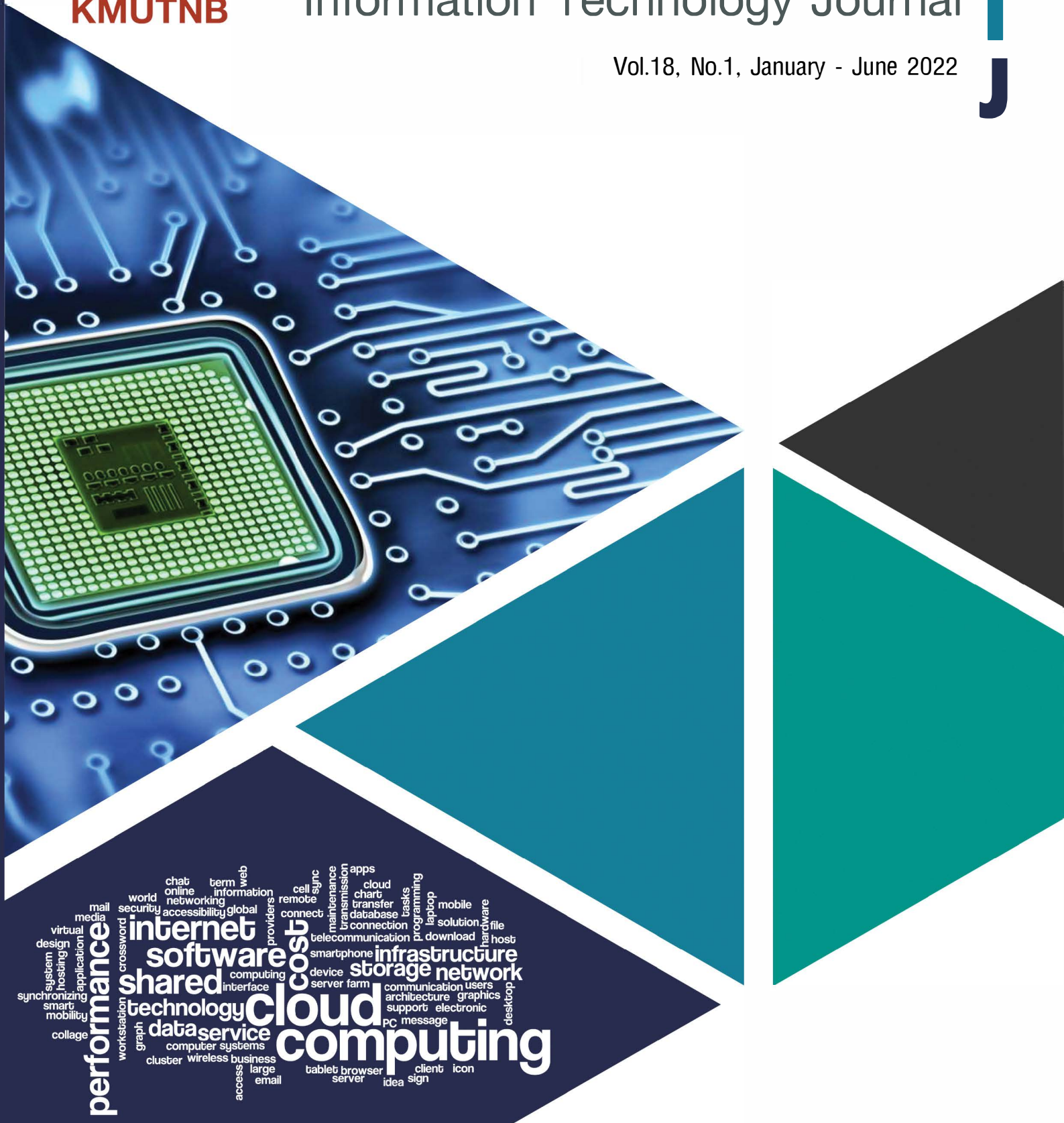
KMUTNB

วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ
Information Technology Journal

ITJ

Vol.18, No.1, January - June 2022



ISSN 1685-8573



วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ มจพ.
Information Technology Journal KMUTNB
(IT Journal KMUTNB)
ปีที่ 18 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม - มิถุนายน 2565
Vol. 18, No. 1, January – June 2022
ISSN 1685-8573

กองบรรณาธิการ

ที่ปรึกษา

ศ.ดร.ธีรวุฒิ บุณยโสภณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ศ.ดร.สุชาติ เชี่ยงฉิน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ศ.ดร.มนต์ชัย เทียนทอง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รศ.ดร.พยุง มีสัจ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผศ.ดร.สุนันฑา สดสี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บรรณาธิการ

ผศ.ดร.ศักดิ์ชาย ตั้งวรรณวิทย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

รศ.ดร.มหศักดิ์ เกตุฉ่ำ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผศ.ดร.พงศ์ศรัณย์ บุญโญปกรณ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผศ.ดร.ผุสดี บุญรอด	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ผู้ทรงคุณวุฒิในกองบรรณาธิการ

ศ.ดร.ชิดชนก เหลือสินทรัพย์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Professor Dr.-Ing. Habil Herwig Unger	Fern University in Hagen
Professor Dr. Mark Weiser	Oklahoma State University
apl. Professor Dr. Zhong Li	Georgia State University
Dr.-Ing. Mario Kubek	Georgia State University
Dr. Duong Van Hieu	Tien Giang Universit
รศ.ดร.อนิราช มิ่งขวัญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

รศ.ดร.อรุณี อินทรไพโรจน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รศ.ดร.สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รศ.ดร.สุมิตรา นวลมีศรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
รศ.ดร.พณณา ตั้งวรรณวิทย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผศ.ดร.อุไรวรรณ อินทร์แหยม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.เมธิญาณินฆ์ คำขาว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อ.ดร.อลิสา คงทน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ดร.ชูชาติ หฤไชยศักดิ์	ศูนย์อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC)

ฝ่ายประสานงานและฝ่ายจัดการ

ผศ.ดร.วัชรีวรรณ จิตต์สกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
นางสาวพรพิมล ฝ้ายเทศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

กำหนดออก: ออกเผยแพร่ปีละ 2 ฉบับ

ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม - มิถุนายน (บทความภาษาไทย)

ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม - ธันวาคม (บทความภาษาอังกฤษ)

กำหนดการรับและพิจารณาบทความ

รับพิจารณาบทความอย่างต่อเนื่อง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัย/พัฒนาและผลการวิชาการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและวิทยาการคอมพิวเตอร์ ของคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือและสถาบันระดับอุดมศึกษาอื่น ๆ รวมทั้งนักวิจัย/พัฒนาจากหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนภายในประเทศ

2. เพื่อเป็นศูนย์รวมแลกเปลี่ยนและกระจายองค์ความรู้ในนวัตกรรมใหม่ๆเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศ และวิทยาการคอมพิวเตอร์

3. เพื่อเป็นศูนย์รวมข่ายงานให้นักเทคโนโลยีสารสนเทศและวิทยาการคอมพิวเตอร์ได้เสนอแนวความคิดผลงานวิจัย/พัฒนาต่าง ๆ อันจะเป็นประโยชน์ต่อสถาบันและประเทศชาติ

เว็บไซต์

https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/IT_Journal

อีเมล

itjournal@it.kmutnb.ac.th

เจ้าของ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800
โทรศัพท์ 02-555-2726, 02-555-2704

บรรณาธิการแถลง

วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ มจพ. เป็นวารสารที่เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ โดยรับบทความวิจัยและบทความวิชาการทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ เกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งบทความจะต้องได้รับการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิภายในหรือภายนอกมหาวิทยาลัย จำนวน 3 ท่าน โดยกระบวนการพิจารณานี้ผู้ทรงคุณวุฒิไม่ทราบข้อมูลของผู้ส่งบทความ (Double Blinded) และบทความจะต้องมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คุณค่าทางวิชาการ ความสมบูรณ์ของเนื้อหา และโครงสร้าง ภาษาที่ใช้ ความชัดเจนของสมมติฐาน/วัตถุประสงค์ ความชัดเจนของการนำเสนอและการจัดระเบียบบทความ ความถูกต้องทางวิชาการ การอภิปรายผล และการอ้างอิงที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ในนามของกองบรรณาธิการวารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ มจพ. ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความสนใจส่งบทความเพื่อพิจารณาในวารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ มจพ. ปีที่ 18 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม - มิถุนายน 2565 ในฉบับนี้กองบรรณาธิการได้คัดสรรบทความที่น่าสนใจมาเพื่อนำเสนอให้ผู้ที่สนใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศทุกท่าน



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ชาย ตั้งวรรณวิทย์)
บรรณาธิการวารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ มจพ.

สารบัญ	หน้า
ตัวแบบพยากรณ์ประสบการณ์ผู้ใช้ตามรูปแบบการเรียนรู้สำหรับการเรียนเอ็มเลิร์นนิ่ง **A Predictive Model of User Experience M-Learning based on Learning Style** *อภิชญา นิ้มคุ้มภัย (Apichaya Nimkoompai)* *และวรภัทร ไพรีเกรง (Worapat Paireekreng)*	1-11
การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมนิวโรฟีดแบ็คผ่านเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อลดความวิตกกังวลของผู้ที่กลัวความสูง **The Design and Development of Neurofeedback Training Program Through Virtual Reality for Acrophobia Treatment** *ภูวดล ศิริกองธรรม (Puwadol Sirikongtham)* *และ วรภัทร ไพรีเกรง (Worapat Paireekreng)*	12-23
ระบบตรวจสอบย้อนกลับข้าวและผักในจังหวัดนครปฐม **Traceability System for Rice and Vegetables in Nakhon Pathom Province** *เดช ธรรมศิริ (Dech Thammasiri) และ สมพล สุขเจริญพงษ์ (Sompon Sukcharoenpong)*	24-33
การรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้าด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่น โดยใช้ภาพถ่ายใบหน้าเพียงครึ่งเดียว **Facial Expression Recognition using Convolutional Neural Networks Based on Half Facial Sections** *พนเมษ ญาณฐิติรัตน์ (Panamet Yanthitirat) จรัญ แสนราช (Charun Sanrach)* *และ สรเดช ครุฑจ้อน (Soradech Krootjohn)*	34-46
การตรวจจับมังคุดด้วยการเรียนรู้เชิงลึก **Mangosteen Detection Using Deep Learning** *ราตรี คำโมง (Ratree Kummong)**	47-55

สารบัญ	หน้า
การจัดตั้งทีมพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัมโดยใช้ทักษะด้านเทคนิคเป็นฐาน และผลกระทบต่อทักษะการเขียนโปรแกรมของกลุ่มผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ระดับเริ่มต้น **Technical Skills-Based Team Formulation in Scrum Software Development and Its Impact on Programming Skills in Entry-Level Software Developers** *อภิสิทธิ์ แสงใส (Apisit Saengsai) และณัฐพร ภักดี (Nuttaporn Phakdee)*	56-63
การพัฒนาระบบสารสนเทศเชิงพื้นที่สำหรับเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏ **The Development of Spatial Research Information System for Rajabhat University Network** *ภานุวัฒน์ ขันจา (Phanuwat Khanja)*	64-74
การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำนายผลความไม่สมดุลของข้อมูลการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนน โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล **Comparison of Imbalanced Data Classification Efficiency to Predict Road Accident Deaths Using Data Mining Techniques** *นรินทร์ จิวิตัน (Narin Jiwitan)*	75-84
สื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบเอ็มไอเอพี เรื่องการใช้งานโปรแกรมประมวลผลคำเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน **Online Video Media Integrated with the MIAP Learning Process about the use of Basic Word Processing Programs in Case of Mathayomsuksa 5 Student with Hearing Impairments** *วิภาสิทธิ์ หิรัญรัตน์ (Wiphasith Hiranrat) พีรัชชัย คำมา (Peerachai Kumma) บุญเหลือ นาบำรุง (Boonlueo Nabumroong) และศักดิ์ชาญ เหลืองมณีโรจน์ (Sakchan Luangmaneerote)*	85-95

สารบัญ	หน้า
การใช้เทคนิคทางเหมืองข้อมูลเพื่อพัฒนาโมเดลการประเมินผลการเขียนโปรแกรมภาษาสแครช **Using Data Mining Techniques to Develop a Model for Scratch Programming Assessment** *นนทศักดิ์ จันทร์ชุม (Nontasak Janchum) และชลิตา ชีววิริยะนนท์ (Chalita Cheewaviriyanon)*	96-105

ตัวแบบพยากรณ์ประสบการณ์ผู้ใช้ตามรูปแบบการเรียนรู้สำหรับการเรียนเอ็มเลิร์นนิ่ง

A Predictive Model of User Experience M-Learning based on Learning Style

อภิชญา นิ้มคุ้มภัย (Apichaya Nimkoompai)* และ วรภัทร ไพรีเกรง (Worapat Paireekreng)*

Received: April 29, 2020
Revised: June 3, 2020
Accepted: June 23, 2020

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน: อภิชญา นิ่มคุ้มภัย (Apichaya Nimkoompai) อีเมล: apichaya@tni.ac.th

บทคัดย่อ

สื่อการสอนในรูปแบบของเอ็มเลิร์นนิ่ง ในแต่ละรูปแบบจะทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จากการใช้งานที่ต่างกัน เราเรียกว่า User Experience (UX) ในขณะที่ผู้เรียนแต่ละคนมีรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกเอ็มเลิร์นนิ่งที่เหมาะกับผู้เรียนจะช่วยสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ ผู้วิจัยจึงได้มีการนำหลักการของ UX มาใช้ร่วมกับการเอ็มเลิร์นนิ่ง ในรูปแบบที่สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ ในที่นี้ผู้วิจัยเรียกว่า LS-based MLUX (Learning Style based Mobile Learning User Experience) อย่างไรก็ตามในการเลือก LS-based MLUX ให้เหมาะสมกับผู้เรียนด้วยวิธีเดิมต้องมีการทดสอบเพื่อหารูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนก่อนหลังจากนั้นจึงมีการแนะนำรูปแบบของเอ็มเลิร์นนิ่ง เพื่อให้ผู้เรียนทดลองใช้เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีหลายขั้นตอนและใช้เวลานาน ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นที่จะหาวิธีการลดขั้นตอนในการหา LS-based MLUX แต่ยังคงมีประสิทธิภาพแม่นยำ โดยใช้หลักการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Factor Analysis) เพื่อสร้างองค์ประกอบใหม่ และนำมาพัฒนาตัวแบบพยากรณ์ขึ้นมาโดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้ตัดสินใจ เพื่อลดขั้นตอนและลดระยะเวลาในการหา LS-based MLUX โดยจากการทดลองมีค่าความถูกต้องแม่นยำที่แสดงให้เห็นว่าตัวแบบพยากรณ์สามารถแนะนำ LS-based MLUX ให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถวัดค่าความถูกต้องแม่นยำได้ 94.45% ซึ่งถือว่ามีความถูกต้องแม่นยำสูง

คำสำคัญ: เอ็มเลิร์นนิ่ง User Experience รูปแบบการเรียนรู้

Abstract

Each M-Learning media type will give a unique user experience (UX). As each individual learner has a different learning style, good selection of M-learning type will build academic achievement. We thus apply UX principles in designing of M-learning to improve suitability. It is called LS-based MLUX (Learning Style based Mobile Learning User Experience). However, selection of suitable LS-based MLUX for the learner traditionally needs testing to determine the learner's type, then M-learning types are introduced to the learner to try out and measure their learning achievement. This process usually is complex and time-consuming, so we focus on reduction of process in LS-based MLUX finding while maintaining efficiency using factor analysis to build new components and develop a prediction model using decision tree classifier techniques to reduce LS-based MLUX selection time. High accuracy found during tests show that this prediction model can effectively recommend LS-based MLUX for the learner. Which can measure the accuracy of 94.45% which is considered to be highly accurate.

Keyword: M-learning User Experience Learning Style.

1. บทนำ

ในยุคสมัยที่มีการนำเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในด้านการศึกษามากขึ้น ทำให้สื่อการสอนถูกพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบของสื่อแบบดิจิทัล ซึ่งสามารถแสดงผลได้บนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ โดยเฉพาะอุปกรณ์มือถือที่เรียกว่าสมาร์ทโฟน

* ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยนวัตกรรมและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

* Information Technology, College of Innovative Technology and Engineering , Dhurakij Pundit University.

(Smartphone) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ได้รับความนิยมและมีคุณสมบัติในการแสดงผลสื่อในรูปแบบที่หลากหลายได้มากขึ้น จากผลการสำรวจของสำนักงานสถิติแห่งชาติพบว่า ในจำนวนประชากรอายุ 6 ปีขึ้นไปประมาณ 62.8 ล้านคน มีผู้ใช้โทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน มากถึง 31.7 ล้านคน (ร้อยละ 50.5) โดยมีอัตราการใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องนับตั้งแต่ ปี 2555 ที่มีเพียง 5 ล้านคน หรือ (ร้อยละ 8.0) [1] ด้วยเหตุนี้จึงมีการสร้างสื่อการสอนให้อยู่ในรูปแบบของสื่อการสอนบนอุปกรณ์มือถือ หรือ เอ็มเลิร์นนิ่ง (M-learning)

อย่างไรก็ตามเอ็มเลิร์นนิ่ง มีการนำเสนอในหลากหลายรูปแบบ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จากการใช้งานที่ต่างกัน หรือที่เราเรียกว่าประสบการณ์ผู้ใช้ (User Experience: UX) และในขณะเดียวกันผู้เรียนมีลักษณะเฉพาะตัวที่เรียกว่ารูปแบบการเรียนรู้ (Learning Style) ซึ่งการเลือกสื่อการสอนเอ็มเลิร์นนิ่งที่มีรูปแบบของ user experience ที่เหมาะสมกับผู้เรียนตามรูปแบบการเรียนรู้จะช่วยสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื่องจากผู้เรียนจะมีความสนใจในบทเรียนมากขึ้น ในที่นี้ผู้วิจัยเรียกว่า “Learning Style based Mobile Learning User Experience” (LS-based MLUX)

ทั้งนี้ในการเตรียมสื่อการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนมีขั้นตอนหลายขั้นตอนเพื่อที่จะตรวจสอบรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนก่อน โดยใช้วิธีทำแบบทดสอบ ในที่นี่ผู้วิจัยขอระบุที่กลุ่มผู้เรียนสายวิทยาศาสตร์ ต้องมีการทดสอบจาก Felder-Silverman Learning Style Questionnaire ซึ่งมีจำนวน 44 ข้อ โดย Sabine [2] ได้เสนอในการศึกษาวิจัยรูปแบบการเรียนรู้ถูกรวมเข้ากับเทคโนโลยีการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วและมีงานวิจัยมากมายที่ถูกศึกษาในขอบเขตนี้ ในการหารูปแบบการเรียนรู้ต้องใช้หลายขั้นตอนในการที่จะรวบรวมข้อมูลมาเพื่อสรุปผลของรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เป็นสายวิทยาศาสตร์ได้ หลังจากนั้นจึงนำผลลัพธ์ที่ได้มาเพื่อทดสอบรูปแบบของ UX ของเอ็มเลิร์นนิ่งมีความเหมาะสมกับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนจึงจะช่วยสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะหาวิธีการในการลดขั้นตอนในการหารูปแบบของ UX ของเอ็มเลิร์นนิ่งที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคนเพื่อสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ขั้นตอนที่ลดลงจากวิธีเดิม แต่ยังคงมีประสิทธิภาพแม่นยำ โดยใช้หลักการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Factor Analysis) ซึ่งผู้วิจัยได้นำวิธีดังกล่าวมาใช้ในงานวิจัยนี้เพื่อลดขั้นตอนในการหารูปแบบของเอ็มเลิร์นนิ่ง ที่เหมาะสมกับผู้เรียนและนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อการสร้างตัวแบบพยากรณ์ LS-based MLUX โดยใช้เทคนิคของ Data Mining ซึ่งสามารถหารูปแบบของเอ็มเลิร์นนิ่งที่ช่วยสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างแม่นยำ ช่วยให้เกิดประสิทธิภาพในกระบวนการทำงานในด้านการศึกษาเนื่องจากเอ็มเลิร์นนิ่งที่มีในปัจจุบันมีหลากหลายรูปแบบ โดยสื่อแต่ละแบบมีความเหมาะสมกับผู้เรียนที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับลักษณะทางประชากรศาสตร์ และรูปแบบการเรียนรู้ นอกจากนั้นเอ็มเลิร์นนิ่งแต่ละรูปแบบจะทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่แตกต่างกัน หากเรานำปัจจัยต่าง ๆ มาวิเคราะห์ร่วมกันจะสามารถเลือกรูปแบบ UX ของเอ็มเลิร์นนิ่งที่เหมาะสมกับผู้เรียนได้อย่างถูกต้อง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประสบการณ์ผู้ใช้ (User Experience: UX ร่วมกับการออกแบบเอ็มเลิร์นนิ่ง (M-Learning) ตามรูปแบบการเรียนรู้ (Learning Style)

เป็นการบูรณาการระหว่างหลักการเรื่องของประสบการณ์ผู้ใช้เข้ามาช่วยในการออกแบบเอ็มเลิร์นนิ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้ได้ตรงกับความต้องการมากขึ้น ทั้งนี้ต้องมีการศึกษารูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนร่วมด้วย เพื่อนำมาเป็นปัจจัยที่ใช้ในการออกแบบให้เหมาะสมกับผู้เรียนในรูปแบบต่าง ๆ อาทิเช่น ผู้เรียนที่ชอบเรียนรู้ด้วยการทดลองสามารถเรียนผ่านเอ็มเลิร์นนิ่งในรูปแบบของเกมได้ ซึ่งจะช่วยสร้างความสนใจให้กับผู้เรียนเนื่องจากผู้เรียนในแต่ละรูปแบบมีความสนใจและความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน โดยในงานวิจัยของ Amir [3] ได้มีการชี้ให้เห็นว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ของผู้ใช้ซึ่งรวมถึงความน่าพอใจความน่าเชื่อถือความพึงพอใจและความสามารถในการปรับเปลี่ยนรูปแบบไปตามผู้ใช้งานได้นั้นถือเป็นปัจจัยสำคัญในการออกแบบการพัฒนาและการใช้งานอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ Sabine [4] ได้ศึกษาเพื่อแบ่งรูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียนช่วยเพิ่มศักยภาพของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบปรับตัว ในมุมมองของแอปพลิเคชัน ผลลัพธ์แสดงคำอธิบายให้เห็นว่าสไตล์ในการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีด้วยคุณสมบัติของสภาพแวดล้อมออนไลน์ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเรียนรู้ของผู้เรียน สอดคล้องกับ

งานวิจัยของ Moushir [5] ได้แสดงให้เห็นว่าหลักสูตรที่ออกแบบด้วยรูปแบบการเรียนรู้ในใจสามารถปรับปรุงการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้เฉพาะที่เหมาะสมกับผู้เรียนเหล่านั้น นอกจากนั้นงานของ Apichaya [6] ได้แสดงให้เห็นในการศึกษาเรื่อง UX เมื่อนำมาใช้กับเอ็มเลิร์นนิ่งที่มีการปรับเปลี่ยนตามรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนช่วยสร้างประสิทธิภาพในการเรียนได้ จึงต้องมีการเลือกรูปแบบของ UX ของเอ็มเลิร์นนิ่งที่เหมาะสมกับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน

2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Factor Analysis)

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจเป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่ออธิบายข้อมูลให้ง่ายขึ้นด้วยการลดจำนวนตัวแปรหรือข้อคำถามให้น้อยลง โดยการหาองค์ประกอบของตัวแปรเหล่านั้นที่สามารถแทนตัวแปรที่มีจำนวนมาก ๆ โดยรวมกลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวโยงสัมพันธ์กัน เป็นองค์ประกอบเดียวกัน ซึ่งยึดหลักการที่ว่าตัวแปรต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันเพราะมีองค์ประกอบร่วมกัน พิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ควรมีค่าอย่างน้อย 0.3 เพื่อลดจำนวนตัวแปรโดยศึกษาโครงสร้างของความสัมพันธ์และนำไปสร้างตัวแปรใหม่เรียกว่าองค์ประกอบ [7] ซึ่ง ธีระดา ภิญโญ [8] ได้ศึกษาเทคนิคการแปลผลการวิเคราะห์องค์ประกอบสำหรับงานวิจัย และได้นำเทคนิคมาใช้ลดจำนวนตัวแปรหลาย ๆ ตัวในการศึกษาด้วยการรวมกลุ่มตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันไว้เข้าด้วยกัน และต้องมีความสัมพันธ์กันในระดับมากซึ่งอาจจะอยู่ในทิศทางเดียวกัน (ทิศทางเป็นบวก) หรืออยู่ในทิศทางตรงกันข้าม (ทิศทางเป็นลบ)

2.3 การสร้างตัวแบบพยากรณ์ LS based MLUX โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล (Data Mining)

การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) คือเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลจากมุมมองที่แตกต่างกันและสามารถสรุปผลเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์เพื่อค้นพบและนำเสนอความรู้ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย โดยอีกความหมายหนึ่งคือกระบวนการที่กระทบกับข้อมูลจำนวนมาก เพื่อสกัดสารสนเทศ รวมถึงรูปแบบและความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลขนาดใหญ่นั้น โดยหลักการจำแนกข้อมูลที่เลือกมาใช้สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ คือ 1) ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) [9] เป็นเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลในรูปแบบวิธีการจัดหมวดหมู่ที่รู้จักกันดีที่สุดโดยมักใช้ตรวจสอบข้อมูลและสร้างต้นไม้เพื่อการพยากรณ์ สำหรับโครงสร้างของต้นไม้ตัดสินใจ มีการแตกแขนงไปตามเงื่อนไขหรือเส้นทางของกิ่งไม้และข้อมูลที่คาดคะเนไว้ว่าจะเกิดขึ้น ซึ่งจะใช้กฎในรูปแบบ “ถ้า (เงื่อนไข) แล้ว (ผลลัพธ์)” (If-then Rule) สำหรับการสร้าง Decision Tree ของแต่ละอัลกอริทึมนั้นจะมีลักษณะที่คล้ายกันคือ เริ่มต้นทำการคัดเลือกแอตทริบิวต์ที่มีความสัมพันธ์กับคลาสมากที่สุดขึ้นมาเป็นโหนดบนสุดของต้นไม้ (Root Node) หลังจากนั้นจะทำการแตกกิ่งแอตทริบิวต์ออกไปเรื่อย ๆ จนสามารถแบ่งข้อมูลออกเป็นคลาสได้ชัดเจน 2) Naïve Bayesian [10] เป็นเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลอย่างง่ายโดยนำโมเดลมาใช้ในการคัดแยกประเภทข้อมูลผ่านหลักความน่าจะเป็นที่อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎี Bayes และสมมติฐานของการเกิดของเหตุการณ์เป็นอิสระต่อกันเทคนิค Naïve Bayes เป็นเทคนิคที่ไม่มีการหมุนวนที่ซับซ้อนส่งผลให้สามารถทำงานได้ดีและมีประโยชน์กับชุดข้อมูลขนาดใหญ่อย่างมาก หลักการคำนวณของเทคนิคนี้ จะอ้างอิงจากทฤษฎีโดยสันนิษฐานว่าผลลัพธ์หรือค่าที่เกิดจากตัวที่ใช้ทำนาย (Predictor) เป็นอิสระต่อกัน

โดยในงานวิจัยของ Brahim [11] ได้มีนำเทคนิคเหมืองข้อมูลมาใช้ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยใช้ต้นไม้ตัดสินใจเพื่อหารูปแบบการเรียนรู้ในการใช้งานสื่อการสอน MOOC เพื่อช่วยผู้สอนในการเตรียมการสอนที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและลดเวลาในการเรียนรู้ และนอกจากนั้นงานวิจัยของพรรณธิภา เพชรบุญมี [12] ได้มีการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยใช้ต้นไม้ตัดสินใจเพื่อหารูปแบบการเรียนรู้ตามประสบการณ์ของเดวิด โคล์ป สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาระบบสารสนเทศทางคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาเพื่อจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน เพื่อสร้างแรงจูงใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้กับผู้เรียน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ เนื่องจากนักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศมีการใช้เทคโนโลยีและสื่อการเรียนการสอนในเชิงเทคโนโลยีสารสนเทศและใช้สื่อมัลติมีเดียค่อนข้างมาก ซึ่งจะสามารถทดลองเพื่อเปรียบเทียบได้ว่าการใช้

สื่อการเรียนการสอนในรูปแบบเดิม กับสื่อการเรียนการสอนรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาจะมีผลต่อความสนใจการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยแบ่งกลุ่มทดลองเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกคือนักศึกษาที่เรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษา C# และ Java ในปีการศึกษา 2560 จำนวน 161 คน ใช้ในการทดสอบหารูปแบบการเรียนรู้ เพื่อจะนำไปออกแบบ LS-based MLUX และกลุ่มที่สองคือนักศึกษาที่เรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษา C# และ Java ปีการศึกษา 2561 จำนวน 233 คน นำมาใช้ในการทดสอบตัวแบบพยากรณ์ LS-based MLUX

