S. Kawanobe, "The Motivations and Behaviors of Thai Tourists: A Case Study of Mueang District, Nan Province," Independent study Master of Business Administration, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Bangkok, Thailand, 2011.

[16] S.E. Iso-Ahola, "Toward a social psychological theory of tourism motivation: a rejoinder," Annals of Tourism Research, 9, 256-262, 1982.

[17] S. Lipchik, "The world's best cities for street food," Retrieved May, 16, 2018, from: https://www.silverkris.com/worlds-best-cities-street-food/, 2017.

[18] T. Sukkhiri, "The motivations and attitudes of Thai domestic tourists towards the environment attributes and tourism management of Pimai Historical Park, Phimai district, Nakhon Ratchasima province," Master of Arts program in Tourism Management, Dhurakij Pundit University, Bangkok, Thailand, 2016.

[19] T. Ratnitipong, "Factors affecting street food consumption behavior of working-age consumers on silom road," Master of Business Administration (Marketing), Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand, 2011.

[20] T. Pringprasert, "Factors Affecting Tourist Satisfaction towards the Services of Guesthouses Located within the Area of Khao San Road," Master of Business Administration, Silpakorn University, Bangkok, Thailand, 2010.

[21] U. Muangkong, "Factor Affecting Customers' Service Using Behavior and Total Satisfaction at Riverside Cruise Restaurant," Master of Business Administration Degree, Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand, 2009.

[22] W. Chanthadit, "Behavior and satisfaction of Thai tourists: a case study of Amphawa market Samut Songkhram Province," Master of Business Administration, Bangkok University, Bangkok, Thailand, 2009.

[23] W. G. Cochran, Sampling techniques, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2007.

A Study of Thai Tourists' Satisfaction towards Night Market in Bangkok: Huamum Night Market.

Ornthasa Wateemongkonkan
Faculty of Business Administration
Thai-Nichi Institute of Technology
Bangkok, Thailand
ornthasa@tni.ac.th

***Abstract*— Night Markets are the place of exchanging products and services at nighttime only. Due to the weather in Thailand which is hot during the day time, night markets are the answers of activities for people.**

This research aims to study tourists' satisfaction at Huamum night market in Bangkok. The instrument used for data collection was questionnaires. The sample size was 402. The questionnaires was distributed to people who are Thai and have visited this market, using an accidental sampling technique.

As the result of calibration from frequency, percentage, mean, standard deviation, T-test, One-way ANOVA and Scheffe analysis are shown that the majority of respondents are female, the age group between 20-30 years old, rate of tourists revisiting is high, Thai tourists have high level of total satisfaction and have some significantly differences of tourists satisfaction. The aspects of satisfaction in public transportation to the market, parking lot at the market, products fulfillment for customers' demands, accessibility, overall products and services and total satisfaction are different in each age range, a statistically significant difference at the level of .05. Interestingly, to consider the factors affecting level of satisfaction to develop new products and services for tourists and better management process of night markets.

Keywords— Satisfaction, Night Market, Products and Services, Customers' Demand, Accessibility

I. INTRODUCTION

The tourism industry is considered one of the largest and fastest growing industries in the world [7], [2]. As a worldwide occurrence it forms a very important part of the service sector strongly influencing the economy [7], [6], [5]. For the tourism industry to maintain or improve its current status it is dependent on tourists' travel decisions which are reflected in travel behavior. In Thailand, tourism and hospitality industry is important part of revenue and economic growth. In term of tourism attractions, there are many types. One of them is Night Market. Since Thailand is well-known for night life. The reason is life style of Thai people and also the weather. The weather in Thailand is quite hot and humidity. Thai people prefer to go out at night. For those reasons, night markets in Thailand are growing and becomes popular in recent years.

In order to satisfy the tourists, there are many aspects to consider. Tourists' behavior is one of the aspect that should study. [1] States that destination choice has always been an important aspect in tourism literature and there are various factors influencing travel decisions. These factors constitute of culture, travel motivations, finances, and previous experiences, to name a few [8]. [3] States that tourism is subject to a collection of influences and factors that determine its relative distribution. Travel motivations forms an integral part of travel behavior and has been widely researched and applied in tourism marketing strategies. The need to see the unseen and know the unknown drives people to travel to new places and motivates them to visit new destinations [12].

Tourists are subject to certain behavior before, during and after traveling. This is conceptualized as travel behavior. This behavior is the direct result of interaction between certain personal and environmental variables on a continuous basis. Notice is given to the influence of people and situations on both sides and the reaction according to this influence. Travel behavior can therefore be defined as the way tourists behave according to their attitudes towards a certain product and their response by making use of the product [9].

Various researchers have identified factors influencing travel behavior of tourists such as variables motivating the tourist to travel, attitude of the tourist, various situational factors and environmental factors which influence the personal significance of the tourist [12].

One of the factors has been found as a vital element of successful night market and tourists' satisfaction was marketing mix, which are products and services, venues, prices, and promotions. These factors affect to purchasing decision and satisfaction of tourists [4].

Night market is the place to exchange variety of products and services for locals and foreigners at nighttime. Due to the tropical weather throughout the year, night market offers shopping experience without the heat. Currently, there are many night markets in Bangkok, many of which are tourist destination because of the uniqueness in characters and shops which attract different target [6].

Huamum night market is located on 678 Prasertmanoonkit Road, Lardprao district, Bangkok, Thailand. It opens everyday between 17.30- 24.00. There are many local food, products and services including entertainment such as music and shows on special occasions.

The aspects that researcher would like to discuss are the accessibility to night market and products and services provided at night market to accommodate tourists and measure their satisfaction

II. RESEARCH PURPOSE

This research aims to study the satisfaction of tourists towards accessibility and products and services aspects at Huamum night market, Bangkok, Thailand.

III. RESEARCH DESIGN

A. Population and Samples

The respondents are tourists who have visited at Huamum night market. To find infinite population, using Taro Yamane table to calculate sample size which significant difference at the level of .05 will be equal to 400 samples. The sample size in this research are 402 respondents. The sampling technique is accidental sampling at Huamum night market.

B. Instrument

The instrument in this research is questionnaire. The questionnaire is divided into 3 parts;

Part I: General information including Gender, Age, Occupation, Income, Frequency of visiting Huamum night market (Check list)

Part II: Satisfaction factors consist of Accessibility to Huamum night market and Satisfaction in Products and Services. (Rating scale)

a) Location
b) Public transportation
c) Parking space
d) Variety of products and services
e) Selection of products and services
f) Fulfillment of products and services

Part III: Suggestions (optional)

C. Data Collection

Data are collected as following steps;

1) Study theory and concepts of customer behavior, customer satisfaction and the aspects of attractions to accommodate tourists.

2) Collect data during January to February 2020

3) The questionnaire was distributed to tourists at Huamum market for 203 and another 199 was distributed online to people who have visited this market within a month.

D. Data Analysis

The collected data was analyzed using SPSS program. The result of calibration from frequency, percentage, mean, standard deviation, T-test, One-way ANOVA and Scheffe analysis.

RESEARCH RESULTS

The results of general information are shown that the majority of respondents are female (68.2%), the age group between 20-30 years old (40.8%), income > 35,000 (36.1%) and rate of tourists revisiting quite high (66.4%), Thai tourists have high level of total satisfaction (Mean=3.76, SD=0.71)

Table 1 shows the number of respondents define by gender.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Male	128	31.8	31.8	31.8
	Female	274	68.2	68.2	100.0
	Total	402	100.0	100.0	

Table 2 shows the number of respondents define by age.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	< 20	32	8.0	8.0	8.0
	20-30	164	40.8	40.8	48.8
	31-40	119	29.6	29.6	78.4
	41-50	54	13.4	13.4	91.8
	51-60	27	6.7	6.7	98.5
	>60	6	1.5	1.5	100.0
	Total	402	100.0	100.0	

Table 3 shows the number of respondents define by income.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	no income	51	12.7	12.7	12.7
	<15,000	34	8.5	8.5	21.1
	15,001-25,000	101	25.1	25.1	46.3
	25,001-35,000	71	17.7	17.7	63.9
	>35,000	145	36.1	36.1	100.0
	Total	402	100.0	100.0	

Table 4 shows the number of respondents define by frequency of visiting.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	first time visit	135	33.6	33.6	33.6
	<1 time	121	30.1	30.1	63.7
	1-2 times	84	20.9	20.9	84.6
	3-4 times	18	4.5	4.5	89.1
	> 4 times	44	10.9	10.9	100.0
	Total	402	100.0	100.0	

Table 5 shows Mean ($\bar{X}$) and Standard Deviation (SD.) of total satisfaction.

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Location	402	1	5	3.90	.912
Public Transportation	402	1	5	3.29	1.053
Parking	402	1	5	3.68	.965
Variety	402	1	5	3.92	.834
Selection	402	1	5	3.90	.852
Fulfillment	402	1	5	3.86	.862
Accessibility	402	1	5	3.62	.802
ProductsServices	402	1	5	3.89	.783
TOTAL SATISFACTION	402	1	5	3.76	.705
Valid N (listwise)	402				

Table 6 shows the comparison between ages and satisfaction aspects of tourists; location, public transportation, parking space, variety of products and services, selection of products and services, fulfillment of tourist demand.

Location PublicTransportation Parking Variety Selection Fulfillment Accessibility ProductsServices TOTALSATISFACTION * Age

Age		Location	Public Transportation	Parking	Variety	Selection	Fulfillment	Accessibility	Products Services	TOTAL SATISFACTION
< 20	Mean	4.16	4.00	4.03	4.31	4.25	4.41	4.06	4.32	4.19
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32
	Std. Deviation	.723	.718	.782	.592	.622	.615	.642	.539	.531
20-30	Mean	3.85	3.27	3.81	3.98	4.02	3.90	3.64	3.97	3.81
	N	164	164	164	164	164	164	164	164	164
	Std. Deviation	1.025	1.121	.931	.840	.836	.845	.873	.752	.731
31-40	Mean	3.84	3.04	3.40	3.78	3.76	3.71	3.43	3.75	3.59
	N	119	119	119	119	119	119	119	119	119
	Std. Deviation	.844	1.069	1.019	.894	.909	.940	.737	.853	.694
41-50	Mean	4.17	3.52	3.81	3.94	3.85	3.85	3.83	3.88	3.86
	N	54	54	54	54	54	54	54	54	54
	Std. Deviation	.694	.885	.973	.738	.787	.737	.732	.722	.653
51-60	Mean	3.59	3.19	3.41	3.74	3.63	3.67	3.40	3.68	3.54
	N	27	27	27	27	27	27	27	27	27
	Std. Deviation	.971	.834	.844	.813	.742	.734	.704	.731	.598
>60	Mean	3.83	3.17	3.83	3.67	3.17	3.33	3.61	3.39	3.50
	N	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Std. Deviation	.753	.753	.753	.816	1.169	1.211	.491	1.042	.715
Total	Mean	3.90	3.29	3.68	3.92	3.90	3.86	3.62	3.89	3.76
	N	402	402	402	402	402	402	402	402	402
	Std. Deviation	.912	1.053	.965	.834	.852	.862	.802	.783	.705

The aspects of satisfaction in public transportation to the market, parking space at the market, products and services fulfillment for customers' demands, accessibility, total satisfaction of products and services and total satisfaction are

different in each age range, a statistically significant difference at the level of .05.

Table 7 shows the significant difference between ages and satisfaction aspects.