3.2 การดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบรูปแบบการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองที่ 1 โดยใช้แบบสอบถาม Felder-Silverman Learning Style เพื่อนำไปออกแบบ LS-based MLUX ซึ่งแบ่งตามรูปแบบการเรียนรู้ 4 ประเภทดังนี้ 1) Active คือผู้เรียนที่กระตือรือร้นจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดโดยทำงานกับสื่อการเรียนรู้ ชอบที่จะเรียนรู้ด้วยการทำงานเป็นกลุ่ม 2) Sensing คือชอบเรียนรู้ข้อเท็จจริงและสื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม พวกเขาชอบที่จะแก้ปัญหาด้วยวิธีการมาตรฐานและมีความสนใจรายละเอียด นอกจากนี้ผู้เรียนที่ชอบการเรียนที่รู้สึกเหมือนจริง มีเหตุผล และใช้งานได้จริง 3) Visual คือจดจำสิ่งที่ดีที่สุดที่พวกเขาเห็นได้ดีที่สุดเช่นรูปภาพไดอะแกรมและแผนภูมิการไหล 4) Sensing คือผู้เรียนชอบเรียนรู้แบบเป็นขั้นตอน ตรรกะในการหาวิธีการแก้ปัญหาจะทำตามแนวทางที่กำหนดไว้ให้

ขั้นตอนที่ 2 ทดลองรูปแบบของ LS-based MLUX ที่มีการนำรูปแบบการเรียนรู้และหลักในการออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้ ไปสร้างสื่อสารสอนเอ็มเลิร์นนิ่ง ดังนี้ 1) ทดลองรูปแบบของ LS-based MLUX ของวิชาการเขียนโปรแกรมภาษา C# กับกลุ่มทดลองที่1 2) ทดลองรูปแบบของ LS-based MLUX ของวิชาการเขียนโปรแกรมภาษา Java กับกลุ่มทดลองที่ 1 เพื่อยืนยันรูปแบบของ MLUX 3) เก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองในขั้นตอนที่ 1 และ 2 มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ขั้นตอนที่ 3 การลดข้อคำถามของแบบสอบถาม เพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการเลือกสื่อการสอน LS-based MLUX ของนักศึกษา แต่ยังคงประสิทธิภาพของแบบสอบถามที่ครอบคลุมเนื้อหาเดิม โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis) [9] เพื่อลดจำนวนตัวแปร โดยศึกษาโครงสร้างของความสัมพันธ์และสร้างตัวแปรใหม่เรียกว่าองค์ประกอบ

ขั้นตอนที่ 4 สร้างตัวแบบพยากรณ์เพื่อแนะนำ LS-based MLUX โดยการนำข้อมูลทางด้านประชากรศาสตร์และองค์ประกอบใหม่ที่วิเคราะห์ได้ในขั้นตอนที่ 3 มาสร้างตัวแบบพยากรณ์เพื่อแนะนำ LS-based MLUX ที่เหมาะกับผู้เรียนโดยใช้ Classification Algorithms (Decision Tree และ Naive Bayes)

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้เครื่องมือสองส่วน คือ ส่วนของแบบสอบถาม โดยใช้แบบสอบถาม 4 ชุดในการเก็บข้อมูล คือ 1. แบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลทางประชากรศาสตร์และรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยใช้โมเดลของ Felder-Silverman 2. แบบทดสอบก่อนเรียนวิชาโปรแกรมมิ่ง 3. แบบทดสอบหลังเรียนวิชาโปรแกรมมิ่ง 4. แบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลด้านประชากรสาสตร์และคำถามที่ถูกสกัดมาแล้วจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ และส่วนที่สองคือ สื่อการสอนที่สร้างในรูปแบบของ LS-based MLUX

4. ผลการดำเนินงาน

การวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอผลการวิจัยตามลำดับขั้นตอนดังนี้

4.1 ผลสัมฤทธิ์จากการใช้ LS-based MLUX นักศึกษาที่เรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษา C# โดยการทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษา C# ของนักศึกษาจำนวน 161 คน และนำมาเปรียบเทียบกันพบว่านักศึกษามีผลการเรียนรู้ที่ดีขึ้นกว่าก่อนการใช้งาน LS-based MLUX อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทุกรูปแบบการเรียนรู้โดยอัตราเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 28.43 และนอกจากนี้เมื่อพิจารณาในแต่ละรูปแบบการเรียนรู้ พบว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบ Sequential มีอัตราการเพิ่มขึ้นสูงที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 40.12 รองลงมาคือ รูปแบบการเรียนรู้แบบ Visual คิดเป็นอัตราการเพิ่มขึ้นร้อยละ 31.78

4.2 ผลสัมฤทธิ์จากการใช้ LS-based MLUX ของนักศึกษาที่เรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษา Java โดยการทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมภาษา Java จำนวน 161 คน และนำมาเปรียบเทียบกันพบว่า นักศึกษามีผลการเรียนรู้ที่ดีขึ้นกว่าก่อนการใช้งาน

LS-based MLUX อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทุกรูปแบบการเรียนรู้โดยอัตราเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 29.21 และนอกจากนี้เมื่อพิจารณาในแต่ละรูปแบบการเรียนรู้พบว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบ Sequential มีอัตราการเพิ่มขึ้นสูงที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ .. รองลงมาคือ รูปแบบการเรียนรู้แบบ Sensing คิดเป็นอัตราการเพิ่มขึ้นร้อยละ 29.50

4.3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบปัจจัยเชิงสำรวจ

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจผู้วิจัยได้ใช้วิธีการสกัดหาองค์ประกอบหลัก หรือ Principal Component Analysis เพื่อหาองค์ประกอบของตัวแปร จากนั้นจึงนำองค์ประกอบที่มีค่าไอเก็น (Eigenvalue) เกิน 1 มาใช้ในการหมุนแกนด้วยวิธี Varimax เพื่อลดจำนวนตัวแปรและเพื่อให้ได้มาซึ่งตัวบ่งชี้ที่ดีที่สุด ผู้วิจัยจึงคัดเลือกเฉพาะตัวแปรที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปและทดสอบ KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) เพื่อตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นในภาพรวม ผลการหมุนแกนหลังการสกัดตัวแปรเมื่อนำตัวแปรปัจจัยเหตุทั้งหมดเข้าวิเคราะห์พร้อมกัน ผลปรากฏว่ามีค่าไอเก็นเกิน 1 ทั้งหมด 4 องค์ประกอบ 44 ตัวแปร มีค่าความแปรปรวนสะสมร้อยละ 55.56, 57.72, 48.79 และ 53.03 ตามลำดับ โดยมีตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบไม่ถึง 0.50 จำนวน 6 ตัวแปร ผู้วิจัยจึงตัดตัวแปรดังกล่าวออกไป และมีค่า Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) เท่ากับ .66, .57, .54 และ .70 ตามลำดับ ถือว่าอยู่ในระดับที่ดี

4.3.2 ผลการสกัดองค์ประกอบด้วยวิธีการ PCA องค์ประกอบที่มีค่าไอเก็นตั้งแต่ 1.00 ขึ้นไป มีจำนวน 17 ปัจจัยย่อย จาก 4 องค์ประกอบ มีร้อยละของความแปรปรวนสะสมเท่ากับร้อยละ 55.56, 57.72, 48.79 และ 53.03 ตามลำดับ จากนั้นจึงนำองค์ประกอบที่มีค่าไอเก็น (Eigen value) มากกว่า 1 มาใช้ในการหมุนแกนออโธกอนอล ด้วยวิธีการ Varimax โดยคัดเลือกเฉพาะข้อคำถามมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาข้อคำถามในแต่ละองค์ประกอบ

4.3.3 แสดงผลจากการหมุนแกนองค์ประกอบแบบตั้งฉากด้วยวิธี Varimax เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ ซึ่งคัดเลือกเฉพาะตัวแปรที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ตั้งแต่ 0.50 เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกตัวแปร และแต่ละองค์ประกอบปัจจัยเหตุจำต้องมีตัวแปรสังเกตได้อย่างน้อย 3 ข้อคำถาม จากตารางข้างบนพบว่ามีทั้งหมด 4 องค์ประกอบ รวม 17 ปัจจัย และมีรายละเอียดดังตารางที่ 1

จากข้อคำถามของรูปแบบการเรียนรู้ทั้ง 4 รูปแบบ จำนวน 44 ข้อ ได้จำนวน 17 กลุ่มปัจจัยย่อย จาก 4 องค์ประกอบ

ตารางที่ 1 *แสดงค่าหนักองค์ประกอบเมื่อหมุนแกนองค์ประกอบแล้ว*

รูปแบบการเรียนรู้	ปัจจัย	องค์ประกอบ				
		1	2	3	4	5
Active	A1 ฉันเข้าใจบางสิ่งบางอย่างได้ดีขึ้นหลังจากที่ฉันได้ทดลองทำ		.79			
	A2 เมื่อฉันกำลังเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ มันจะช่วยให้ฉันเข้าใจง่ายขึ้น				.54	
	A3 ในการเรียนที่ต้องทำงานเป็นกลุ่มในหัวข้อที่ยากฉันมักที่จะออกความเห็น	.65				
	A4 ในห้องเรียนที่ฉันเข้าเรียชั้นชอบทำความรู้จักเพื่อนจำนวนมาก	.76				
	A5 เมื่อฉันเริ่มต้นแก้ปัญหาการบ้าน ฉันมีแนวโน้มที่จะคิดถึงขั้นตอนการแก้ปัญหา				.80	
	A6 ฉันชอบเรียนแบบกลุ่ม					
	A7 ฉันมักจะเริ่มต้นด้วยการพยายามทดลองทำเลย		.71			

ตารางที่ 1 แสดงค่าหนักองค์ประกอบเมื่อหมุนแกนองค์ประกอบแล้ว (ต่อ)

รูปแบบการเรียนรู้	ปัจจัย	องค์ประกอบ				
		1	2	3	4	5
Active	A8 ฉันจะจดจำได้ง่าย					
	A9 เมื่อฉันต้องทำงานโปรเจ็คกลุ่ม ความต้องการแรกของฉันคือ ใช้วิธีระดมความคิด ให้ทุกคนมีส่วนช่วยในการคิด				.51	
	A10 ฉันมักจะถูกเห็นว่าเป็นคนที่เข้าสังคมได้ง่าย	.74				
	A11 ความคิดในการทำการบ้านเป็นกลุ่มและจะได้คะแนนเท่ากันทั้งกลุ่ม			.87		
Sensing	A12 ฉันจะพิจารณาอย่างถี่ถ้วนกับความจริง					
	A13 ถ้าฉันเป็นครู ฉันอยากจะสอนเกี่ยวกับอะไร					
	A14 ฉันพบว่าการเรียนรู้จากความจริงมันเป็นสิ่งที่ง่ายกว่า					-.53
	A15 ในการอ่านหนังสือที่เขียนมาจากเรื่องจริง ฉันต้องการบางสิ่งที่สอนเรื่องใหม่ ๆ และบอกฉันว่าต้องทำอย่างไร		.51			
	A16 ฉันชอบความคิดที่เป็นสิ่งที่แน่นอน	.53				
	A17 ฉันมีแนวโน้มที่จะต้องพิจารณาระมัดระวังเกี่ยวกับรายละเอียดของงาน			.56		
	A18 เมื่อฉันอ่านหนังสือเพื่อความเพลิดเพลิน ฉันชอบนักเขียนที่พูดอย่างชัดเจนว่าพวกเขาหมายถึงอะไร		.53			
	A19 เมื่อฉันต้องปฏิบัติงาน ฉันชอบมากกว่าที่มีหนึ่งวิธีหลักในการทำงาน					.67
	A20 ฉันคิดว่าการยกย่องบางคนอย่างสูงเป็นเรื่องเหมาะสม				.83	
	A21 ฉันชอบวิชาที่เน้นในเรื่องของข้อมูลและความจริง	.53				
	A22 เมื่อฉันกำลังนั่งคิดคำนวณนาน ๆ ฉันมีแนวโน้มที่จะทวนซ้ำขั้นตอนทั้งหมด และตรวจสอบการทำงานของฉันอย่างระมัดระวัง			.53		
Sequential	A23 ฉันมีแนวโน้มที่จะเข้าใจรายละเอียดของเรื่อง แต่อาจจะไม่ชัดเจนเกี่ยวกับภาพรวม	.74				
	A24 เมื่อฉันเข้าใจส่วนต่าง ๆ ทั้งหมด ทำให้ฉันเข้าใจภาพรวม	.66				
	A25 เมื่อฉันแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ฉันมักจะพยายามแก้ปัญหาทีละขั้นตอน	.61				
	A26 เมื่อฉันวิเคราะห์เรื่องราวหรือนวนิยายฉันคิดถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นและพยายามที่จะรวบรวมเข้าด้วยกันเพื่อหาใจความสำคัญ		.64			

ตารางที่ 1 *แสดงค่าหนักองค์ประกอบเมื่อหมุนแกนองค์ประกอบแล้ว (ต่อ)*

รูปแบบการเรียนรู้	ปัจจัย	องค์ประกอบ				
		1	2	3	4	5
Sequential	A27 มันสำคัญมากสำหรับฉันที่อาจารย์ผู้สอนจัดวางเนื้อหาในการสอนตามลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน		.62			
	A28 ฉันเรียนรู้ว่าเป็นเรื่องปกติว่า ถ้าฉันตั้งใจศึกษามาก ๆ ฉันจะทำได้		.54			
	A29 เมื่อพิจารณาเนื้อหาข้อมูล ฉันมีแนวโน้มที่จะเน้นรายละเอียดและหลีกเลี่ยงภาพรวม					
	A30 เมื่อต้องเขียนบทความ ฉันชอบที่จะลงมือทำ (คิดหรือเขียน) ตั้งแต่เริ่มและไล่ลำดับไปเรื่อย ๆ			.67		
	A31 เมื่อฉันกำลังเรียนรู้เรื่องใหม่ ๆ ฉันชอบที่จะมุ่งเน้นในเรื่องที่เรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องนี้ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้			.63		
	A32 ครูบางคนเริ่มต้นบรรยายด้วยโครงสร้างของสิ่งที่จะสอนทั้งหมด มันค่อนข้างจะมีประโยชน์กับฉัน			.59		
	A33 เมื่อต้องแก้ปัญหาในกลุ่ม ฉันมีแนวโน้มที่จะคิดถึงขั้นตอนการแก้ปัญหา				.72	
Visual	A34 เมื่อฉันนึกถึงสิ่งที่ฉันทำเมื่อวานนี้ ฉันมักจะนึกได้ในรูปแบบของรูปภาพ				.75	
	A35 ฉันต้องการที่จะได้รับข้อมูลใหม่ ๆ ในรูปแบบของรูปภาพ แผนภาพ กราฟสถิติ และแผนที่	.70				
	A36 ในหนังสือที่มีรูปภาพและแผนภูมิจำนวนมาก ฉันมีแนวโน้มที่จะดูภาพและแผนภูมิ	.66				
	A37 ฉันชอบครูแบบที่เขียนแผนผังบนกระดานเพื่ออธิบาย		.60			
	A38 ฉันจะจำสิ่งที่ฉันเห็นได้ดี			.53		
	A39 เมื่อฉันได้รับเส้นทางไปยังสถานที่ใหม่ ฉันชอบรูปแบบแผนที่	.59				
	A40 เมื่อฉันเห็นแผนภาพหรือแบบร่างในชั้นเรียน ฉันมักจะจดจำรูปภาพ		.67			
	A41 เมื่อมีคนแสดงข้อมูลให้ฉันดู ชั้นชอบรูปแบบแผนภูมิและกราฟ	.59				
	A42 เมื่อฉันเจอผู้คนในงานปาร์ตี้ สิ่งที่ฉันมักจะจำได้คือสิ่งที่พวกเค้าดูเหมือนจะเป็น				.56	
	A43 เมื่อต้องการความบันเทิง ฉันชอบที่จะดูทีวี			.73		
	A44 ฉันอธิบายให้เห็นภาพถึงสถานที่ที่ฉันเคยไปได้อย่างง่ายดายและค่อนข้างถูกต้อง					

4.4 ผลการสร้างแบบสอบถาม LS-based MLUX

จากการผลการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจของแบบสอบถาม Felder-Silverman LS การหารูปแบบการเรียนรู้ 44 ปัจจัย สามารถจัดกลุ่มปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันได้ 17 ปัจจัย โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาที่เรียนวิชาคอมพิวเตอร์ จำนวน 233 คน จากนั้นจึงตั้งคำถามและให้คงความหมายเดิม ดังที่แสดงในตารางที่ 2

จากตารางที่ 2 สามารถลดจำนวนคำถามเพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการเลือกสื่อการสอน LS-based MLUX ของนักศึกษา แต่ยังคงประสิทธิภาพของแบบสอบถาม

ตารางที่ 2 *ผลการสร้างแบบสอบถาม LS based MLUX โดยการสังเคราะห์ออกมาเป็นคำถามใหม่*

รูปแบบการเรียนรู้	องค์ประกอบ	คำถามจาก Felder-Silverman LS	คำถามที่สังเคราะห์ใหม่จากการหา feature selection
Active	1	A3, A4 และ A10	1. ในการเข้าเรียนหรือทำงานกลุ่ม ฉันมักจะถูกมองว่าเป็นคนเข้าสังคมได้ง่าย
	2	A1 และ A7	2. ฉันจะเข้าใจบางสิ่งบางอย่างก็ต่อเมื่อฉันได้ลงมือทำจริง
	3	A11	3. ฉันคิดว่าการทำงานร่วมกันควรจะได้คะแนนเท่ากันทั้งกลุ่ม
	4	A2, A5 และ A9	4. ในการทำงานเมื่อเจอปัญหา ฉันมักจะแก้ปัญหาโดยที่ไม่ได้มีการวางแผนมาก่อน
Sensing	1	A16 และ A21	5. ฉันจะยอมรับในข้อมูลบางอย่างได้ก็ต่อเมื่อข้อมูลนั้นสามารถพิสูจน์ข้อเท็จจริงได้
	2	A15 และ A18	6. ฉันชอบทำงานตามแนวทางที่กำหนดไว้ชัดมากกว่าหาวิธีการใหม่ ๆ ด้วยตนเอง
	3	A17 และ A22	7. หลังการทำงานฉันมักจะทบทวนและตรวจสอบความถูกต้องของงานทุกครั้ง
	4	A20	8. ฉันคิดว่าคนที่ทำผลงานดีที่สุดสมควรได้รับการยกย่อง
	5	A14 และA19	9. ฉันคิดว่าการทำตามแนวทางของคนที่ประสบความสำเร็จแล้วจะทำให้ฉันประสบความสำเร็จด้วยเช่นกัน
Sequential	1	A23, A24 และ A25	10. ฉันจะเข้าใจบางสิ่งบางอย่างได้ก็ต่อเมื่อ ฉันได้ทำความเข้าใจในรายละเอียดแต่ละขั้นตอน
	2	A26, A27 และ A28	11. เมื่อมีปัญหาในการทำงาน ฉันต้องใช้เวลาในการศึกษารายละเอียดแต่ละขั้นตอนเพื่อแก้ปัญหานั้น
	3	A30, A31 และ A32	12. ฉันจะเข้าใจเรื่องราวได้ดีเมื่อฉันได้เรียงลำดับเหตุการณ์ทั้งหมด
	4	A33	13. ฉันชอบแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอนมากกว่าแก้ปัญหาตามวิธีการของตัวเอง

ตารางที่ 2 *ผลการสร้างแบบสอบถาม LS based MLUX โดยการสังเคราะห์ออกมาเป็นคำถามใหม่ (ต่อ)*

รูปแบบการเรียนรู้	องค์ประกอบ	คำถามจาก Felder-Silverman LS	คำถามที่สังเคราะห์ใหม่จากการหา feature selection
Visual	1	A35, A36, A39 และ A41	14. ฉันสามารถเรียนรู้และเข้าใจบางสิ่งบางอย่างจากการดูรูปภาพได้ง่ายกว่าการอ่านข้อมูล
	2	A37 และ A41	15. ฉันชอบการเรียนรู้ด้วยแผนผังหรือรูปภาพมากกว่าการอธิบายด้วยข้อความ
	3	A38 และ A43	16. ฉันเรียนรู้และจดจำได้ดีจากรูปภาพมากกว่าการอ่านหนังสือ
	4	A42	17. ฉันมักจดจำสิ่งต่าง ๆ ได้จากรูปลักษณ์ภายนอกที่เห็น

ที่ครอบคลุมเนื้อหาเดิม โดยแบบสอบถามได้ผ่านกระบวนการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ของแบบสอบถาม LS-based MLUX พบว่า ข้อคำถามมีค่า IOC 0.50 ขึ้นไป แสดงว่าแบบสอบถามที่วิเคราะห์ได้นั้นมีความเหมาะสมที่จะนำไปหา LS-based MLUX ได้

4.5 ผลการวิเคราะห์ LS-based MLUX ที่ช่วยสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เป็นการวิเคราะห์จากการใช้อัลกอริทึมในการหากฎพื้นฐานในการทำนายรูปแบบ LS-based MLUX ของผู้เรียน ซึ่งในขั้นตอนแรกได้เปรียบเทียบหาอัลกอริทึมที่มีความถูกต้องแม่นยำมากที่สุดจาก อัลกอริทึม ที่เหมาะสมกับประเภทของข้อมูล คือ Decision Tree และ Naïve Bayes เพื่อนำมาสร้างตัวแบบพยากรณ์ จากการเปรียบเทียบผลความถูกต้องแม่นยำของอัลกอริทึมแต่ละตัวตามตารางที่ 3

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่า อัลกอริทึมที่มีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำมากที่สุดคือ อัลกอริทึม Decision Tree ที่มีความถูกต้องแม่นยำที่ 94.45% รองลงมาคือ Naïve Bayes ความถูกต้องแม่นยำที่ 91.28% ตามลำดับ ซึ่งจากผลการเปรียบเทียบนี้จึงเลือกอัลกอริทึม Decision Tree ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำมากที่สุด มาใช้ในการวิเคราะห์หากฎพื้นฐานในการทำนายรูปแบบ LS-based MLUX ของผู้เรียน

ตารางที่ 3 *ตารางเปรียบเทียบผลจากการใช้อัลกอริทึม Decision Tree และ Naïve Bayes หลังจากนำมาสร้างตัวแบบพยากรณ์*

Technic / Learning Style	Decision Tree			Naive Bay es		
	Precision	Recall	F1	Precision	Recall	F1
Active	95.24%	100%	98%	95.31%	88.41%	92%
Visual	98.61%	85.54%	92%	96%	95.24%	96%
Sensing	94.64%	98.15%	96%	89.86%	89.86%	90%
Sequential	88.33%	98.15%	93%	79.37%	87.72%	83%
Accuracy Rate	94.45%			91.28%		

5. สรุป

จากผลการทดสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ LS-based MLUX โดยใช้การเปรียบเทียบความถูกต้องแม่นยำของอัลกอริทึม 2 วิธี ประกอบด้วย Decision Tree และ

Naïve Bayes ผลปรากฏว่า ทั้ง 2 วิธีให้ค่าความแม่นยำสูง โดยอัลกอริทึมที่มีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำมากที่สุด คือ Decision Tree ที่มีความถูกต้องแม่นยำที่ 94.45% รองลงมาคือ Naïve Bayes ความถูกต้องแม่นยำที่ 91.28% โดยในงานวิจัยของ R. R. Kabra [13] ได้มีการสร้างตัวแบบพยากรณ์เพื่อใช้ทำนายประสิทธิภาพของนักเรียนในปีแรกของปีการสอบวิศวกรรม เพื่อที่จะได้ทราบว่านักศึกษาแต่ละคนมีแนวโน้มในการเรียนอย่างไร เพื่อจะนำไปปรับปรุงด้านการสอนให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

จะเห็นได้ว่าตัวแบบพยากรณ์ LS-based MLUX สามารถลดขั้นตอนในการแนะนำ LS-based MLUX ที่เหมาะกับผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งจากเดิมมี 3 ขั้นตอน คือ 1) ผู้เรียนทำแบบทดสอบเพื่อหารูปแบบการเรียนรู้ของ Felder-Silverman จำนวน 44 ข้อ 2) นำผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบมาวิเคราะห์เพื่อหารูปแบบการเรียนรู้ 3) ผู้เรียนทดลองเรียน LS-based MLUX ตามรูปแบบการเรียนรู้ของตัวเอง 4) วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวใช้เวลานานในการหา LS-based MLUX ที่เหมาะกับผู้เรียน ซึ่งตัวแบบพยากรณ์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถลดขั้นตอนและช่วยลดระยะเวลาในการหา LS-based MLUX ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ประโยชน์ในเชิงวิชาการคือสามารถนำตัวแบบพยากรณ์ LS-based MLUX ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนและการออกแบบสื่อการสอนในรายวิชาอื่น ๆ นอกจากนี้ยังสามารถนำตัวแบบพยากรณ์ที่ได้ไปประยุกต์ใช้หลายลักษณะของงาน เช่น การอบรมในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม เป็นต้น ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาต่อยอดงานวิจัยด้านการเรียนรู้ในรูปแบบและเข้ากับบริบทที่เหมาะสม

6. เอกสารอ้างอิง

[1] National Statistical Office, *2561Summary of important results Explore the use of information technology and Communication (2018)*. Available Online at http://stiic.sti.or.th/stat/ind-it/it-t012/

[2] S. Graf, S.R. Viola, Kinshuk, and T. Leo. "Repesentative Characteristic of Feldersilverman Learning Styles: An Empirical Model." the Austrian Federal Ministry for Education, Science, and Culture, and the European Social Fund (ESF) under grant 31.963/46-VII/9/2002., 2002.

[3] Amir Dirin. *From Usability to User Experience in Mobile Learning Applications,* Aalto University publication series. Docterate Dissertation 255/2016, December 2016.

[4] S. Graf, S. Rita Viola, T. Leo, and Kinshuk. "In-Depth Analysis of the Felder- Silverman Learning Style Dimensions." *Journal of Research on Technology in Education,* Vol. 40, No. 1, 79–93, 2007.

[5] M. M. El-Bishouty, A. Aldraiweesh, U. Alturki, R.Tortorella, J. Y.T.-W. Chang, S. Graf, and Kinshuk, "Use of Felder and Silverman learning style model for online course design." *Educational Technology Research and Development*, Vol. 67, pp. 161–177, 2019.

[6] A. Nimkoompai, and W. Paireekreng, "Dynamic UX Based M-learning using User Profile of Learning Style." *Proceedings of the 3rd International Conference on Communication and Information Processing*, Japan, pp. 221–225, November 2017.

[7] K. Vanichbuncha. *Statistical analysis: statistics For administration and research*. 14th edition Bangkok, Department of Statistics, Faculty of Commerce and Accounting, Chulalongkorn University, 2013.

[8] T. Pinyo. *Techniques for interpretation of analysis results Composition for research*. 10th edition, Special issue, July 2018.

[9] C. Kaew Chinporn, *Decision tree classification techniques and grouping*, Bachelor of Science Degree. Bangkok: Institute of Technology King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 2010.

[10] E. Pacharawongsakda, *Ph.D. Data analysis with basic data mining techniques*. 1st edition, Asia Digital Printing Company Limited, August 2014.

[11] B. Hmedna, A. E. Mezouary, and O. Baz. A predictive model for the identification of learning *styles in*

MOOC environments. Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2019, September 2019.

[12] P. Phetboonmee, D. Phon Nak, and M. Thianthong, "Modeling prediction based on Copeland's experience using decision tree Classification techniques." *Journal Science and Technology,* 21st, Issue 6 (Issue Special), 2013.

[13] R. R. Kabra, Ahmednagar, and R. S. Bichkar. "Performance Prediction of Engineering Students using Decision Trees." *International Journal of Computer Applications (0975 – 8887)*, Vol. 36, No.11, December 2011.

การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมนิวโรฟีดแบ็คผ่านเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อลดความวิตกกังวลของผู้ทีกลัวความสูง

The Design and Development of Neurofeedback Training Program Through Virtual Reality for Acrophobia Treatment

ภูวดล ศิริกองธรรม (Puwadol Sirikongtham)* และ วรภัทร ไพรีเกรง (Worapat Paireekreng)**

Received: September 9, 2020
Revised: November 27, 2020
Accepted: December 4, 2020

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน: วรภัทร ไพรีเกรง (Worapat Paireekreng) อีเมล: worapat.png@dpu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการฝึกนิวโรฟีดแบ็ค (Neurofeedback) และมาตรวัดระดับความวิตกกังวล ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Virtual reality) สำหรับลดระดับความวิตกกังวลของผู้ที่มีความวิตกกังวลแบบกลัวเฉพาะเจาะจง (กลัวความสูง) และผลของการใช้โปรแกรมการฝึกนิวโรฟีดแบ็ค ด้วยวิธีการเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าสมองระหว่างก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มทดลอง โดยการทดลองแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 คัดกรองกลุ่มทดลองของผู้มีความวิตกกังวลตามแบบสอบถาม Zung Self-Rating Anxiety Scale อยู่ในช่วงคะแนน 45-80 คะแนน ในการคัดกรอง กลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-22 ปี จำนวน 90 คน และใช้อุปกรณ์บันทึกคลื่นสมอง Neurosky MindWave บันทึกคลื่นสมองที่เกิดขึ้นขณะถูกกระตุ้นสิ่งเร้าด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนประเภทความสูง บันทึกข้อมูลช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองย่าน Delta, Theta, Alpha, Beta, และ Gamma บริเวณสมองส่วนหน้า ขั้นตอนที่ 2 นำกลุ่มทดลองที่มีความวิตกกังวลฝึกควบคุมจิตใจผ่านโปรแกรมการฝึกนิวโรฟีดแบ็ค จำนวน 10 ครั้ง ครั้งละ 10 นาทีและใช้สถิติ Paired sample t-test ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองก่อนและหลังฝึกนิวโรฟีดแบ็ค

ผลการวิจัยหลังจากกลุ่มทดลองผ่านการฝึกลดความวิตกกังวลผ่านโปรแกรมการฝึกนิวโรฟีดแบ็ค พบว่า คลื่นไฟฟ้าสมองย่านความถี่ Alpha, Beta, และ Gamma บริเวณสมองส่วนหน้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อกลุ่มทดลองถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าที่สร้างความวิตกกังวลแบบกลัวเฉพาะเจาะจง (กลัวความสูง) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการฝึกด้วยโปรแกรมนิวโรฟีดแบ็คด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนผ่านการฝึกนิวโรฟีดแบ็ค เพื่อควบคุมคลื่นไฟฟ้าสมองอย่างต่อเนื่องสามารถช่วยลดความวิตกกังวลแก่ผู้ฝึกได้ และทำให้เทคโนโลยีความจริงเสมือนและเทคโนโลยีนิวโรฟีดแบ็คเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการรักษาสุขภาพจิตในอนาคต

คำสำคัญ: คลื่นไฟฟ้าสมอง ความวิตกกังวล กลัวความสูง ความจริงเสมือน นิวโรฟีดแบ็ค

Abstract

The purpose of this study is to design and develop a new classification training program (neurofeedback) and a technique for measuring anxiety With Virtual reality in people with specific phobia (acrophobia – fear of heights), and examine result of neurofeedback training by comparing pretest and posttest electroencephalographic (EEG) signal. The experiment is divided into two steps. The first step is sampling of people with anxiety score, according to Zung Self-Rating Anxiety Scale, between 45-80 points from the population of 90 persons aged between 18-22 years old. A Neurosky MindWave device is used to record EEG signal while being stimulated with height-related virtual reality.

*ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ, คณะวิทยาลัยนวัตกรรมและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย ธุรกิจบัณฑิตย์
*Department Information Technology, Faculty of Innovative Technology and Engineering, University Dhurakij Pundit.
**ภาควิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ, คณะวิทยาลัยนวัตกรรมและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย ธุรกิจบัณฑิตย์
**Department Information Technology, Faculty of Innovative Technology and Engineering, University Dhurakij Pundit.

Delta, Theta Alpha, Beta and Gamma signals from the front lobe of the brain are recorded. The second step is training of the sampled group using the developed neurofeedback program ten times, for ten minutes each. Then, paired sample t-test is used to compare pretest and posttest EEG signal.

After the neurofeedback training to reduce anxiety, it is found that the Delta, Theta Alpha, Beta and Gamma EEG signals from the front lobe are reduced with statistical significance of 0.05 after being stimulated with height-related simulated environment. This exhibits benefit of neurofeedback training as able to reduce anxiety, and viability of virtual reality and neurofeedback technology as an alternative in future mental treatment.

Keywords: Brain Waves, Anxiety, Acrophobia, Virtual Reality, Neurofeedback.

1. บทนำ

ปัจจุบันโลกเรามีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ทั้งสภาวะเศรษฐกิจการเมือง สังคมและสิ่งแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วนั้นย่อมส่งผลทำให้คนในสังคมเกิดความเครียดและความวิตกกังวล ซึ่งโดยปกติแล้วคนเราทุกคนย่อมมีความรู้สึกวิตกกังวลทุกคนอยู่แล้ว แต่หากคนเรามีความวิตกกังวลมากผิดปกติและส่งผลต่อการใช้ชีวิตประจำวัน บุคคลนั้นอาจเป็นโรคความวิตกกังวล ในการทางจิตเวชจะแบ่งกลุ่มของโรคความวิตกกังวลออกเป็นหลาย ๆ ชนิดและหนึ่งในโรควิตกกังวลที่พบได้มากชนิดหนึ่ง คือ โรคกลัวแบบเฉพาะเจาะจง (Phobias) ซึ่งเกิดได้ในทุกเพศทุกวัย ทั้งวัยเรียน วัยทำงาน ซึ่งวิธีการประเมินระดับความวิตกกังวลที่ได้รับการยอมรับโดยทั่วไป คือการทำแบบสอบถามเพื่อวัดระดับความวิตกกังวล ซึ่งมีอยู่ในเว็บไซต์ขององค์การอนามัยโลก คนทั่วไปสามารถทำแบบประเมินตัวเองเบื้องต้นเพื่อให้ทราบถึงระดับความวิตกกังวล ระดับใดที่ควรต้องไปพบแพทย์เพื่อทำการบำบัด แต่การทำแบบประเมินนั้นผู้ประเมินไม่ได้ตอบตอนอยู่ในสถาการณ์จริง ซึ่งการทำให้การประเมินคาดเคลื่อนได้

แต่หากเราใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือนและเทคโนโลยีนิวโรฟีดแบ็คที่จะสามารถจำลองสถาการณ์ที่สร้างความวิตกกังวลแบบกลัวแบบเฉพาะเจาะจงและสามารถประเมินระดับความวิตกกังวลผ่านคลื่นไฟฟ้าสมองได้แบบทันที จะทำให้สามารถวัดระดับความวิตกกังวลได้ดีกว่าการทำแบบสอบถาม อีกทั้งยังสามารถช่วยบำบัดความวิตกกังวลให้ลดน้อยลงได้ ซึ่งสามารถเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการรักษาสุขภาพจิตในอนาคต

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความวิตกกังวัลเป็นความผิดปกติทางสุขภาพจิตที่พบบ่อยจากสภาพสังคมในปัจจุบัน สิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัวจนทำให้เกิดอาการวิตกกังวลได้ ปัญหาสุขภาพจิตเป็นปัญหาที่มีความชุกสูงในทุกภูมิภาคทั่วโลก [1] ผลจากการสำรวจกรมสุขภาพจิต เมื่อปี 2561 ซึ่งสำรวจทุก 5 ปี พบว่าคนไทยในช่วงวัยรุ่นที่มีอายุ 18 ปีขึ้นไป มีปัญหาสุขภาพจิตประมาณ 7 ล้านคนหนึ่งในกลุ่มโรคที่มีปัญหามากที่สุดคือ กลุ่มที่มีความวิตกกังวล [2] และผลการให้บริการทางสายด่วนสุขภาพจิต 1323 ในปี 2562 พบว่าปัญหาที่ขอรับบริการมากเป็นอันดับ 2 ได้แก่เรื่องความเครียดและวิตกกังวล รวม 25,311 สาย คิดเป็นร้อยละ 30.75 ของสายที่โทรขอรับบริการทั้งหมด 82,308 สาย [3] โดยมีการใช้งบประมาณในปีงบประมาณด้านการบำบัดรักษาผู้ป่วยทางจิตเวชในปี 2561 สูงถึง 3,158 ล้านบาทต่อปี [4] จะเห็นได้ว่าปัญหาทางด้านสุขภาพจิตของคนไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในทุก ๆ ปีและมีค่าใช้จ่ายในการบำบัดรักษาที่สูง

บุคคลที่เป็นโรคความวิตกกังวลจะทราบเป็นอย่างดีว่าความกลัวของตนเป็นสิ่งที่ไม่สมเหตุสมผล แต่บุคคลเหล่านี้ก็ไม่สามารถเผชิญกับสิ่งที่ตนเองกลัวได้และพยายามทำทุกวิถีทางเพื่อหลีกเลี่ยง การเผชิญกับสิ่งที่ตนเองกลัว เช่น คนที่เป็นโรคกลัวสุนัข (canophobia) อาจจะไม่ยอมออกจากบ้านเนื่องจากกลัวว่าการออกจากบ้านจะทำให้ ตนเองต้องเผชิญหน้ากับสุนัขหรือคนที่เป็นโรค กลัวสถานที่สูง ๆ (Acrophobia) อาจจะยอมเดินขึ้นบันได 10 ชั้นเพื่อทำให้ตนเองไม่ต้องขึ้นลิฟต์ตามลำพัง หรืออาจจะลาออกจากองค์การเดิมและสมัครงานในองค์กรใหม่ที่มีอาคารไม่สูงมากเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้ลิฟต์เป็นต้น การเผชิญกับสิ่งเร้าของโรคกลัวอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้หรือการคาดว่าตนเองจะต้องเผชิญกับสิ่งเร้าของโรคกลัวจะทำให้บุคคลที่เป็นโรคกลัวเกิดความวิตกกังวลอย่างรุนแรงหรือเกิดความตื่นตระหนก ส่งผลให้เกิดอาการทางกาย

ในลักษณะ ต่าง ๆ เช่น มือสั่น ใจสั่น มือเท้าเย็น เหงื่อแตก หน้าซีด เวียนศีรษะ และหากเป็นมาก ๆ จะทำให้เกิดโรคหัวใจ ความดันโลหิตสูง ทำให้กระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวันและกระทบต่อหน้าที่การงานได้ ซึ่งบุคคลที่สามารถควบคุมระดับความวิตกกังวลของตนเองได้ จะส่งผลทำให้มีสุขภาพจิตที่ดี และเมื่อสุขภาพจิตดีก็จะทำให้สุขภาพทางกายดีตามไปด้วย ซึ่งเทคนิคการฝึกควบคุมความคิดของสมองนั้นเรียกว่า นิวโรฟีดแบ็ค [5]

2.1 นิวโรฟีดแบ็ค (Neurofeedback)

เป็นการใช้กระบวนการป้อนกลับเพื่อให้บุคคลเรียนรู้ที่จะควบคุมการทำงานของสมองด้วยการอาศัยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บันทึกการเปลี่ยนแปลงทางคลื่นไฟฟ้าภายในสมองและป้อนข้อมูลให้ทราบโดยจะแสดงผลผ่านทางสัญญาณเสียง แสง หรือภาพ หรือกล่าวอีก นัยหนึ่งเป็นการใช้เครื่องมือตรวจสอบกลุ่มอาการเฉพาะที่เกิดจากปฏิกิริยาตอบสนองของสมองต่อภาวะสิ่งเร้าที่สร้างความวิตกกังวลที่เกิดขึ้น โดยวิธีการฝึกควบคุมกลุ่มอาการเฉพาะที่เกิดขึ้นนี้ให้อยู่ภายใต้การทำงานของจิตใจ กล่าวคือ การฝึกไบโอฟีดแบคนี้เป็นการฝึกทักษะการควบคุมความเครียดด้วยตนเอง โดยควบคุมภาวะการทำงานของความคิดโดยการควบคุม ทำให้เกิดสมาธิและผ่อนคลาย ช่วยลดความกังวลของตนเองได้ หลักการทำงานของ นิวโรฟีดแบ็ค คือ การปรับการทำงานของสมองโดยใช้ข้อมูลจากคลื่นสมองของผู้รับการบำบัดเอง โดยเริ่มจากการติดอิเล็กโทรดขนาดเล็กที่บริเวณหนังศีรษะเพื่อวัดคลื่นสมอง คลื่นที่วัดได้จะผ่านการวิเคราะห์แยกแยะความถี่และปริมาณของคลื่นในแต่ละช่วงโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ข้อมูลของคลื่นที่วัดได้จะถูกนำเสนอในรูปแบบของเสียง วิดีโอเกมส์ ความสำเร็จของเกมคือการเพิ่มขึ้นของคลื่นสมองที่เราต้องการและยับยั้งคลื่นสมองที่เราไม่ต้องการ โดยนัยนี้จึงหมายความว่าสมองเรียนรู้และปรับการทำงานได้ด้วยตัวสมองเอง [6]

2.2 เทคนิควิธีการบำบัดรักษาความวิตกกังวล

เทคนิควิธีการบำบัดรักษาความวิตกกังวลที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน คือการบำบัดความกลัวด้วยการเผชิญหน้ากับสิ่งที่กลัวหรือการลดความกลัวอย่างเป็นระบบ (Exposure Therapy) [7] เป็นหนึ่งในวิธีการรักษาผู้ป่วยที่มีอาการวิตกกังวลและหวาดกลัวต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งการทำให้ผู้ถูกบำบัดเผชิญกับสิ่งที่กลัวในเหตุการณ์หรือสถานการณ์จริงอาจจะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ถูกบำบัดได้ ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีความจริงเสมือนมาใช้สร้างสถานการณ์หรือจำลองเหตุการณ์ในการรักษาอาการผิดปกติทางจิต เช่น PTSD (Post-Traumatic Stress Disorder) ความหวาดกลัวที่เกิดจากผลกระทบของเหตุการณ์ในอดีต การกลัวความสูง การกลัวที่แคบ โดยสอดรับกับการรักษาแบบ Exposure Therapy ในการจำลองสภาพแวดล้อมด้วยคอมพิวเตอร์ที่ปลอดภัยและเป็นมิตรต่อผู้เข้ารับการบำบัด Limbix สตาร์ทอัพจากประเทศอเมริกาก่อตั้งโดยทีมงานผู้อยู่เบื้องหลังจากโพรเจกต์ VR ของบริษัท Google และ Facebook ที่กลับมาพัฒนาเทคโนโลยี VR ของตนเอง เพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยที่มีอาการวิตกกังวล ความเจ็บปวดทางใจ ภาวะซึมเศร้า และการเสพติดบางสิ่งมากเกินไป ผ่านภาพจำลอง 360 องศาของภาพถ่ายในสถานที่จริง [8] Oxford VR บริษัทสตาร์ทอัพที่ก่อตั้งจากการสนับสนุนของมหาวิทยาลัยออกซฟอร์ด นำทีมพัฒนาโดยศาสตราจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยา เริ่มต้นจากการรักษาโรคกลัวความสูง ด้วยการสร้างแบบจำลองจากซอฟต์แวร์ Unity3D ที่ใช้สำหรับพัฒนาเกม ซึ่งจะพาคนไข้ไปเผชิญหน้ากับสถานการณ์ที่ต้องรับมือกับความสูงและบีบบังคับให้พวกเขาพิสูจน์ความกล้าของตัวเอง นอกจากนี้ Oxford VR ยังเริ่มทำการวิจัยเพื่อการบำบัดโรคกลัวการเข้าสังคมและโรควิกลจริต ซึ่งจะขยายไปสู่ด้านต่าง ๆ ในอนาคต [9] Brave mind โครงการการวิจัยจาก University of Southern California ที่มีเป้าหมายในการพัฒนาเพื่อบำบัดโรค PTSD สำหรับเหล่าทหารผ่านศึกที่ได้รับผลกระทบทางจิตใจจากสงคราม โดยซอฟต์แวร์จะจำลองภาพเหตุการณ์สามมิติของสงครามที่พวกเขาเคยผ่านมา อีกทั้งยังจำลองการสั่นสะเทือนและกลิ่นในการพาคนไข้เข้าใกล้ความทรงจำที่โหดร้าย เพื่อกลับไปเผชิญหน้ากับความกลัว โดยมีผู้เชี่ยวชาญคอยดูแลและบันทึกอาการอย่างใกล้ชิด ทั้งนี้ Brave mind เป็นโครงการที่เปิดรับให้เข้าใช้งานได้ฟรีในโรงพยาบาลและมหาวิทยาลัยหลายแห่งทั่วอเมริกา [10]

แต่อย่างไรก็ดีการนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้บำบัดผู้ที่เป็นโรคทางจิตเวชตามงานวิจัยข้างต้นที่กล่าวมา แต่ก็ยังไม่มีการนำนิวโรฟีดแบ็คควบคู่กับเทคโนโลยีความจริงเสมือนการบำบัดอาการทางจิต ปัจจุบันการตรวจวัดระดับความวิตกกังวลในประเทศไทยยังจำเป็นต้องอาศัยจิตแพทย์สังเกตพฤติกรรมและต้องซักถามอาการร่วมกับแบบการประเมินบุคคลที่มีความวิตกกังวลแบบทดสอบทางจิตวิทยา (Psychological test)

เช่น แบบประเมิน Zung Self-Rating Anxiety Scale ซึ่งแบบประเมินความวิตกกังวลของวิลเลี่ยม ดับบลิว เค ซุง [11] เป็นแบบประเมินในเรื่องของความวิตกกังวลโดยเฉพาะและใช้กันอย่างกว้างขวางและยังสามารถแบ่งระดับของความวิตกกังวลได้ ซึ่งแบบประเมินประกอบด้วยข้อความแสดงถึงความรู้สึกวิตกกังวล หรือพฤติกรรมที่แสดงออก จำนวน 20 ข้อซึ่งการตอบแบบสอบถามทางจิตวิทยานั้นอาจไม่ได้คำตอบที่เป็นจริงเนื่องจากผู้ที่มีความวิตกกังวลนั้นไม่ได้อยู่ในเหตุการณ์ที่สร้างความวิตกกังวลในระหว่างที่ตอบแบบสอบถาม หากเรามีการนำเทคโนโลยีความจริงเสมือนมาใช้ในการบำบัดรักษาความวิตกกังวลโดยใช้การฝึกการควบคุมการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองผ่านเหตุการณ์ความจริงเสมือน [12]

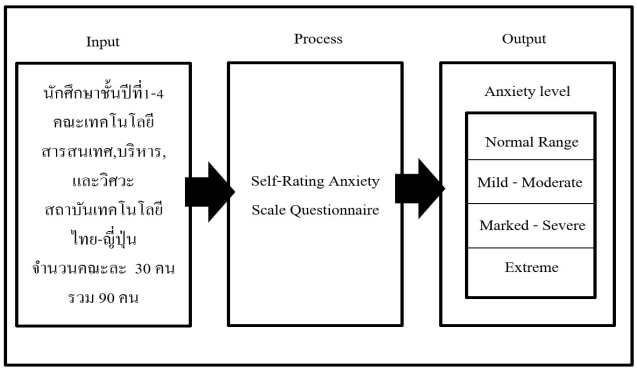
ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการฝึกนิวโรฟีดแบ็ค (Neurofeedback) ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Virtual reality) สำหรับลดระดับความวิตกกังวลอย่างเป็นระบบของผู้ที่มีความวิตกกังวลแบบกลัวเฉพาะเจาะจง (กลัวความสูง) เพื่อให้เทคโนโลยีความจริงเสมือนและเทคโนโลยีนิวโรฟีดแบ็ค เป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการรักษาสุขภาพจิตในอนาคต

3. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi- Experimental Research) เปรียบเทียบระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง โดยแบ่งขั้นตอนออกดังนี้

3.1 วิเคราะห์และจัดกลุ่มตัวอย่างของ Self-Rating Anxiety Scale Questionnaire

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ใช้วิธีคัดตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) นักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ช่วงวัยรุ่น อายุ 18-22 ปี นักศึกษาชั้นปีที่ 1-4 จำนวน 90 คนโดยแบ่งออกเป็นคณะวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 30 คน คณะบริหารธุรกิจจำนวน 30 คน และคณะเทคโนโลยีสารสนเทศจำนวน 30 คน ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการความวิตกกังวลโดยมีเงื่อนไขคือแบบคัดกรองระดับความวิตกกังวล ของ วิลเลี่ยมดับบลิว เค ซุง (William W.K. Zung) ต้องมีคะแนน อยู่ในช่วงคะแนน 45-80 คะแนน อยู่ในระดับ มีความวิตกกังวล ดังภาพที่ 1 โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1 *แสดงขั้นตอนการหา Anxiety level ตามแบบคัดกรองระดับความวิตกกังวล ของ วิลเลี่ยมดับบลิว เค ซุง Self-Rating Anxiety Scale Questionnaire*

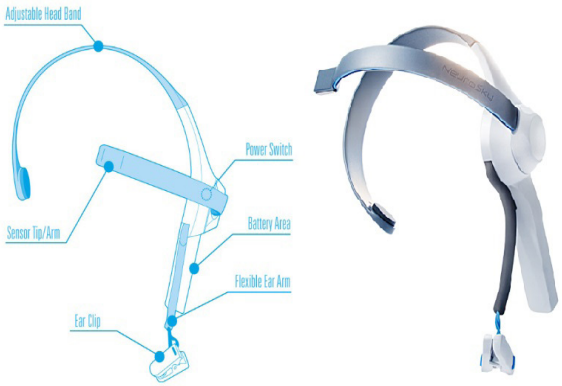
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

การบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ อายุ เพศ สัญชาติ และประวัติความเจ็บป่วย การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG) ใช้ในการศึกษานี้ Neuro headset ถูกใช้เพื่อแสดงผลการวิเคราะห์และบันทึกคลื่นสมอง ตามหลักการบันทึกข้อมูลของ 10–20 system ในการศึกษาครั้งนี้มีใช้อุปกรณ์บันทึกค่า EEG ที่มีน้ำหนักเบา ของ NeuroSky Mindwave ภาพที่ 3 ผ่านการใช้แผนบันทึกแบบขั้วเดียวและชุดประมวลผลสัญญาณในการจัดการสายรัดศีรษะ Mindwave มี ระบบการวัด Outputs 12 bit Raw-Brainwaves (3 - 100Hz) with Sampling rate at 512Hz แม้ว่าเครื่อง Mindwave จะมีการวัด EEG ที่หยาบกว่าเครื่องวัดที่มีหลายขั้วแต่ไม่สร้างความรำคาญ ซึ่งช่วยลดความยุ่งยากลำบากในการติดตั้งเครื่องมือวัด EEG กับผู้ทดสอบ สัญญาณ EEG แถบความถี่ต่อไปนี้ในตารางที่ 1 คือพิจารณา: Delta (1.0-3.0 Hz) Theta (4.0 - 7.0 Hz) Alpha (8.0- 12.0 Hz) Beta (13.0 - 30.0 Hz) และ Gamma (31.0 - 80.0 Hz) โดยมีโดยมีงานวิจัยเรื่อง Test-retest reliability of a single-channel, wireless EEG system ที่เผยแพร่ในวารสารวิชาการ Journal of Psychophysiology ของ Jeffrey M [13] ทดสอบความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์วัดคลื่นสมอง Neuro headset ภาพที่ 2 แบบ Single-channel, wireless EEG system โดยมีค่าความน่าเชื่อถือ (Intra-class correlations) ของอุปกรณ์ โดยทดสอบการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมอง Delta Theta Alpha Beta Gamma โดยทดสอบ Eyes Close, Eyes Open, N-back, Oddball มีค่า ICCs อยู่ในระดับ 0.76-0.85 ซึ่งถือว่ามีความน่าเชื่ออยู่ในระดับดีและราคาที่ไม่แพง

โดยสามารถบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองชนิดต่าง ๆ ได้ดังตารางที่ 1 ดังนี้

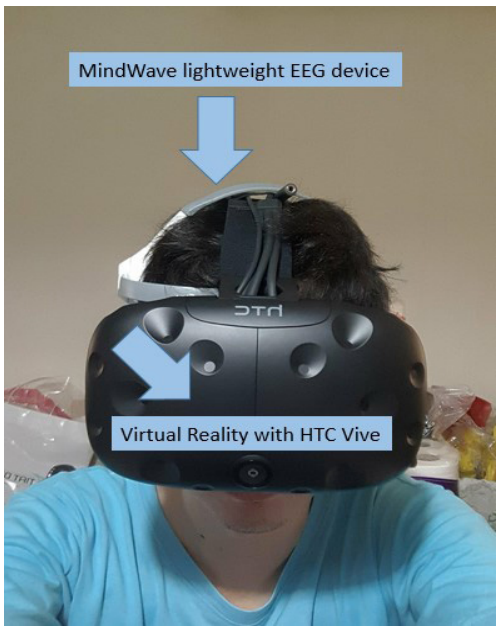
ตารางที่ 1 *แสดงคลื่นต่าง ๆ ที่เก็บข้อมูลไว้เพื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ*

Raw Data	Returns raw EEG, sampling rate at 1HZ
Delta	1-3 Hz
Theta	4-7 Hz
(Alpha1) Low Alpha	8-9 Hz
(Alpha2) High Alpha	10-12 Hz
(Beta1) Low Beta	13-17 Hz
(Beta2) High Beta	18-30 Hz
(Gamma1) Low Gamma	31-40 Hz
(Gamma2) High Gamma	41-80 Hz



ภาพที่ 2 *อุปกรณ์ในการบันทึกคลื่นสมอง MindWave (Neurosky, Inc.)*

เครื่องมือวัด EEG กับผู้ทดสอบ ภาพที่ 3 สัญญาณ EEG แถบความถี่ต่อไปนี้คือพิจารณา Delta (0.1-3.0 Hz) Theta (4.0 - 7.0 Hz) Alpha (8.0- 12.0 Hz) Beta (13.0 - 30.0 Hz) และ Gamma (30.0 - 60.0 Hz)



ภาพที่ 3 *แสดงการบันทึก EEG ในขณะที่ดำเนินการความจริงเสมือน*

ในกรณีที่คลื่นชนิดเดียวกันแต่แบ่งออกเป็น คลื่นความถี่ต่ำ (Low Frequency) และคลื่นความถี่สูง (High Frequency) ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการรวมคลื่นชนิดเดียวกันเข้าด้วยกัน โดยใช้สมการที่ 1

$$\frac{(ValueLow + ValueHigh)}{2} \qquad (1)$$

โดยที่

Value Low คือ คลื่นความถี่ต่ำของค่าคลื่นไฟฟ้าสมองในช่วงนั้น ๆ

Value High คือ คลื่นความถี่สูงของค่าคลื่นไฟฟ้าสมองในช่วงนั้น ๆ

3.3 ทดสอบกิจกรรมที่ถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้าความจริงเสมือนประเภทเหตุการณ์ความสูงก่อนการบำบัดด้วยนิวโรฟีดแบ็ค

การวิจัยขั้นตอนเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design) ดำเนินการวิจัยแบบกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม ตามแบบแผนการทดลองแบบ Three-Groups Posttest-Only Design (McMillan & Schumacher, 2010) การทดลองนี้จะตัดกลุ่มที่ไม่มีความวิตกกังวลออก แล้วทำการแยกกลุ่มทดลอง

ออกเป็น 3 กลุ่ม โดยให้ทำกิจกรรมทดสอบความวิตกกังวลแบบก่อนการบำบัดด้วยนิวโรฟีดแบ็คด้วยสิ่งเร้าที่เป็นเกมความจริงเสมือนประเภทความสูง ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 *แสดงขั้นตอนการบันทึกคลื่นสมองขณะถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้า*

กลุ่มระดับความวิตกกังวล	กิจกรรมทดสอบความวิตกกังวล	บันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง (ภาวะเจอสิ่งเร้า)
E1	X	N1
E2	X	N2
E3	X	N3

โดย

E1 แทน กลุ่มความวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง

E2 แทน กลุ่มความวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง

E3 แทน กลุ่มความวิตกกังวลสูงมากที่สุด

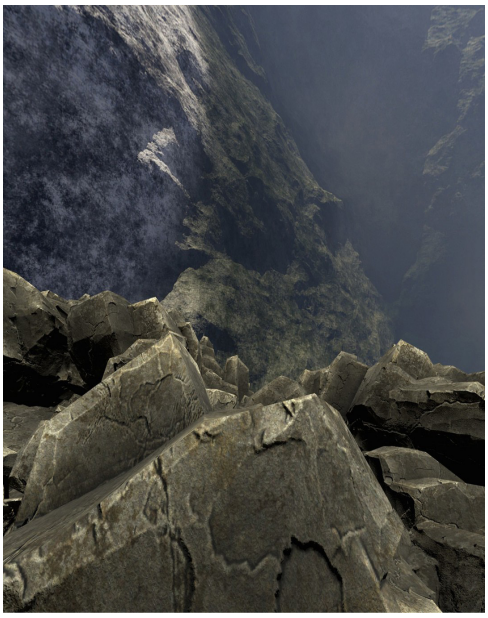
X แทน การให้กิจกรรมการทดสอบความวิตกกังวลประเภทความสูงโดยใช้การทดสอบผ่านแว่นตาความจริงเสมือน

N1 แทน การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองในขณะทดสอบความวิตกกังวลของกลุ่มความวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง

N2 แทน การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองในขณะทดสอบความวิตกกังวลของกลุ่มความวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง

N3 แทน การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองในขณะทดสอบความวิตกกังวลของกลุ่มความวิตกกังวลสูงมากที่สุด

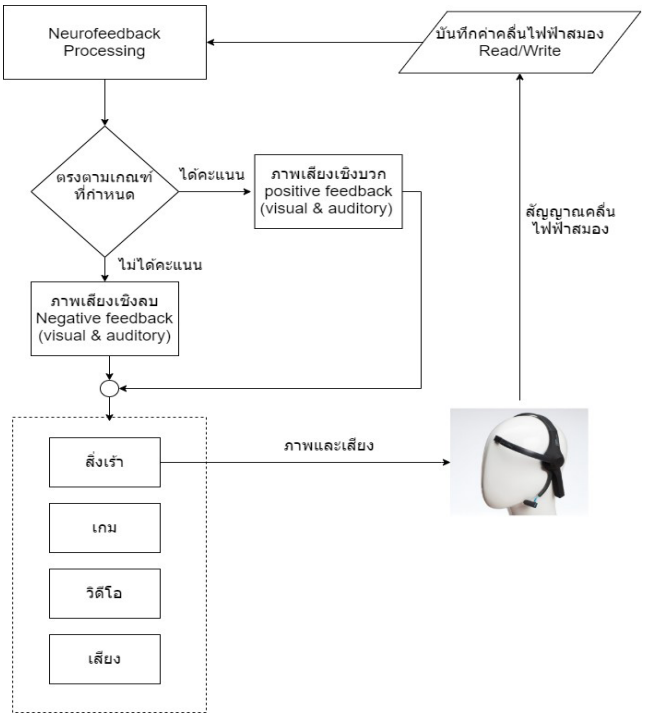
วัดคลื่นไฟฟ้าสมองกลุ่มทดลอง ระหว่างการเล่นเกมความจริงเสมือนประเภทเหตุการณ์ความสูงเป็นเวลา 2 นาที โดยเก็บค่า Delta, Theta, Alpha1, Alpha2, Beta1, Beta2, Gamma1, Gamma2 โดยใช้เกมที่ทดสอบชื่อเกม A Fear Of Heights, And Other Things