Dependent Variable	(I) Age	(J) Age	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Public Transportation	< 20	20-30	.726*	.199	.022	.06	1.39
		31-40	.958*	.205	.001	.27	1.64
		41-50	.481	.229	.492	-.28	1.25
		51-60	.815	.268	.103	-.08	1.71
		>60	.833	.457	.650	-.69	2.36
	20-30	< 20	-.726*	.199	.022	-1.39	-.06
		31-40	.232	.124	.619	-.18	.65
		41-50	-.244	.161	.807	-.78	.29
		51-60	.089	.213	.999	-.62	.80
		>60	.108	.427	1.000	-1.32	1.54
	31-40	< 20	-.958*	.205	.001	-1.64	-.27
		20-30	-.232	.124	.619	-.65	.18
		41-50	-.477	.169	.159	-1.04	.09
		51-60	-.143	.219	.994	-.88	.59
		>60	-.125	.430	1.000	-1.56	1.31
	41-50	< 20	-.481	.229	.492	-1.25	.28
		20-30	.244	.161	.807	-.29	.78
		31-40	.477	.169	.159	-.09	1.04
		51-60	.333	.242	.863	-.48	1.14
		>60	.352	.442	.986	-1.13	1.83
	51-60	< 20	-.815	.268	.103	-1.71	.08
		20-30	-.089	.213	.999	-.80	.62
		31-40	.143	.219	.994	-.59	.88
		41-50	-.333	.242	.863	-1.14	.48
		>60	.019	.464	1.000	-1.53	1.57
	>60	< 20	-.833	.457	.650	-2.36	.69
		20-30	-.108	.427	1.000	-1.54	1.32
		31-40	.125	.430	1.000	-1.31	1.56
		41-50	-.352	.442	.986	-1.83	1.13
		51-60	-.019	.464	1.000	-1.57	1.53
Parking	< 20	20-30	.220	.183	.918	-.39	.83
		31-40	.628	.188	.051	.00	1.26
		41-50	.216	.211	.958	-.49	.92
		51-60	.624	.247	.274	-.20	1.45
		>60	.198	.421	.999	-1.21	1.61
	20-30	< 20	-.220	.183	.918	-.83	.39
		31-40	.408*	.114	.027	.03	.79
		41-50	-.004	.148	1.000	-.50	.49
		51-60	.404	.196	.519	-.25	1.06
		>60	-.022	.393	1.000	-1.34	1.29
	31-40	< 20	-.628	.188	.051	-1.26	.00
		20-30	-.408*	.114	.027	-.79	-.03
		41-50	-.411	.155	.221	-.93	.11
		51-60	-.004	.202	1.000	-.68	.67
		>60	-.430	.396	.946	-1.75	.89
	41-50	< 20	-.216	.211	.958	-.92	.49
		20-30	.004	.148	1.000	-.49	.50
		31-40	.411	.155	.221	-.11	.93
		51-60	.407	.223	.648	-.34	1.15
		>60	-.019	.407	1.000	-1.38	1.34
	51-60	< 20	-.624	.247	.274	-1.45	.20
		20-30	-.404	.196	.519	-1.06	.25
		31-40	.004	.202	1.000	-.67	.68
		41-50	-.407	.223	.648	-1.15	.34
		>60	-.426	.427	.963	-1.85	1.00
	>60	< 20	-.198	.421	.999	-1.61	1.21
		20-30	.022	.393	1.000	-1.29	1.34
		31-40	.430	.396	.946	-.89	1.75
		41-50	.019	.407	1.000	-1.34	1.38
		51-60	.426	.427	.963	-1.00	1.85
Fulfillment	< 20	20-30	.504	.163	.093	-.04	1.05
		31-40	.692*	.168	.005	.13	1.25
		41-50	.554	.188	.126	-.08	1.18
		51-60	.740*	.221	.049	.00	1.48
		>60	1.073	.376	.151	-.18	2.33
	20-30	< 20	-.504	.163	.093	-1.05	.04
		31-40	.188	.102	.636	-.15	.53
		41-50	.051	.133	1.000	-.39	.49
		51-60	.236	.175	.875	-.35	.82
		>60	.569	.351	.757	-.61	1.74
	31-40	< 20	-.692*	.168	.005	-1.25	-.13
		20-30	-.188	.102	.636	-.53	.15
		41-50	-.138	.139	.964	-.60	.33
		51-60	.048	.180	1.000	-.55	.65
		>60	.381	.353	.948	-.80	1.56
	41-50	< 20	-.554	.188	.126	-1.18	.08
		20-30	-.051	.133	1.000	-.49	.39
		31-40	.138	.139	.964	-.33	.60
		51-60	.185	.199	.973	-.48	.85
		>60	.519	.364	.844	-.70	1.73
	51-60	< 20	-.740*	.221	.049	-1.48	.00
		20-30	-.236	.175	.875	-.82	.35
		31-40	-.048	.180	1.000	-.65	.55
		41-50	-.185	.199	.973	-.85	.48
		>60	.333	.381	.979	-.94	1.61
	>60	< 20	-1.073	.376	.151	-2.33	.18
		20-30	-.569	.351	.757	-1.74	.61
		31-40	-.381	.353	.948	-1.56	.80
		41-50	-.519	.364	.844	-1.73	.70
		51-60	-.333	.381	.979	-1.61	.94
Accessibility	< 20	20-30	.418	.152	.182	-.09	.93
		31-40	.634*	.156	.006	.11	1.16
		41-50	.229	.175	.887	-.36	.81
		51-60	.667	.205	.062	-.02	1.35
		>60	.451	.349	.892	-.72	1.62
	20-30	< 20	-.418	.152	.182	-.93	.09
		31-40	.216	.094	.391	-.10	.53
		41-50	-.189	.123	.797	-.60	.22
		51-60	.249	.163	.800	-.30	.79
		>60	.033	.326	1.000	-1.06	1.12
	31-40	< 20	-.634*	.156	.006	-1.16	-.11
		20-30	-.216	.094	.391	-.53	.10
		41-50	-.405	.129	.081	-.84	.03
		51-60	.034	.167	1.000	-.53	.59
		>60	-.183	.328	.997	-1.28	.91
	41-50	< 20	-.229	.175	.887	-.81	.36
		20-30	.189	.123	.797	-.22	.60
		31-40	.405	.129	.081	-.03	.84
		51-60	.438	.185	.347	-.18	1.06
		>60	.222	.337	.994	-.91	1.35
	51-60	< 20	-.667	.205	.062	-1.35	.02
		20-30	-.249	.163	.800	-.79	.30
		31-40	-.034	.167	1.000	-.59	.53
		41-50	-.438	.185	.347	-1.06	.18
		>60	-.216	.354	.996	-1.40	.97
	>60	< 20	-.451	.349	.892	-1.62	.72
		20-30	-.033	.326	1.000	-1.12	1.06
		31-40	.183	.328	.997	-.91	1.28
		41-50	-.222	.337	.994	-1.35	.91
		51-60	.216	.354	.996	-.97	1.40
Products Services	< 20	20-30	.353	.149	.343	-.14	.85
		31-40	.569*	.153	.018	.06	1.08
		41-50	.440	.171	.255	-.13	1.01
		51-60	.644	.201	.070	-.03	1.32
		>60	.934	.342	.191	-.21	2.08
	20-30	< 20	-.353	.149	.343	-.85	.14
		31-40	.216	.093	.366	-.09	.53
		41-50	.087	.121	.991	-.32	.49
		51-60	.290	.160	.652	-.24	.82
		>60	.581	.319	.654	-.49	1.65
	31-40	< 20	-.569*	.153	.018	-1.08	-.06
		20-30	-.216	.093	.366	-.53	.09
		41-50	-.129	.126	.958	-.55	.29
		51-60	.074	.164	.999	-.47	.62
		>60	.365	.322	.936	-.71	1.44
	41-50	< 20	-.440	.171	.255	-1.01	.13
		20-30	-.087	.121	.991	-.49	.32
		31-40	.129	.126	.958	-.29	.55
		51-60	.204	.181	.938	-.40	.81
		>60	.494	.331	.816	-.61	1.60
	51-60	< 20	-.644	.201	.070	-1.32	.03
		20-30	-.290	.160	.652	-.82	.24
		31-40	-.074	.164	.999	-.62	.47
		41-50	-.204	.181	.938	-.81	.40
		>60	.290	.347	.983	-.87	1.45
	>60	< 20	-.934	.342	.191	-2.08	.21
		20-30	-.581	.319	.654	-1.65	.49
		31-40	-.365	.322	.936	-1.44	.71
		41-50	-.494	.331	.816	-1.60	.61
		51-60	-.290	.347	.983	-1.45	.87
TOTAL SATISFACTION	< 20	20-30	.386	.133	.137	-.06	.83
		31-40	.602*	.137	.002	.14	1.06
		41-50	.335	.153	.447	-.18	.85
		51-60	.656*	.180	.022	.05	1.26
		>60	.693	.306	.402	-.33	1.72
	20-30	< 20	-.386	.133	.137	-.83	.06
		31-40	.216	.083	.239	-.06	.49
		41-50	-.051	.108	.999	-.41	.31
		51-60	.270	.143	.613	-.21	.75
		>60	.307	.286	.949	-.65	1.26
	31-40	< 20	-.602*	.137	.002	-1.06	-.14
		20-30	-.216	.083	.239	-.49	.06
		41-50	-.267	.113	.349	-.64	.11
		51-60	.054	.147	1.000	-.44	.54
		>60	.091	.288	1.000	-.87	1.05
	41-50	< 20	-.335	.153	.447	-.85	.18
		20-30	.051	.108	.999	-.31	.41
		31-40	.267	.113	.349	-.11	.64
		51-60	.321	.162	.561	-.22	.86
		>60	.358	.296	.917	-.63	1.35
	51-60	< 20	-.656*	.180	.022	-1.26	-.05
		20-30	-.270	.143	.613	-.75	.21
		31-40	-.054	.147	1.000	-.54	.44
		41-50	-.321	.162	.561	-.86	.22
		>60	.037	.310	1.000	-1.00	1.07
	>60	< 20	-.693	.306	.402	-1.72	.33
		20-30	-.307	.286	.949	-1.26	.65
		31-40	-.091	.288	1.000	-1.05	.87
		41-50	-.358	.296	.917	-1.35	.63
		51-60	-.037	.310	1.000	-1.07	1.00

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Table 8 shows the significant difference between ages and satisfaction of public transportation.

Public Transportation

Age	$\bar{x}$	<20	20-30	31-40
		4.00	3.27	3.04
<20	4.00	-	0.73*	0.96*
20-30	3.27		-	0.23
31-40	3.04			-

From table 8 states the aspect of satisfaction in public transportation significantly difference in different ages at the level .05. Age under 20 are more satisfied in public transportation to Huamum night market than age between 20-30 and age between 31-40.

Table 9 shows the significant difference between ages and satisfaction of parking space.

Parking space

Age	$\bar{x}$	20-30	31-40
		3.81	3.40
20-30	3.81	-	0.41*
31-40	3.40		-

From table 9 states the aspect of satisfaction in parking space significantly difference in different ages at the level .05. Age between 20-30 are more satisfied in parking space at Huamum night market than age between 31-40.

Table 10 shows the significant difference between ages and satisfaction of fulfillment of products and services.

Fulfillment of products and services

Age	$\bar{x}$	<20	20-30	31-40
		4.41	3.71	3.67
<20	4.41	-	0.70*	0.74*
20-30	3.71		-	0.04
31-40	3.67			-

From table 10 states the aspect of satisfaction in fulfillment of products and services significantly difference in different ages at the level .05. Age under 20 are more satisfied in fulfillment of products and services to Huamum night market than age between 20-30 and age between 31-40.

Table 11 shows the significant difference between ages and total satisfaction of accessibility.

Total satisfaction of accessibility

Age	$\bar{x}$	<20	31-40
		4.06	3.43
<20	4.06	-	0.63*
31-40	3.43		-

From table 11 states the aspect of total satisfaction of accessibility significantly difference in different ages at the level .05. Age under 20 are more satisfied in accessibility to Huamum night market than age between 31-40.

Table 12 shows the significant difference between ages and satisfaction.
Total satisfaction

Total satisfaction of products and services

Age	$\bar{x}$	<20	31-40
		4.32	3.75
<20	4.32	-	0.57*
31-40	3.75		-

Table 13 shows the significant difference between ages and total satisfaction.

Age	$\bar{x}$	<20	31-40	51-60
		4.19	3.59	3.54
<20	4.19	-	0.60*	0.65*
31-40	3.59		-	0.05
51-60	3.54			-

From table 12 states the aspect of total satisfaction of products and services significantly difference in different ages at the level .05. Age under 20 are more satisfied in products and services at Huamum night market than age between 31-40.

From table 13 states the total satisfaction significantly difference in different ages at the level .05. Age under 20 are more satisfied in totally satisfaction to Huamum night market than age between 31-40 and age between 51-60.

From the suggestion part, the results indicate as follow.

	Frequency
The variety of products and services are low	4
Parking space is not enough	4
Parking fee is expensive	4
Should have more toilets	1
Not enough garbage trash	1
Difficult to access to the market	1
Should open earlier than 17.30	1
Each shop should have promotion	1
Should have playground for kids	1

V. DISCUSSION AND CONCLUSION

The results of general information are shown that the majority of respondents are female (68.2%), the age group between 20-30 years old (40.8%), income > 35,000 (36.1%) and rate of tourists revisiting quite high (66.4%), Thai tourists have high level of total satisfaction (Mean=3.76, SD=0.71)

The aspects of satisfaction in public transportation to the market, parking space at the market, products and services fulfillment for customers' demands, accessibility, total satisfaction of products and services and total satisfaction are

different in each age range, a statistically significant difference at the level of .05.

From table 8 states the aspect of satisfaction in public transportation significantly difference in different ages at the level .05. Age under 20 are more satisfied in public transportation to Huamum night market than age between 20-30 and age between 31-40.

From table 9 states the aspect of satisfaction in parking space significantly difference in different ages at the level .05. Age between 20-30 are more satisfied in parking space at Huamum night market than age between 31-40.

From table 10 states the aspect of satisfaction in fulfillment of products and services significantly difference in different ages at the level .05. Age under 20 are more satisfied in fulfillment of products and services to Huamum night market than age between 20-30 and age between 31-40.

From table 11 states the aspect of total satisfaction of accessibility significantly difference in different ages at the level .05. Age under 20 are more satisfied in accessibility to Huamum night market than age between 31-40.

From table 12 states the aspect of total satisfaction of products and services significantly difference in different ages at the level .05. Age under 20 are more satisfied in products and services at Huamum night market than age between 31-40.

From table 13 states the total satisfaction significantly difference in different ages at the level .05. Age under 20 are more satisfied in totally satisfaction to Huamum night market than age between 31-40 and age between 51-60.

From calibration of analysis, there are some aspects should be improved in order to satisfy tourists in many ages. From different level of ages and satisfaction shows that the facilities and products and services provided to tourists are not varied enough for each age range. The Huamum night market should provide more variety of products and services especially for tourists age > 31. And from suggestions, parking space and parking fee should be improved as well.

REFERENCES

[1] A. Papatheodorou, Managing Tourism Destinations, Northampton: Edward Elgar Publishers, 2006.

[2] B. Jittangwattana, Tourist Behavior, 2 ed., Nonthaburi: Fernkhaluang Printing and Publishing, 2014.

[3] C. Cooper and M. C. Hall, Contemporary Tourism: An International Approach, London: Butterworth Heinemann, 2008.

[4] C. Thongrawd and V. Saninmool, "Consumers' Buying Behaviors of Products in Night Market in Bangkok Metropolitan," *Journal of the Association of Researchers ,* vol. 21, no. 3, pp. 197-210, 2016.

[5] E. Koc, "The role of family members in the family holiday purchase decision-making process.," *International Journal of Hospitality & Tourism Administration,* vol. 5, no. 2, pp. 85-101, 2004.

[6] H. K. Kay, Selling Tourism, New York: Delmar Learning, 2003.

[7] J. D. Ninemeier and J. Perdue, Discovering Hospitality and Tourism: The World's Greatest Industry, New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2008.

[8] P.K. Ankomah and J.L. Crompton Dwayne Baker, "Influence of Cognitive Distance in Vacation Choice," *Annual of Tourism Research,* vol.23, no.1, pp. 138-150, 1996.

[9] R. G. March and A. G. Woodside, Tourism Behavior: Travelers' Decisions and Actions, Cambridge: CABI Publishing, 2005.

[10] S. Kulampa and D. Nunthapirat, "Factor Influencing the Night Market Tourism Behaviour of Thai Tourists: A case study of Srinakarin Train Night Market," *Research and Development Journal Suan Sunandha Rajabhat University,* vol. 9, no. 2, pp. 185-201, 2017.

[11] T. Silpjaru, Research and Statistic Analysis by SPSS and AMOS, 15 ed., Bangkok: Business R&D, 2014.

[12] U. Venkatesh, "Leisure: Meaning and Impact on Leisure Travel Behavior," *Jounal of Services Reserach,* vol. 6, no. 1, pp. 87-108, 2006.

การตัดสินใจเลือกที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภทการท่องเที่ยวด้วยตนเองในประเทศญี่ปุ่น

The Decision Making for Choosing the Accommodation for Free and Independent Thai Traveler in Japan

1st ชาคร เหลืองบารมี
Chakron Luangbaramee
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
lu.chakhorn_st@tni.ac.th

2nd ชาญชัย ทับเกตุ
Chanchai Thapket
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
ta.chanchai_st@tni.ac.th

3rd พีรยา เศรษฐพัฒน์
Peeraya Setthapat
คณะบริหารธุรกิจ
Faculty of Business Administrator
กรุงเทพมหานคร / ประเทศไทย
Bangkok / Thailand
peeraya@tni.ac.th

บทคัดย่อ – ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่ทันสมัยมากมายที่สะดวกต่อการศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งท่องเที่ยวและกิจกรรมต่างๆรวมทั้งข้อมูลการเดินทางได้ง่ายขึ้นทำให้อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวเป็นอุตสาหกรรมที่ขยายตัวสูงโดยอุตสาหกรรการท่องเที่ยวมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศผู้วิจัยจึงให้ความสนใจกับการท่องเที่ยวด้วยตนเองว่ามีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อการเลือกที่พัก จึงได้นำมาศึกษาวิจัยในครั้งนี้

งานวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาดบริการ (7Ps) และ ปัจจัยประชากรศาสตร์ ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภทการเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง(ท่องเที่ยวด้วยตนเอง)ในประเทศญี่ปุ่นในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลแตกต่างกันหรือไม่เพื่อให้ทราบถึงความต้องการของนักท่องเที่ยวได้ดียิ่งขึ้นและสามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาที่พักเพื่อให้ตอบโจทย์ผู้บริโภค รวมถึงเพิ่มขีดความสามารถให้ผู้ประกอบการให้สามารถแข่งขันได้ โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตัวอย่างผ่านแบบสอบถามและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการใช้การ ประมวลผลจากโปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภทการเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง(ท่องเที่ยวด้วยตนเอง)ในประเทศญี่ปุ่นในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลนั้นส่งผลสอดคล้องกับปัจจัยด้านประชากรศาสตร์โดย เพศ อายุ และ ระดับการศึกษา โดยให้เห็นว่าทั้ง3 ปัจจัยนั้นส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง (ท่องเที่ยวด้วยตนเอง) ในประเทศญี่ปุ่น

คำสำคัญ **-** นักท่องเที่ยวชาวไทย, โรงแรม, โฮมสเตย์, โรงแรมแคปซูล

Abstract- Currently, there is much modern technology that is convenient for studying and finding information about tourist spots and activities. Including easier travel information, making the tourism industry a highly expanding industry, with the tourism industry playing an important role in the country's economic growth. Self-travel That there are many factors that affect accommodation selection Therefore bring to study this time

The purpose of this research is to study the factors of the service marketing mix (7Ps) and demographic factors. Affecting the decision to select accommodations for Thai tourists, Free and Independent in Japan In Bangkok and perimeter Different or not In order to better understand the needs of tourists And able to apply the research results as a guideline for improvement and development of accommodations To meet the needs of consumers Including increasing the capacity for entrepreneurs to be able to compete By collecting the sample data through questionnaires And analyze the data by using Processed from the program

The results of the research showed that Service marketing mix factors affecting the decision to select accommodations for Thai tourists in the การ Free and Independent in Japan in Bangkok and perimeter That results in accordance with demographic factors by gender, age and education level Which shows that all 3 factors affect the decision to choose accommodations for Thai tourists in Free and Independent type in Japan

Keywords Thai Travelers, hotels, homestays, capsule hotels.