ภาพที่ 4 *ความจริงเสมือนสถานการณ์ความวิตกกังวลประเภท กลัวความสูงเกม A Fear Of Heights, And Other Things*

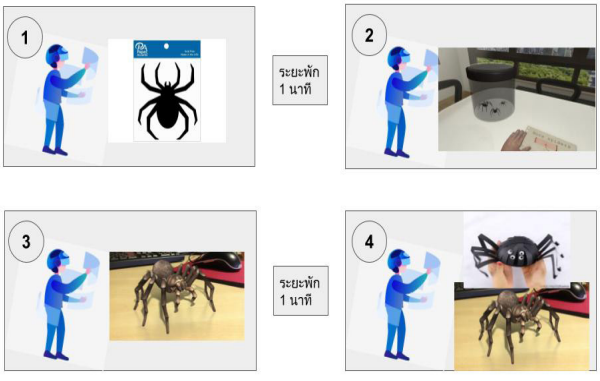
3.4 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมบำบัดนิวโรฟีดแบ็คประเภทโรคกลัวความสูง

โดยขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการพัฒนาตัวโปรแกรมบำบัดนิวโรฟีดแบ็คผ่านโปรแกรม Unity 3D Engine ด้วยภาษา C# และเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อกับอุปกรณ์วัดคลื่นไฟฟ้าสมอง neurosky mindwave ผ่าน thinkgear connector API โดยจะทำการดึงข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองให้ออกมาเป็นข้อมูลที่เป็นตัวเลขโดยแบ่งเป็นคลื่นชนิดต่าง ๆ เพื่อนำไปสร้างเป็นมาตรวัดความวิตกกังวล (VR Anxiety Scale) โดยการออกแบบตัวเกมที่ใช้บำบัดจะใช้เทคนิคการลดความกลัวอย่างเป็นระบบ (Systematic desensitization) จะใช้เทคนิคการวางเงื่อนไขแบบคลาสสิก ซึ่งสามารถใช้ในการบำบัดรักษาโรคความวิตกกังวลแบบกลัวเฉพาะเจาะจงจากสถานการณ์ที่ทำให้เกิดความกลัวหรือความวิตกกังวล ระดับต่ำไปสู่ระดับสูง ถ้าผู้รับการบำบัดสามารถจินตนาการ หรือเผชิญกับสถานการณ์แต่ละลำดับขั้นได้โดยความกลัวหรือความวิตกกังวลไม่ได้เพิ่มขึ้น ผู้บำบัดก็จะก้าวไปสู่ลำดับขั้นของความกลัวหรือความวิตกกังวลที่เพิ่มมากขึ้นในลำดับถัดไป แต่ถ้าผู้รับการบำบัดเกิด ความกลัวหรือความวิตกกังวล ผู้บำบัดก็จะให้ผู้รับการบำบัดสร้างความผ่อนคลายกลัวโดยมีขั้นตอนดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 *แสดงขั้นตอน ออกแบบและพัฒนาระบบ Neurofeedback*

โดยในส่วนของขั้นตอนการจำลองสถานการณ์ของลำดับชั้นความกลัวความสูง สถานการณ์ที่ทำให้เกิดความกลัวระดับต่ำไปสู่ระดับสูง 4 ลำดับ คือ 1. การดูรูปภาพสถานที่สูง ๆ 2. การมองจากหน้าต่างของชั้นแรก 3. การมองจากหน้าต่างของชั้นที่สูงขึ้น 4. การเดินข้ามสะพานที่พาดบนดาดฟ้าตึก ตามลำดับดังภาพที่ 6 โดยแต่ละลำดับชั้นจะมีระยะพักเพื่อให้เกิดการผ่อนคลาย



ภาพที่ 6 *แสดงขั้นตอนการออกแบบการจำลองสถานการณ์ความจริงเสมือนการลดความกลัวอย่างเป็นระบบ*

โดยออกแบบขั้นตอนไว้ดังนี้

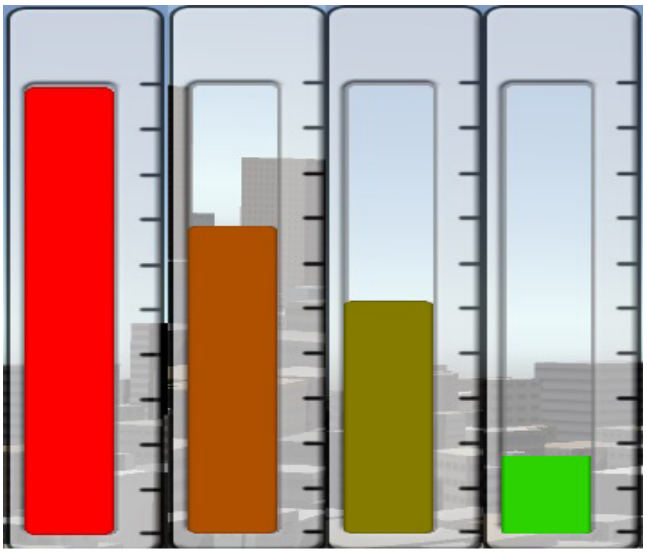
1. วางเซ็นเซอร์ไว้หนังศีรษะและหูเพื่ออ่านคลื่นไฟฟ้าของสมอง
2. คลื่นสมองจะปรากฏขึ้นบนคอมพิวเตอร์และมีเป้าหมายการของควบคุมจะถูกกำหนดในเกมความจริงเสมือน เช่นตัวสั่นสะพานสั่น ให้ควบคุมสมาธิเพื่อลดอาการสั่นของตัวละคร เป็นต้น
3. เมื่อกิจกรรมคลื่นสมองบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ ผู้ทดสอบจะได้คะแนน และสามารถเห็นภาพและเสียงที่สร้างความคิดเชิงบวกเพื่อเป็นแนวทางในการประสบความสำเร็จกับเกม
4. กลุ่มตัวอย่างจะได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกนิวโรฟีดแบ็คประเภทความสูง จำนวน 10 ครั้ง ครั้งละประมาณ 10 นาที

วิธีการกำหนดความหมายของความวิตกกังวลในขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดความหมายของระดับความวิตกกังวลเพื่อให้ผู้ฝึกรู้และการควบคุมระดับความวิตกกังวลซึ่งมีทั้งหมด 4 ระดับ ตามตารางที่ 3 และ ภาพที่ 6 ดังนี้

ตารางที่ 3 *แสดงสีและความที่ใช้แสดงมาตรวัดระดับความวิตกกังวลให้ผู้ทดลองเห็น*

ระดับความวิตกกังวล	ช่วงคะแนน	แปลความหมาย
ปกติไม่ปรากฏความวิตกกังวล	1-25	สีเขียว
ความวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง	26-50	สีเหลือง
ความวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง	51-75	สีส้ม
ความวิตกกังวลสูงมากที่สุด	76-100	สีแดง

จากตารางที่ 3 และภาพที่ 7 การแปลความหมายของความวิตกกังวล ผู้วิจัยได้กำหนดให้เป็นสีตามระดับความวิตกกังวลโดยจะเรียกมาตรวัดนี้ว่า VR Anxiety Scale โดยความวิตกกังวลได้จากการ มาผูกเงื่อนไขรวม 3 คลื่น Gamma, Beta และ Alpha เนื่องจากเป็นคลื่นที่เกิดขึ้นเมื่อถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้า ส่วนคลื่น Delta และ Theta จะเพิ่มขึ้นตอนช่วงหลับตื้นและหลับลึก เพื่อสร้างมาตรวัดความวิตกกังวล



ภาพที่ *7 ภาพแสดงสีที่ใช้แสดงมาตรวัดระดับความวิตกกังวลให้ผู้ทดลองเห็น*

โดยจะมีค่า 0 – 100 ตามสมการที่ 6 เพื่อให้ผู้ฝึก นิวโรฟีดแบ็ครับรู้ และจะสามารถลดระดับความวิตกกังวลของตนเอง ดังนี้ โดยที่

$$\text{VR Anxiety Scale} = \frac{1}{4} \times \frac{(\gamma+\beta)}{\alpha} \times 100 \qquad (2)$$

γ เป็นแอมพลิจูดของคลื่น Gamma ที่มีจำนวนเต็มบวก
ß เป็นแอมพลิจูดของคลื่น Beta ที่มีจำนวนเต็มบวก
α เป็นแอมพลิจูดของคลื่น Alpha ที่มีจำนวนเต็มบวก

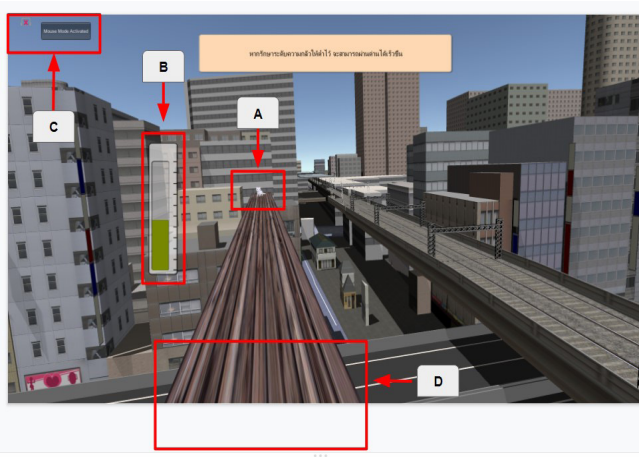
จากสมการที่ 2 สัญญาณคลื่นสมองที่ตรวจพบจะมีการเปลี่ยนแปลงทันทีและความสนใจทางสายตาก็เปลี่ยนไปด้วย เมื่อมีสิ่งเร้าปรากฏออกมาทำให้เกิดความถี่สูงของคลื่น Gamma และ Beta โดยใช้สัดส่วนเป็น 1 ส่วน 4 ของค่าที่วัดได้จากตัวอุปกรณ์ ส่วนค่า Alpha แสดงถึงสถานะของการลดความความวิตกกังวลซึ่งจะเป็นตัวหารหากค่า Alpha สูงก็จะส่งผลให้สเกลความวิตกกังวลต่ำลง ซึ่งเป็นสัดส่วนในการศึกษาครั้งนี้ โดยมีส่วนประกอบภายในโปรแกรมฝึกนิวโรฟีดแบ็คดังภาพที่ 8 ดังนี้

A. เป้าหมายที่จะให้ผู้ฝึกนิวโรฟีดแบ็คเดินไปหาโดยการที่จะทำให้ตัวละครเดินไปหาเป้าหมายได้จะต้องทำให้มาตรวัด VR Anxiety Scale ลดลง โดยหากลดลงมากก็จะเดินเร็วขึ้น และหาก มาตรวัด VR Anxiety Scale เต็มหลอดจะหมายถึงว่าผู้ฝึกรู้สึกถึงความวิตกกังวลตัวละครในนิวโรฟีดแบ็คจะหยุดเดินและกล้องในโปรแกรมจะหมุนไปมองบรรยากาศโดยรอบ

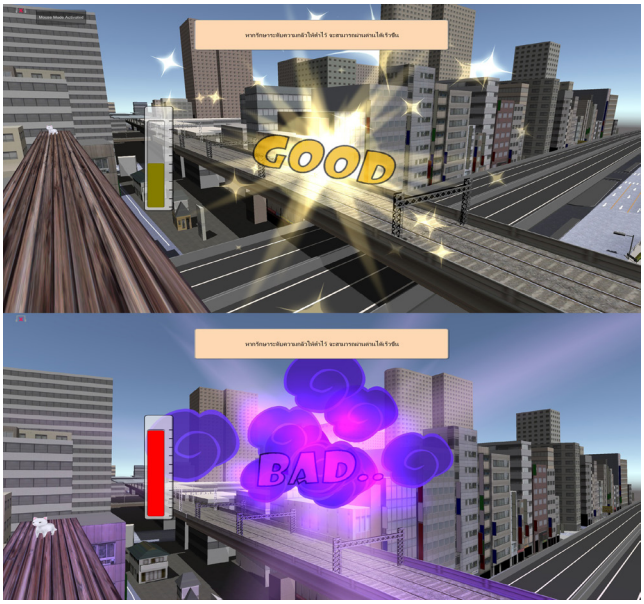
B. แสดงมาตรวัด VR Anxiety Scale มาจากการผูกเงื่อนไขโดยอาศัยคลื่น Gamma, Beta และ Alpha มาสร้างเป็นมาตรวัดความวิตกกังวล

C. แสดงคุณภาพสัญญาณการเชื่อมต่ออุปกรณ์วัดคลื่นไฟฟ้าสมองของผู้ฝึก

D. จุดเริ่มต้นการผู้เล่นในการเดินไปหาเป้าหมาย



ภาพที่ *8 ภาพแสดงโปรแกรมการฝึกนิวโรฟีดแบ็คที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น*



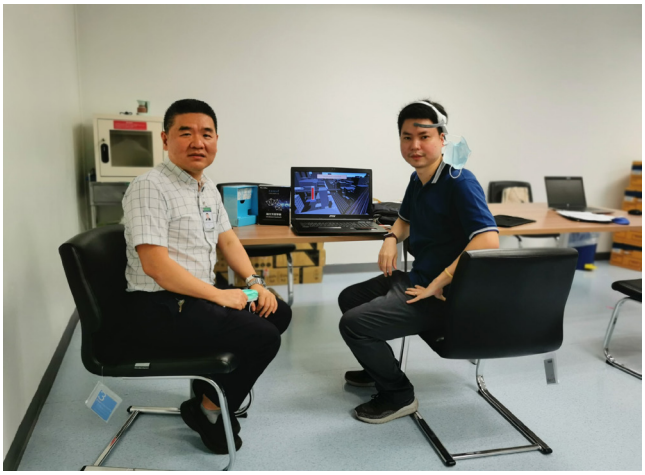
ภาพที่ *9 ภาพและเสียงเชิงบวกและเชิงลบระหว่างการฝึกนิวโรฟีดแบ็คที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น*

จากภาพที่ 9 เมื่อผู้ฝึกนิวโรฟีดแบ็คสามารถลดระดับ VR Anxiety Scale โปรแกรมจะแสดงภาพและเสียงทางบวก เพื่อให้ผู้ฝึกรู้ว่าต้องควบคุมความคิดและจิตใจอย่างไรจึงจะสามารถลดความวิตกกังวลได้ และหากผู้ฝึกไม่สามารถควบคุมระดับความวิตกกังวลของตัวเองได้ แสดงภาพและเสียงทางลบ เพื่อบอกให้ผู้ฝึกรู้ว่าต้องปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมความคิดและจิตใจของตนเองใหม่



ภาพที่ 10 *ภาพแสดงเป้าหมายที่ผู้ฝึกต้องเคลื่อนที่ไปช่วย*

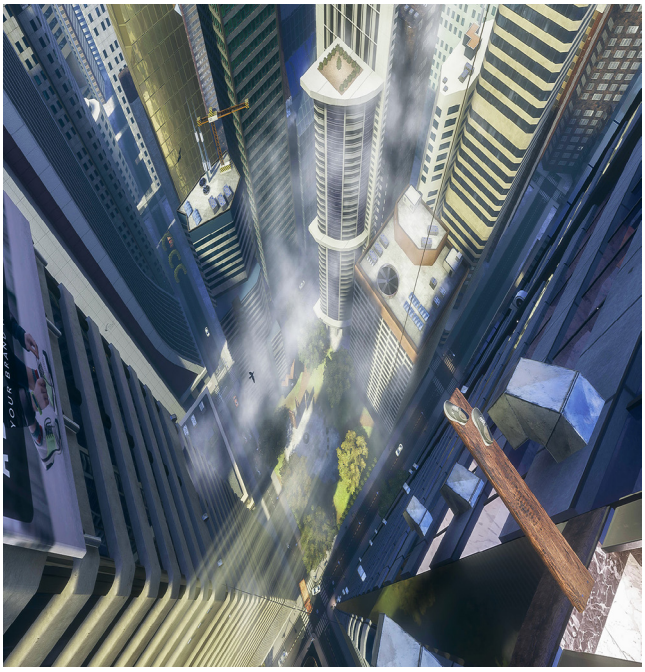
จากภาพที่ 11 แสดงเป้าหมายที่เป็นแมวที่ผู้ฝึกนิวโรฟีดแบ็คต้องไปช่วยโดยเมื่อถึงเป้าหมายแล้วจะแสดงแอนิเมชั่นท่าทางดีใจของแมวที่ผู้ฝึกได้ไปช่วย โดยหลังจากออกแบบและพัฒนาโปรแกรมนิวโรฟีดแบ็คเสร็จได้ให้แพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านคลื่นไฟฟ้าสมองภาพที่ 10 อาจารย์สุวัฒน์ ศรีสุวรรณานุกร สาขาประสาทวิทยา ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล ตรวจสอบอุปกรณ์วัดคลื่นไฟฟ้าสมอง และโปรแกรมนิวโรฟีดแบ็คที่พัฒนาขึ้นพร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจึงนำมาใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 11 *ภาพแสดงการให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือและระบบนิวโรฟีดแบ็คที่พัฒนาขึ้น*

3.5 ทดสอบกิจกรรมที่ถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้าความจริงเสมือนประเภทเหตุการณ์ความสูงหลังการบำบัดด้วยนิวโรฟีดแบ็ค

ในขั้นตอนนี้จะนำกลุ่มทดลอง E1-E3 ที่มีความวิตกกังวลหลักการฝึกด้วยนิวโรฟีดแบ็ค วัดคลื่นไฟฟ้าสมองระหว่างการเล่นเกมความจริงเสมือนประเภทเหตุการณ์ความสูงเป็นเวลา 2 นาทีโดยเก็บค่า Delta, Theta, Alpha1, Alpha2, Beta1, Beta2, Gamma1, Gamma2 โดยใช้เกมที่ทดสอบชื่อเกม Richie's Plank Experience ภาพที่ 12



ภาพที่ 12 *ความจริงเสมือนสถานการณ์ความวิตกกังวลประเภทกลัวความสูงเกม Richie's Plank Experience*

นำข้อมูลคลื่นไฟฟ้าสมองก่อนและหลังการฝึกนิวโรฟีดแบ็คไปวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ Two-Way ANOVA ด้วยโปรแกรม SPSS

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการวิเคราะห์และจัดกลุ่มตัวอย่างของ Self-Rating Anxiety Scale Questionnaire

ผลจากการทำแบบคัดกรองระดับความวิตกกังวล ของวิลเลี่ยม ดับบลิว เค ซุง จำนวน 90 คน แบ่งเป็นคณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ และคณะบริหารธุรกิจ ตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 *แสดงตารางจำนวนนักศึกษาที่ทำแบบคัดกรองระดับความวิตกกังวล*

คณะ	จำนวนคน
วิศวกรรมศาสตร์	30
เทคโนโลยีสารสนเทศ	30
บริหารธุรกิจ	30

โดยแบ่งเป็นเพศชาย จำนวน 60 คน และเพศหญิง จำนวน 30 คน และมีผลของการทำแบบคัดกรองระดับความวิตกกังวล เพื่อวัดระดับความวิตกกังวลได้ผลดังตารางที่ 4 ดังนี้ ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะไม่ได้นำกลุ่มปกติไม่ปรากฏความวิตกกังวล ที่อยู่ในช่วงคะแนน 20-44 จำนวน 40 คน มาฝึกนิวโรฟีดแบ็คเนื่องจากเป็นกลุ่มที่อยู่ในช่วงปกติของคนทั่ว ๆ ไปอยู่แล้ว ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 *แสดงตารางจำนวนนักศึกษาที่ทำแบบคัดกรองระดับความวิตกกังวล*

คะแนนความวิตกกังวล	ช่วงคะแนน	จำนวนคน
ปกติไม่ปรากฏความวิตกกังวล	20-44	40
ความวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง	45-59	23
ความวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง	60-74	16
ความวิตกกังวลสูงมากที่สุด	75-80	11

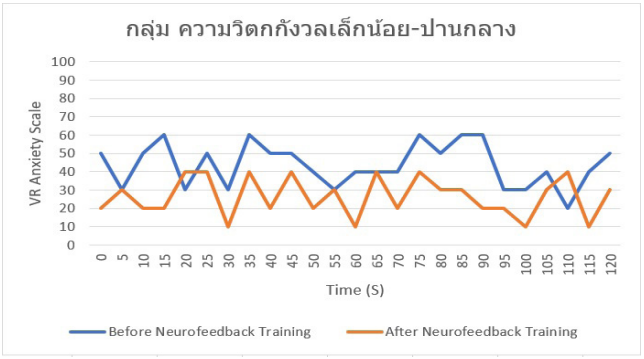
4.2 ผลทดสอบกิจกรรมที่ถูกกระตุ้นจากสิ่งเร้าความจริงเสมือนประเภทเหตุการณ์ความสูงก่อนและหลังการบำบัดด้วยนิวโรฟีดแบ็ค

โดยในขั้นตอนนี้จะนำ คลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Alpha Beta และ Gamma มาผูกเงื่อนไขให้เป็นค่ามาตรวัดความวิตกกังวล VR Anxiety Scale โดยจะนำค่า ก่อนและหลังการฝึกนิวโรฟีดแบ็ค ทั้ง 3 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มความวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง (E1) กลุ่มความวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง (E2) และกลุ่ม ความวิตกกังวลสูงมากที่สุด (E3) ดังแสดงผลในตารางที่ 6

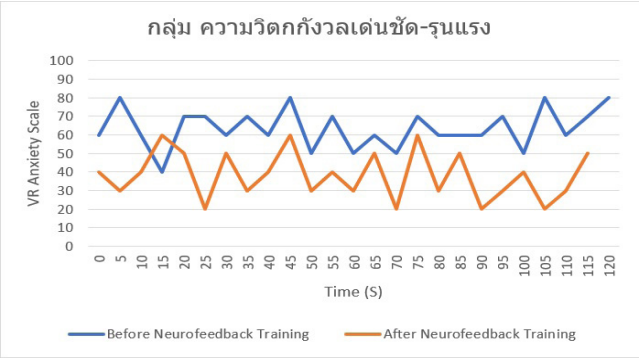
ตารางที่ 6 *การเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าสมองก่อนและหลังฝึกด้วยนิวโรฟีดแบ็ค ขณะปฏิบัติภารกิจจำลองสถานการณ์ความสูง กลุ่มความวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง*

กลุ่มทดลอง	จำนวนคน (N)	VR Anxiety Scale				
		ก่อนฝึก (Pre-Test)		หลังฝึก (Post-Test)		p-value
		Mean	S.D.	Mean	S.D.	
E1	23	80.40	9.78	64.80	11.59	.000
E2	16	64.32	10.14	38.00	12.91	.000
E3	11	43.60	11.86	26.40	10.75	.000

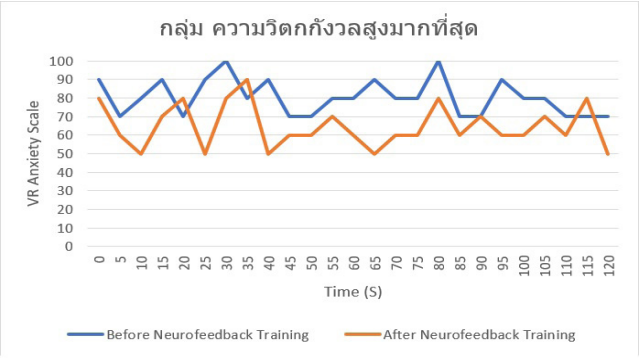
จากตารางที่ 6 และภาพที่ 13-15 พบว่าหลังจากการฝึกนิวโรฟีดแบ็คจำนวน 10 ครั้ง ครั้งละ 10 นาทีพบว่าจะมีค่า VR Anxiety Scale มีการเปลี่ยนแปลงแบบลดลงอย่างมีนัยสำคัญ 0.05 เนื่องจากกลุ่มทดลองได้ ฝึกการบำบัดความกลัวด้วยการเผชิญหน้ากับสิ่งที่กลัวหรือการลดความกลัวอย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งในการรักษาผู้ป่วยที่มีอาการวิตกกังวลและหวาดกลัวต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งการทำให้ผู้ถูกบำบัดเผชิญกับสิ่งที่กลัวในเหตุการณ์การทำเช่นนี้เป็นการช่วยให้กลุ่มทดลองสามารถเอาชนะความวิตกกังวลได้



ภาพที่ 13 *กราฟแสดงการเปรียบเทียบ VR Anxiety Scale ทั้งก่อนและหลังการฝึกนิวโรฟีดแบ็คของกลุ่มความวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง (E1)*



ภาพที่ 14 *กราฟแสดงการเปรียบเทียบ VR Anxiety Scale ทั้งก่อนและหลังการฝึกนิวโรฟีดแบ็คของกลุ่มความวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง (E2)*



ภาพที่ 15 *กราฟแสดงการเปรียบเทียบ VR Anxiety Scale ทั้งก่อนและหลังการฝึกนิวโรฟีดแบ็คของกลุ่มความวิตกกังวลสูงมากที่สุด (E3)*

จะเห็นได้ว่ามาตรวัด VR Anxiety Scale นั้นสามารถใช้วัดความวิตกกังวลได้ เช่นกลุ่มที่ ทำแบบสอบถาม Zung Self-Rating Anxiety Scale ที่มีคะแนนอยู่ในช่วง 45-59 คะแนน กลุ่ม E1 ความวิตกกังวลเล็กน้อย-ปานกลาง จะมีระดับ VR Anxiety Scale อยู่ในช่วง 20-60 คะแนน ซึ่งเมื่อผ่านการฝึกนิวโรฟีดแบ็คแล้วเมื่อไปเจอสถานการณ์ที่สร้างความวิตกกังวลจะมีระดับ VR Anxiety Scale อยู่ในช่วง 10-40 ส่วนกลุ่ม E2 มีคะแนนอยู่ในช่วง 60-74 คะแนน กลุ่มความวิตกกังวลเด่นชัด-รุนแรง จะมีระดับ VR Anxiety Scale อยู่ในช่วง 40-80 ซึ่งเมื่อผ่านการฝึกนิวโรฟีดแบ็คแล้วเมื่อไปเจอสถานการณ์ที่สร้างความวิตกกังวลจะมีระดับ VR Anxiety Scale อยู่ในช่วง 20-60 และกลุ่ม E3 มีคะแนนอยู่ในช่วง 75-80 คะแนน กลุ่มความความวิตกกังวลสูงมากที่สุด จะมีระดับ VR Anxiety Scale อยู่ในช่วง 70-100 ซึ่งเมื่อผ่านการฝึกนิวโรฟีดแบ็คแล้วเมื่อไปสถานการณ์ที่สร้างความวิตกกังวลจะมีระดับ VR Anxiety Scale อยู่ในช่วง 50-90 ซึ่งเป็นการลดความวิตกกังวลอย่างมีนัยสำคัญต่อบุคคลที่มีความวิตกกังวล

สาเหตุที่ผู้วิจัยนำคลื่น Alpha, Beta, Gamma มาสร้างเป็นมาตรวัดความวิตกกังวลนั้น เนื่องจากเวลาที่คนเราพบสถานการณ์ที่ทำให้เกิดความกลัวและความวิตกกังวลและพยายามจะคิดหาทางออก ค่า Gamma จะเพิ่มขึ้นในช่วงที่ขึ้นไปจุดที่สูงที่สุดของการจำลองมองลงมายังด้านล่างและผู้เล่นพยายามหาทางออกจากที่ตรงนั้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ning Wang [14] เรื่อง Gamma oscillation in brain connectivity in emotion recognition by Granger causality ซึ่งศึกษาคลื่น Gamma กับสิ่งเร้าที่ส่งผลต่ออารมณ์ในเชิงลบ พบว่าคลื่น Gamma จะเพิ่มสูงขึ้นขณะที่ผู้ทดสอบต้องตัดสินใจอะไรบางอย่างที่จะหนีออกจากสิ่งเร้าที่ส่งผลต่ออารมณ์ในเชิงลบ ส่วนค่า Beta จะเกิดขึ้นในขณะที่ร่างกายถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าต่าง ๆ จะเกิดขึ้นในช่วงที่ระบบจำลองมีเสียงลิฟต์กำลังเลื่อนขึ้นที่สูงซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nattawat Soontreekulpong [15] เรื่อง Investigation of Various Manipulated Music Tempo for Reducing Negative Emotion Using Beta EEG Index พบว่าคลื่น Beta กับสิ่งเร้าทางระดับความเร็วของเสียงดนตรีพบว่าดนตรีที่เร็วจะส่งผลต่อคลื่น Beta ที่สูงขึ้น และค่า Alpha จะเกิดขึ้นเมื่อสถานการณ์ที่ทำให้เกิดความกลัวและความวิตกกังวลผ่อนคลายจะเกิดขึ้นในช่วงที่ผู้เล่นสามารถออกจากสถานการณ์ได้ หรือพบฉากที่เป็นลักษณะยืนบนพื้นราบโดยพบการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นจากเดิมซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Safie. S. I. Aimullah [16] เรื่อง Alpha-Band Frequency Dependency Between EEG in the Presence of Fear พบว่าในขณะที่ผู้ทดลองออกจากสิ่งเร้าหรือสามารถแก้ปริศนาจากสิ่งเร้าที่เป็นลบจะส่งผลทำให้คลื่น Alpha ลดลงด้วย ซึ่งศึกษาส่วนค่า Delta Theta นั้นไม่พบการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการทดลองเนื่องจากคลื่นประเภทนี้จะพบการเปลี่ยนแปลงได้ตอนที่เราหลับตื่นและหลับลึก

5. สรุป

จากผลการศึกษาที่พบว่า มาตรวัด VR Anxiety Scale ที่ผูกเงื่อนไข รวม 3 คลื่น นั้นสามารถใช้วัดความวิตกกังวลได้ คลื่นสมองที่มีค่าการเปลี่ยนแปลง Alpha, Beta, Gamma ซึ่งส่งผลต่อผู้ทดลองความจริงเสมือนในสถานการณ์จำลองความสูง

ทำให้เกิดความกลัวและความวิตกกังวล โดยคลื่น Gamma จะเกิดขึ้นสูงเมื่อผู้ทดลองอยู่ในภาวะอารมณ์เชิงลบ แต่ต้องตัดสินใจว่าจะหลบหลีก หรือแก้ไขปัญหาที่เจออย่างไร คลื่น Beta จะเกิดขึ้นสูงอันเนื่องมากจากเหตุการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงกระทันหันเช่น มีเสียงดัง หรือมีภาพที่ปรากฏผ่านจออย่างกระทันหันทำให้ผู้ทดลองตกใจ และคลื่น Alpha จะเกิดขึ้นเมื่อภาวะอารมณ์มีความสงบมีสมาธิ โดยความกลัวและความวิตกกังวลดังกล่าวนั้น ได้แสดงออกทางร่างกายในลักษณะต่าง ๆ เช่น ตัวสั่นหายใจแรง หัวใจเต้นเร็ว เป็นต้น ซึ่งอาจจะมีผลกระทบต่อสุขภาพ ดังนั้นจะเห็นว่าคลื่นทั้ง 3 ชนิด มีความสัมพันธ์กัน หากสามารถลดคลื่น Beta ได้ก็จะส่งผลต่อคลื่นอื่น ๆ เช่นกัน ดังนั้นในอนาคตงานวิจัยนี้จะเป็นแนวทางหนึ่งในการนำเทคโนโลยีความจริงเสมือนและเทคโนโลยีนิวโรฟีดแบ็คเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการรักษาสุขภาพจิตในอนาคต ช่วยเปลี่ยนทัศนคติเชิงลบเป็นเชิงบวกได้ ซึ่งในปัจจุบันมีแนวโน้มที่คนจะเป็นโรคทางจิตเวชมากขึ้นเรื่อย ๆ ทุกปี และมีการใช้งบประมาณในการรักษาที่เพิ่มสูงขึ้นอีกด้วย

6. เอกสารอ้างอิง

[1] จุฑารัตน์ สถิรปัญญา. *สุขภาพจิต = Mental health.* พิมพ์ครั้งที่ 2, ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยทักษิณ, 2552.