I. บทนำ

ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่ทันสมัยมากมายที่สะดวกต่อการศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งท่องเที่ยวและกิจกรรมต่างๆรวมทั้งข้อมูลการเดินทางได้ง่ายขึ้นทำให้อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวเป็นอุตสาหกรรมที่ขยายตัวสูงโดยอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศเนื่องจากเป็นแหล่งที่มาของรายได้การจ้างงาน การเติบโตของธุรกิจและบริการต่างๆที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวได้แก่โรงแรม ร้านอาหาร บริษัทนำเที่ยว เป็นต้น รวมไปถึง การกระจายความเจริญในด้านต่างๆเช่น การคมนาคมขนส่ง เทคโนโลยี ไปสู่ภูมิภาคท้องถิ่นนั้นๆ

ในช่วงที่ผ่านมาทิศทางภาคการท่องเที่ยวโลกมีแนวโน้มเติบโตมาโดยตลอดคาดว่าจะมีคนไทยไปท่องเที่ยวต่างประเทศ ประมาณ 10.55 - 10.75 ล้านคน ซึ่งสูงที่สุดในรอบ 6 ปี เติบโตขึ้น 5.4% - 7.4% จากปี 2561 โดยเฉพาะในช่วงเดือนเมษายนของทุกปีจะมีความคึกคักมากเป็นพิเศษ และคาดว่าในเดือนเมษายน 2562 นี้มีคนไทยเดินทางท่องเที่ยวต่างประเทศประมาณ 970,000 คน เพิ่มขึ้นประมาณ 8.2% เมื่อเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันกับปีที่แล้วซึ่งภูมิภาคที่นักท่องเที่ยวให้ความนิยมในการเดินทางมาท่องเที่ยวได้แก่ ภูมิภาคเอเชียตะวันออก เอเชียแปซิฟิก และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และประเทศที่นักทองเที่ยวชาวไทยนิยมเดินทางไปทองเที่ยวมากที่สุดได้แก่ ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ สิงคโปร์ เวียดนาม ออสเตรเลีย

II. วัตถุประสงค์และวรรณกรรมปริทัศน์

1. เพื่อศึกษาปัจจัยทางประชากรศาสตร์ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเดินทางท่องเที่ยวต่างประเทศรูปแบบการเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเองของนักท่องเที่ยวชาวไทย
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภทการเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเองในประเทศญี่ปุ่น

III. ทฤษฎีและแนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

III.I การท่องเที่ยวแบบสะพายเป้ (การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเองing)

เป็นรูปแบบการท่องเที่ยว และวิถีชีวิตแบบหนึ่งที่มักจะถูกจัดประเภทให้มีความความแตกต่างอย่างชัดเจนจากการท่องเที่ยวกระแสหลัก การท่องเที่ยวแบบนี้มีการผลิตระบบของตัวเองผ่านสถาบันต่าง ๆ เช่น ระบบคมนาคม หนังสือนำเที่ยว เส้นทางการท่องเที่ยว เทคโนโลยีการสื่อสาร รวมทั้งพื้นที่บางประเภท [1] ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาการท่องเที่ยวลักษณะดังกล่าวเริ่มเป็นที่นิยมมากขึ้น ซึ่งเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของการแบ่งปันประสบการณ์ในการท่องเที่ยวสะพายเป้บนโลกออนไลน์ ซึ่งเป็นหนึ่งในพื้นที่ที่เหล่านักท่องเที่ยวสะพายเป้ใช้เป็นที่แลกเปลี่ยนประสบการณ์การท่องเที่ยวของตนเองกับคนอื่น

III.II ความสำคัญของอุตสาหกรรมท่องเที่ยว

อุตสาหกรรมท่องเที่ยว (Tourism Industry) ซึ่งประกอบด้วยธุรกิจหลายประเภท ทั้งธุรกิจที่เกี่ยวข้องโดยตรง และธุรกิจที่เกี่ยวข้องทางอ้อม หรือธุรกิจสนับสนุนต่าง ๆ การซื้อบริการของนักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศถือได้ว่าเป็น การส่งสินค้าออกที่มองไม่เห็นด้วยสายตา (Invisible Export) เพราะเป็นการซื้อด้วยเงินตราต่างประเทศ การผลิต สินค้า คือ บริการต่าง ๆ ที่นักท่องเที่ยวซื้อก็จะต้องมีการลงทุน ซึ่งผล ประโยชน์จะตกอยู่ในประเทศและจะช่วยให้เกิด งานอาชีพอีกหลายแขนง เกิดการหมุนเวียนทางเศรษฐกิจ นอกจากนี้ทางด้านสังคมการท่องเที่ยวเป็นการพักผ่อนคลายความตึงเครียด พร้อม กับการได้รับความรู้ ความเข้าใจในวัฒนธรรมที่ผิดแผกแตกต่างออกไปอีกครั้ง อุตสาหกรรม ท่องเที่ยวเป็นแหล่งที่มาของรายได้ในรูปเงินตราต่างประเทศ ซึ่งจะมีส่วนช่วยสร้างเสถียรภาพให้กับดุลการชำระเงินได้ เป็นอย่างมาก นอกจากนี้ การท่องเที่ยวยังมีบาทบาทช่วยกระตุ้นให้มีการนำเอาทรัพยากรของประเทศมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง ที่ผู้อยู่ในท้องถิ่นได้เก็บมาประดิษฐ์เป็นหัตถกรรมพื้นบ้าน ขายเป็นของที่ระลึกสำหรับนักท่องเที่ยว ซึ่งสรุปได้ว่าบทบาทและความสำคัญของอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวต่อเศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรม ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม [2]

III.III กระบวนการตัดสินใจซื้อสินค้าของผู้บริโภค

การตัดสินใจ (Decision Making) หมายถึง กระบวนการในการเลือกที่จะกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งจากทางเลือกต่างๆที่มีอยู่ ซึ่งผู้บริโภคมักจะต้องตัดสินใจในทางเลือกต่างๆของสินค้าและบริการอยู่เสมอ โดยที่เขาจะเลือกสินค้าหรือบริการตามข้อมูลและข้อจำกัดของสถานการณ์ การตัดสินใจจึงเป็นกระบวนการที่สำคัญและอยู่ภายในจิตใจของผู้บริโภค

III.IV งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

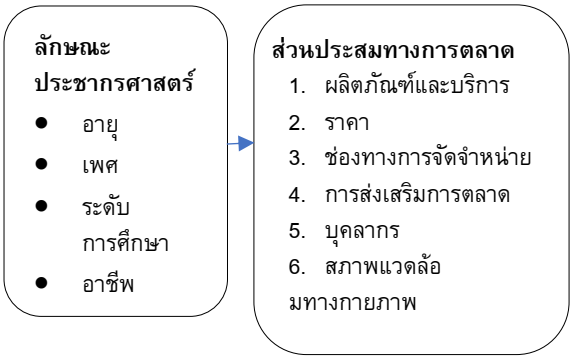
[3] เกศมณี เหลืองฐิติกาญจนา ได้ศึกษาเรื่องพฤติกรรมในการเดินทางท่องเที่ยวและปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเดินทางท่องเที่ยวประเทศไต้หวันของนักท่องเที่ยวชาวไทย พบว่า นักท่องเที่ยวชาวไทยส่วนใหญ่เคยเดินทางไปท่องเที่ยวประเทศไต้หวันมาก่อน นิยมเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง มีระยะเวลาในการเดินทาง 5-7 วัน/ครั้ง ค่าใช้จ่ายในการเดินทางเฉลี่ยไม่เกิน 15,000 บาท/ครั้ง มีการตัดสินใจเดินทางด้วยตนเอง มีวัตถุประสงค์เพื่อท่องเที่ยว โดยเดินทางท่องเที่ยวไปพร้อมกับเพื่อน นอกจากนี้กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ทราบมาก่อนว่ามีการยกเว้นวีซ่าเดินทางท่องเที่ยวประเทศไต้หวันให้แก่นักท่องเที่ยวชาวไทย และการยกเว้นวีซ่าสำหรับเดินทางท่องเที่ยวมีผลต่อการตัดสินใจ โดยทำให้กลุ่มตัวอย่างตัดสินใจเดินทางไปท่องเที่ยวประเทศไต้หวันเพิ่มมากขึ้นผลการเปรียบเทียบพฤติกรรมการเดินทางท่องเที่ยวประเทศไต้หวันในอนาคตของนักท่องเที่ยวชาวไทยระหว่างกลุ่มที่เคยและไม่เคยเดินทางท่องเที่ยวประเทศไต้หวันมาก่อน พบว่ามีพฤติกรรมการเลือกระดับราคาตั๋วเครื่องบินโดยสารเพียงเรื่องเดียวที่ไม่มีความแตกต่างกัน สาหรับพฤติกรรมการท่องเที่ยวด้านอื่นๆ พบว่า มีความแตกต่างกันทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นวิธีการเดินทางระยะเวลาเดินทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง กิจกรรมที่ทาให้สนใจท่องเที่ยวประเทศไต้หวัน เป็นต้นเนื่องจากนักท่องเที่ยวกลุ่มหนึ่งมีประสบการณ์เดินทางท่องเที่ยวประเทศไต้หวันมาก่อน จึงทาให้มี(2)พฤติกรรมการท่องเที่ยวที่แตกต่างจากอีกกลุ่มหนึ่งได้ เช่น กลุ่มที่เคยไปท่องเที่ยวประเทศไต้หวันมาก่อน หากต้องไปท่องเที่ยวซ้าอีกครั้งในอนาคตอาจเลือกวิธีเดินทางด้วยตนเองแทนการใช้บริษัทนาเที่ยว มีระยะเวลาในการเดินทางที่ยาวนานขึ้นกว่าเดิม สิ่งที่ทาให้สนใจไปท่องเที่ยวนอกจากสถานที่ ท่องเที่ยวยอดนิยมแล้วยังให้ความสนใจในเรื่องอื่นๆ เช่น อาหาร เทคโนโลยี ช้อปปิ้ง เป็นต้นผลการเปรียบเทียบปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเดินทางท่องเที่ยวประเทศไต้หวันของนักท่องเที่ยวชาวไทย พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเดินทางท่องเที่ยว ประเทศไต้หวันของนักท่องเที่ยวชาวไทยในแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกัน โดยปัจจัยเรื่องความปลอดภัยของสถานที่ท่องเที่ยว ปัจจัยเรื่องการยกเว้นวีซ่าเดินทางท่องเที่ยวประเทศไต้หวันแก่นักท่องเที่ยวชาวไทยและปัจจัยเรื่องค่าพาหนะในการเดินทางท่องเที่ยว ล้วนเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเดินทางท่องเที่ยวประเทศไต้หวันของนักท่องเที่ยวชาวไทยมากที่สุด ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางประชากรศาสตร์และการตัดสินใจเดินทางท่องเที่ยวประเทศไต้หวันของนักท่องเที่ยวชาวไทย พบว่า ปัจจัยเรื่องเพศ ปัจจัยเรื่องระดับรายได้ และปัจจัยเรื่องอาชีพ โดยนักท่องเที่ยวที่มีเพศหญิง อาชีพข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ พนักงานบริษัทเอกชน และระดับรายได้ไม่เกิน 35,000 บาท/เดือน มีความเป็นไปได้ที่จะตัดสินใจเดินทางไปท่องเที่ยวประเทศไต้หวันมากกว่านักท่องเที่ยวกลุ่มอื่นๆ ผลการศึกษาครั้งนี้ทาให้ทราบถึงพฤติกรรมการท่องเที่ยวและปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจท่องเที่ยวประเทศไต้หวันของนักท่องเที่ยวชาวไทย ซึ่งสามารถนาไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ต่อไปได้ โดยเป็นแนวทางข้อมูลพื้นฐานในการรองรับความต้องการของนักท่องเที่ยวชาวไทยให้แก่ธุรกิจต่างๆ ที่

เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวประเทศไต้หวัน เช่น ธุรกิจบริษัทนาเที่ยว ธุรกิจโรงแรม ธุรกิจสายการบิน เป็นต้น

[4] ภัทรพงศ์ ชาร์เมืองกุล ได้ศึกษาเรื่องความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวชาวไทยเกี่ยวกับการตัดสินใจเดินทางท่องเที่ยวต่างประเทศ โดยไม่เลือกใช้บริการผ่านบริษัทนำเที่ยว จากผลการวิจัยพบว่าผู้ตอบแบบสอบส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 31-40 ปี สถานภาพโสด มีระดับการศึกษาปริญญาตรี มีอาชีพพนักงาน/ลูกจ้างบริษัทเอกชน มีรายได้ต่อเดือน 10,000-30,000 บาท และมีภูมิลำเนาต่างจังหวัด ผลการวิจัยโดยภาพรวมของแต่ละด้านอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณารายด้านต่างๆ แล้วพบว่า ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอยู่ในระดับมาก รองลงมา ได้แก่ ด้านแหล่งท่องเที่ยว ด้านประสบการณ์การท่องเที่ยวต่างประเทศ ด้านศักยภาพในการเปิดรับข้อมูลข่าวสาร และด้านค่าใช้จ่ายในการท่องเที่ยว ยกเว้นด้านกระบวนการการให้บริการบริษัทนำเที่ยว มีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง

[5] พรกมล ลิ้มโรจน์นุกูล ได้ศึกษาเรื่องทัศนคติและพฤติกรรมการใช้บริการของผู้ใช้บริการจองห้องพักผ่านตัวกลางออนไลน์ ปัจจัยลักษณะประชากรศาสตร์ ได้แก่ ด้านอายุ ระดับการศึกษา และรายได้ รวมถึงปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดออนไลน์ที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้บริการจองห้องพักผ่านตัวกลางออนไลน์ นามาซึ่งข้อมูลอันเป็นประโยชน์ในการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและสร้างรายได้ให้กับธุรกิจได้อย่างยั่งยืนในระยะยาว ซึ่งผู้วิจัยดาเนินการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถาม โดยกลุ่มตัวอย่างที่เป็นชาวไทยที่เคยใช้บริการจองห้องพักผ่านตัวกลางออนไลน์ และนำมาประมวลผลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสาเร็จรูป จากกผลงานวิจัยพบว่า ปัจจัยประชากรศาสตร์ ได้แก่ ด้านอายุ ระดับการศึกษา และรายได้ที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการจองห้องพักผ่านตัวกลางออนไลน์ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามปัจจัยด้านการเปรียบเทียบราคา โปรโมชั่น ความรวดเร็วในการแก้ปัญหาและการรักษาความลับของข้อมูล และปัจจัยด้านประชาสัมพันธ์และความต้องการเฉพาะบุคคล ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการจองห้องพักผ่านตัวกลางออนไลน์

III.V กรอบแนวคิดการวิจัย



สมมติฐานของงานวิจัย

สมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านประชากรศาสตร์

สมมติฐานที่ 1 (H1) : ปัจจัยประชากรศาสตร์ด้านเพศที่แตกต่างกันมีความคิดเห็นต่อการตัดสินใจเลือกที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง ในประเทศญี่ปุ่น

สมมติฐานที่ 2 (H2) : ปัจจัยประชากรศาสตร์ด้านอายุที่แตกต่างกันมีความคิดเห็นต่อการตัดสินใจนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง ในประเทศญี่ปุ่นนเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่แตกต่างกัน

สมมติฐานที่ 3 (H3) : ปัจจัยประชากรศาสตร์ด้านระดับการศึกษาที่แตกต่างกันมีความคิดเห็นต่อการตัดสินใจนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง ในประเทศญี่ปุ่นในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่แตกต่างกัน