[2] บุญเรือง ไตรเรืองวุฒิ, *บทความกรมสุขภาพจิต กรมสุขภาพจิตเผยปัญหาสุขภาพจิตคนไทยอายุ18ปีขึ้นไป.* Available Online at https://bit.ly/2Deh2oa, accessed on 1 March 2563.

[3] บุญเรือง ไตรเรืองวุฒิ, *บทความกรมสุขภาพจิต กรมสุขภาพจิต เผย "ปัญหาเครียด" ครองแชมป์ ปรึกษาสายด่วน 1323 ในปี 60 แนะคนทำงานใช้ 10 วิธีลดปัญหา!!.* Available Online at https://bit.ly/2oBbmwY, accessed on 1 March 2563.

[4] กองยุทธศาสตร์และแผนงานกรมสุขภาพจิต, *รายงานประจำปีกรมสุขภาพจิต ปีงบประมาณ 2562.* Available Online at https://www.dmh.go.th/report/dmh/rpt_year/, accessed on 1 March 2563.

[5] C.D. Spielberger. "Manual for the State-Trait Anxiety Inventory." *Consulting Psychology Press*, Palo Alto, CA. 1983.

[6] T. Omura, and S. Kanoh, "A basic study on neuro-feedback training to enhance a change of sensory-motor rhythm during motor imagery tasks." *10th Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON)*, Hokkaido, Japan, pp.1-5, 2017.

[7] A. Rizzo. "Virtual Reality Exposure Therapy for Combat-Related Posttraumatic Stress Disorder." *Journal of Computer*, Vol. 47, No. 7, pp. 31-37, July, 2014.

[8] N. Zeng, and Z. Pope. "Virtual Reality Exercise for Anxiety and Depression: A Preliminary Review of Current Research in an Emerging Field." *Journal of Clinical Medicine.* Vol. 7, No. 3, pp.1-13, Mar, 2018.

[9] Riva G., and Waterworth J. A. *Being Present in a Virtual World. The Oxford Handbook of Virtuality.* New York, NY: Oxford University Press, 205–221. 10.1093/oxfordhb/9780199826162.013.015, 2014.

[10] N. Zeng, and Z. Pope. "Virtual Reality Applications for the Assessment and Treatment of PTSD". *Handbook of Military Psychology: Clinical and Organizational Practice*, pp. 453-471, Dec 2017.

[11] W. WK Zung, "A Rating Instrument for Anxiety Disorders." 12(6): *Psychosomatics*, pp. 371-379. 1971.

[12] M.A. Klados, N. Pandria, A. Athanasiou, and P.D.Bamidis, "An Automatic EEG Based System for the Recognition of Math Anxiety." *2017 IEEE 30th International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS)*, Greece, pp. 409-412, 2017.

[13] J.M. Rogers., S.J. Johnstone, A. Aminov, J. Donnelly, and P. H. Wilson, "Test-retest reliability of a single-channel, wireless EEG system." *International Journal of Psychophysiology,* Vol. 106, pp. 87–96, 2016.

[14] N. Wang, Y. Wang, Y. Li, Y. Tang, and J. Wang. "Gamma oscillation in brain connectivity in emotion recognition by Granger causality." *4th International Conference on Biomedical Engineering and Informatics*, China, pp. 762-766, 2011.

[15] N. Soontreekulpong, N. Jirakittayakorn, and Y. Wongsawat. "Investigation of Various Manipulated Music Tempo for Reducing Negative Emotion Using Beta EEG Index." *2018 International Electrical Engineering Congress*, Krabi, Thailand, pp. 1-4, 2018.

[16] S. S. I. Aimullah., "Alpha-Band Frequency Dependency Between EEG in the Presence of Fear." *2018 8th IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering (ICCSCE)*, Penang, Malaysia, pp.1-4, 2018.

ระบบตรวจสอบย้อนกลับข้าวและผักในจังหวัดนครปฐม
Traceability System for Rice and Vegetables in Nakhon Pathom Province

เดช ธรรมศิริ (Dech Thammasiri)* และ สมพล สุขเจริญพงษ์ (Sompon Sukcharoenpong)*

Received: February 17, 2021
Revised: March 3, 2021
Accepted: March 10, 2021

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: สมพล สุขเจริญพงษ์ (Sompon Sukcharoenpong) อีเมล: sompon@webmail.npru.ac.th

บทคัดย่อ

ภาคการเกษตรถือเป็นส่วนสำคัญของประเทศไทย นอกจากประเทศไทยเป็นประเทศที่ส่งออกข้าวติดอันดับต้นของโลกแล้ว ประเทศไทยยังมีเป้าหมายที่จะเป็นผู้ส่งออกอาหารที่สำคัญ ตามนโยบายการเป็นครัวของโลก จังหวัดนครปฐมเป็นหนึ่งในจังหวัดที่มีการผลิตข้าวและผักเป็นจำนวนมาก เนื่องมาจากมีระบบชลประทานที่ครอบคลุม การสร้างมาตรฐานและความเชื่อมั่นให้กับผู้บริโภคนั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะช่วยยกระดับราคาสินค้าทางการเกษตร ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงได้นำเสนอการใช้ระบบตรวจสอบย้อนกลับสำหรับข้าวและผัก เพื่อให้ผู้บริโภคสามารถทราบถึงแหล่งที่มาและกระบวนการผลิต รวมทั้งสามารถติดต่อไปยังเกษตรกรได้โดยตรง ผลจากการประเมินระบบโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับสูงมากคือ 4.83 (S.D. = 0.29) นอกจากนี้ จากการสำรวจผู้บริโภคจำนวน 30 คน พบว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อระบบอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด คือ 4.37 (S.D. = 0.64) และยังพบว่าผู้บริโภคยินดีที่จะจ่ายเงินเพิ่มให้กับสินค้าหากทราบถึงแหล่งที่มาและกระบวนการผลิต

คำสำคัญ: ระบบตรวจสอบย้อนกลับ อาหารปลอดภัย คิวอาร์โค้ด

Abstract

Agricultural sector is one of the most important sector in Thailand. Other than being a leading rice exporter country, Thailand has set a goal to become a leading food exporter with the campaign “the Kitchen of the World”. Nakhon Pathom is one of the main rice and vegetable producers thanks to the comprehensive irrigation system. Establishing standards and enhancing consumer confidence are necessary to earn premium prices for agricultural products. Therefore, this research proposes the use of a traceability system for rice and vegetables that allows consumers to trace back the source and the production process, and to contact farmers directly. Based on evaluation by experts, the traceability system receives a high average score of 4.83 (S.D. = 0.29). Moreover, the survey results from 30 consumers indicate that consumers are (very) satisfied with the system high average score of 4.37 (S.D. = 0.64). The consumers are also willing to pay extra prices for the products that the source and production process are traceable.

Keywords: Traceability, Food safe, QR code.

1. บทนำ

เกษตรกรรมเป็นภาคการผลิตที่สำคัญของประเทศไทยมาเป็นระยะเวลายาวนาน กำลังแรงงานของประเทศที่มีงานทำร้อยละ 35 อยู่ในภาคการเกษตร (12.37 ล้านคน จาก 38.26 ล้านคน) [1] ส่งผลให้มีผลิตผลการเกษตรออกสู่ตลาดเป็นจำนวนมาก หากแต่ปัญหาที่พบเจอได้แก่ พืชผักบางส่วนมีสารเคมีปนเปื้อน ผู้บริโภคไม่ทราบถึงแหล่งที่มารวมทั้งกระบวนการผลิต ทำให้สินค้าทางการเกษตรขายไม่ได้ราคาเท่าที่ควร

ช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา การตรวจสอบย้อนกลับในผลิตภัณฑ์ไม่ว่าจะเป็นพืชผัก หรือเนื้อสัตว์ได้กลายเป็นสิ่งที่สำคัญ หลายประเทศมีการพัฒนาระบบตรวจสอบย้อนกลับเพื่อสร้างเป็นมาตรฐานสำหรับอาหารปลอดภัย ดังเช่น

* สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
* Department Business Computer , Faculty of Management Science , Nakhon Pathom Rajabhat University.

ในปี ค.ศ. 2002 สำนักงานความปลอดภัยด้านอาหารของสหภาพยุโรป (EU Food Safety Authority) [2] ได้ถูกก่อตั้งขึ้นเพื่อดูแลเกี่ยวกับอาหาร อาหารสัตว์ รวมถึงวัตถุดิบ ซึ่งครอบคลุมถึงกระบวนการผลิต ขั้นตอนการแปรรูป กระบวนการเก็บ และกระบวนการของการขนส่ง นอกจากนั้นในเดือนกรกฎาคม ปี ค.ศ. 2013 ประเทศสหรัฐอเมริกาได้จัดตั้งหน่วยงาน "Global Food Traceability Center" [3] ขึ้น ซึ่งหนวยงานดังกล่าวข้างต้นจะเป็นหน่วยงานกลางที่รวมเอาองค์กรภาครัฐ บริษัท สถาบันการศึกษา ผู้บริโภค และอื่น ๆ ที่ร่วมกันเพื่อโปรโมทการตรวจสอบย้อนกลับในห่วงโซ่อาหาร

การตรวจสอบย้อนกลับนั้นมีการนำไปใช้งานที่หลากหลาย ดังเช่น Schaarschmidt และคณะ [4] ได้นำเสนอเกี่ยวกับการตรวจสอบย้อนกลับในผลิตภัณฑ์สำหรับทำอาหารและเครื่องเทศ เห็นได้ว่ามีการนำเอาระบบดังกล่าวมาใช้งานกันอย่างแพร่หลาย แต่อย่างไรก็ตามการนำข้อมูลมาประมวลผลเป็นรายงานยังพบได้น้อย อีกทั้งการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างธุรกิจเองก็ยังไม่เกิดขึ้นเท่าไรนัก Cao และคณะ [5] ได้มีการประยุกต์ใช้การตรวจสอบย้อนกลับของผลิตภัณฑ์ในมณฑลเจียงซูประเทศจีน Feng และคณะ [6] ทำการตรวจสอบย้อนกลับความปลอดภัยในเนื้อวัวของประเทศจีน Barge และคณะ [7] ได้นำ RFID ที่ใช้เทคโนโลยีคลื่นความถี่ LF, HF และ UHF มาประยุกต์ใช้สำหรับการตรวจสอบย้อนกลับกระบวนการผลิตซีส Hong และคณะ [8] ได้ทำการนำ RFID มาประยุกต์ใช้ตรวจสอบย้อนกลับสำหรับร้านสะดวกซื้อในประเทศไต้หวัน นอกจากนั้นผู้วิจัยยังได้มีการคำนวณจุดคุ้มทุนของการนำ RFID มาประยุกต์ใช้ ซึ่งพบว่าสามารถคืนทุนและสร้างผลกำไรได้ในปีที่ 4 Qian และคณะ [9] ได้มีการประยุกต์ใช้ RFID สำหรับโรงงานแป้งสาลี ซึ่งสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ถึงแปลงที่เพาะปลูกข้าวสาลี เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านความถูกต้องกับระบบเดิมที่ใช้จดลงกระดาษพบว่าระบบที่นำเสนอใหม่มีความถูกต้องถึง 99% ในขณะที่ระบบเดิมมีความถูกต้องเพียง 91% หากดูในส่วนของเวลาที่ใช้พบว่าระบบที่นำเสนอสามารถลดเวลาในการทำงานลงได้ถึงครึ่งหนึ่งจากเวลาที่ใช้เดิม แต่ปัญหาของการนำ RFID มาใช้คือจะมีค่าใช้จ่ายในการจัดหาอุปกรณ์ ซึ่งมีราคาสูง ดังนั้นจึงมีการนำคิวอาร์โค้ดมาประยุกต์ใช้งาน ซึ่งคิวอาร์โค้ดสามารถใช้งานได้หลากหลาย เช่น Naruetep และคณะ [10] ได้นำคิวอาร์โค้ดมาใช้สำหรับการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมร่วมกับการนำเข้าข้อมูลผ่านระบบออนไลน์ ซึ่งผู้ใช้งานระบบมีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก

สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยมีแนวคิดในการนำเอาคิวอาร์โค้ดมาใช้สำหรับการตรวจสอบย้อนกลับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร สำหรับช่วยสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ผู้บริโภค และช่วยยกระดับรายได้แก่เกษตรกร

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบตรวจสอบย้อนกลับ (Traceability System)

นั้นเป็นระบบตรวจสอบย้อนกลับสากลที่กำหนดโดยองค์กร GS1 (The Global GS1 Traceability Standard) หรือเดิมคือ องค์กร EAN International ซึ่งเป็นองค์กรระดับชาติที่มีการร่วมมือกับองค์กร Uniform Code Council (UCC) USA ซึ่งมีบทบาทหน้าที่ในการกำหนด และผลักดันให้เกิดระบบมาตรฐานการสอบย้อนกลับสากล รวมไปถึงการวางมาตรฐานในการเก็บข้อมูลอัตโนมัติ และการสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ในภาคอุตสาหกรรม ทั้งนี้ปัจจุบันทั่วโลกมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายรวมถึงประเทศไทยด้วย โดยสำหรับประเทศไทยมีสถาบันรหัสสากล สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย หรือ GS1 Thailand เป็นผู้ดูแลกระบวนการตรวจสอบย้อนกลับนั้นประกอบด้วย 2 ขั้นตอนที่สำคัญ [11] คือ

1. การค้นหาแหล่งที่มาของสินค้า กรณีเมื่อพบสินค้าที่มีปัญหาที่ปลายทาง (ผู้บริโภคหรือลูกค้า) จึงทำให้มีความจำเป็นต้องมีการตรวจสอบย้อนกลับไปถึงต้นน้ำ (แหล่งผลิตหรือที่มาของวัตถุดิบ) เพื่อหาสาเหตุของปัญหาที่พบ ว่าปัญหาดังกล่าวมีที่มาจากขั้นตอนใด เช่น วัตถุดิบ การผลิต การจัดเก็บ การบรรจุ การขนส่ง เป็นต้น นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการออกมาตรการป้องกันไม่ให้เกิดเหตุการณ์ดังกล่าวซ้ำอีก

2. การติดตามแหล่งที่จัดส่งสินค้าเพื่อเป็นการเรียกคืนสินค้าในกรณีตรวจสอบพบปัญหาเกี่ยวกับวัตถุดิบที่นำมาผลิตหรือกระบวนการผลิตในบางล็อตมีปัญหาที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคหรือลูกค้าได้ จึงจำเป็นต้องมีการเรียกคืนสินค้าดังกล่าวล็อตนั้นกลับ เพื่อไม่ให้สินค้าดังกล่าวไปถึงมือผู้บริโภคหรือลูกค้าได้ และเป็นการป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับผู้ผลิตได้

2.2 QR Code (คิวอาร์ โค้ด)

คือ สัญลักษณ์สี่เหลี่ยม ที่เริ่มเห็นแพร่หลายในบ้านเรามากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นจากหนังสือพิมพ์หรือนิตยสาร เรียกว่า QR Code (คิวอาร์ โค้ด) ย่อมาจาก Quick Response (ควิ๊ก เรสปอน)

เป็นบาร์โค้ด 2 มิติ ที่มีต้นกำเนิดมาจากประเทศญี่ปุ่น โดยบริษัท Denso-Wave (เดนโซ-เวฟ) ตั้งแต่ปี 1994 คุณสมบัติของ QR code คือ เป็นสัญลักษณ์แทนข้อมูลต่าง ๆ ที่มีการตอบสนองที่รวดเร็ว ซึ่งส่วนใหญ่จะนำมาใช้กับสินค้า สื่อโฆษณาต่าง ๆ เพื่อให้ข้อมูลเพิ่มเติม หรือจะเป็น URL (ยูอาร์แอล) เว็บไซต์ เมื่อนำกล้องของโทรศัพท์มือถือไปถ่าย QR Code ก็จะเข้าสู่เว็บไซต์ได้ทันทีโดยไม่ต้องเสียเวลาพิมพ์

ประโยชน์ของ QR Code สามารถนำ QR Code มาประยุกต์ใช้ได้หลากหลายรูปแบบ เช่น แสดง URL ของเว็บไซต์ ข้อความ เบอร์โทรศัพท์ และข้อมูลที่เป็นตัวอักษรได้อีกมากมาย ปัจจุบัน QR Code ถูกนำไปใช้ในหลาย ๆ ด้านเนื่องจากความรวดเร็ว เพราะทุกวันนี้คนส่วนใหญ่จะมีมือถือกันทุกคนและมือถือเดี๋ยวนี้ก็มีกล้องเกือบทุกรุ่นแล้ว ประโยชน์ที่เห็นได้ชัดที่สุดของ QR Code คือการแสดง URL ของเว็บไซต์ เพราะ URL โดยปกติแล้วจะจดจำยากเพราะยาวและบางทีก็จะซับซ้อนมาก แต่ด้วย QR Code เราเพียงแค่ยกมือถือมาสแกน QR Code ที่เราพบเห็นตามผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ นามบัตร นิตยสาร ฯลฯ แล้วมือถือจะลิ้งค์เข้าเว็บเพจที่ QR Code นั้น ๆ บันทึกข้อมูลอยู่โดยอัตโนมัติ สำหรับการนำมาประยุกต์กับระบบตรวจสอบย้อนกลับนั้น ได้มีเทคโนโลยีที่เป็นที่นิยมได้แก่ BarCode และ RFID โดยสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างได้จากตารางที่ 1

ตารางที่ 1 *เปรียบเทียบ BarCode RFID และ QR Code*

คุณสมบัติ	BarCode	RFID	QR Code
ภาพตัวอย่าง			
ข้อมูลที่เก็บได้	จุข้อมูลได้ประมาณ 20 ตัวอักษร	เก็บข้อมูลได้ประมาณ 128 Byte	เก็บข้อมูลได้ประมาณ 4,000 ตัวอักษร
อุปกรณ์ในการอ่านข้อมูล	เครื่องอ่าน BarCode หรืออุปกรณ์มือถือและต้องมีฐานข้อมูล	ใช้อุปกรณ์เครื่องอ่าน RFID และต้องมีระบบรองรับ	ใช้อุปกรณ์มือถือในการอ่าน และเชื่อมต่อกับข้อมูลได้หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นเว็บไซต์ แผนที่ เบอร์โทร หรืออื่นๆ

คุณสมบัติ	BarCode	RFID	QR Code
ความคงทน	ส่วนใหญ่เป็นกระดาษหรือสติกเกอร์ทำให้ไม่คงทนต่อน้ำและความชื้น	มีความคงทนต่อความชื้น	ส่วนใหญ่เป็นกระดาษหรือสติกเกอร์ทำให้ไม่คงทนต่อน้ำและความชื้น
ค่าใช้จ่าย	ค่าใช้จ่ายสำหรับสติกเกอร์และอุปกรณ์มีราคาต่ำ แต่ต้องมีระบบรองรับ	อุปกรณ์และ Tag ที่ใช้มีราคาค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับแบบอื่น	ค่าใช้จ่ายสำหรับสติกเกอร์มีราคาต่ำและอุปกรณ์สามารถใช้อุปกรณ์มือถือในการอ่านได้เลย

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเกี่ยวกับระบบตรวจสอบย้อนกลับนั้น ได้มีนักวิจัยให้ความสนใจเป็นจำนวนมาก ดังเช่น งานวิจัยของ Qian และคณะ [12] ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ การหาค่าที่เหมาะสมของขนาดและพื้นผิวของ QR Code สำหรับใช้ในบรรจุภัณฑ์อาหาร

Qian และคณะ [13] ได้วิจัยเกี่ยวกับ ระบบตรวจสอบย้อนกลับอาหารจากภาครัฐองค์กรและผู้บริโภค เปรียบเทียบระหว่างสหภาพยุโรปและทางประเทศจีน ซึ่งได้ศึกษาเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการระบุตัวสินค้า ไม่ว่าจะเป็นบาร์โคด RFID หรือ Biometric

Lin และคณะ [14] รวมทั้ง Casino และคณะ [15] ได้ศึกษาการนำเอาเทคโนโลยี Blockchain มาใช้ในการตรวจสอบย้อนกลับในส่วนของอาหารปลอดภัย เช่นเดียวกันกับ George และคณะ [16] ได้นำเสนอการใช้ Blockchain ในร้านอาหารสำหรับใช้ในการตรวจสอบย้อนกลับอาหารเพื่อสร้างความเชื่อมั่นแก่ผู้บริโภค โดยสามารถระบุผลิตภัณฑ์ที่ใช้ รวมทั้งมีการใช้อัลกอริทึมดัชนีคุณภาพอาหาร (FQI) เพื่อสร้างค่า FQI สำหรับช่วยในการระบุว่าอาหารนั้นดีต่อการบริโภคตามพารามิเตอร์ที่ระบุหรือไม่

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ลงพื้นที่เก็บข้อมูลและพัฒนาระบบ

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลข้าว และผักของเกษตรกร

ในจังหวัดนครปฐม เก็บข้อมูลโดยคณะผู้วิจัยลงพื้นที่เป็นผู้สังเกตการณ์ เพื่อเก็บข้อมูลและสังเกตสภาพการณ์ของพื้นที่ที่ศึกษา



ภาพที่ 1 *ลงพื้นที่เก็บรวบรวมและสำรวจข้อมูล*



ภาพที่ 2 *สำรวจแปลงเพาะปลูกรวมถึงขั้นตอนการเพาะปลูก*

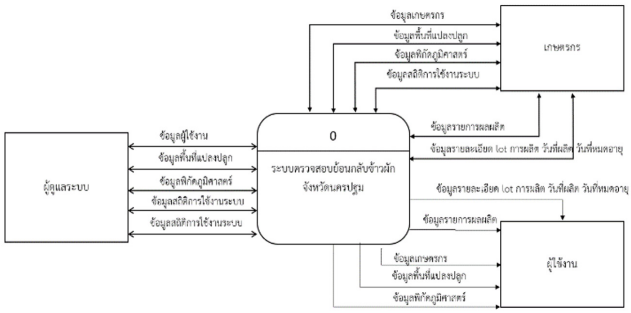


ภาพที่ 3 *เข้าขอคำแนะนำจากนักวิชาการส่งเสริมการเกษตรชำนาญการพิเศษจังหวัดนครปฐม*

สังเกตการณ์การปลูกข้าวและผัก สายพันธุ์ วิธีการปลูก การดูแลข้าวและผัก การเก็บรักษาและ การจำหน่ายผลผลิต และบางสถานการณ์ใช้การสนทนากับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวและผัก รวมทั้งสัมภาษณ์ความต้องการของผู้บริโภคเพื่อเก็บข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการนำไปสู่ขั้นตอนของการพัฒนาระบบตรวจสอบย้อนกลับข้าวและผักในจังหวัดนครปฐมโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

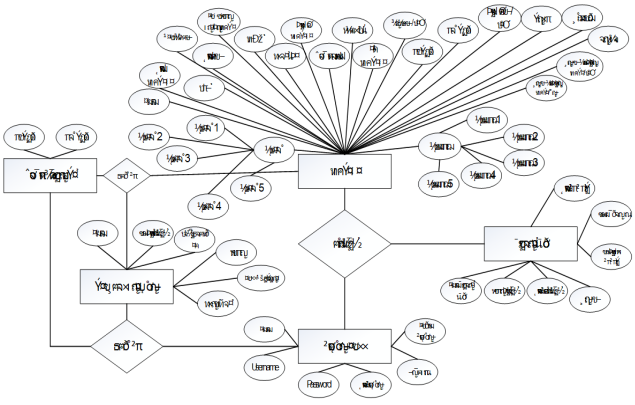
3.1.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนาระบบ เป็นขั้นตอนของการนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์และสังเคราะห์ เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาระบบตรวจสอบย้อนกลับข้าวและผักในจังหวัดนครปฐม

3.1.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (Analysis and Design) โดยนำความต้องการของผู้ใช้แต่ละกลุ่มมาวิเคราะห์เป็นแผนภาพบริบท (Context Diagrams) ดังภาพที่ 4

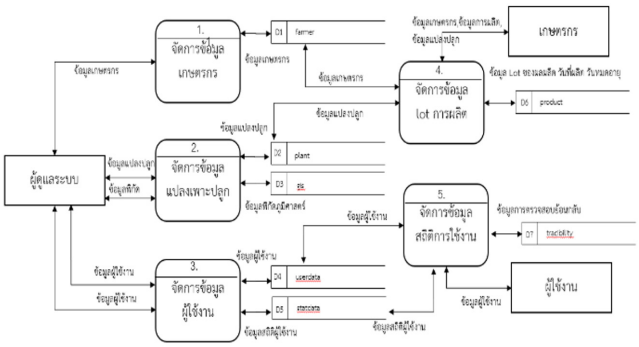


ภาพที่ 4 *แผนภาพบริบทการทำงานของระบบเบื้องต้น*

ทำการออกแบบ ER diagram และแผนภาพการไหลของข้อมูลดังภาพที่ 5 และ ภาพที่ 6



ภาพที่ 5 *แผนภาพ ER Diagram การออกแบบฐานข้อมูล*



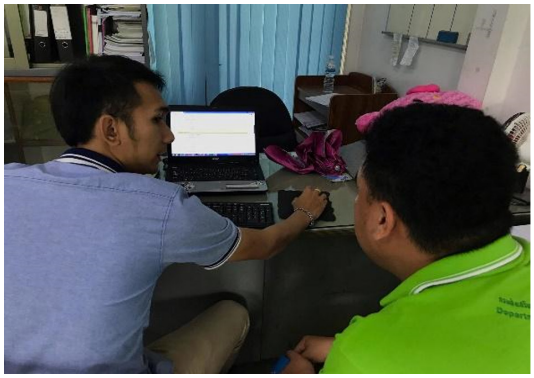
ภาพที่ 6 *แผนภาพการไหลของข้อมูลเบื้องต้น*

3.1.3 จากนั้นทำการพัฒนาระบบโดยพัฒนาด้วยภาษา PHP เชื่อมต่อฐานข้อมูล MySQL และให้บริการด้วย Apache Web Server สำหรับการสร้าง Qr-Code ผู้วิจัยได้ใช้ PHP QR Code [17] และใช้ mPDF version 5.7.2 ซึ่งเป็นโมดูล open source สำหรับการสร้างเอกสาร PDF