สมมติฐานที่ 4 (H4) : ปัจจัยประชากรศาสตร์ด้านอาชีพที่แตกต่างกันมีความคิดเห็นต่อการตัดสินใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง ในประเทศญี่ปุ่นในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่แตกต่างกัน

สมมติฐานที่ 5 (H5) : ปัจจัยประชากรศาสตร์ด้านรายได้เฉลี่ยต่อเดือนที่แตกต่างกันมีความคิดเห็นต่อการตัดสินใจใช้บริการที่พักที่แตกต่างกันของนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง ในประเทศญี่ปุ่นในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่แตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหาดำเนินการศึกษาปัจจัยที่มีผลตอการตัดสินใจเดินทางไปท่องเที่ยวญี่ปุ่นด้วยตนเองของนักทองเที่ยวชาวไทย ขอบเขตด้านเนื้อหาดำเนินการศึกษาปัจจัยที่มีผลตอการตัดสินใจเดินทางไปท่องเที่ยวญี่ปุ่นด้วยตนเองของนักทองเที่ยวชาวไทย โดยใช้ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์เป็น และใช้ทฤษฎี 7Ps เป็น ประกอบด้วย 1. สินค้าและบริการ 2. ราคา 3. ช่องทางการจัดจำหน่าย 4. การส่งเสริมการตลาด 5. บุคลากร 6. กระบวนการให้บริการ 7. องค์ประกอบทางกายภาพ

ขอบเขตด้านประชากรผู้วิจัยได้กำหนดประชาการ ได้แก่ นักท่องเที่ยวชาวไทยที่เดินทางไป ญี่ปุ่นด้วยตนเองในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ประชากรเป้าหมาย ประชากรที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ กลุ่มประชากรที่เคยใช้บริการที่พักของนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง

กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เคยใช้บริการที่พักของนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง ในประเทศญี่ปุ่นในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล 405 คน โดยขนาดตัวอย่างหาได้จากการคำนวนโดยใช้ตารางทาโร่ ยามาเนะ

III. ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยได้ทำการแบ่งแบบสอบถามออกเป็น ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของข้อมูลด้านพฤติกรรมทั่วไป เกี่ยวกับทัศนคติ พฤติกรรม และ ประสบการณ์การเลือกใช้บริการการตัดสินใจใช้บริการที่พักของนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง ในประเทศญี่ปุ่นในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยแบบสอบถามแบบตรวจรายการ (Checklist) ส่วนที่ 2 เป็นคำถามเพื่อประเมินความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยทางการตลาดบริการ ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการที่พักประเภทโรงแรมของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ ปัจจัยด้านบริการ ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยทำเลที่ตั้ง ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด ปัจจัยด้านบุคลากร ปัจจัยด้านการสร้างและน าเสนอทางกายภาพ และปัจจัยด้านกระบวนการ รวมไปถึงการตัดสินใจ เลือกใช้บริการที่พักประเภทโรงแรมของนักท่องเที่ยว โดยแบบสอบถามในส่วนนี้เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งมีเกณฑ์การ กำหนดค่าน้ำหนักการประเมิน 5 ระดับ คำตอบตามวิธีไลเคอร์ทสเกล (Likert Scale)

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการทดสอบสมมติฐานของงานวิจัยเรื่องการตัดสินใจที่พักของนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง ในประเทศญี่ปุ่นในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งกำหนดระดับความเชื่อมั่นไว้ที่ 95% การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา

(Descriptive Statistics) สำหรับการอธิบายลักษณะทางด้านประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง พฤติกรรมการใช้บริการ ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาด และระดับการตัดสินใจที่พักของนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภทการเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเองในประเทศญี่ปุ่น โดยศึกษาและนำเสนอในรูปแบบของตารางแจกแจงความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) เป็นการศึกษาข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างและทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้จะใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ผลทางสถิติ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างตัวแปรมากกว่า 2 ตัว ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัยเดือนตุลาคม – มกราคม พ.ศ. 2563

IV. ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างสามารถได้ แบ่งเป็นเพศชาย 37.5% และเพศหญิง 51% เป็นเพศทางเลือก10.8% และ ไม่ต้องการระบุเพศสภาพ 0.8 โดยส่วนใหญ่มีอายุอยู่ระหว่าง 25-29 ปี คิดเป็น 25% รายได้ต่อเดือนของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 25,001–30,000 บาท คิดเป็น 27%

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี คิดเป็น 63.3% และมีอาชีพคือ พนักงานบริษัทเอกชน คิดเป็น 27.8%

ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นจากการใช้บริการที่พักในประเทศญี่ปุ่น

จากการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 400 ชุด สามารถนำมา สรุปค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็นต่อการตัดสินใจเลือกที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภทตามปัจจัยทั้งหมด 7 ปัจจัย ดังรายละเอียด ดังนี้

เมื่อพิจารณาปัจจัยย่อยของปัจจัยทางด้านส่วนประสมทางการตลาดทั้งหมด 43 ปัจจัย ปัจจัยอิสระที่มีค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นสูงสุด 5 อันดับแรกโดย เรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ ปัจจัยด้านราคา ในเรื่องมีการกำหนดราคาห้องพัก/ที่พัก และบริการ ต่างๆ อย่างชัดเจน (ค่าเฉลี่ย 4.4700: เห็นด้วยมากที่สุด) ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ในเรื่องของความสะอาดเรียบร้อยของห้องพัก/ที่พัก (ค่าเฉลี่ย 4.4050: เห็นด้วยมากที่สุด) ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมทางกายภาพในเรื่องของที่พักมีระบบรักษาความปลอดภัยอย่างเหมาะสม (ค่าเฉลี่ย 4.3700: เห็นด้วยมากที่สุด) ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมทางกายภาพในเรื่องของสภาพแวดล้อมของที่พักมีความปลอดภัยสูง (ค่าเฉลี่ย 4.3625: เห็นด้วยมากที่สุด)

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาในแต่ละปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด 7Ps สามารถสรุปผล การศึกษาของแต่ละปัจจัยได้ดังนี้

ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ โดยกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นในเรื่องการความสะอาดเรียบร้อยของห้องพัก/ที่พัก มากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.4050: เห็นด้วยมากที่สุด) รองลงมาคือ สิ่งอำนวยความสะดวกในห้องพัก/ที่พัก (ค่าเฉลี่ย 4.0375: เห็นด้วยมาก)

ปัจจัยด้านราคา โดยกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นในเรื่องเมื่อพิจารณาโดย ภาพรวม มีการกำหนดราคาห้องพัก/ที่พัก และบริการต่างๆ อย่างชัดเจน มากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.4700: เห็นด้วยมากที่สุด) รองลงมาคือ ราคาห้องพัก/ที่พักมีความเหมาะสม เมื่อเทียบกับที่พักแห่งอื่น (ค่าเฉลี่ย 4.2475: เห็นด้วยมากที่สุด)

ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย โดยกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นในเรื่อง การเดินทางไปที่พักมีความสะดวกสบาย มากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.4000: เห็นด้วยมากที่สุด) รองลงมาคือ ทำเลที่ตั้งอยู่ใกล้การคมนาคม อาทิ รถไฟฟ้า รถบัส (ค่าเฉลี่ย 4.3475: เห็นด้วยมากที่สุด)

ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด โดยกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นในเรื่อง มีส่วนลดจากการจองผ่าน Application ต่าง ๆ อาทิ Booking, Traveloka, Agoda เป็นต้น มากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.2475: เห็นด้วยมากที่สุด)รองลงมาคือ มีส่วนลดค่าห้องพัก/ที่พัก เมื่อมีการจองล่วงหน้า (ค่าเฉลี่ย 3.9575: เห็นด้วยมาก)

ปัจจัยด้านบุคคล โดยกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นในเรื่องพนักงานให้บริการด้วยมิตรไมตรี มีความยิ้มแย้ม แจ่มใส สุภาพ และเป็นมิตร มากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.3575: เห็นด้วยมากที่สุด) รองลงมาคือ พนักงานให้บริการลูกค้าอย่างเท่าเทียมกัน (ค่าเฉลี่ย 4.3225: เห็นด้วยมากที่สุด)

ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมกายภาพ โดยกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นในเรื่อง ที่พักมีระบบรักษาความปลอดภัยอย่างเหมาะสม เช่น กล้องวงจรปิด ระบบป้องกันอัคคีภัย มากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.3700 : เห็นด้วยมากที่สุด) รองลงมาคือ สภาพแวดล้อมของที่พักมีความปลอดภัยสูง เช่น ทางเดินเข้า-ออก มีรั้วกั้น มีไฟฟ้าสว่าง (ค่าเฉลี่ย 4.3625: เห็นด้วยมากมากที่สุด)

ปัจจัยด้านกระบวนการ โดยกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นในเรื่อง ขั้นตอนบริการในการ Check in/Out สะดวกรวดเร็ว (ค่าเฉลี่ย 4.3550: เห็นด้วยมากที่สุด) รองลงมาคือ ที่พักมีระบบการจองห้องพักที่รวดเร็วและแม่นยำ (ค่าเฉลี่ย 4.2950: เห็นด้วยมากที่สุด)

การวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยลักษณะทางประชากรศาสตร์กับการตัดสินใจ ใช้บริการ ที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง (ท่องเที่ยวด้วยตนเอง) ในประเทศญี่ปุ่น

ในการทดสอบสมมติฐานของงานวิจัย ในส่วนนี้จะเป็นการศึกษาเพื่อทดสอบลักษณะ ทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง อันได้แก่ เพศ อายุ รายได้ต่อเดือน ระดับการศึกษา อาชีพ ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการ ที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง (ท่องเที่ยวด้วยตนเอง) ในประเทศญี่ปุ่นในเขตกรุงเทพ นั้นแตกต่างกันหรือไม่ โดยได้แบ่งการวิเคราะห์แต่ละปัจจัย ดังนี้

เพศกับการตัดสินใจใช้บริการ ที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง (ท่องเที่ยวด้วยตนเอง) ในประเทศญี่ปุ่น

กำหนดระดับนัยสำคัญ .05 และกำหนดสมมติฐานที่ 1 ดังนี้

สมมติฐานที่ 1 ปัจจัยประชากรศาสตร์ด้านเพศที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อการ ตัดสินใจใช้บริการ ที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง (ท่องเที่ยวด้วยตนเอง) ในประเทศญี่ปุ่น ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล แตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญ

ตารางที่ I ผลการวิเคราะห์การตัดสินใจใช้บริการ ที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามเพศ

เพศ	การตัดสินใจเลือกที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภทการเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง				
	N	ค่าเฉลี่ยการตัดสินใจ(Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std.Deviation)	t	sig
ชาย	150	3.94	.481	5.404	.001
หญิง	204	4.14	.489		
LGBT	43	3.96	.429		
ไม่ต้องการระบุเพศสภาพ	3	4.13	.658		

จากตารางที่ I เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการตัดสินใจใช้บริการ ที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภทการเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเองของกลุ่มตัวอย่างโดยจำแนกตามเพศ โดยทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทาง เดียว (One-Way ANOVA) พบว่า ได้ค่า Sig. เท่ากับ .001 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (α) .05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ปัจจัยด้านเพศที่แตกต่างกัน มีความคิดเห็นต่อการตัดสินใจใช้บริการที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง ที่**แตกต่างกัน** อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เนื่องจากเพศเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิด การดำเนิน ชีวิต ทัศนคติ และพฤติกรรมการบริโภคที่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้บริโภคที่มีเพศที่แตกต่างกัน จึงมีความคิดเห็นต่อการตัดสินใจใช้บริการที่แตกต่างกัน

ตารางที่ II ผลการวิเคราะห์การตัดสินใจใช้บริการ ที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามอายุ

อายุ	การตัดสินใจเลือกที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภทการเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง				
	N	ค่าเฉลี่ยการตัดสินใจ (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std. Deviation)	t	sig
ต่ำกว่า 20 ปี	8	4.09	.428	3.483	.004
20-24 ปี	87	4.05	.49		
25-29 ปี	100	3.96	.438		
30-34 ปี	88	4.02	.476		
35-39 ปี	42	3.94	.517		
39 ปีขึ้นไป	75	4.24	.516		

จากตารางที่ II เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการตัดสินใจใช้บริการ ที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเองของกลุ่มตัวอย่างโดยจำแนกตามอายุ โดยทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทาง เดียว (One-Way ANOVA) พบว่า ได้ค่า Sig. เท่ากับ .004 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (α) .05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ปัจจัยด้านอายุที่แตกต่างกัน มีความคิดเห็นต่อต่อการตัดสินใจใช้บริการที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง ที่**แตกต่างกัน** อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เนื่องจากอายุเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิด การดำเนินชีวิต ทัศนคติ และพฤติกรรมการบริโภคที่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้บริโภคที่มีเพศที่แตกต่างกัน จึงมีความคิดเห็นต่อการตัดสินใจใช้บริการที่แตกต่างกัน

เมื่อพิจราณาค่าเฉลี่ยของการตัดสินใจเลือกใช้บริการที่พักที่แตกต่างกันด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ตามตารางที่ IV เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการตัดสินใจใช้ ที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง ทีละคู่ โดยพิจารณาจากค่า Sig. ที่น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ (α) .05 พบว่า อายุต่ำกว่า 20-39 ปี มีความคิดและทัศนคติต่อการใช้บริการที่ไม่แตกต่างกัน แต่ ช่วงอายุ 39 ปีขึ้นไป นั้นมีความคิดและทัศนคติต่อการใช้บริการที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจาก ความห่างของช่วงอายุที่มากจึงทำให้การตัดสินใจ เลือกที่พักที่ต้องมีความสะดวกสบายที่มากขึ้น

ระดับการศึกษากับการตัดสินใจใช้บริการ ที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภทการเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง กำหนดระดับนัยสำคัญ .05 และกำหนดสมมติฐานที่ 3 ดังนี้

สมมติฐานที่ 3 ปัจจัยประชากรศาสตร์ด้านระดับการศึกษาที่แตกต่างกัน ส่งผล ต่อการตัดสินใจใช้บริการ ที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล แตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญ

ตารางที่ III ผลการวิเคราะห์การตัดสินใจใช้บริการ ที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามระดับการศึกษา (ต่อ)

ระดับการศึกษา	การตัดสินใจเลือกที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง				
	N	ค่าเฉลี่ยการตัดสินใจ (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std.Deviation)	t	sig
มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า	17	4.19	.455	10.02	.000
อนุปริญญา/ปวส.หรือเทียบเท่า	38	3.66	.436		
ปริญญาตรี	253	4.06	.463		
ปริญญาโทหรือสูงกว่า	92	4.13	.517		

จากตารางที่ III เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการตัดสินใจใช้บริการ ที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเองของกลุ่มตัวอย่างโดยจำแนกตามระดับการศึกษา โดยทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทาง เดียว (One-Way ANOVA) พบว่า ได้ค่า Sig. เท่ากับ .000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (α) .05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ปัจจัยด้านระดับการศึกษา ที่แตกต่างกัน มีความคิดเห็นต่อการตัดสินใจใช้บริการที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง ที่**แตกต่างกัน** อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เนื่องจากระดับการศึกษาที่แตกต่างจะทำให้ความคิด การตัดสินใจ และความรู้ที่แตกต่างกัน ทำให้มีความคิดเห็นต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการที่แตกต่างกัน

ตารางที่ IV ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการตัดสินใจใช้บริการ ที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง ที่มีระดับการศึกษาต่างกัน

ระดับการศึกษา		Mean Difference	Std. Error	Sig.
มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า	อนุปริญญา/ปวส.หรือเทียบเท่า	.527	.138	.000
	ปริญญาตรี	.126	.118	.289
	ปริญญาโทหรือสูงกว่า	.055	.125	.655
อนุปริญญา/ปวส.หรือเทียบเท่า	มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า	-.527	.138	.000
	ปริญญาตรี	-.401	.082	.000
	ปริญญาโทหรือสูงกว่า	-.471	.091	.000
ปริญญาตรี	มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า	-.126	.118	0.289
	อนุปริญญา/ปวส.หรือเทียบเท่า	.401	.082	.000
	ปริญญาโทหรือสูงกว่า	-.070	.057	.224
ปริญญาโทหรือสูงกว่า	มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า	-.055	.125	.655
	อนุปริญญา/ปวส.หรือเทียบเท่า	.471	.091	.000
	ปริญญาตรี	.070	.057	.224

เมื่อพิจราณาค่าเฉลี่ยของการตัดสินใจเลือกใช้บริการที่พักที่แตกต่างกันด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ตามตารางที่ IV เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการตัดสินใจใช้ ที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง ทีละคู่ โดยพิจารณาจากค่า Sig. ที่น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ (α) .05 พบว่า ระดับการศึกษา มัธยมปลายหรือเทียบเท่า ปริญญาตรี และปริญญาโทหรือสูงกว่า มีความคิดและทัศนคติที่ไม่แตกต่างกัน แต่ อนุปริญญา/ปวส.หรือเทียบเท่า มีความคิดและทัศนคติที่แตกต่างกับระดับการศึกษาทั้งหมด

อาชีพกับการตัดสินใจใช้บริการที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง

กำหนดระดับนัยสำคัญ .05 และกำหนดสมมติฐานที่ 4 ดังนี้

สมมติฐานที่ 4 ปัจจัยประชากรศาสตร์ด้านอาชีพที่แตกต่างกันส่งผลต่อการ ตัดสินใจใช้บริการที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญ

ตารางที่ V ผลการวิเคราะห์การตัดสินใจใช้บริการ ที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอาชีพ

อาชีพ	การตัดสินใจเลือกที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง				
	N	ค่าเฉลี่ยการตัดสินใจ (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std.Deviation)	t	sig
นักเรียน/นักศึกษา	76	4.02	.462	1.284	.257
ข้าราชการ	51	4.1	.402		
พนักงานบริษัทเอกชน	111	4.11	.527		
ธุรกิจส่วนตัว	73	3.99	.501		
อาชีพอิสระ	61	3.93	.462		
แม่บ้าน/พ่อบ้าน	9	3.99	.542		
เกษียณอายุ	10	4.24	.553		
อื่นๆ	9	4.07	.568		

จากตารางที่ V เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการตัดสินใจเลือกใช้บริการที่พัก ของกลุ่มตัวอย่างโดยจำแนกตามอาชีพ โดยทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทาง เดียว (One-Way ANOVA) พบว่า ได้ค่า Sig. เท่ากับ .257 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (α) .05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ปัจจัยด้านอาชีพที่แตกต่างกัน มีความคิดเห็นต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการที่พัก **ไม่แตกต่างกัน** อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เนื่องจากอาชีพที่แตกต่างกัน ก็มีความคิดเห็นว่าสามารถเลือกที่พักได้หรือไม่ได้ที่ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ VI ผลการวิเคราะห์การตัดสินใจใช้บริการ ที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง ของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามรายได้

รายได้	การตัดสินใจเลือกที่พักสำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทยประเภท การเดินทางท่องเที่ยวด้วยตนเอง				
	N	ค่าเฉลี่ยการตัดสินใจ (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std.Deviation)	t	sig
ต่ำกว่า 15,000 บาท	42	4.16	.529	1.777	.116
15,000 – 25,000 บาท	94	3.97	.467		
25,001 – 30,000 บาท	108	3.99	.452		
30,001 – 35,000 บาท	42	4.05	.482		
35,001 – 40,000 บาท	32	4.05	.454		
40,000 บาทขึ้นไป	82	4.14	.541		

จากตารางที่ VI เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการตัดสินใจเลือกใช้บริการที่พัก ของกลุ่มตัวอย่างโดยจำแนกตามรายได้ โดยทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทาง เดียว (One-Way ANOVA) พบว่า ได้ค่า Sig. เท่ากับ .116 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (α) .05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ปัจจัยด้านรายได้ที่แตกต่างกัน มีความคิดเห็นต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการที่พัก **ไม่แตกต่างกัน** อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เนื่องจากรายได้ที่แตกต่างกัน ก็สามารถเลือกที่พักได้หรือไม่ได้ ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากการท่องเที่ยวแบบด้วยตนเองนั้น ส่วนใหญ่จะไม่เน้นไปทางด้านที่พักจึงทำให้การมีรายได้ที่แตกต่างกัน แต่การตัดสินใจเลือกที่พักไม่ได้แตกต่างกัน

V.การอภิปรายผล

ข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง ในภาพรวมพบว่าลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชาย 37.5% เพศหญิง 51% และ LGBT 10.8% ไม่ระบุเพศสภาพ 0.8% ระดับการศึกษาสูงสุด คือ ปริญญาตรี 63.3% โดยส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 25-29 ปี คิดเป็น 25% อาชีพส่วนใหญ่ของกลุ่มตัวอย่าง คือ พนักงานบริษัทเอกชน คิดเป็น 27.8% และรายได้ต่อเดือนส่วนใหญ่ของกลุ่มตัวอย่างอยู่ใน 25,001 – 30,000 บาท คิดเป็น 27%

ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้บริการของกลุ่มตัวอย่าง

พฤติกรรมการจองห้องพักของนักท่องเที่ยวชาวไทยในญี่ปุ่น ของกลุ่มตัวอย่างโดยสรุป ความถี่และจำนวนผู้ร่วมทริปในการเดินทางมาท่องเที่ยวที่ญี่ปุ่นของกลุ่มตัวอย่าง อันดับแรก คือ เดิน 2-3 คน คิดเป็น 43.3% รองลงมาคือ 4-5 คน คิดเป็น 24.2% และ คนเดียว คิดเป็น 20.3% ตามลำดับ

ระยะเวลาในการมาท่องเที่ยวที่ประเทศญี่ปุ่น ของกลุ่มตัวอย่าง อันดับแรก คือ มากกว่า6วัน 42.8% รองลงมาคือ 5-6 วันคิดเป็น 38% และ 3-4 วัน คิดเป็น 15.8% ตามลำดับ

กำหนดค่าใช้จ่ายสำหรับที่พักโดยเฉลี่ยต่อ 1 คืน ของกลุ่มตัวอย่าง อันดับแรกคือ 2000-2999 คิดเป็น 34% รองลงมาคือ 1000-1999 คิดเป็น 26.7% และ 3000-3999 คิดเป็น 18% ตามลำดับ

วิธีในการจองห้องพักที่เลือกใช้บริการบ่อยที่สุดกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จะเลือกจอง แอพพิเคชั่น คิดเป็น 48.3% รองลงมาคือ เว็บไซต์ คิดเป็น 41.3% และ เดินทางจองเอง คิดเป็น 8% ตามลำดับ

ผู้มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจในการท่องเที่ยวในญี่ปุ่น กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จะเลือกใช้บริการ ตัวท่านเอง คิดเป็น 40.5% รองลงมาคือ เพื่อน คิดเป็น 17.8 % และ ผู้ร่วนเดินทางมาด้วย คิดเป็น 14.8% ตามลำดับ

VI.ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อเนื่อง ดังนี้

เนื่องจากบางข้อมูลนั้นไม่สามารถเก็บได้จากวิธีการสำรวจด้วยแบบสอบถาม ดังนั้นการวิจัยในครั้งต่อไป จึงควรเพิ่มเครื่องมืออื่น ๆ ในการเก็บข้อมูลร่วมด้วย การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความหลากหลายหรือเฉพาะเจาะจงมากยิ่งขึ้น

ควรศึกษาพฤติกรรมและปัจจัยการตัดสินใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่คิดจะเดินทางไปท่องเที่ยวยังประเทศญี่ปุ่นในด้านอื่นๆเป็นการเฉพาะ เช่น วัฒนธรรม ประเพณี ผู้คนพื้นเมือง แหล่งท่องเที่ยวที่เป็นเอกลักษณ์

ควรศึกษาแรงจูงใจของนักเที่ยวชาวไทยที่มีต่อการท่องเที่ยว ประเทศญี่ปุ่น

เอกสารอ้างอิง

[1] O'Regan, (2010) Special Issue:The Modigliani-Miller Proposition After Fifty Years and Entrepreneurial Finance

[2] ฉันทัช วรรณถนอม. (2552). ความหมายและความสำคัญของอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว. (ออนไลน์).เข้าถึงได้จาก https://tourismatbuu.wordpress.com [2560, 11 มกราคม]

[3] เกศมณี เหลืองฐิติกาญจนา. (2559). ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเดินทางท่องเที่ยวประเทศไต้หวันของนักท่องเที่ยวชาวไทย. (สารนิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะเศรษฐศาสตร์.

[4] ภัทรพงศ์ ชาร์เมืองกุล. (2557). การศึกษาความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวชาวไทยเกี่ยวกับการตัดสินใจเดินทางท่องเที่ยวต่างประเทศโดยไม่เลือกใช้บริการผ่านบริษัทนำเที่ยว. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา.

[5] พรกมล ลิ้มโรจน์นุกูล (2560) ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการจองห้องพักผ่านตัวกลางออนไลน์. (สารนิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี.

แนวทางการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศาสนา เพื่อรองรับผู้เดินทางมาวัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร

GUIDELINES FOR PROMOTING RELIGIOUS TOURISM TO ACCOMMODATE TRAVELERS TO WAT PRAYONG KITTIWANARAM IN BANGKOK

1st กัญญาพัชร วุฒิยา
สาขาการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ
gramkanyaphach@gmail.com

บทคัดย่อ

จากการศึกษาวิจัยแนวทางการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศาสนาเพื่อรองรับผู้เดินทางมาวัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวที่เดินทางมา และศึกษาศักยภาพของวัดประยงค์กิตติวนาราม เพื่อรองรับผู้เดินทางมาวัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพ (Qualitative) กลุ่มผู้ให้ข้อมูลจำแนกออกเป็น 2 กลุ่มคือ 1) กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ได้แก่ เจ้าอาวาสวัดประยงค์กิตติวนาราม พระสงฆ์ภายในวัด แม่ชี ผู้มาปฏิบัติธรรม และคนในชุมชน และ 2) กลุ่มผู้มากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดและผู้ที่มาปฏิบัติธรรม จำนวน 80 คน ผลการวิจัยพบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมีสถานภาพการสมรส โสด ที่มีอายุ 20-30 ปี โดยประกอบอาชีพ พนักงานบริษัทเอกชน/ลูกจ้าง และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 10,000 – 20,000 บาท โดยกลุ่มผู้ที่เดินทางมาวัดประยงค์กิตติวนารามเพื่อมากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดและทำบุญ โดยมีค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการเดินทางมาต่อครั้ง ต่อ1 คน) 200 - 300 บาท เดินทางมาในวันหยุดเสาร์-อาทิตย์และใช้เวลาอยู่ที่วัดโดยประมาณครึ่งวัน โดยไม่มีการพักแรก หากพักก็จะเลือกที่วัดเป็นส่วนใหญ่ (ปฏิบัติธรรม) และจากการศึกษาศักยภาพของวัดประยงค์กิตติวนาราม พบว่า ศักยภาพโดยรวมของวัดอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.34,S.D. 0.82 หากพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้านที่มีความสำคัญเป็นลำดับ แรกคือ ด้านพื้นที่อยู่ในระดับปานกลางมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.43,S.D. 0.91 สำหรับแนวทางการส่งเสริมการท่องวัดควรจัดทำโปรแกรมทัวร์ไหว้พระให้กับกลุ่มที่สนใจร่วมทำกิจกรรมกับวัดประยงค์กิตติวนาราม เช่น การทำบุญไหว้พระ และมีการเรียนรู้เกี่ยวกับศาสนา หรือจัดทำเส้นทางการท่องเที่ยวที่มีความเชื่อมโยงกับแหล่งท่องเที่ยวอื่น ๆ เพื่อให้กลุ่มนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาได้รู้จักแหล่งท่องเที่ยวอื่น ๆ เพิ่มมากขึ้น และวัดควรเปิดโอกาสให้คนในชุมชนได้นำเสนอสินค้าของชุมชน ให้กับกลุ่มที่เดินทางมา เพื่อเป็นการสร้างอาชีพและรายได้ให้กับคนในชุมชน

คำสำคัญ แนวทางการส่งเสริม, การท่องเที่ยวเชิงศาสนา, เพื่อรองรับผู้เดินทางมาวัดประยงค์กิตติวนาราม

ABSTRACT

The objective of this research is to study the behavior of tourists traveling, and study the potential of Wat Prayong Kittiwanaram to accommodate travelers to Wat Prayong Kittiwanaram in Bangkok. This study is a qualitative study from the group of informants divided into 2 groups which are 1) abbot, monks and nuns of Wat Prayong Kittiwanaram, accompanied by the dharma practitioners and the community. 2) the group of 80 worshipers in the temple and the Dharma practitioners. The results showed that most of female are 20-30 year-of-age, single, private company employee, average monthly income of 10,000 - 20,000 baht and 200-300 baht per person will cover all their expenses for the trip, travelled on weekends and stayed half a day in the temple without break, most will choose to stay at the temple with practice Dharma. The result was found that the overall potential of the temple is at a medium level 3.34 (S.D. 0.82), if considered in each aspect, the first important, the area aspect was at a medium level 3.43 (S.D. 0.91). The guidelines to promote the temple tour, a Buddhist worship tour program should be provided for those interested in participating in the Prayong Kittiwanaram temple activities, such as making merit and paying respect to religion, and create tourism routes that are linked to other destinations. So that traveling tourists should know more about other tourist spots and the temple should allow people in the community to present their products for the traveling group in order to create a career and income for the people in the community.