3.1.4 การทดสอบและบูรณาการระบบ (Testing/System integration) ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการใช้งานระบบตรวจสอบย้อนกลับข้าวและผักในจังหวัดนครปฐมที่พัฒนาขึ้น โดยในการเริ่มต้นระบบนั้นผู้วิจัยเป็นผู้ดูและระบบและปรับแก้ไขจนระบบนิ่งในระดับหนึ่งและจากนั้นผู้วิจัยได้นำผลงานวิจัยไปนำเสนอและประชุมหาแนวทางในการนำไปใช้งานให้กับทางเกษตรจังหวัดนครปฐม ซึ่งเป็นผู้ที่ใช้ประโยชน์โดยตรงกับงานวิจัย รวมทั้งได้ทำการสอนและถ่ายทอดให้ผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างให้เป็นผู้ดูและต่อไป ดังภาพที่ 7 และภาพที่ 8



ภาพที่ 7 *เข้าประชุมที่สำนักงานเกษตรจังหวัดนครปฐม เพื่อนำเสนอและหาแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อยอดจากงานวิจัย*



ภาพที่ 8 *ถ่ายทอดการใช้งานระบบให้แก่เจ้าหน้าที่เกษตรจังหวัดนครปฐม ณ สำนักงานเกษตรจังหวัดนครปฐมเพื่อนำไปขยายผลต่อไป*

3.1.5 ทำการประเมินประสิทธิภาพของระบบและการประเมินความพึงพอใจใช้สถิติที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) ดังสมการที่ 1

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \qquad (1)$$

โดย $\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ย
$\sum x$ คือ ผลรวมทั้งหมด
n คือ จำนวนประชากร

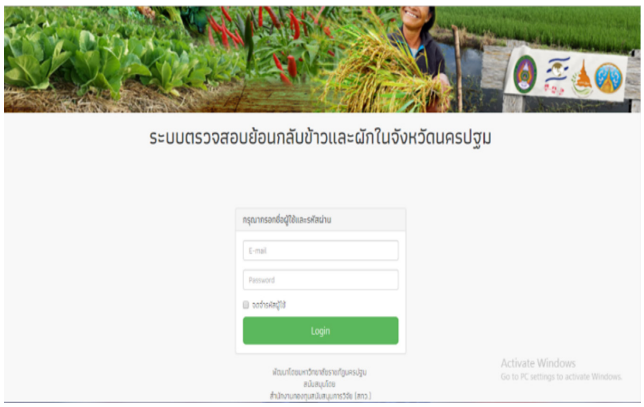
2. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ดังสมการที่ 2

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}} \qquad (2)$$

โดย $S.D.$ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum x$ คือ ผลรวมทั้งหมด
n คือ จำนวนประชากร

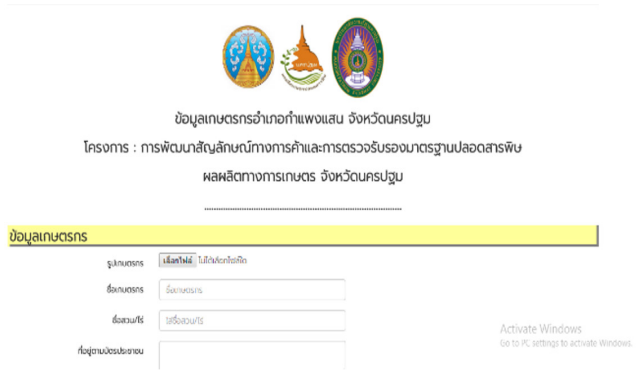
4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการพัฒนาระบบ ผลการพัฒนาระบบตรวจสอบย้อนกลับข้าวและผักจังหวัดนครปฐม มีการแบ่งส่วนทำงานในระบบออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ ๆ ดังนี้ 1) ข้อมูลสมาชิก 2) ข้อมูลพิกัดภูมิศาสตร์ 3) ข้อมูล QR Code 4) ข้อมูลผู้ใช้งานระบบ



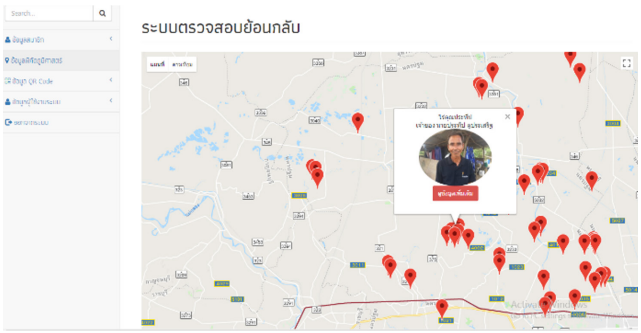
ภาพที่ 9 *แสดงขั้นตอนการ* Login *เข้าสู่ระบบ*

จากภาพที่ 9 ผู้ใช้งานระบบต้องป้อนชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านให้ถูกต้องถึงเข้าสู่ระบบได้ โดยผู้ใช้จะมีอยู่ด้วยกัน 2 ระดับ คือ ผู้ดูแลระบบ และผู้ใช้งานทั่วไป ซึ่งผู้ดูแลระบบสามารถปรับแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้ได้ทุกคน หากแต่ผู้ใช้ทั่วไปจะสามารถปรับแก้ไขได้เฉพาะข้อมูลของตัวเองเท่านั้น ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 *หน้าต่างแสดงหน้าฟอร์มการเพิ่มข้อมูลเกษตรกร*

จากภาพที่ 10 ผู้ใช้งานระบบสามารถโดยสามารถใส่รูปและเพิ่มข้อมูลเกษตรกรเข้าไปผ่านฟอร์มข้างต้น



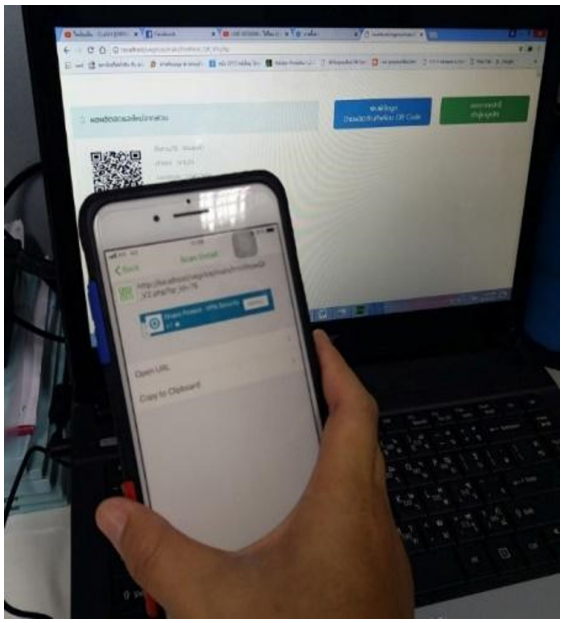
ภาพที่ 11 *เชื่อมโยงกับระบบแผนที่พิกัดภูมิศาสตร์*

จากภาพที่ 11 ผู้ใช้งานสามารถดูการกระจายตัวของแปลงปลูกของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ หากคลิ๊กเมาส์ไปยังจุดพิกัดบนแผนที่ โปรแกรมจะแสดงรูปภาพของเกษตรที่เป็นเจ้าของแปลงปลูกอีกทั้งยังสามารถกดเข้าไปดูรายละเอียด



ภาพที่ 12 *ป้าย QR Code*

ภาพที่ 12 แสดงให้เห็นถึงป้าย QR Code ที่สามารถพิมพ์ออกจากระบบ โดยในป้ายจะแสดงข้อมูลแปลงปลูก ประเภทของพืชผัก หรือข้าว เบอร์โทรติดต่อ รวมถึงอายุของผลิตภัณฑ์ และสามารถกำหนดจำนวนที่ต้องการพิมพ์ในแต่ละครั้งด้วยอีกด้วย สำหรับการใช้งานนั้นสามารถใช้โทรศัพท์มือถือทุกรุ่นที่มีกล้องเปิดโปรแกรมเพื่อทำการแสกนอ่านค่าในคิวอาร์โคต

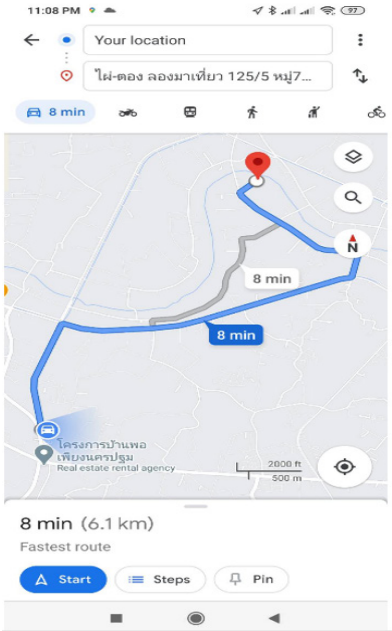


ภาพที่ 13 *ใช้มือถืออ่านข้อมูลใน QR code*



ภาพที่ 14 ใช้มือถืออ่านข้อมูลใน QR code

เมื่อทำการแสกนโปรแกรมจะแสดงให้เห็นถึงข้อมูลเกษตรกร ภาพเจ้าของแปลง ล๊อตของการผลิต วันที่ผลิต วันหมดอายุ รวมทั้งข้อมูลแปลงปลูก ข้อมูลกระบวนการปลูก ข้อมูลแหล่งน้ำ พร้อมทั้งมาตรฐานที่ได้รับ รวมทั้งข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง สามารถติดต่อไปยังเกษตรกรโดยตรงผ่านทางเบอร์ติดต่อ หรือ Line Application อีกทั้งสามารถแสดงแผนที่พิกัดภูมิศาสตร์เพื่อนำทางไปยังแปลงปลูกของเกษตรกร ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 ระบบนำทางเชื่อมโยงผ่าน Google map

4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

การประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน แสดงผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 *แสดงผลการประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญระบบตรวจสอบย้อนกลับ*

หัวข้อประเมิน	$\bar{x}$	*S.D.*	แปรผล
1. รูปแบบที่ใช้ในการนำเสนอมีความน่าสนใจ	5.00	0.00	มากที่สุด
2. มีข้อมูลครบถ้วนเหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด
3. ระบบให้ผลลัพธ์ตามจุดประสงค์ของระบบ	4.67	0.58	มากที่สุด
4. สามารถอ่านคิวอาร์โค้ดได้ง่ายมีข้อมูลครบถ้วนและเหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด
5. สามารถแสดงข้อมูลพิกัดภูมิศาสตร์ได้อย่างครบถ้วนและเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
6. ระบบสามารถสร้างความน่าเชื่อถือให้กับสินค้าทางการเกษตรได้	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	**4.83**	**0.29**	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่า ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ที่ 0.29 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

เมื่อระบบผ่านการประเมินประสิทธิภาพ จึงได้ทำการทดลองกับผู้ใช้

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มผู้ใช้

การประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มผู้ใช้ จำนวน 30 คน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 *ผลการประเมินความพึงพอใจของ ผู้ใช้ต่อระบบตรวจสอบย้อนกลับ*

หัวข้อประเมิน	$\bar{x}$	*S.D.*	แปรผล
ส่วนคิวอาร์โค้ด			
1. สามารถสแกนคิวอาร์โค้ดได้สะดวก	4.63	0.49	มากที่สุด
2. สามารถตรวจสอบย้อนกลับแหล่งที่มาของผักและข้าวในจังหวัดนครปฐมได้	4.43	0.57	มาก
3. แสดงข้อมูลได้แบบเหมาะสมและถูกต้อง	4.37	0.67	มาก
4. ข้อมูลมีความครบถ้วนและตรวจสอบได้	4.43	0.68	มาก
5. ข้อมูลมีความเป็นปัจจุบัน	4.33	0.61	มาก
6. ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้	4.57	0.57	มากที่สุด
7. รหัสคิวอาร์โค้ดสามารถสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้บริโภค	4.30	0.65	มาก
8. ผู้บริโภคยินยอมเต็มใจจ่ายเงินจาก 10 บาทเป็น 11 บาท โดยแลกกับสินค้าที่มีการติดคิวอาร์โค้ด ที่ระบุรายละเอียดสินค้าไว้อย่างชัดเจน	4.33	0.66	มาก
9. ผู้บริโภคยินยอมเต็มใจจ่ายเงินเพิ่มขึ้นโดยแลกกับสินค้าที่มีการติดคิวอาร์โค้ด ที่ระบุรายละเอียดสินค้าไว้อย่างชัดเจน	4.10	0.71	มาก
ส่วนของระบบ			
10. มีการรักษาความปลอดภัยของระบบ	4.27	0.58	มาก
11. การเพิ่มข้อมูลเกษตรกรมีความเหมาะสมและสะดวก	4.33	0.61	มาก
12. การแสดงข้อมูลสามารถแสดงข้อมูลที่จำเป็นได้อย่างครบถ้วน	4.23	0.73	มาก
13. พิกัดภูมิศาสตร์มีความแม่นยำ	4.37	0.61	มาก
14. สามารถพิมพ์คิวอาร์โค้ดได้ง่าย	4.37	0.72	มาก
15. ภาพรวมของระบบมีความเหมาะสมและสวยงาม	4.40	0.67	มาก
16. ระบบสามารถใช้งานได้ง่ายและมีความสมบูรณ์ครบถ้วน	4.43	0.73	มาก
รวม	**4.37**	**0.64**	มาก

จากตารางที่ 3 พบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจในการใช้งานระบบโดยรวมอยู่ใน ระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.64

4.4 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนสำหรับการพิมพ์คิวอาร์โค้ดและนามบัตร

จากระบบตรวจสอบย้อนกลับข้าวและผักในจังหวัดนครปฐม มีความจำเป็นต้องให้ผู้ใช้ลงทุนสำหรับสติ๊กเกอร์เพื่อไว้ในการพิมพ์คิวอาร์โค้ดรวมไปถึงนามบัตร โดยสามารถวิเคราะห์ต้นทุนสำหรับผู้ใช้ไว้ดังนี้

สติ๊กเกอร์กระดาษสำหรับงานพิมพ์เนื้อกาวชนิดพิเศษทนความร้อนสำหรับงานหลากหลาย ยี่ห้อ N&P STICKER ขนาด A4 จำนวน 50 แผ่นต่อแพ็ค ราคา 105 บาท โดย 1 แผ่นสามารถพิมพ์คิวอาร์โค้ดได้ 10 ชิ้น และกระดาษการ์ดหอมยี่ห้อ N&P GRAPHIC ขนาด A4 180 แกรม จำนวน 50 แผ่นต่อแพ็ค ราคา 85 บาท ดังภาพที่ 16 สามารถวิเคราะห์ต้นทุนได้ดังนี้

$$\text{ราคาต่อหน่วย} = \frac{\text{ราคาต่อแพ็ค}}{(\text{จำนวนชิ้น} \times \text{จำนวนแผ่น})}$$

ต้นทุนคิวอาร์โค้ดเฉลี่ยต่อชิ้นอยู่ที่ $\frac{105}{(10 \times 50)} = 0.21$ บาท

ต้นทุนนามบัตรเฉลี่ยต่อชิ้นอยู่ที่ $\frac{85}{(10 \times 50)} = 0.17$ บาท



ภาพที่ 3 *สติ๊กเกอร์และกระดาษการ์ดหอม*

5. สรุป

การพัฒนาระบบตรวจสอบย้อนกลับข้าวและผักในจังหวัดนครปฐม มีคุณภาพอยู่ในระดับเกณฑ์ มากที่สุด ($\bar{x}$ =4.83 , S.D. = 0.29) จากผู้เชี่ยวชาญและมีระดับความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์มาก มาก ($\bar{x}$ =4.37 , S.D. = 0.64) จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยคุณภาพและความพึงพอใจ คือการใช้งานสามารถอภิปรายได้ดังนี้

เพื่อสร้างความมั่นใจและความเชื่อมั่นให้แก่ผู้บริโภคผลผลิตทางการเกษตรในพื้นที่จังหวัดนครปฐม ระบบตรวจสอบย้อนกลับข้าวและผักในจังหวัดนครปฐม ซึ่งรหัสคิวอาร์จะติดอยู่บนบรรจุภัณฑ์ เพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบถึงแหล่งที่มาว่าเพาะปลูกแหล่งใด การป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัยหรือไม่อย่างไร ใช้วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแบบใด เพื่อเป็นการสนับสนุนระบบการควบคุมคุณภาพและความปลอดภัย ที่จะช่วยเพิ่มมูลค่าข้าวและผัก ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น และเป็นการเพิ่มศักยภาพแข่งขันของสินค้าการเกษตรของเกษตรกรไทย

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกในส่วนของเกษตรกรผู้ปลูกรวมทั้งผู้บริโภค พบว่าการปลูกพืชผักในปัจจุบันมีการแข่งขันกันสูง หากสินค้ามีการติดคิวอาร์โค้ด และสามารถตรวจสอบย้อนกลับไปยังแหล่งผลิต รู้ถึงที่มาของสินค้า ทราบถึงขั้นตอนวิธีการเพาะปลูก การใช้สารชีวภาพและปุ๋ยอินทรีย์ จะทำให้เพิ่มความมั่นใจแก่ผู้บริโภค และเมื่อผู้บริโภคมั่นใจ ทำให้ตัดสินใจซื้อสามารถสร้างรายได้ที่เพิ่มขึ้นแก่เกษตรกร อีกทั้งยังสามารถยืนยันได้ว่า แปลงปลูกนี้ได้รับรองมาตรฐานหรือไม่ เป็นการสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้บริโภค และเมื่อสอบถามถึง เรื่องของราคา พบว่าผู้บริโภคยินยอมเต็มใจจ่ายเงินเพิ่มขึ้น โดยแลกกับสินค้าที่มีการติดคิวอาร์โค้ดซึ่งสามารถตรวจสอบรายละเอียดของสินค้าได้อย่างชัดเจน ซึ่งตรงกับงานวิจัยของ Jin และคณะ [18] ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเต็มใจที่จะจ่ายเงินของผู้บริโภคสำหรับการตรวจสอบย้อนกลับอาหารในประเทศจีน โดยทำการเก็บข้อมูลจากผู้บริโภคจำนวน 88 คน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ผู้บริโภคหากตรวจสอบย้อนกลับและได้ข้อมูลรายละเอียดของสินค้า ไม่ว่าจะเป็นใบรับรองคุณภาพของสินค้า รายละเอียดของการเพาะปลูก จะยอมจ่ายเงินค่าสินค้านั้นสูงขึ้น 10% มากกว่าสินค้าทั่วไปที่ไม่สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้

ดังนั้นการพัฒนาระบบตรวจสอบย้อนกลับข้าวและผักในจังหวัดนครปฐม จึงเป็นการยกระดับการผลิตรวมทั้งรายได้ของเกษตรกร อีกทั้งเพื่อสร้างความเชื่อมั่นและความมั่นใจให้แก่ผู้บริโภค

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (Thailand Science Research and Innovation) รวมทั้งมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

6. เอกสารอ้างอิง

[1] เชาวนา เพชรรัตน์, *รูปแบบการผลิตเกษตรของครัวเรือนไทยในชนบท. จากข้อมูล Townsend Thai Data.* Available Online at https://www.pier.or.th/abridged/2019/10/ 2562, accessed on 30 January 2021.

[2] wikipedia, *European Food Safety Authority.* Available Online at https://en.wikipedia.org/wiki/European_Food_Safety_Authority, accessed in 2017.

[3] S. Food Magazine. *IFT's Global Food Traceability Center: Untangling the Food Supply Chain*. Available Online at https://www.foodsafetymagazine.com/magazine-archive1/junejuly-2014/ifte28099s-global-food-traceability-center-untangling-the-food-supply-chain/, accessed in 2017.

[4] S. Schaarschmidt, et al., "Reporting of traceability and food safety data in the culinary herb and spice chains." *Food Control,* Vol. 83, pp. 18-27, 2018.

[5] Y. Cao, et al., "Implementation and Current Status of Food Traceability System in Jiangsu China." *Procedia Computer Science*, Vol. 122, pp. 617-621, 2017.

[6] J. Feng, et al., "Development and evaluation on a RFID-based traceability system for cattle/beef quality safety in China." *Food Control,* Vol. 31, pp. 314-325, 2013.

[7] P. Barge, et al., "Item-level Radio-Frequency IDentification for the traceability of food products: Application on a dairy product." *Journal of Food Engineering,* Vol. 125, pp. 119-130, 2014.

[8] I. H. Hong, et al., "An RFID application in the food supply chain: A case study of convenience stores in Taiwan." *Journal of Food Engineering,* Vol. 106, pp. 119-126, 2011.

[9] J.-P. Qian, et al., "A traceability system incorporating 2D barcode and RFID technology for wheat flour mills." *Computers and Electronics in Agriculture,*

Vol. 89, pp. 76-85, 2012.

[10] N. SuwanThada, et al., "Application of QR Code to Activity Registration for graduate with import data via the online storage." *Information Technology Journal,* Vol. 9, pp. 20-26, 2013.

[11] เฉลิมชนม์ ไวศยดำรง. “The Global Traceability Standard.” *ASIA PACIFIC FOOD INDUSTRY THAILAND*, Vol. 3, pp. 42-45. 2549.

[12] J. Qian, et al., "Optimizing QR code readability for curved agro-food packages using response surface methodology to improve mobile phone-based traceability." *Food Packaging and Shelf Life,* Vol. 28, pp. 100638, 2021/06/01/ 2021.

[13] J. Qian, et al., "Food traceability system from governmental, corporate, and consumer perspectives in the European Union and China: A comparative review." *Trends in Food Science & Technology,* Vol. 99, pp. 402-412, 2020.

[14] Q. Lin, et al., "Food Safety Traceability System based on Blockchain and EPCIS." *IEEE Access*, Vol. PP, pp. 1-1, 2019.

[15] F. Casino, et al., "Modeling food supply chain traceability based on blockchain technology." *IFAC-PapersOnLine*, Vol. 52, pp. 2728-2733, 2019.

[16] R. V. George, et al., "Food quality traceability prototype for restaurants using blockchain and food quality data index." *Journal of Cleaner Production*, Vol. 240, pp. 118021, 2019.

[17] D. Dzienia. *PHP QR Code.* Available Online at https://sourceforge.net/projects/phpqrcode/ accessed in 2018.

[18] S. Jin, et al., "Amount of information and the willingness of consumers to pay for food traceability in China." *Food Control,* Vol. 77, pp. 163-170, 2017.

การรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้าด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่น โดยใช้ภาพถ่ายใบหน้าเพียงครึ่งเดียว

Facial Expression Recognition using Convolutional Neural Networks Based on Half Facial Sections

พนเมษ ญาณฐิติรัตน์ (Panamet Yanthitirat)* จรัญ แสนราช (Charun Sanrach)*
และ สรเดช ครุฑจ้อน (Soradech Krootjohn)*

Received: February 9, 2021
Revised: April 7, 2021
Accepted: April 28, 2021

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: พนเมษ ญาณฐิติรัตน์ (Panamet Yanthitirat) อีเมล: panamet.y@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้าด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่น โดยมีสมมติฐานในการวิจัยว่า หากตำแหน่งของอวัยวะบนใบหน้าของมนุษย์ใกล้ความเป็นสมมาตรโดยมีจมูกเป็นกึ่งกลางจริง การใช้ภาพถ่ายที่มีเพียงซีกใดซีกหนึ่งของใบหน้าจะสามารถวิเคราะห์การรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้าได้ โดยกำหนดการรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้าแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มทางอารมณ์ ได้แก่ อารมณ์เชิงลบ อารมณ์ปกติและอารมณ์เชิงบวก ซึ่งใช้ชุดข้อมูลภาพจากการแข่งขัน FER2013 สำหรับฝึกสอนและทดสอบแบบจำลอง ภาพถ่ายใบหน้าภายในชุดข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็นภาพซีกซ้ายและภาพซีกขวา เริ่มต้นผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบจำลองซึ่งมีโครงสร้างตามโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่นที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ ได้แก่ LeNet-5, Mememoji และ 3CNNs นำมาพัฒนาและเปรียบเทียบแบบจำลองให้เหมาะสมต่อการจำแนกภาพซีกซ้ายและภาพซีกขวา เมื่อได้แบบจำลองที่มีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้ทำการผสานแบบจำลองเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดความเหมาะสมต่อการจำแนกภาพทั้งสองรูปแบบ ซึ่งผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ผ่านการผสานเข้าด้วยกันนี้ มีค่าความถูกต้องสูงที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 82.77

คำสำคัญ: การรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้า ใบหน้าเพียงครึ่งเดียว โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่น คอมพิวเตอร์วิทัศน์

Abstract

This research presented Facial Expression Recognition by using Convolutional Neural Networks. The hypothesis for the research was that if the position of human facial organs is near symmetry with the nose actually centered, using half facial sections can analyze emotional expression recognition of the face. Facial recognition was divided into three emotional groups: negative emotion, normal emotion, and positive emotion which used data set from the competition FER2013 for training set and test set. The faces within the data set were divided into left and right half images. The researcher started with the selection of three different convoluted neural network structures, namely LeNet-5, Mememoji, and 3CNNs which were developed and compared the models to suit the classify of the left and right halves. Upon obtaining efficient models, the researcher blended models to make them suitable for classification of both images. The results of this merged model had the highest accuracy at 82.77%.

Keywords: Facial Expression Recognition, Half Facial Sections, Convolutional Neural Networks, Computer Vision.

1. บทนำ

ความท้าทายของงานวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial

* ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
* Department of Computer Education, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok.

Intelligence) มีจุดมุ่งหมายในการขยายขีดความสามารถของสมองกลให้เกิดการคิดวิเคราะห์ตัดสินใจ โดยมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับมนุษย์มากที่สุด [1] ส่งผลให้งานวิจัยด้านการรู้จำอารมณ์ของมนุษย์แบบอัตโนมัติ (Automated Emotion Recognition) ที่มุ่งเน้นการพัฒนาเทคนิควิธีในการวิเคราะห์อารมณ์ความรู้สึกของมนุษย์ ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์อารมณ์ของมนุษย์สามารถนำมาจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เช่น การตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalography: EEG) การตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiography: ECG) ค่าความต้านทานกระแสไฟฟ้าที่ผิวหนัง (Galvanic Skin Response: GSR) ความแปรผันของอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate Variability: HRV) [2] เป็นต้น แต่เทคนิควิธีดังกล่าวล้วนต้องใช้อุปกรณ์ในการอ่านค่าที่ต้องสัมผัสกับร่างกายโดยตรงทำให้เกิดความไม่สะดวกและไม่สามารถตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์จากการแสดงออกภายนอก การรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้า (Facial Expression Recognition) เป็นเทคนิควิธีหนึ่งที่สามารถรับรู้ได้ถึงการเปลี่ยนแปลงสภาวะทางอารมณ์จากการตรวจจับตำแหน่งของกล้ามเนื้อใต้ใบหน้า (Face Muscle) ร่วมกับอวัยวะบนใบหน้าที่ถูกควบคุมด้วยเส้นประสาท [3] โดยข้อมูลจะถูกจัดเก็บอยู่ในรูปแบบของไฟล์ภาพหรือไฟล์วีดีโอแบบดิจิตอลและนำไปประมวลผลด้วยเทคนิควิธีทางคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer Vision)

การรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้า ถูกกล่าวถึงเป็นครั้งแรกในปีคริสต์ศักราช 1872 โดย Darwin [4] ได้ศึกษารูปแบบการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้าของมนุษย์และสัตว์ ต่อมาในปีคริสต์ศักราช 1978 Ekman และ Friesen [5] พบว่า การแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้าที่มนุษย์ทุกคนพึงมีสามารถจำแนกออกเป็น 6 อารมณ์พื้นฐาน ได้แก่ อารมณ์ประหลาดใจ อารมณ์เศร้า อารมณ์มีความสุข อารมณ์รังเกียจ อารมณ์กลัวและอารมณ์โกรธ ซึ่งถือเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการของการรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้า แนวทางในการพัฒนางานวิจัยด้านการรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้า สามารถแบ่งได้เป็น 3 องค์ประกอบที่สำคัญ 1) การได้มาซึ่งใบหน้า (Face Acquisition) เพื่อนำข้อมูลภาพถ่ายเข้าสู่กระบวนการ ซึ่งรวมองค์ประกอบในการค้นหาตำแหน่งของใบหน้า (Face Detection) การประมาณท่าทางของศรีษะ (Head Pose Estimation) การกำหนดขอบเขตการตัดแบ่งส่วนของใบหน้า การคัดกรององค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้อง ซึ่งการตรวจจับใบหน้าและศรีษะในแนวตรงจะส่งผลดีต่อการได้มาซึ่งใบหน้าที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด [6]-[8] 2) การสกัดข้อมูลจากใบหน้าและตัวแทนข้อมูล (Facial Data Extraction and Representation) เป็นองค์ประกอบถัดจากการได้มาซึ่งใบหน้า โดยนำภาพถ่ายใบหน้ามาทำการวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นตัวแทนข้อมูลที่สะท้อนได้ถึงอารมณ์ที่เกิดขึ้น [5] ในการสกัดข้อมูลสามารถกระทำได้โดยการใช้ระยะห่างระหว่างจุดบนใบหน้าในรูปแบบของเวกเตอร์คุณลักษณะ (Feature Vectors) [9] เรียกว่าคุณลักษณะทางเลขาคณิตเป็นฐาน (Geometric Feature-based) หรือสกัดพื้นผิวหนัง (Skin Texture) ริ้วรอย (Wrinkles) โดยพิจารณาจากพิกเซล (Pixels) ทั้งหมดของภาพ [10] เรียกว่าลักษณะปรากฏเป็นฐาน (Appearance-based) 3) การรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้าเป็นกระบวนการพัฒนาแบบจำลองสำหรับจำแนกข้อมูล (Classification) ซึ่งมีผลลัพธ์เป็นอารมณ์ตามที่ต้องการด้วยเทคนิควิธีทางปัญญาประดิษฐ์ จากการเปรียบเทียบเทคนิควิธีในปัจจุบันพบว่า เทคนิควิธีการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ที่มุ่งเน้นการพัฒนาตามรูปแบบของโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่น (Convolutional Neural Networks) มีประสิทธิภาพสูงเหมาะสมต่อการจำแนกอารมณ์ [11]-[14]