Keywords **promotional guidelines, religious tourism, accommodating travelers, Wat Prayong Kittiwanaram in Bangkok**

I. บทนำ

เนื่องจากทรัพยากรการท่องเที่ยวประเภทประวัติศาสตร์และศิลปวัฒนธรรมนั้น เป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าของชนชาติที่สะท้อนให้เห็นถึงอารยธรรม ภูมิปัญญา วิถีชีวิต และเทคโนโลยีการจัดการของผู้คนในสังคมเป็นแหล่งรวมศิลปวิทยาการในสาขาต่างๆ ทั้งในด้านโบราณคดี วัฒนธรรม จารีตประเพณี สถาปัตยกรรม ศิลปกรรม ฯลฯ โดยเฉพาะแหล่งท่องเที่ยวประเภทวัดนั้น นับว่ามีคุณค่าและมีบทบาทที่สำคัญยิ่ง เพราะวัดเป็นแหล่งที่เชื่อมโยงเรื่องราวความเป็นมาของวัฒนธรรมกับชุมชนและเป็นสถานที่รวบรวมมรดกศิลปวัฒนธรรม และศิลปกรรมอันวิจิตรงดงามเพียบพร้อมด้วยคุณค่าทางศิลปะที่แสดงให้เห็นถึงภูมิปัญญาและความเป็นอัจฉริยะของบรรพบุรุษ อันเปรียบเสมือนสะพานเชื่อมโยงสายใยของอดีตกับปัจจุบันไม่ให้ขาดออกจากกัน นอกจากนี้ วัดบางแห่งยังประกอบด้วยสภาพแวดล้อมทั้งทางภูมิสถาปัตยกรรมและทางธรรมชาติที่สวยงาม วัดจึงเป็นทรัพยากรการท่องเที่ยวที่มี

ความสำคัญทางประวัติศาสตร์และมีคุณค่าทางศิลปะที่นักท่องเที่ยวให้ความสนใจต่อการท่องเที่ยวเชิงพุทธและการเรียนรู้ที่เป็นการเดินทางเพื่อการศึกษาและแสวงหาคุณค่าทางด้านคุณธรรม/จริยธรรม และคุณค่าทางศิลปวัฒนธรรม อันนำไปสู่การประพฤติปฏิบัติในแนวทางที่ถูกต้องทั้งแก่เพื่อนมนุษย์และต่อสิ่งแวดล้อมในลักษณะที่ก่อให้เกิดประโยชน์เกื้อกูลต่อกันและกัน กอปรในช่วงที่ผ่านมา โดยได้รับการสนับสนุนจาก การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยซึ่งได้ประเมินภาพรวมและการตลาดของการท่องเที่ยวภายในประเทศไทยว่า ในปัจจุบันการท่องเที่ยวได้รับผลกระทบจากปัจจัยต่างๆหลายด้านส่งผลให้การเกิดการชะลอตัวในภาคอุตสาหกรรมท่องเที่ยว ฉะนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้มาตรการกระตุ้นการท่องเที่ยวด้วย แผนกลยุทธ์ต่างๆเพื่อให้การท่องเที่ยวเกิดการตื่นตัว และมีแนวโน้มที่ดีขึ้นในไตรมาสต่อไปโดยเน้นการทำตลาดผ่านการท่องเที่ยวในรูปแบบ การท่องเที่ยวในระยะใกล้และการท่องเที่ยวในแบบเชื่อมโยงระหว่างภูมิภาค เพื่อให้เกิดการหมุนเวียนและกระจายตัวไปทุกภูมิภาคโดยการส่งเสริมการท่องเที่ยวทำบุญไหว้พระ ในจังหวัดที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมทางศาสนาภายใต้โครงการกระตุ้นการท่องเที่ยวที่ชื่อว่า “เติมบุญสุขใจ เที่ยวไทยครึกครื้น” โดยนำร่องที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และจังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นพื้นที่แรก (การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย, 2559)

สำหรับวัดประยงค์กิตติวนาราม เป็นวัดอีกแห่งในพระพุทธศาสนาที่ยึดหลักแนวทางการปฏิบัติวิปัสสนากรรมฐาน จากพระอาจารย์สายกรรมฐาน โดยมีพระปลัดอริย์ธัช เตชวโร ตั้งอยู่ แขวงคลองสิบสอง เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร ซึ่งก่อนที่จะได้รับการแต่งตั้งวิสุงคามสีมาเป็นวัด เดิมทีพื้นที่นี้ เป็นป่ากกและบ่อปลา ซึ่ง พระครูวินัยธร พชรฐานกโร หรือพระอาจารย์เพชร ได้มา ณ สถานที่แห่งนี้ เมื่อ พ.ศ. 2549 โดยมีศิษยานุศิษย์ได้แนะนำให้รู้จักกับเจ้าของที่ดิน คือ คุณประยงค์ เหมกรณ์ ด้วยความเลื่อมใสศรัทธาจึงได้บริจาคที่ดินจำนวน 9 ไร่ 3 งาน 78 ตารางวา เพื่อตั้งสำนักสงฆ์ โดยอุทิศส่วนกุศลให้กับคุณกิตติ เหมกรณ์ ซึ่งเป็นลูกชาย ด้วยเหตุนี้จึงใช้ชื่อว่า"สำนักสงฆ์ประยงค์กิตติวนาราม" ต่อมาก็เปลี่ยนจากสำนักสงฆ์เป็นวัดชื่อวัดประยงค์กิตติวนาราม ในปี 2553 โดยนักท่องเที่ยว จะเดินทางมาสักการบูชาหลวงพ่อทวดเหยียบน้ำทะเลจืด องค์ใหญ่ที่สุดในกรุงเทพมหานครจำนวนมาก และวัดแห่งนี้ส่งเสริมการปฏิบัติธรรม ไม่มีในเรื่องของพุทธพาณิชย์แต่อย่างใด เนื่องจากต้องดำเนินการตามเจตนารมณ์ ของผู้บริจาคที่ดินสร้างวัดประยงค์กิตติวนาราม ในการดำรงสืบต่อพระพุทธศาสนาของ นายประยงค์และนางบุญล้อม เหมกรณ์และเครือญาติตระกูลเหมกรณ์ และในปัจจุบันวัดประยงค์กิตติวนารามมีสิ่งก่อสร้างที่เป็นปฏิมากรรมในพระพุทธศาสนาหลายอย่างด้วยกัน และเป็นสถานที่ท่องเที่ยวในเชิงพุทธธรรมอย่างลงตัวและผสมผสานกลมกลืนอย่างคาดไม่ถึง เช่นพระอุโบสถที่งดงามทรงไทยประยุกต์ภายในประดิษฐานพระพุทธปาฏิหาริย์ศรีอริยเมตไตรย ทรงเครื่องใหญ่ผนังติดอักขระภาษาขอมโบราณรูปปั้นหลวงปู่ทวดองค์ใหญ่ประดิษฐานท่ามกลางแมกไม้ลานน้ำพุและต้นไม้น้อยใหญ่ที่ให้ความร่มรื่นร่มเย็นกับสวนไม้ดอกในพุทธประวัติ กราบสักการบูชาพระพุทธรูปปางประทานความสำเร็จสมปรารถนา บูชาองค์พระพิฆเนศวร พญานาคราชพ่อปู่ศรีสุทโธอุโมงค์เลขยันต์อักขระขอมโบราณ เหล่านี้ถูกสร้างจากแรงศรัทธาของพุทธศาสนิกชนที่ร่วมบริจาคตามกำลังทรัพย์ศรัทธา เพื่อเป็นประโยชน์ในการทำนุบำรุงพระพุทธศาสนา(วัดประยงค์กิตติวนาราม,2561)

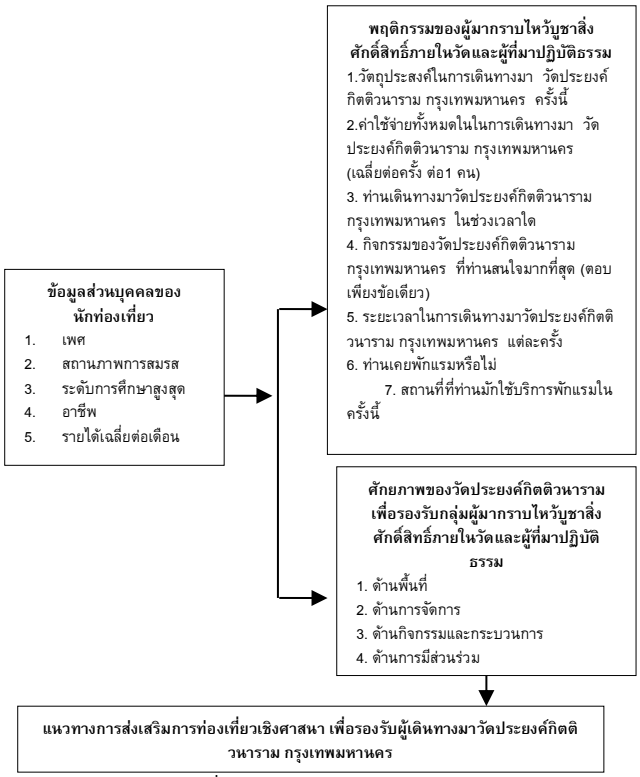
จากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาถึงแนวทางการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศาสนา เพื่อรองรับผู้เดินทางมาวัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร ที่มีความสำคัญทั้งทางด้านมรดกศิลปวัฒนธรรม และการเรียนรู้ตามแนวพระพุทธศาสนา โดยจะศึกษาและวิเคราะห์ถึงรูปแบบกระบวนการของวัดที่เป็นแหล่งเรียนรู้พระพุทธศาสนาและการปฏิบัติธรรม ชุมชน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการวิเคราะห์ผลกระทบจากการที่ผู้มากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดและผู้ที่มาปฏิบัติธรรม ที่มีต่อวัฒนธรรมทางพระพุทธศาสนา จะทำให้ทราบถึงแนวทางการส่งเสริมการท่องเที่ยวทางพระพุทธศาสนาที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางวัฒนธรรมของวัด

II. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผู้มากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดและผู้ที่มาปฏิบัติธรรม ในการเดินทางมาวัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร
2. เพื่อศึกษาศักยภาพของวัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร เพื่อรองรับกลุ่มผู้มากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดและผู้ที่มาปฏิบัติธรรม
3. เพื่อศึกษาแนวทางการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศาสนา เพื่อรองรับผู้เดินทางมาวัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร

III. กรอบแนวคิดที่ใช้ในการศึกษา

จากการทบทวนแนวคิดทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง สามารถนำมาเขียนกรอบแนวคิดในงานวิจัย ดังนี้



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

IV. วิธีดำเนินการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ(Qualitative Research) ผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางขั้นตอน และวิธีการดำเนินการวิจัยไว้ดังนี้

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเชิงคุณภาพ

การวิจัยเชิงเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) กลุ่มผู้ให้ข้อมูลจำแนกออกเป็น 2 กลุ่มคือ 1) กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ได้แก่ เจ้าอาวาสวัด

ประยงค์กิตติวนาราม พระสงฆ์ภายในวัด แม่ชี ผู้มาปฏิบัติธรรม และคนในชุมชน และ 2) กลุ่มผู้มากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดและผู้ที่มาปฏิบัติธรรม จำนวน 80 คน

V. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่

1. แบบสอบถาม (Questionnaire) สำหรับผู้มากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดและผู้ที่มาปฏิบัติธรรมในการเดินทางมา วัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร แบ่งออกเป็น 4 ตอน

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลลักษณะปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ สถานภาพการสมรส ระดับการศึกษาสูงสุด อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ซึ่งลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบสอบถามตรวจสอบรายการ (Check-List)

แบบสอบถามเกี่ยวกับ ตอนที่ 2 พฤติกรรมของผู้มากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดและผู้ที่มาปฏิบัติธรรม ในการเดินทางมา วัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร ซึ่งลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบสอบถามตรวจสอบรายการ(Check-List)

ตอนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับศักยภาพของวัดประยงค์กิตติวนาราม เพื่อรองรับผู้มากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดและผู้ที่มาปฏิบัติธรรม

ตอนที่4 ข้อเสนอแนะอื่นเกี่ยวกับแนวทางการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศาสนา เพื่อรองรับผู้มากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดและผู้ที่มาปฏิบัติธรรม ในการเดินทางมา วัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบปลายเปิด (Open-End Questionnaire)

2. การสัมภาษณ์ (Interview) แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured Interview)ใช้สัมภาษณ์สำหรับผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ได้แก่ เจ้าอาวาสวัดประยงค์กิตติวนาราม พระสงฆ์ภายในวัด แม่ชี ผู้มาปฏิบัติธรรม และคนในชุมชน

VI. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจากการเก็บแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างโดยการเก็บแบบสอบ (Questionnaire) และการสัมภาษณ์ (Interview) โดยใช้วิธีการคัดเลือกผู้ให้ข้อมูลสำคัญเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) โดยวิธีการบันทึกเสียงและการจดบันทึก เพื่อประมวลผลข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำเสนอต่อไป ในช่วงวันจันทร์ถึงวันศุกร์ และวันหยุดเสาร์-อาทิตย์ ณ วัดประยงค์กิตติวนาราม กลุ่มผู้มากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดและผู้ที่มาปฏิบัติธรรม จำนวน 80 คน โดยทำการเก็บรวมรวมข้อมูลตั้งแต่เดือน มกราคม 2562 – มิถุนายน 2562

VII. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

1. สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ค่าความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย

2. การจำแนกชนิดข้อมูล โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และนำผลที่ได้ประมวลเป็นผลการวิจัยโดยผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์ตามทฤษฎีของ Miles and Huberman (1994 อ้างอิงใน ชาย โพธิสิตา, 2554, หน้า 337) โดยประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การจัดระเบียบข้อมูล (Data Organizing) เป็นการจัดข้อมูลอย่างเป็นระบบอยู่ในสถานะที่พร้อมจะนำไปใช้งานได้ทันที โดยการจัดระเบียบข้อมูลซึ่งแบ่งออกเป็น2 ด้าน ได้แก่

2.1.1. ข้อมูลด้านกายภาพ ได้แก่ ผู้วิจัยได้ทำการบันทึกเสียงและจดบันทึกโดยมีการถอดข้อความและจัดระเบียบเก็บไว้ เนื่องจากหากจำเป็นต้องมีการแก้ไขขัดเกลาข้อมูล เพื่อความเหมาะสมสละสลวยในภาษาก็สามารถแก้ไขได้แต่จะต้องยังคงความหมายเดิมและอารมณ์ของผู้ให้ข้อมูลไว้

2.1.2 ข้อมูลด้านเนื้อหา ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและรวบรวมนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์ จากเอกสารแบบสอบถามที่ยังไม่ได้ตีความหรือวิเคราะห์มาจัดเรียบเรียงจัดประเภทหรือเปรียบเทียบ เพื่อนำมาวิเคราะห์ว่าข้อมูลต่าง ๆ มีความหมายอะไรที่น่าจะตรงประเด็นกับเรื่องงานวิจัย

2.2 การแสดงข้อมูล (Data Display) ผู้วิจัยมีการนำเสนอข้อมูลโดยวิธีการพรรณนา หลังจากขั้นตอนการจัดระเบียบข้อมูลและการเชื่อมโยงข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ทำการจัดกลุ่มข้อมูลและใช้ตารางในการแสดงข้อมูล

2.3 การหาข้อสรุป ผู้วิจัยทำการสรุปจากการสัมภาษณ์เพื่อเป็นการกำหนดแนวทางการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศาสนา เพื่อรองรับผู้เดินทางมาวัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร

VIII. ผลการวิจัย

ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลลักษณะปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ สถานภาพการสมรส ระดับการศึกษาสูงสุด อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

ผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 80 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 57.00 มีสถานภาพการสมรส โสด คิดเป็นร้อยละ 50.0 มีอายุ 20-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 44.80 มีระดับการศึกษาสูงสุดมัธยมศึกษาตอนต้นคิดเป็นร้อยละ 55.50 ประกอบอาชีพ พนักงานบริษัทเอกชน/ลูกจ้าง คิดเป็นร้อยละ66.80 และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 10,000 – 20,000 บาท 78.50

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้มากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดและผู้ที่มาปฏิบัติธรรม ในการเดินทางมา วัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร มีรายละเอียดดังนี้

1).วัตถุประสงค์ในการเดินทางมาวัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร ครั้งนี้ คือ มากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัด คิดเป็นร้อยละ57.80

2).ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการเดินทางมาวัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร (เฉลี่ยต่อครั้ง ต่อ1 คน) 200 - 300 บาท คิดเป็นร้อยละ31.50

3). ท่านเดินทางมาวัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานครในช่วงเวลาใด วันหยุดเสาร์-อาทิตย์ คิดเป็นร้อยละ 57.00

4). กิจกรรมของวัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร ที่ท่านสนใจมากที่สุด (ตอบเพียงข้อเดียว) ทำบุญ คิดเป็นร้อยละ 57.00

5). ระยะเวลาในการเดินทางมาวัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร แต่ละครั้ง ครึ่งวัน คิดเป็นร้อยละ70.80 6). ท่านเคยพักแรมหรือไม่ ไม่เคย คิดเป็นร้อยละ 81.20 7). สถานที่ที่ท่านมักใช้บริการพักแรมในครั้งนี้ คือ วัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร คิดเป็นร้อยละ18.80

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามเกี่ยวกับศักยภาพของวัดประยงค์กิตติวนาราม เพื่อรองรับผู้มากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดและผู้ที่มาปฏิบัติธรรม