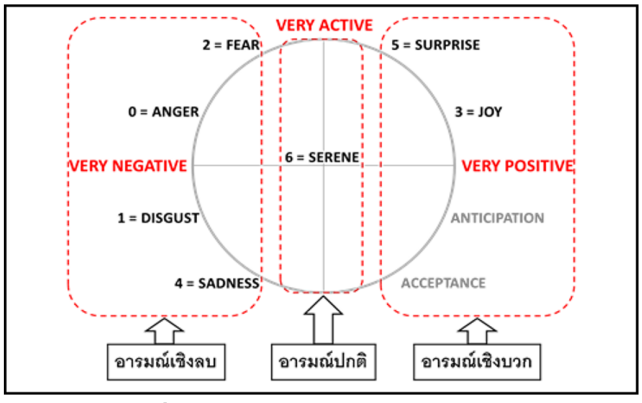
งานวิจัยนี้ทางผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานในการวิจัยว่าหากตำแหน่งของอวัยวะบนใบหน้าของมนุษย์ใกล้ความเป็นสมมาตรโดยมีจมูกเป็นกึ่งกลางจริง การใช้ภาพถ่ายที่มีเพียงซีกใดซีกหนึ่งของใบหน้าจะสามารถวิเคราะห์การรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้าได้ โดยแต่ละขั้นตอนวิธีจะถูกเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านการเผยแพร่ฉบับก่อนหน้าของทางคณะผู้วิจัยในหัวข้อ “การรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้าด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่นร่วมกับการประมวลผลภาพ 18 รูปแบบ” [15] เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้นทั้งด้านเวลาในการประมวลผลและค่าความถูกต้อง ซึ่งจะนำไปต่อยอดสำหรับการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนด้านจิตพิสัย (Affective Domain) ที่ครอบคลุมถึงการแสดงออกทางอารมณ์และความรู้สึกต่อการเรียน [16] ขณะจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ต่อไป

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ชุดข้อมูลภาพ (Dataset)

งานวิจัยนี้ใช้ชุดข้อมูลที่ภาพถ่ายใบหน้า FER2013 ซึ่งรวบรวมไว้สำหรับจัดการแข่งขัน Facial Expression Recognition Challenge ในปีคริสต์ศักราช 2013 ภายในประกอบไปด้วย 7 อารมณ์พื้นฐาน ได้แก่ โกรธ รังเกียจ กลัว ดีใจ เศร้า ประหลาดใจ และปกติ โดยแบ่งออกเป็นชุดข้อมูลภาพสำหรับฝึกสอน (Training Set) จำนวน 28,709 ภาพและชุดข้อมูลภาพสำหรับทดสอบ (Test Set) จำนวน 3,589 ภาพ ซึ่งมีขนาดอยู่ที่ 48 x 48 พิกเซล แบบระดับความเข้มสีเทา (Gray Scale) [17]

พนเมษ และคณะ [15] ได้ปรับปรุงชุดข้อมูลภาพถ่ายใบหน้า FER2013 เพื่อให้ชุดข้อมูลมีคุณภาพดียิ่งขึ้นและเหมาะสมต่อวัตถุประสงค์การวิจัย แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน 1) กำหนดกลุ่มประเภทอารมณ์ตามหลักการทางจิตวิทยาในรูปแบบ 1 ใน 4 ส่วนของวงกลม (Quadrants of Emotion's Wheel) [18] แบ่งออกเป็นอารมณ์เชิงลบ อารมณ์ปกติและอารมณ์เชิงบวก รวมถึงการปรับสมดุลของข้อมูลในแต่ละประเภทอารมณ์ แสดงดังภาพที่ 1 2) คัดเลือกภาพถ่ายใบหน้าที่ซ้ำซ้อน นำออกจากชุดข้อมูลจากสาเหตุของการรวบรวมภาพแบบอัตโนมัติ 3) วิเคราะห์ความคลุมเครือของอารมณ์ โดยใช้บุคคล หากพบว่าภาพถ่ายใบหน้าใดมีการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้าที่ไม่ชัดเจน จะนำออกจากชุดข้อมูลภาพ โดยไม่ย้ายไปสู่ประเภทอารมณ์อื่น 4) ตรวจสอบผลเฉลยของชุดให้มีความถูกต้องก่อนนำไปทดสอบแบบจำลอง 5) เพิ่มจำนวนภาพถ่ายให้มีปริมาณมากยิ่งขึ้นจากการหมุนภาพตามแนวนอน (Flip Horizontally) ก่อนนำไปรวมกับชุดข้อมูลภาพเดิม จากขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้น ส่งผลให้ได้ชุดข้อมูลภาพที่นำไปใช้ฝึกสอนจำนวน 13,786 ภาพ แบ่งเป็นอารมณ์เชิงลบ 4,090 ภาพ อารมณ์ปกติ 4,846 ภาพ อารมณ์เชิงบวก 4,850 ภาพ และชุดข้อมูลภาพสำหรับทดสอบจำนวน 3,082 ภาพ แบ่งเป็นอารมณ์เชิงลบ 982 ภาพ อารมณ์ปกติ 1,050 ภาพ อารมณ์เชิงบวก 1,050 ภาพ



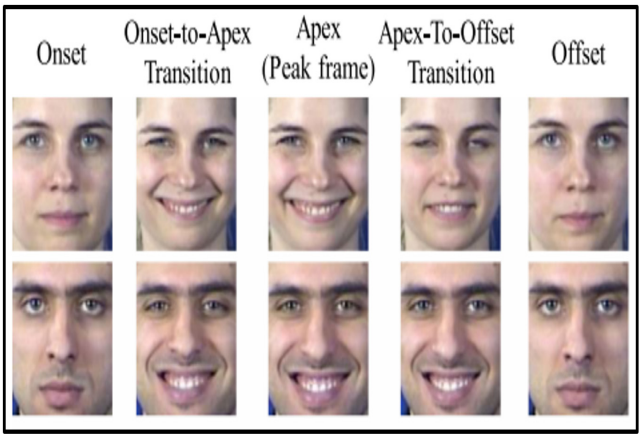
ภาพที่ 1 *กำหนดกลุ่มประเภทอารมณ์ [15]*

จากภาพที่ 1 ชุดข้อมูล FER2013 ถูกนำมากำหนดกลุ่มประเภทอารมณ์ตามหลักการทางจิตวิทยาในรูปแบบ 1 ใน 4 ส่วนของวงกลม โดยอารมณ์รังเกียจ กลัว โกรธ เศร้า ถูกจัดอยู่ในอารมณ์เชิงลบ อารมณ์ปกติยังคงไว้ตามเดิม อารมณ์ดีใจ ประหลาดใจ จัดอยู่ในอารมณ์เชิงบวก ซึ่งในแต่ละกลุ่มประเภทอารมณ์จะถูกปรับสมดุลของข้อมูลให้มีปริมาณของภาพใกล้เคียงกัน

2.2 รูปแบบของตัวแทนข้อมูล (Representation)

การสกัดคุณลักษณะของภาพใบหน้าเพื่อนำไปใช้เป็นตัวแทนข้อมูล สามารถพิจารณาได้ตามความเหมาะสมต่อการพัฒนาแบบจำลอง โดยผู้วิจัยมุ่งเน้นตัวแทนข้อมูลในรูปแบบลักษณะปรากฏเป็นฐาน [6] ซึ่งสามารถลดข้อจำกัดในการนำเข้าภาพถ่ายใบหน้าในมุมมองตรง ซึ่งเป็นการถ่ายภาพที่ไม่เป็นธรรมชาติของมนุษย์และเหมาะสมต่อการนำไปพัฒนาแบบจำลองด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่น

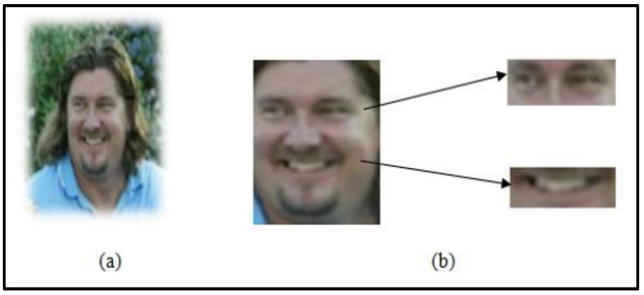
Kim และคณะ [19] นำเสนอเทคนิคการคัดเลือกภาพถ่ายใบหน้าเพื่อใช้เป็นตัวแทนข้อมูล โดยทำการค้นหาภาพปลายสุด (Apex) ของการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้า (Peak Facial Expressions) ที่ได้จากการบันทึกภาพแบบลำดับวิดีโอ การเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ที่เกิดขึ้นนี้หากนำภาพลำดับวิดีโอมาแสดงผลการเคลื่อนไหวทีละภาพ (Frame by Frame) จะพบการเคลื่อนไหวของอวัยวะบนใบหน้าทีละน้อย ลำดับภาพใดที่แสดงให้เห็นถึงปลายสุดของการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้า จะได้รับการคัดเลือกเพื่อนำไปใช้เป็นตัวแทนข้อมูลต่อไป แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 *ลำดับการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้า [19]*

จากภาพที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ที่เกิดขึ้นตามลำดับของภาพ เริ่มตั้งแต่การแสดงอารมณ์ปกติ อารมณ์มีความสุข จากนั้นวนกลับมาแสดงอารมณ์ปกติอีกครั้ง

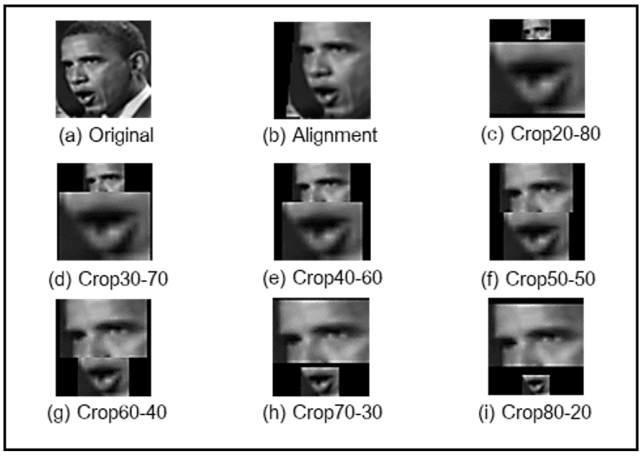
Nwosu และคณะ [20] นำเสนอตัวแทนข้อมูลด้วยเทคนิคการตัดแบ่งส่วนของภาพใบหน้าออกจากกันเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนดวงตาและส่วนปาก เนื่องจากอวัยวะทั้งสองส่วนนี้มีประสิทธิภาพในการรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้าค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับอวัยวะบนใบหน้าส่วนอื่น ๆ แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 *การตัดแบ่งส่วนอวัยวะบนใบหน้า [20]*

จากภาพที่ 3 แสดงการตัดแบ่งส่วนของอวัยวะบนใบหน้า โดยภาพ (a) แสดงถึงภาพถ่าย Original (b) แสดงถึงการค้นหาตำแหน่งของใบหน้าก่อนนำไปตัดแบ่งส่วนของภาพออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนดวงตาและส่วนปาก

พนเมษ และคณะ [15] นำเสนอการให้น้ำหนักความสำคัญสำหรับส่วนดวงตาและส่วนปาก ในมาตราส่วนต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นตัวแทนข้อมูล โดยแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 18 รูปแบบ แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 *แบ่งชุดข้อมูลตามมาตราส่วนต่าง ๆ* [15]

จากภาพที่ 4 ชุดข้อมูลภาพในแต่ละรูปแบบมีรายละเอียดดังนี้ (a) Original คือชุดข้อมูลภาพต้นฉบับที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบ (b) Alignment คือชุดข้อมูลภาพที่ผ่านการจัดตำแหน่งของใบหน้าให้เป็นแนวระนาบมากที่สุด (c) Crop20-80 ถึงภาพ (i) Crop80-20 คือชุดข้อมูลภาพที่ผ่านการจัดตำแหน่งของใบหน้า และตัดเฉพาะส่วนดวงตาและส่วนปาก ซึ่งตัวเลขชุดหน้าจะแสดงถึงร้อยละของการตัดภาพช่วงดวงตา และตัวเลขชุดหลังจะบอกถึงร้อยละของการตัดภาพช่วงปาก

2.3 โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่น (Convolutional Neural Networks: CNN)

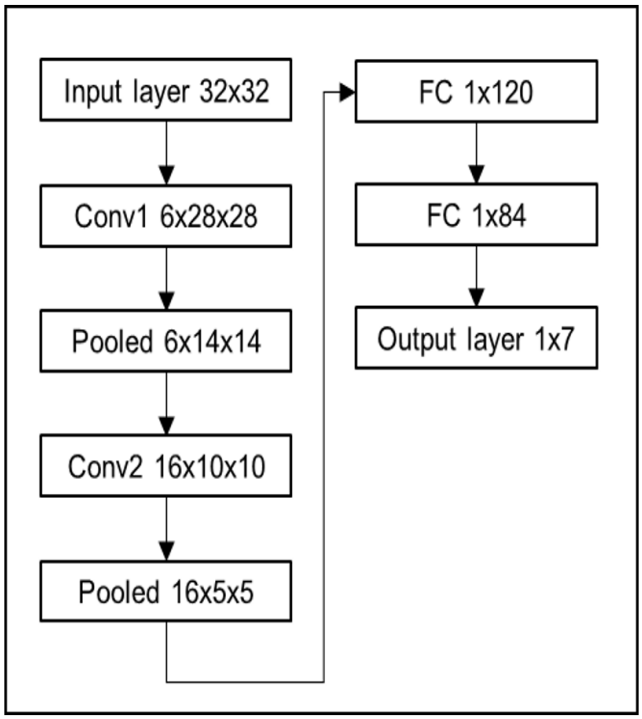
โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่น เป็นแขนงหนึ่งของการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) จุดเด่นของ CNN ได้แก่ ความสามารถในการรวมกันระหว่างการสกัดข้อมูลจากภาพถ่ายใบหน้าและตัวแทนข้อมูลเข้ากับขั้นตอนการรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้า โดยมีสถาปัตยกรรมจัดเรียงกันเป็นลำดับชั้น (Layer) ได้แก่ คอนโวลูชั่นเลเยอร์ (Convolutional Layer) แอคติเวชันฟังก์ชั่น (Activation-Function) พูลิ่งเลเยอร์ (Pooling Layer) และฟูลลี่คอนเนคเต็ดเลเยอร์ (Fully-connected Layer) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นตามรอบการฝึกสอน (Epoch) [21] ซึ่งในแต่ละงานวิจัยได้มีการปรับแต่งโครงสร้างของลำดับชั้นรวมถึงค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ให้เกิดความเหมาะสมกับการพัฒนาแบบจำลองในการรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้าของตน

Wang และ Gong [22] นำเสนอการพัฒนาแบบจำลองสำหรับรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้าใน 7 ประเภทอารมณ์ โดยใช้ชุดข้อมูล CK+ [23] นำมาสร้างการบดบังเพื่อให้เกิดการเปรียบเทียบกันระหว่างการบดบังส่วนดวงตาและการบดบังส่วนปาก โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่นตามโครงสร้างของ LeNet-5 [24] แสดงดังภาพที่ 5 ซึ่งได้ค่าความถูกต้องของแบบจำลองอยู่ที่ร้อยละ 95.89

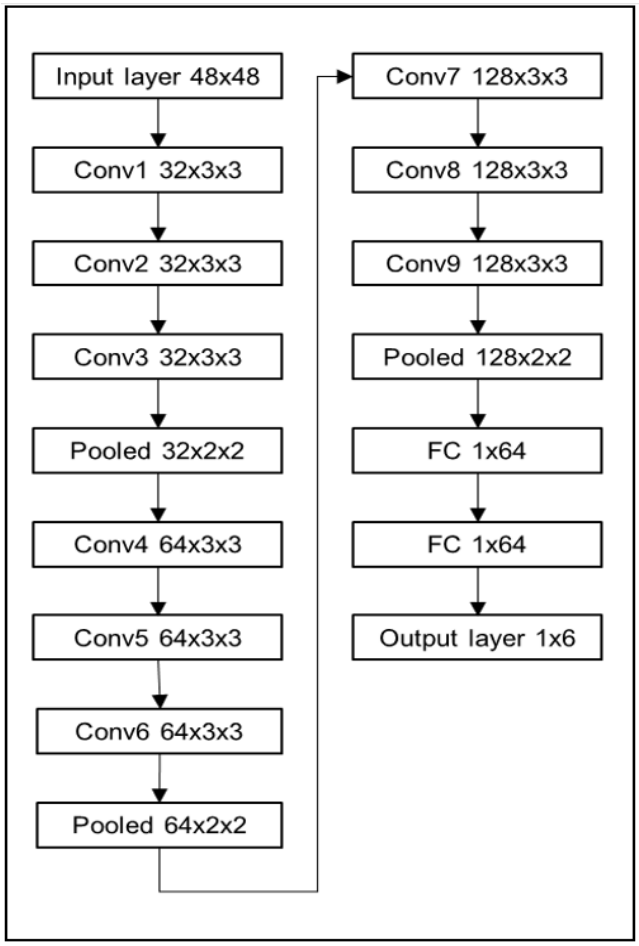
จากภาพที่ 5 แสดงโครงสร้าง CNN ของ LeNet-5 ประกอบด้วย คอนโวลูชั่นเลเยอร์ จำนวน 2 ลำดับชั้น พูลิ่งเลเยอร์ จำนวน 2 ลำดับชั้น ฟูลลี่คอนเนคเต็ดเลเยอร์ จำนวน 2 ลำดับชั้น

Ho [25] นำเสนอการพัฒนาแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่น สำหรับรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้า 6 ประเภทอารมณ์ โดยใช้ชุดข้อมูล FER2013

ในการฝึกสอน เรียกแบบจำลองนี้ว่า Mememoji มีจุดเด่นตรงที่ใช้จำนวนเคอร์เนล (Kernel) ในแต่ละลำดับชั้นของการคอนโวลูชั่นมากขึ้นเป็นทวีคูณแสดงดังภาพที่ 6 ซึ่งค่าความถูกต้องของแบบจำลอง Mememoji นี้อยู่ที่ร้อยละ 58



ภาพที่ 5 *โครงสร้าง CNN ของ LeNet-5 [24]*

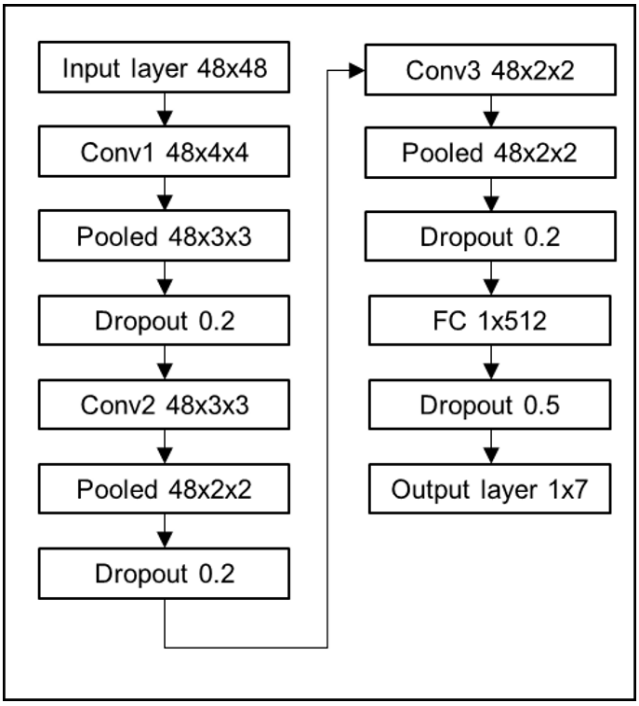


ภาพที่ 6 *โครงสร้าง CNN ของ Mememoji [25]*

จากภาพที่ 6 แสดงโครงสร้าง CNN ของ Mememoji ประกอบด้วยคอนโวลูชั่นเลเยอร์ จำนวน 9 ลำดับชั้น โดยมีเคอร์เนล จำนวน 32, 64 และ 128 ต่อการคอนโวลูชั่น พูลิ่งเลเยอร์ จำนวน 3 ลำดับชั้น พูลิ่งแบบค่าที่สูงสุด ฟูลลี่คอนเนคเต็ดเลเยอร์ จำนวน 2 ลำดับชั้น

Ozbulak และคณะ [26] นำเสนอการพัฒนาแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่น สำหรับรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้า 7 ประเภทอารมณ์ โดยใช้ชุดข้อมูล FER2013 ในการฝึกสอน เรียกแบบจำลองว่า 3CNNs แสดงดังภาพที่ 7 จุดเด่นของ 3CNNs คือการเพิ่มเทคนิคการละทิ้ง (Dropout) เข้าสู่ลำดับชั้นของโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่น เพื่อสุ่มละทิ้งการเชื่อมต่อกันของโหนดภายในโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่นตามอัตราการสุ่มที่ต้องการ

จากภาพที่ 7 แสดงโครงสร้าง CNN ของ 3CNNs ประกอบด้วยคอนโวลูชั่นเลเยอร์ จำนวน 3 ลำดับชั้น ซึ่งในแต่ละลำดับชั้น



ภาพที่ 7 *โครงสร้าง CNN ของ 3CNNs [26]*

จะมีจำนวนของเคอร์เนลที่เท่ากันอยู่ที่ 48 เคอร์เนล พูลิ่งเลเยอร์จำนวน 3 ลำดับชั้นแบบค่าที่สูงสุด โครงสร้างของ 3CNNs ได้เพิ่มส่วนของการละทิ้ง จำนวน 3 ลำดับชั้น ซึ่งตัวเลขในทศนิยมจะแสดงถึงอัตราในการละทิ้งที่เกิดขึ้น เช่น 0.5 หมายถึงโอกาสในการสุ่มละทิ้งการเชื่อมต่อของโหนดภายในโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่นอยู่ที่ร้อยละ 50 จากจำนวนโหนดทั้งหมดของลำดับชั้น

พนเมษ และคณะ [15] ได้เปรียบเทียบโครงสร้างของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นจากโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่น สำหรับการรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้าใน 3 กลุ่มทางอารมณ์ ได้แก่ อารมณ์เชิงลบ อารมณ์ปกติ และอารมณ์เชิงบวก ด้วยชุดข้อมูลที่ผ่านการเปลี่ยนแปลง 18 รูปแบบ พบว่าโครงสร้างแบบจำลอง 3CNNs ร่วมกับชุดข้อมูลรูปแบบ Alignment with Flip มีค่าความถูกต้องของแบบจำลองสูงที่สุด อยู่ที่ร้อยละ 82.41

3. วิธีดำเนินการวิจัย

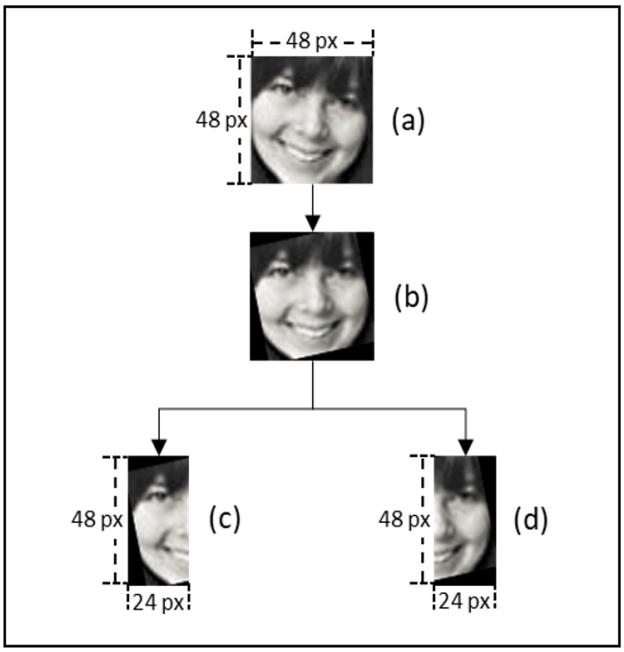
งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางในการพัฒนาและเปรียบเทียบรูปแบบการรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้า โดยมุ่งเน้นการพัฒนาแบบจำลองจากชุดข้อมูลภาพภาพซีกซ้ายและภาพซีกขวา ซึ่งจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มทางอารมณ์ ได้แก่ อารมณ์เชิงลบ อารมณ์ปกติ และอารมณ์เชิงบวก เพื่อให้เกิดความเหมาะสมต่อการวิเคราะห์อารมณ์ของผู้เรียนขณะทำการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยมีดังต่อไปนี้

3.1 Image Preparation

งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ชุดข้อมูลภาพถ่ายใบหน้า FER2013 [17] ซึ่งผ่านกระบวนการปรับปรุงชุดข้อมูลภาพถ่ายใบหน้าตามรูปแบบของ พนเมษ และคณะ [15] แบบ 5 ขั้นตอน ส่งผลให้ได้ชุดข้อมูลภาพที่พร้อมนำไปใช้สำหรับฝึกสอนจำนวน 13,786 ภาพ และชุดข้อมูลภาพสำหรับทดสอบจำนวน 3,082 ภาพ

3.2 Image Transformations

ชุดข้อมูลภาพสำหรับฝึกสอนและชุดข้อมูลภาพสำหรับทดสอบที่ได้ จะถูกนำมาจัดตำแหน่งของใบหน้าให้อยู่ในแนวตรงด้วยการหมุนภาพใบหน้า ซึ่งใช้ตำแหน่งของดวงตาเป็นแนวอ้างอิงให้เกิดความเป็นระนาบมากที่สุด การค้นหาตำแหน่งของดวงตาใช้การค้นหาอวัยวะที่สำคัญบนใบหน้าแบบ 300-W [27] ซึ่งมีจุดรอบอวัยวะบนใบหน้าแบบ 68 จุด ผู้วิจัยได้ทำการบันทึกข้อมูลจุดตำแหน่งไว้สำหรับตรวจสอบมุมมองของใบหน้า เมื่อใบหน้าถูกจัดตำแหน่งให้อยู่ในมุมมองที่เหมาะสมแล้ว ทางผู้วิจัยได้ทำการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของชุดข้อมูลสำหรับนำไปพัฒนาแบบจำลองออกเป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ ชุดข้อมูลภาพสำหรับฝึกสอนซีกซ้าย ชุดข้อมูลภาพสำหรับฝึกสอนซีกขวา ชุดข้อมูลภาพสำหรับทดสอบซีกซ้ายและชุดข้อมูลภาพสำหรับทดสอบซีกขวา ซึ่งใช้พิกเซลกึ่งกลางจากแนวแกน X เป็นจุดตัดแบ่งของภาพแสดงดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 *การเปลี่ยนแปลงชุดข้อมูลภาพ*

จากภาพที่ 8 แสดงการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของชุดข้อมูลภาพ (a) แสดงถึงชุดข้อมูลภาพแบบ Original ขนาด 48 x 48 พิกเซล (b) แสดงถึงชุดข้อมูลภาพที่ผ่านการ Alignment จากการค้นหาอวัยวะที่สำคัญบนใบหน้าแบบ 300-W (c) แสดงการตัดแบ่งชุดข้อมูลภาพออกเป็นซีกซ้าย โดยใช้จุดกึ่งกลางในแนวแกน X เป็นตำแหน่งอ้างอิงในการแบ่งภาพ มีขนาดภาพอยู่ที่ 24 x 48 พิกเซล (d) แสดงการตัดแบ่งชุดข้อมูลภาพซีกขวา ซึ่งเป็นภาพส่วนที่คงเหลือจากชุดข้อมูลภาพซีกซ้าย มีขนาดภาพอยู่ที่ 24 x 48 พิกเซล

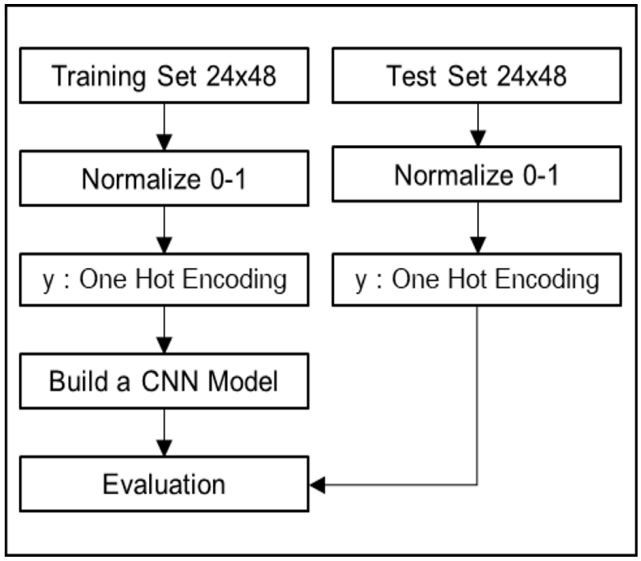
3.3 Feature Extraction และ Model Building