ตารางที่ I. แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ศักยภาพของวัดประยงค์กิตติวนาราม เพื่อรองรับผู้มากราบไหว้บูชาสิ่งกดิ์สิทธิ์ภายในวัดและผู้ที่มาปฏิบัติธรรม โดยรวมทุกด้าน

ศักยภาพของวัดประยงค์กิตติวนาราม เพื่อรองรับผู้มากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดและผู้ที่มาปฏิบัติธรรม	$\bar{x}$	S.D	แปลผล
1. ด้านพื้นที่	3.43	0.91	มาก
2. ด้านการจัดการ	3.23	0.80	ปานกลาง
3. ด้านกิจกรรมและกระบวนการ	3.31	0.75	ปานกลาง
4. ด้านการมีส่วนร่วม	3.40	0.85	มาก
รวม	3.34	0.82	ปานกลาง

จากตารางที่ I พบว่า ศักยภาพของวัดประยงค์กิตติวนาราม เพื่อรองรับผู้มากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดและผู้ที่มาปฏิบัติธรรม โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.34,S.D. 0.82 หากพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้านที่มีความสำคัญเป็นลำดับ แรกคือ ด้านพื้นที่อยู่ในระดับปานกลางมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.43,S.D. 0.91 รองลงมาคือ ด้านการมีส่วนร่วมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.40,S.D. 0.85 ด้านกิจกรรมและกระบวนการอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.31,S.D. 0.75 และด้านการจัดการอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.23,S.D. 0.80 ตามลำดับ

ตารางที่ II แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ศักยภาพของวัดประยงค์กิตติวนาราม เพื่อรองรับผู้มากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดและผู้ที่มาปฏิบัติธรรม ด้านพื้นที่

ศักยภาพของวัดประยงค์กิตติวนาราม เพื่อรองรับผู้มากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดและผู้ที่มาปฏิบัติธรรม	**ระดับการตัดสินใจ**		
	$\bar{x}$	**S.D.**	**แปลผล**
1. ด้านพื้นที่			
1.1 วัดมีวิถีชีวิต ความเป็นธรรมชาติ	3.68	0.90	มาก
1.2 วัดมีเอกลักษณ์เฉพาะที่แตกต่างจากวัดอื่นๆ	3.58	0.96	มาก
1.3 วัดมีทรัพยากรที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์	3.45	0.92	มาก
และวัฒนธรรม	3.38	0.91	ปานกลาง
1.4 เส้นทางที่ใช้ในการเดินทางได้ง่ายและไม่	3.19	0.94	ปานกลาง
ยุ่งยากปลอดภัย			
1.5 ลักษณะที่ตั้งของวัดสามารถเชื่อมโยงไปยัง	3.27	0.86	ปานกลาง
แหล่งท่องเที่ยวอื่นๆได้			
1.6 ศักยภาพของพื้นที่ในการพัฒนาในอนาคต			
รวม	**3.43**	**0.91**	**มาก**

จากตารางที่II พบว่าศักยภาพของวัดประยงค์กิตติวนาราม เพื่อรองรับผู้มากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดและผู้ที่มาปฏิบัติธรรม ด้านพื้นที่ โดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน 3.43, S.D. 0.91 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านวัดมีวิถีชีวิต ความเป็นธรรมชาติอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน 3.68, S.D. 0.90 รองลงมาคือด้านวัดมีเอกลักษณ์เฉพาะที่แตกต่างจากวัดอื่นๆอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน 3.58, S.D. 0.96 วัดมีทรัพยากรที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน 3.45, S.D. 0.92 เส้นทางที่ใช้ในการเดินทางได้ง่ายและไม่ยุ่งยากปลอดภัยอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน 3.38, S.D. 0.91 ศักยภาพของพื้นที่ในการพัฒนาในอนาคตอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน 3.27, S.D. 0.86 และลักษณะที่ตั้งของวัดสามารถเชื่อมโยงไปยังแหล่งท่องเที่ยวอื่นๆได้อยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน 3.19, S.D. 0.94 ตามลำดับ

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้อเสนอแนะอื่นเกี่ยวกับแนวทางการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศาสนา เพื่อรองรับผู้มากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดและผู้ที่มาปฏิบัติธรรม ในการเดินทางมา วัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร

จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 80 คน มีผู้เสนอแนะเกี่ยวกับแนวทางการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศาสนาจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 13.75 พบว่ากลุ่มผู้ที่เดินมากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดและผู้ที่มาปฏิบัติธรรมมีการนำเสนอ ในด้านพื้นที่ คือ วัดวัดประยงค์กิตติวนาราม มีกิจกรรมที่สำคัญทางศาสนา เช่น การทำบุญ ไหว้พระและการทำวัตรเย็น ที่เป็นประจำทุกวัน รวมถึงการทำกิจกรรมในวันสำคัญต่างๆ เช่น การทำบุญข้าวประดับดิน เป็นต้น

การสัมภาษณ์ (Interview)

การสัมภาษณ์ (Interview) แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured Interview)ใช้สัมภาษณ์สำหรับผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ได้แก่ เจ้าอาวาสวัดประยงค์กิตติวนาราม พระสงฆ์ภายในวัด แม่ชี ผู้มาปฏิบัติธรรม และคนในชุมชน

ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ	***ท่านมีความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทางการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศาสนา เพื่อรองรับผู้มากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดและผู้ที่มาปฏิบัติธรรม ในการเดินทางมา วัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร (ด้านพื้นที่) อย่างไร***
เจ้าอาวาสวัดประยงค์กิตติวนาราม	*วัดมีพื้นที่สำหรับพุทธสนิกชนในการประกอบพิธีกรรมการทางด้านศาสนา ได้แก่ ศาลา โบสถ์ วิหาร และบริเวณโดยรอบวัด*
พระสงฆ์ภายในวัด	*วัดมีสถานที่สำหรับชาวพุทธทุกท่านในการประกอบพิธีกรรมทางศาสนาในด้านต่างๆ*
แม่ชี	*วัดมีสถานที่และกิจกรรมจัดเตรียมไว้ให้กลุ่มที่เดินทางมาวัด บางท่านเดินทางมาครั้งแรกก็จะยังไม่เข้าใจ ก็สามารถสอบถามกับเจ้าหน้าที่ที่วัดได้*
ผู้มาปฏิบัติธรรม	*ทางวัดมีสถานที่ไว้รองรับกลุ่มผู้ที่เดินทางมาทำกิจกรรมทางศาสนา และยังมีการทำประชาสัมพันธ์บอกถึงข้อปฏิบัติ และเวลาในจุดต่างๆ ไว้ด้วย*
คนในชุมชน	*ที่วัดนี้มีสถานที่ให้ทำกิจกรรมต่างๆได้หลายจุด เช่น ห้องปฏิบัติธรรมสำหรับกลุ่มที่เดินทางมาปฏิบัติธรรม ศาลาสำหรับการทำบุญ พระพุทธรูปในจุดต่างๆ บริเวณวัดเพื่อให้ไปกราบไว้สักการะ และถ่ายรูป เป็นต้น*
ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ	*ท่านมีความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทางการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศาสนา เพื่อรองรับผู้มากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดและผู้ที่มาปฏิบัติธรรม ในการเดินทางมา วัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร (ด้านกิจกรรมและกระบวนการ) อย่างไร*
เจ้าอาวาสวัดประยงค์กิตติวนาราม	*อย่างที่เจ้าอาตมาได้แจ้งไว้แล้วว่า วัดเป็นศูนย์รวมจิตใจของชาวพุทธทุกคน ให้มาประกอบพิธีกรรมทางศาสนาได้เป็นประจำ มีได้จัดทำขึ้นเพื่อพุทธพาณิชย์ ดังนั้นทุกท่านสามารถมาร่วมประกอบพิธีกรรมทางศาสนาได้*
พระสงฆ์ภายในวัด	*ทางวัดมีการจัดกิจกรรมทางศาสนาอยู่แล้วดังนั้นชาวพุทธทุกท่านสามารถเข้าร่วมกิจกรรมทำบุญตักบาตร และประกอบพิธีกรรมทางศาสนาในวันสำคัญต่างๆได้*
แม่ชี	*วัดมีกิจกรรมมีประเพณี ในวันสำคัญต่างๆ อยู่แล้ว ดังนั้นทุกท่านสามารถเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ ได้ และในทุกๆกิจกรรมจะมีเจ้าหน้าที่ช่วยดูแล และแนะนำขั้นตอนต่างๆ*
ผู้มาปฏิบัติธรรม	*ในวันสำคัญต่างๆ ก็จะมาร่วมทำกิจกรรมกับทางวัดหากไม่ได้มาปฏิบัติธรรมก็จะมาร่วมทำบุญในวันสำคัญต่างๆ*
คนในชุมชน	*ที่วัดจะมีการทำบุญตักบาตรเป็นประจำทุกวัน คนในชุมชนก็จะมาร่วมกันทำบุญ จัดสถานที่ และคอยอำนวยความสะดวกให้คนที่เดินทางมาที่วัด*

ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ	ท่านมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทางการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศาสนา เพื่อรองรับผู้มากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดและผู้ที่มาปฏิบัติธรรม ในการเดินทางมา วัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร (ด้านการมีส่วนร่วม) อย่างไร
เจ้าอาวาสวัดประยงค์กิตติวนาราม	ทางวัดมีเพจที่ชาวบ้านหลายๆท่านช่วยกันดูแล และป้ายประชาสัมพันธ์อยู่ในจุดต่าง ๆ และทุกครั้งที่มีงานใหญ่ที่ทางวัดจัดขึ้นก็จะมีการประชุมกัน หลายฝ่ายเพื่อเตรียมความพร้อมในกิจกรรม
พระสงฆ์ภายในวัด	ทุกครั้งที่มีกิจกรรมของทางวัด ก็จะมีการประชุมและแบ่งความรับผิดชอบในจุดต่าง ๆ โดยที่จะมีคนในชุมชนมาร่วมวางแผนทำกิจกรรมด้วย
แม่ชี	โดยปกติวัดจะมีกิจกรรมในวันสำคัญต่าง ๆ เป็นประจำ และจะมีคนในชุมชนมาร่วมเตรียมงาน และอำนวยความสะดวกในทุก ๆ กิจกรรม
ผู้มาปฏิบัติธรรม	โดยส่วนใหญ่ก็จะมาช่วยที่วัดเตรียมงานและช่วยประชาสัมพันธ์
คนในชุมชน	ส่วนใหญ่ คนในชุมชนก็จะมาช่วยงานกับทางวัดเป็นประจำอยู่แล้ว ไม่ว่าจะเป็นจัดสถานที่ แนะนะและประชาสัมพันธ์

สรุปผลจากการสัมภาษณ์

จากการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ได้แก่ เจ้าอาวาสวัดประยงค์กิตติวนาราม พระสงฆ์ภายในวัด แม่ชี ผู้มาปฏิบัติธรรม และคนในชุมชน การกำหนดแนวทางการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศาสนา เพื่อรองรับผู้เดินทางมาวัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร พบว่า วัดมีพื้นที่สำหรับรองรับกลุ่มที่เดินทางมาท่องเที่ยวโดยที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกได้แก่ ห้องน้ำ ร้านสวัสดิการ กิจกรรม และบริเวณโดยรอบของวัดเป็นที่สำหรับจอดรถได้ แต่ในช่วงที่มีการจัดงานพื้นที่ไม่เพียงพอและอาจเกิดอันตรายได้ ดังนั้นทางวัดควรมีการจัดพื้นที่สำหรับจอดรถและมีเจ้าหน้าที่คอยดูแลความปลอดภัยไว้ด้วย สำหรับในวันสำคัญต่าง ๆ ที่ทางวัดจะจัดขึ้นก็จะได้รับความร่วมมือจากคนในชุมชน เจ้าหน้าที่และหน่วยงานต่าง ๆ มาร่วมเตรียมงานจัดสถานที่ ดังนั้นทางวัดควรมีการทำประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อต่าง ๆ รวมถึงการอำนวยความสะดวกในการเข้าออกวัดด้วย เนื่องจากวัดอยู่ในซอยและไม่มีรถโดยสารธารณะเข้าถึง โดยทางวัดจะมีกิจกรรมทางศาสนาให้กลุ่มนักท่องเที่ยวได้ร่วมทำเป็นประจำทุกวัน คือ การทำบุญตักบาตร และการกราบไหว้สักการะพระพุทธรูปภายในวัด รวมถึงการมาปฏิบัติธรรม และในช่วงวันสำคัญต่าง ๆ ทางวัดก็จะมีกิจกรรมนั้น ๆ ด้วย

IX. อภิปรายผล

ผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 80 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 57.00 มีสถานภาพการสมรส โสด คิดเป็นร้อยละ 50.0 มีอายุ 20-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 44.80 มีระดับการศึกษาสูงสุดมัธยมศึกษาตอนต้นคิดเป็นร้อยละ 55.50 ประกอบอาชีพ พนักงานบริษัทเอกชน/ลูกจ้าง คิดเป็นร้อยละ66.80 และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 10,000 – 20,000 บาท 78.50 สอดคล้องกับงานวิจัยของอารีย์ นัยพินิจ และคณะ (2556) พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 269 คน คิดเป็นร้อยละ 67.2 ที่โดยอายุกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีอายุ 31- 40 ปี จำนวน 148 คน คิดเป็นร้อยละ 37 ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่สถานภาพสมรส จำนวน 231 คน คิดเป็นร้อยละ 57.75 ระดับการศึกษาของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่คือ ปริญญาตรี จำนวน 150 คน โดยกลุ่มผู้ที่เดินทางมาวัดประยงค์กิตติวนารามมีพฤติกรรมที่พบว่า 1).วัตถุประสงค์ในการเดินทางมาวัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร ครั้งนี้ คือ มากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัด คิดเป็นร้อยละ57.80 2).ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการเดินทางมาวัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร (เฉลี่ยต่อครั้ง ต่อ1 คน) 200 - 300 บาท คิดเป็นร้อยละ31.50 3). ท่านเดินทางมาวัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร ในช่วงเวลาใด วันหยุดเสาร์-อาทิตย์ คิดเป็นร้อยละ 57.00 4). กิจกรรมของวัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร ที่ท่านสนใจมากที่สุด (ตอบเพียงข้อเดียว) ทำบุญ คิดเป็นร้อยละ 57.00 5). ระยะเวลาในการเดินทางมาวัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร แต่ละครั้ง ครึ่งวัน คิดเป็นร้อยละ70.80 6). ท่านเคยพักแรมหรือไม่ ไม่เคย คิดเป็นร้อยละ 81.20 7). สถานที่ที่ท่านมักใช้บริการพักแรมในครั้งนี้ คือ วัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร คิดเป็นร้อยละ18.80 โดยพบว่าศักยภาพของวัดประยงค์กิตติวนาราม เพื่อรองรับผู้มากราบไหว้บูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดและผู้ที่มาปฏิบัติธรรม โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.34,S.D. 0.82 หากพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้านที่มีความสำคัญเป็นลำดับ แรกคือ ด้านพื้นที่อยู่ในระดับปานกลางมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.43,S.D. 0.91 รองลงมาคือ ด้านการมีส่วนร่วมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.40,S.D. 0.85 ด้านกิจกรรมและกระบวนการอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.31,S.D. 0.75 และด้านการจัดการอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.23,S.D. 0.80 สอดคล้องกับงานวิจัยของอารีย์ นัยพินิจ และคณะ (2556) พบว่าการวิเคราะห์ศักยภาพขององค์ประกอบการท่องเที่ยวเชิงศาสนาของวัดในกลุ่ม จังหวัดร้อยแก่นสารสินธุ์ พบว่าองค์ประกอบด้านสิ่งดึงดูดใจสถานที่ท่องเที่ยวเชิงศาสนาในกลุ่ม จังหวัดร้อยแก่นสารสินธุ์มีองค์ประกอบด้านสิ่งดึงดูดใจคือ ศาสนสถาน โบราณสถาน การมีชื่อเสียงของเกจิอาจารย์ และสถานที่ท่องเที่ยวคือวัดเองที่ให้ความรู้สึกทางจิตใจในด้านบวกเช่น ความสงบ ความสบายใจเป็นต้น

การกำหนดแนวทางการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงศาสนา เพื่อรองรับผู้เดินทางมาวัดประยงค์กิตติวนาราม กรุงเทพมหานคร

1. ด้านพื้นที่

1.1 วัดควรจัดทำโปรแกรมทัวร์ไหว้พระให้กับกลุ่มที่สนใจร่วมทำกิจกรรมกับวัดประยงค์กิตติวนาราม เช่น การทำบุญ ไหว้พระ และมีการเรียนรู้เกี่ยวกับศาสนา

1.2 ควรมีการจัดทำแผนที่หรือเส้นทางการท่องเที่ยวที่มีความเชื่อมโยงกับแหล่งท่องเที่ยวอื่น ๆ เพื่อให้กลุ่มนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาได้รู้จักแหล่งท่องเที่ยวอื่นๆ เพิ่มมาขึ้น

4. ด้านการมีส่วนร่วม

1.1 วัดควรเปิดโอกาสให้คนในชุมชนได้นำเสนอสินค้าของชุมชน ให้กับกลุ่มที่เดินทางมา เพื่อเป็นการสร้างอาชีพและรายได้ให้กับคนในชุมชน

3. ด้านกิจกรรมและกระบวนการ

3.2. วัดมีกิจกรรมที่สำคัญ คือ การปฏิธรรม ดังนั้นวัดและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรทำการประชาสัมพันธ์ การปฏิธรรมให้กับผู้ที่สนใจกิจกรรมนี้ผ่านทางสื่อต่างๆ ให้มากยิ่งขึ้น

3. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการให้การสนับสนุนด้านการเดินทางมาวัดประยงค์กิตติวนาราม เพื่อให้ผู้ที่สนใจมาทำบุญ ไหว้พระ และการทำวัตรเย็น เดินทางได้สะดวกยิ่งขึ้น

2. ด้านการจัดการ

2.1. วัดควรมีการจัดการพื้นที่สำหรับจอดรถไว้ให้กับผู้ที่เดินทางมาวัดประยงค์กิตติวนารามอย่างชัดเจน และควรมีเจ้าหน้าที่คอยอำนวยความสะดวก เพื่อความปลอดภัย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเล่มนี้สำเร็จและสมบูรณ์ลง เจ้าอาวาสวัดประยงค์กิตติวนาราม พระสงฆ์ภายในวัด แม่ชี ผู้มาปฏิบัติธรรม และคนในชุมชน ที่ให้

การสนับสนุนทางด้านข้อมูล ความร่วมมือในการช่วยแจกแบบสอบถาม โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบพระคุณผู้สอบตอบแบบสอบถามงานวิจัยครั้งนี้ทุกท่าน ซึ่งมีส่วนให้การวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดีผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย ททท.ออกบัตรท่องเที่ยว Travel Card Smart Purseพร้อมเผย โครงการ เติมบุญสุขใจ เที่ยวไทยครึกครื้น ทัวร์ 9 วัด พร้อมทำบุญผ่านบัตรสมาร์ทเพิร์ส จากhttp://www.tatnewsthai.org/detail.php?newsID=896

[2] ไกรฤกษ์ ปิ่นแก้ว.(2556). **แหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม** จาก HTTP://TOURISM-DAN1.BLOGSPOT.COM

[3] ละเอียด ศิลาน้อย. (2558). การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อการวิจัยเชิงปริมาณ เชิงสำรวจ และเชิงทดลอง กรุงเทพฯ: บางกอกบลูพริ้นต์.

[4] ธนิต บุญทิพสกุล.(2558). พฤติกรรมการท่องเที่ยวเชิงพุทธศาสนาของนักท่องเที่ยววัด ในจังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[5] วัดประยงค์กิตติวนาราม (2562). ประวัติความเป็นมาของวัดประยงค์กิตติวนาราม. สืบค้นจาก https://www.paiduaykan.com/travel/%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%94%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%A2%E0%B8%87%E0%B8%84%E0%B9%8C%E0%B8%81%E0%B8%B4%E0%B8%95%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B8%A7%E0%B8%99%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%A1

[6] อารีย์ นัยพินิจและคณะ. (2556). การศึกษาศักยภาพการท่องเที่ยวเชิงศาสนาของวัดในกลุ่มจังหวัดร้อยแก่นสารสินธุ์. วารสารปัญญาภิวัฒน์ ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 ประจำ เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2556

ดัชนีผู้เขียน (Author Index)

Achaya Klavaech	IT-5
Annop Monsakul	IT-9
Atit Tamtrakarn	EN-3
Benyatip Sansi	IT-5
Boonyada Nasomboon	IT-11
Boonyada Nasomboon	BA-6
Chatchasorn Chuntamara	BA-8
Kanokwan Somsong	IT-5
Korakot Wichitsa-nguan Jetwanna	BA-13
Kosawat Ratanothayanon	BA-11
Luxsanaree Udompanyaworakul	IT-2
Methaporn Chengtham	IT-10
Nacha Zawping	IT-8
Nantaporn Phujariphat	IT-11
napat aruntana	IT-12
Natchaya Srikhoon	IT-6
Nattagit Jiteurtragool	IT-2
Nattapat Pitpreecha	BA-7
Ornthasa Wateemongkonkan	BA-12
Panyanat Poonsawat	BA-9
Pichit Ngamjarussrivichai	IT-6
Pongsawat Deekhot	EN-6
Prajak Chertchom	IT-2,IT-10
Prarita Sillapapaopun	BA-6
Saprangsit Mruetusatorn	BA-7
Saprangsit Mruetusatorn	IT-8
Sirawit Towatakawanit	EN-10
Soikanok Srisawat	BA-13
Suddhiborn Setthitanand	BA-8
Sukrit Kirtsaeng	BA-13
Supatsorn Jindathai	LA-2
Supita Wipatkitpaisal	EN-12
Teerapol Silawan	EN-10
Wiroj Thasana	EN-6
Wut Sookcharoen	BA-9
กชกร จิตรัตน์	BA-1
กัญญาพัชร วุฒิยา	EN-8
กานต์ วัฒนวิจิตร	EN-5
จักริน ชีพสัจญาณ	BA-4
ชัชชาลี รักษ์ตานนท์ชัย	EN-5
ชาคร เหลืองบารมี	BA-10
ชาญชัย ทับเกตุ	BA-10
ชาตรี ทองวรรณ	EN-2
ฐาปะนีย์ สามัคคี	IT-4
ณัฐกิตติ์ จิตรเอื้อตระกูล	BA-4, IT-3, IT-4
ณิชารีย์ สุธนอดิศรวงศ์	EN-4
ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน	EN-11
ดุษฎี จันทรจิโรจน์กุล	EN-7
ธงชัย แก้วกิริยา	IT-3
ธนทัต จันทร์เกตุ	LA-1
ธันยพร กณิกนันต์	BA-3
นฐพล ไกรศักดาวัฒน์	BA-5
นัชชา สีสุก	BA-1
นิติรุจน์ อติไชยทักษ์	IT-3
ประจักษ์ เฉิดโฉม	BA-14, EN-12, IT-4
ปรัชญา แสงภู่	IT-7
ปวเรศ เจียเจริญ	BA-3
ปัณณทัต จอมจักร์	IT-7
ปาลีรัฐ เลขะวัฒนะ	BA-5
พงศ์ศรัณย์ วงศ์ชนเดช	BA-1
พิชชา โชติวิเชียร	EN-4
พิชามญชุ์ ฉิมบรรเทิง	EN-7
พิมพ์เพชร สระทองอุ่น	EN-4
พีรยา เศรษฐพัฒน์	BA-10
มนสิชา รัตนแก้วมณี	BA-3

วัฒน์ มาศฉมาดล	BA-1	สห ธิติถามวัต	BA-14
วาทิต เบญจพลกุล	BA-2	สันติ มีสุข	EN-7
วิภาวดี วงษ์สุวรรณ์	EN-9	สุพิตา วิพัฒน์กิจไพศาล	IT-4
วิโรช ทัศนะ	EN-5	อดิศักดิ์ เสือสมิง	EN-1
วุทธิพงศ์ ปุพเพตะนันท์	BA-2	อรรถพันธ์ จันทรกานต์สกุล	EN-11
ศรายุทธ นนท์ศิริ	BA-3		
สมชาย พานิชเจริญ	EN-9		

ดัชนีคำสำคัญ (Keyword Index)

4MAT	BA-14
Accessibility	BA-12
ASEAN Green Hotel Standard	BA-8
Automatic Screening Machine	EN-6
Brand Positioning	BA-9
Business Intelligence	IT-10
CAD/CAM	EN-5
Clustering	IT-2
Cognitive strategies	LA-2
Color Image Scale	LA-1
Color Scheme	LA-1
Colorblind	IT-10
Correlation Based-Algorithm	IT-8
Customers' Demand	BA-12
Data visualization	IT-10
Deep learning	BA-7
Eco-conscious visitor	BA-8
English listening strategies	LA-2
English proficiency test	LA-2
Fruit bruise	BA-7
Generation X	IT-5
Google Analytics	IT-3
Green Hotel	BA-8
Greenhouse	BA-4
heating and cooling treatment	BA-7
Hybrid filtering	IT-2
Hypermarket	IT-5
Identification	IT-8
Image Processing	IT-8
Inverter-based Oapmp	EN-3
IoT	BA-4
Jig and Figure	IT-6
K-means	IT-2
Linear regression	EN-10
Loyalty	IT-5
Machine Design	EN-6
Metacognitive strategies	LA-2
mileage	EN-10
Motivation	BA-11
Multi-dimensional positioning	BA-9
NDVI	BA-4
Night Market	BA-12
object detection	BA-7
Object Detection	EN-6
Peer-to-peer (P2P) lending	EN-12
PLC	EN-6
PLC คอนโทรลเลอร์	EN-4
prediction	EN-10
Products and Services	BA-12
Pseudo Differential	EN-3
recommendation system	EN-10
Recommender Model	IT-2
RMS Measurement	EN-3
RMS-to-DC	EN-3
Satisfaction	BA-11, BA-12
Service marketing	IT-5
service quality	IT-5
Sigma-Delta Modulator	EN-3
Smart farm	BA-4
Soap	BA-9
Strategy inventory for language learning	LA-2
Street Food	BA-11
Sustainability	BA-8
Template Matching	IT-8
Thai Food Menus	IT-2

The Importance-Performance Matrix IT-6
Thermal camera BA-7
Three Pillars of Sustainability BA-8
Tires rotation EN-10
Vision Systems EN-6
กระบวนการประกอบ EN-7
กลยุทธ์การปรับปรุงธุรกิจ IT-6
การเข้ารหัส IT-12
การเข้ารหัส IT-12
การเข้ารหัสเว็บ EN-2
การจำแนกข้อมูลความเป็นส่วนตัว IT-12
การโจมตีด้วย XSS EN-2
การชำระเงินผ่านช่างทางอิลิ็คทรอนิกส์ BA-1
การตัดสินใจของนักลงทุน EN-12
การตัดสินใจใช้บริการ BA-1
การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ BA-13
การท่องเที่ยวเชิงศาสนา EN-8
การทำเหมืองข้อมูล EN-12
การบริหารการผลิตแบบญี่ปุ่น IT-11
การแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบเคมีน BA-2
การแบ่งกลุ่มพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของบ้านพักอาศัย BA-2
การประหยัดพลังงาน EN-9
การปรับให้เรียบเอ็กโพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ EN-11
การผลิตแบบความต้องการเฉพาะของลูกค้า EN-11
การผิดนัดชำระหนี้ EN-12
การพยากรณ์ EN-11
การเพิ่มประสิทธิภาพ IT-7
การยอมรับเทคโนโลยี BA-1
การวิเคราะห์โครงการ IT-7
การส่งมอบ IT-11
การส่งเสริมการลงทุน IT-7
การสร้างรูปร่างการเคลื่อนที่ EN-5
กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง BA-6
ความชื้นสัมพัทธ์ IT-9
ความปลอดภัยของเว็บ EN-2
ความสูญเปล่า EN-7
คาราคุริ EN-7
คุณภาพ IT-11
คุณภาพการให้บริการ BA-5
เครื่องกัดซีเอ็นซี 5 แกนขนาดเล็ก EN-5
เครื่องเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ EN-7
โครงข่ายประสาทเทียม BA-13
โครงข่ายประสาทเทียม EN-11
ชิ้นส่วนเครื่องปรับอากาศ EN-11
ซีซีอาร์ดีซี EN-9
ต้นทุน IT-11
ทักษะการเรียนรู้ BA-14
เทคนิคการสุ่มเพิ่มตัวอย่างกลุ่มน้อย IT-4
เทคนิคป่าแบบสุ่ม IT-4
เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร EN-1
ธุรกิจบริการซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ BA-5
นักท่องเที่ยวชาวไทย BA-10
น้ำท่า BA-13
น้ำฝน BA-13
แนวคิด SERVQUAL BA-5
แนวทางการส่งเสริม EN-8
แบบจำลองคาโน BA-5
แบบจำลองพยากรณ์ EN-12
แบบจำลองพยากรณ์ IT-4
ประชากรศาสตร์ BA-1
ประเมินค่า EN-1
ประสิทธิภาพการดำเนินงาน BA-6
ประสิทธิภาพการผลิต EN-4
ประสิทธิภาพพลังงาน EN-9
ปัญญาประดิษฐ์ IT-9
ป่าแบบสุ่ม BA-14
ผลิตภัณฑ์รองเท้า LA-1
ผลิตภาพ IT-11
พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลของประเทศไทย พ.ศ. 2562 IT-12
พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของบ้านพักอาศัย BA-2

พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์	LA-1
เพื่อรองรับผู้เดินทางมาวัดประยงค์กิตติวนาราม	EN-8
ฟาร์มแม่นยำสูง	IT-9
ภาพถ่าย	LA-1
ภาวะโลกร้อน	BA-3
มาตรการการตอบสนองด้านโหลด	BA-2
ระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ	EN-4
ระบบเก็บข้อมูลการลดขยะ	BA-3
ระบบทำความเย็น	EN-9
ระบบแนะนำบทความ	IT-3
รูปแบบแนะนำ	BA-14
โรงแรม	BA-10
โรงแรมแคปซูล	BA-10
ลอร่าส่วนบุคคล	IT-9
วัดประสิทธิภาพ	EN-1
วิธีการคัดกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วม	IT-3
วิธีการคัดกรองข้อมูลแบบอิงเนื้อหา	IT-3
วินิจฉัยองค์กร	IT-6
วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม	EN-1
เว็บแอปพลิเคชัน	BA-3
เว็บแอปพลิเคชัน	EN-1
ศูนย์คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก	EN-9
หุ่นยนต์แขนกลแนวตั้ง	EN-4
เหมืองข้อมูล	BA-14
อัตราส่วนทางการเงิน	IT-4
อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoTs)	EN-4
อินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง	IT-9
อุตสาหกรรมเป้าหมาย	IT-7
เอ็นซีโค๊ด	EN-5
เอส-เชฟ	EN-5
โฮมสเตย์	BA-10



Thai-Nichi Institute of Technology, Bangkok Thailand

1771/1 Pattanakarn Rd., Suan Luang, Bangkok 10250 Thailand

Tel +66 (0) 2763-2600 Ext.2601-5 Fax +66 (0) 2763-2606