การสกัดคุณลักษณะ (Feature Extraction) ในรูปแบบลักษณะ

ปรากฏเป็นฐานถูกรวมอยู่ภายในโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่น โดยคุณลักษณะที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนแปลงไปตามการกำหนดเคอร์เนลในแต่ละลำดับชั้น ในการพัฒนาแบบจำลองเนื่องด้วยชุดข้อมูลภาพเป็นภาพที่ถูกตัดแบ่งออกเป็นภาพซีกซ้ายและภาพซีกขวาซึ่งด้านของพิกเซลมีขนาดที่ไม่เท่ากันจึงไม่สามารถนำแบบจำลอง Pre-trained Models ซึ่งมีการเรียกใช้ค่าน้ำหนักที่ผ่านการฝึกสอนมาแล้วจาก ImageNet ในการถ่ายโอนการเรียนรู้ (Transfer Learning) มาพัฒนาได้ งานวิจัยนี้จึงได้ใช้การฝึกสอนแบบจำลองใหม่ โดยแบ่งการพัฒนาแบบจำลองด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่นออกเป็น 2 ขั้นตอน แสดงรายละเอียดดังข้อที่ 3.3.1 และ 3.3.2

3.3.1 เปรียบเทียบแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับชุดข้อมูลภาพซีกซ้ายและชุดข้อมูลภาพซีกขวา ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบจำลองโดยการนำโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่น ซึ่งมีโครงสร้างที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ ได้แก่ LeNet-5 [24] Mememoji [25] และ 3CNNs [26] นำมาจับคู่สลับการฝึกสอนกับชุดข้อมูลภาพซีกซ้ายและภาพซีกขวา เพื่อค้นหาแบบจำลองที่มีค่าความถูกต้องมากที่สุดสำหรับชุดข้อมูลภาพซีกซ้ายและซีกขวา ในการรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้า แสดงดังภาพที่ 9

จากภาพที่ 9 แบบจำลองที่ผ่านการพัฒนาและเปรียบเทียบในงานวิจัยนี้ มีลำดับขั้นตอนในการพัฒนาที่เหมือนกัน แต่จะแตกต่างกันที่ชุดข้อมูลที่นำมาทำการฝึกสอนและทดสอบ

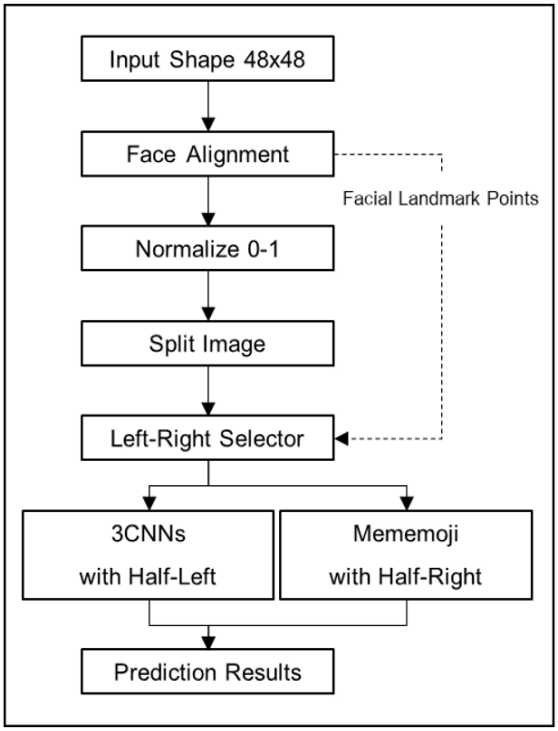


ภาพที่ 9 *การพัฒนาแบบจำลองสำหรับเปรียบเทียบ*

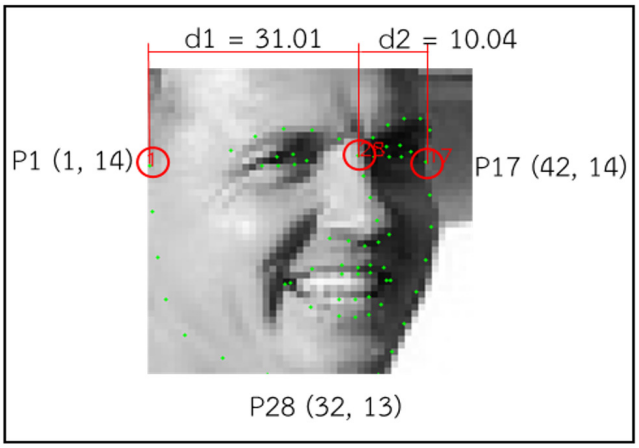
รวมถึงโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่นที่นำมาพัฒนา อธิบายรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้ 1) การฝึกสอนและทดสอบในแต่ละแบบจำลอง จะใช้ชุดข้อมูลภาพที่จัดอยู่ในรูปแบบเดียวกัน อาทิเช่น หากชุดข้อมูลภาพสำหรับฝึกสอนเป็นภาพซีกซ้าย ก็จะถูกทดสอบด้วยชุดข้อมูลภาพสำหรับทดสอบซีกซ้ายเช่นกัน 2) ชุดข้อมูลภาพทั้งสองจะถูกนำมาแปลงค่าให้เป็นทศนิยมในช่วงระหว่าง 0 ถึง 1 (Normalize 0-1) จากเดิมภาพในชุดข้อมูล FER2013 เป็นภาพระดับความเข้มสีเทา ซึ่งมีค่าในแต่พิกเซลอยู่ระหว่าง 0 ถึง 255 การแปลงค่าให้เป็นทศนิยมในช่วงระหว่าง 0 ถึง 1 จะช่วยให้การคำนวณในส่วนของโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่นทำได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น 3) การเปลี่ยนแปลงคลาส (Class) ให้เป็นรูปแบบ One Hot Encoding จากเดิมกำหนดคลาสตามจำนวนกลุ่มทางอารมณ์ ได้แก่ อารมณ์เชิงลบ แทนด้วยตัวเลข 0 อารมณ์ปกติ แทนด้วยตัวเลข 1 และอารมณ์เชิงบวก แทนด้วยตัวเลข 2 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงคลาส ส่งผลให้คลาสจะถูกจัดเรียงในรูปแบบ Categorical Data ซึ่งตัวเลขของคลาสจะถูกแทนด้วย Index ของตำแหน่งแทน 4) ในขั้นตอนนี้จะเป็นการนำชุดข้อมูลภาพสำหรับฝึกสอนเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่น โดยมีการปรับเปลี่ยนขนาดในการนำเข้าข้อมูลภาพ (Input Shape) แตกต่างไปจากข้อที่ 2.3 เนื่องจากชุดข้อมูลภาพถูกแบ่งออกเป็นภาพซีกซ้ายและภาพซีกขวาทำให้ขนาดของภาพเหลือแค่ 24 x 48 พิกเซล ในการนำเข้าข้อมูล ในส่วนของการกำหนดค่าสำหรับการฝึกสอนแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ได้กำหนดจำนวนรอบการฝึกสอนสูงสุดไว้ที่ 1,000 Epoch โดยเลือกใช้ Optimizers แบบ Adamax ซึ่งเปรียบเทียบกับ SGD แล้วพบว่ามีประสิทธิภาพที่ดีกว่า กำหนด Loss Function แบบ Cross Entropy เนื่องจากคลาสอยู่ในรูปแบบ One Hot Encoding จากการเปรียบเทียบกับ Hinge Losses พบว่าให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า โดยในแต่ละ Epoch จะทำการ Validation แบบ Self-Test โดยมี Batch Size ที่ขนาด 32 5) แบบจำลองทั้ง 6 ได้แก่ LeNet-5 with Half-Left, LeNet-5 with Half-Right, Mememoji with Half-Left, Mememoji with Half-Right 3CNNs with Half-Left และ 3CNNs with Half- Right จะถูกนำมาประเมินผลโดยใช้การวัดค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความครบถ้วน (Recall) และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) แสดงรายละเอียดในข้อที่ 4.1

3.3.2 ผสานแบบจำลอง (Blended Model) สำหรับการทำนาย จากการเปรียบเทียบแบบจำลองจากข้อที่ 3.3.1 พบว่า แบบจำลอง 3CNNs with Half-Left และแบบจำลอง Mememoji with Half-Right มีค่าความถูกต้องมากที่สุดสำหรับชุดข้อมูลภาพซีกซ้ายและซีกขวา โดยทั้งสองแบบจำลองมีประสิทธิภาพสูงเพียงพอต่อการรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้า ซึ่งอาจเลือกใช้เพียงแบบจำลองใดแบบจำลองหนึ่ง แต่หากจะนำไปประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนด้านจิตพิสัยขณะจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ภาพถ่ายใบหน้าที่นำเข้าสู่แบบจำลองอาจไม่ได้อยู่ในมุมมองตรงเสมอไป อาจมีการหันข้างใบหน้าเข้าหากล้อง ทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำแบบจำลองทั้งสองผสานเข้าด้วยกัน เรียกว่า Blended Model โดยเพิ่มขั้นตอนที่จะทำหน้าที่ในการคัดเลือกภาพนำเข้าให้เหมาะสมสำหรับเข้าสู่แบบจำลอง 3CNNs with Half-Left หรือ Mememoji with Half-Right ซึ่งใช้หลักการพิจารณาจากจุดรอบอวัยวะบนใบหน้าของ 300-W [27] ที่ได้มาจากการ Alignment ภาพถ่ายใบหน้าในข้อที่ 3.2 ขั้นตอนในการ Blended Model แสดงดังภาพที่ 10

จากภาพที่ 10 แสดงขั้นตอนการ Blended Model สำหรับการทำนาย ในเบื้องต้นจำเป็นจะต้องจัดเตรียมรูปแบบของภาพที่นำเข้า ให้เป็นไปตามข้อที่ 3.2 หลังจากภาพถ่ายใบหน้าถูกแบ่งออกเป็นซีกซ้ายและซีกขวาจะเข้าสู่ขั้นตอนที่สำคัญในการคัดเลือกภาพที่มีคุณลักษณะที่เหมาะสมกับแบบจำลอง 3CNNs with Half-Left หรือ Mememoji with Half-Right จากการศึกษาของ Kuramoto [28] ได้นำหลักการของ Electromyogram นำมาตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าด้วย Electrodes ที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของกล้ามเนื้อใต้ใบหน้าในตำแหน่งต่าง ๆ ขณะเกิดการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้า พบว่าตำแหน่งในการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าที่ใกล้กับขมับซ้าย (E14) ขมับขวา (E13) และสันจมูก (E19) มีการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าน้อย แสดงให้เห็นถึงผลกระทบที่ค่อนข้างน้อยต่อการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้า ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ผลการศึกษาดังกล่าวในการคัดเลือกภาพที่มีคุณลักษณะที่เหมาะสมสำหรับแบบจำลอง โดยพิจารณาจากการคำนวณหาระยะห่างแบบ Euclidean Distance ระหว่างจุดที่ 1 กับจุดที่ 28 เปรียบเทียบกับระยะห่างระหว่างจุดที่ 28 กับจุดที่ 17 (ระยะห่างระหว่างขมับซ้ายและขมับขวาเทียบกับสันจมูก) แสดงดังภาพที่ 11 ซึ่งจุดที่นำมาพิจารณานอกจากจะเกิดการเปลี่ยนแปลงตามการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้าที่ค่อนข้างน้อย ยังสามารถแสดงให้เห็นถึงมุมของใบหน้าได้อย่างชัดเจน



ภาพที่ 10 *ขั้นตอนการ Blended Model*



ภาพที่ 11 *การคำนวณระยะห่างระหว่างจุด*

จากภาพที่ 11 แสดงการคำนวณหาระยะห่าง โดยนำระยะห่างของจุดที่ 1 กับจุดที่ 28 มาเปรียบเทียบกับระยะห่างของจุดที่ 28 กับจุดที่ 17 ภายในภาพจะสังเกตุได้ว่าระยะห่างของ d1 มีมากกว่า d2 ซึ่งหมายความว่าภาพถ่ายใบหน้านี้มีพื้นที่ของใบหน้าในภาพซีกซ้ายมากกว่าภาพซีกขวา ภาพซีกซ้ายจึงเหมาะจะนำเข้าสู่แบบจำลอง 3CNNs with Half-Left ในทางกลับกันหากจุดที่ 28 กับจุดที่ 17 มีระยะห่าง

ที่มากกว่า ภาพซีกขวาก็เหมาะสมต่อการนำเข้าสู่แบบจำลอง Mememoji with Half-Right เช่นเดียวกัน

4. ผลการดำเนินงาน

ผู้วิจัยได้มุ่งเน้นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับแบบจำลอง 3 CNNs Alignment with Flip ของ พนเมษ และคณะ [15] เนื่องจากมีการใช้ชุดข้อมูลภาพสำหรับฝึกสอนและทดสอบที่ตรงกัน แบบจำลองจะถูกประเมินผล โดยใช้การวัดค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความครบถ้วน (Recall) และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure)

การวัดค่าความถูกต้องเป็นดังสมการที่ (1)

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100 \quad (1)$$

โดย Accuracy คือ ร้อยละของค่าความถูกต้อง
TP คือ True Positive
TN คือ True Negative
FP คือ False Positive
FN คือ False Negative

การหาค่าความแม่นยำเป็นดังสมการที่ (2)

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \times 100 \quad (2)$$

โดย Precision คือ ร้อยละของค่าความแม่นยำ

การหาค่าความครบถ้วนเป็นดังสมการที่ (3)

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \times 100 \quad (3)$$

โดย Recall คือ ร้อยละของค่าความครบถ้วน

การหาค่าฉลี่ยความแม่นยำเป็นดังสมการที่ (4)

$$Macro\ Precision = \frac{Precision1 + Precision2}{2} \quad (4)$$

โดย Macro Precision (MP) คือ ค่าเฉลี่ยร้อยละของค่าความแม่นยำ

การหาค่าฉลี่ยความครบถ้วนเป็นดังสมการที่ (5)

$$Macro\ Recall = \frac{Recall1 + Recall2}{2} \quad (5)$$

โดย Macro Recall (MR) คือ ค่าเฉลี่ยร้อยละของค่าความครบถ้วน

การหาค่าประสิทธิภาพโดยรวมเป็นดังสมการที่ (6)

$$Macro\ F - measure = 2\frac{MP.MR}{MP + MR} \quad (6)$$

โดย Macro F-measure (MF) คือ ร้อยละของค่าประสิทธิภาพโดยรวม

4.1 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับชุดข้อมูลภาพซีกซ้ายและซีกขวา

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพัฒนาแบบจำลองด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่นสำหรับรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้าจำนวน 6 แบบจำลอง ได้แก่ LeNet-5 with Half-Left, LeNet-5 with Half-Right, Mememoji with Half-Left, Mememoji with Half-Right, 3CNNs with Half-Left, 3CNNs with Half- Right แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 *ผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง*

Models	Acc %	MP %	MR%	MF%	Epoch
LeNet-5 with Half-Left	73.06	72.42	72.65	72.33	852
LeNet-5 with Half-Right	77.31	76.92	76.99	76.72	841
Mememoji with Half-Left	80.20	80.11	80.01	80.03	112
Mememoji with Half-Right	**81.69**	81.47	81.50	81.44	117
3CNNs with Half-Left	**81.24**	81.21	81.03	81.06	943
3CNNs with Half- Right	80.43	80.40	80.12	79.99	970

จากตารางที่ 1 แสดงผลลัพธ์ของการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพัฒนาแบบจำลองด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่น พบว่าแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดเมื่อทำการทดสอบกับชุดข้อมูลภาพซีกซ้าย ได้แก่ แบบจำลอง 3CNNs with Half-Left ซึ่งมีค่าความถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 81.24 โดยมี ค่าเฉลี่ยร้อยละของค่าความแม่นยำอยู่ที่ 81.21 ค่าเฉลี่ยร้อยละของค่าความครบถ้วนอยู่ที่ 81.03 ค่าประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ที่ร้อยละ 81.06 และแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดเมื่อทำการทดสอบกับชุดข้อมูลภาพซีกขวา ได้แก่แบบจำลอง Mememoji with Half-Right ซึ่งมีค่าความถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 81.69 โดยมี ค่าเฉลี่ยร้อยละของค่าความแม่นยำอยู่ที่ 81.47 ค่าเฉลี่ยร้อยละของค่าความครบถ้วนอยู่ที่ 81.50 ค่าประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ที่ร้อยละ 81.44

4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของ Blended Model

เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของการ Blended Model ผู้วิจัยได้แบ่งการประเมินออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

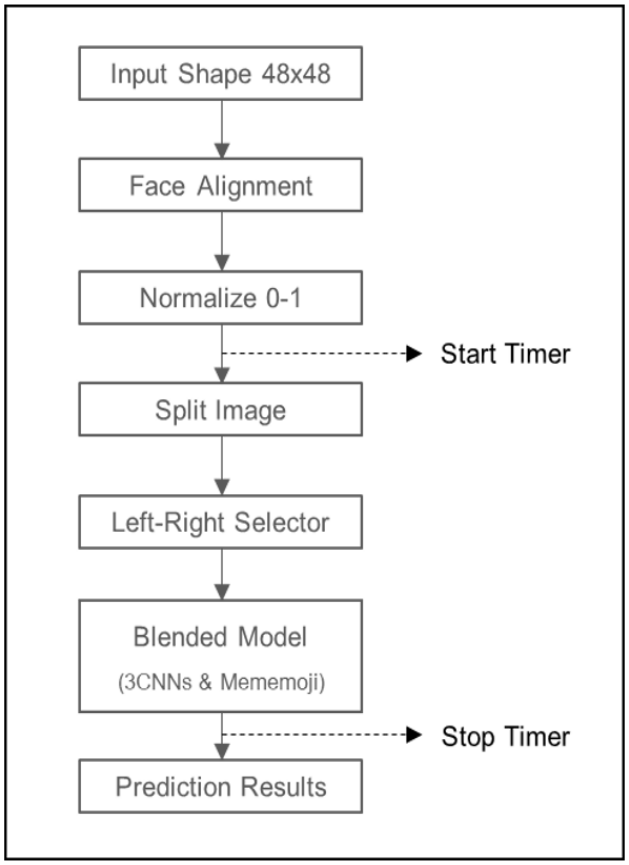
4.2.1 ประเมินประสิทธิภาพของ Blended Model ด้วยชุดข้อมูลภาพสำหรับทดสอบ ภาพถ่ายใบหน้าแต่ละภาพภายในชุดข้อมูลสำหรับทดสอบ จะถูกคัดเลือกให้เหมาะสมในการนำเข้าสู่แบบจำลองซีกซ้าย (3CNNs with Half-Left) หรือแบบจำลองซีกขวา (Mememoji with Half-Right) ส่งผลให้จำนวนภาพที่เข้าสู่แต่ละแบบจำลองมีจำนวนไม่เท่ากัน ซึ่งผู้วิจัยได้แสดงผลการประเมินแยกตามแบบจำลองเพื่อให้เห็นถึงประสิทธิภาพ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 *ผลลัพธ์ของ Blended Model*

Models	Acc%	MP%	MR%	MF%
Blended Model: Half-Left	82.37	82.23	82.15	82.16
Blended Model: Half-Right	83.20	82.97	83.01	82.95
Blended Model: All	82.77	82.57	82.57	82.54
3CNNs Alignment with Flip [15]	82.41	82.92	82.00	81.77

จากตารางที่ 2 แสดงผลลัพธ์การประเมินของ Blended Model จากภาพถ่ายใบหน้าจำนวน 3,082 ภาพ จากชุดข้อมูลภาพสำหรับทดสอบ ระบบได้คัดเลือกภาพเพื่อนำเข้าสู่การทดสอบด้วยแบบจำลองซีกซ้าย (Blended Model: Half-Left) จำนวน 1,588 ภาพ ซึ่งมีจำนวนภาพที่ทดสอบถูกต้องอยู่ที่ 1,308 ภาพ มีค่าความถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 82.37 และระบบได้คัดเลือกภาพเพื่อนำเข้าสู่การทดสอบด้วยแบบจำลองซีกขวา (Blended Model: Half-Right) จำนวน 1,494 ภาพ มีจำนวนภาพที่ทดสอบถูกต้องอยู่ที่ 1,243 ภาพ มีค่าความถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 83.20 จากค่าความถูกต้องของทั้งสองแบบจำลอง ส่งผลให้ค่าความถูกต้องโดยรวมของ Blended Model อยู่ที่ร้อยละ 82.77 โดยมีค่าเฉลี่ยร้อยละของค่าความแม่นยำอยู่ที่ 82.57 ค่าเฉลี่ยร้อยละของค่าความครบถ้วนอยู่ที่ 82.57 ค่าเฉลี่ยร้อยละของค่าประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ที่ 82.54 หากเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแบบจำลอง 3CNNs Alignment with Flip [15] พบว่าแบบจำลอง Blended Model มีค่าความถูกต้องที่สูงกว่า

4.2.2 ประเมินประสิทธิภาพด้านเวลาในการประมวลผล นอกจากค่าความถูกต้องที่ดีแล้วเวลาที่ใช้ในการประมวลผลก็เป็นสิ่งสำคัญ ในการเปรียบเทียบด้านเวลาจะอยู่บนพื้นฐานของอุปกรณ์เดียวกันซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้ CPU Intel Core i7 7700k, GPU Nvidia GeForce GTX 1070, Ram 64GB Bus 3200, SSD M.2 512GB ซึ่งชุดข้อมูลภาพสำหรับทดสอบกับ Blended Model จะถูกโหลดรอไว้บน Memory ด้วยภาษาโปรแกรม Python 3.8 ร่วมกับ Keras 2.4 แบบ GPU ตำแหน่งในการจับเวลาแสดงดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 *ตำแหน่งในการจับเวลา*

จากภาพที่ 12 แสดงตำแหน่งในการจับเวลา การจับเวลาจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดจะครอบคลุมเฉพาะส่วนที่แตกต่างกัน โดยปกติแบบจำลองจะมีความแตกต่างกันเฉพาะส่วนของโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่น แต่เนื่องจาก Blended Model มีการเพิ่มขั้นตอนการตัดแบ่งข้อมูลภาพออกเป็นซีกซ้ายและซีกขวา รวมถึงขั้นตอนการพิจารณาภาพให้เหมาะสมสำหรับแบบจำลองซีกซ้ายหรือซีกขวา ซึ่งขั้นตอนที่เพิ่มเติมมานี้ล้วนส่งผลต่อระยะเวลาทั้งสิ้น

ผู้วิจัยจึงได้รวมขั้นตอนดังกล่าวไว้อยู่ภายใต้การจับเวลาก่อนจะถึงจุดสิ้นสุดการจับเวลาเมื่อได้ผลลัพธ์ของการรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้า

จากรายละเอียดข้างต้นทำให้ทราบถึงผลลัพธ์ทางเวลาซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดสอบจำนวน 3 ครั้ง โดยเวลาที่ได้ของ Blended Model อยู่ที่ 0.268606 วินาที เปรียบเทียบกับแบบจำลอง 3CNNs Alignment with Flip [15] มีระยะเวลาในการประมวลผลอยู่ที่ 0.617918 วินาที จากผลลัพธ์ทางเวลาที่เกิดขึ้นจะสังเกตได้ว่า Blended Model ใช้ระยะเวลาที่น้อยกว่าครึ่งในการประมวลผล

5. สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอเทคนิคการรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้าจากสมมติฐานที่ว่า หากตำแหน่งของอวัยวะบนใบหน้าของมนุษย์ใกล้ความเป็นสมมาตรโดยมีจมูกเป็นกึ่งกลางจริง การใช้ภาพถ่ายที่มีเพียงซีกใดซีกหนึ่งของใบหน้าจะสามารถวิเคราะห์การรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้าได้ จากผลการทดลองทำให้ทราบว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้เป็นจริง พิสูจน์ได้จากผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองซึ่งใช้ชุดข้อมูลภาพซีกซ้ายและซีกขวา ในการพัฒนาแบบจำลองด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชั่น ซึ่งแบบจำลอง 3CNNs with Half-Left มีค่าความถูกต้องมากที่สุดอยู่ที่ 81.24 สำหรับการจำแนกชุดข้อมูลภาพซีกซ้ายและแบบจำลอง Mememoji with Half-Right มีค่าความถูกต้องมากที่สุดอยู่ที่ 81.69 สำหรับการจำแนกชุดข้อมูลภาพซีกขวา เมื่อนำแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพทั้งสองผสานเข้าด้วยกัน Blended Model สำหรับการทำนายการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้า โดยมีขั้นตอนในการพิจารณาความเหมาะสมของภาพสำหรับนำเข้าสู่แบบจำลองด้วยการคำนวณหาระยะห่างระหว่างขมับซ้ายและขมับขวาเทียบกับสันจมูก ผลปรากฏว่าสามารถเพิ่มความถูกต้องในการรู้จำการแสดงอารมณ์ออกทางใบหน้าให้มากยิ่งขึ้นได้ ซึ่งมีค่าความถูกต้องอยู่ที่ 82.77 และเนื่องด้วยแบบจำลองใช้ข้อมูลในการประมวลผลเพียงซีกเดียว จึงทำให้ระยะเวลาในการคำนวณลดลงเหลือเพียง 0.268606 วินาที จากชุดข้อมูลภาพสำหรับทดสอบจำนวน 3,082 ภาพ

ข้อเสนอแนะ ผู้วิจัยได้ทดลองนำจุดรอบอวัยวะบนใบหน้าทั้ง 68 จุด มาพัฒนาเป็นแบบจำลองสำหรับพิจารณาภาพถ่ายใบหน้าให้เหมาะสมกับแบบจำลองซีกซ้ายหรือซีกขวาด้วยเทคนิควิธีการเรียนรู้เชิงลึก ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้มีประสิทธิภาพน้อยกว่าการวัดระยะห่างระหว่างขมับซ้ายและขมับขวาเทียบกับสันจมูกและยังเป็นการเพิ่มภาระให้กับการประมวลผล ส่งผลต่อเวลาที่เพิ่มมากยิ่งขึ้น

6. เอกสารอ้างอิง

[1] P. McCorduck, and C. Cfe. *Machines who think: A personal inquiry into the history and prospects of artificial intelligence.* CRC Press, 2004.

[2] A. Dzedzickis, A. Kaklauskas, and V. Bucinskas, “Human Emotion Recognition: Review of Sensors and Methods.” *Sensors (Basel)*, Vol. 20, No. 3, pp. 592, January 2020.

[3] J. Yang, F. Zhang, B. Chen, and S. U. Khan, “Facial Expression Recognition Based on Facial Action Unit.” in *2019 Tenth International Green and Sustainable Computing Conference (IGSC)*, VA, USA, pp. 1–6, 2019.

[4] C. Darwin. *The expression of the emotions in man and animals*. London, England: John Murray, 1872.

[5] P. Ekman, and W. V. Friesen, "Facial Action Coding System: A Technique for the Measurement of Facial Movement." *Consulting Psychologists Press*, Vol. 1, 1978.

[6] S. Z. Li, and A. K. Jain. *Handbook of Face Recognition*, 2nd ed. Springer Publishing Company, Incorporated, 2011.

[7] R. E. Kleck, and M. Mendolia, “Decoding of profile versus full-face expressions of affect.” *J. Nonverbal Behav.,* Vol. 14, No. 1, pp. 35–49, 1990.

[8] M. Pantic, and L. Rothkrantz, “Expert System for Automatic Analysis of Facial Expression.” *Image Vis. Comput.,* Vol. 18, pp. 881–905, August 2000.

[9] Z. Sufyanu, F. Mohamad, A. Yusuf, and A. Nuhu, “FEATURE EXTRACTION METHODS FOR FACE RECOGNITION.” *Int. J. Appl. Eng. Res.,* Vol. 5, pp. 5658–5668, October 2016.

[10] C. Wang, “*Human Emotional Facial Expression Recognition*.” March 2018.

[11] N. Mousavi, H. Siqueira, P. Barros, B. Fernandes, and S. Wermter, "Understanding how deep neural networks learn face expressions." in *2016 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, pp. 227–234, July 2016.

[12] X. Chen, X. Yang, M. Wang, and J. Zou, "Convolution neural network for automatic facial expression recognition." in *2017 International Conference on Applied System Innovation (ICASI)*, pp. 814–817, May 2017.

[13] S. Xie, H. Hu, and Y. Wu, "Deep multi-path convolutional neural network joint with salient region attention for facial expression recognition." *Pattern Recognit.*, Vol. 92, pp. 177–191, 2019.

[14] A. T. Lopes, E. de Aguiar, and T. Oliveira-Santos, "A Facial Expression Recognition System Using Convolutional Networks." in *2015 28th SIBGRAPI Conference on Graphics, Patterns and Images*, pp. 273–280, August 2015.

[15] P. Yanthitirat, C. Sanrach, and S. Krootjohn, "Facial Expression Recognition using Convolutional Neural Networks Based on 18 Variations of Image Processing." *Inf. Technol. J.*, vol. 16, No. 1, pp. 98–109, 2020.

[16] B. S. Bloom, D. R. Krathwohl, and B. B. Masia, "Bloom taxonomy of educational objectives" in *Allyn and Bacon, Pearson Education,* 1984.

[17] P. L. Carrier, and A. Courville, kaggle, *Challenges in Representation Learning: Facial Expression Recognition Challenge,* 2013, Available Online at https://www.kaggle.com, accessed on April 2018.

[18] Whissel, C. M, "The dictionary of affect in language. In R.Plutchnik, & H. Kellerman, Emotion: Theory, research and experience." *The measurement of emotions*, Vol.4, New York Academic Press, 1989.

[19] D. H. Kim, W. J. Baddar, J. Jang, and Y. M. Ro, "Multi-Objective Based Spatio-Temporal Feature Representation Learning Robust to Expression Intensity Variations for Facial Expression Recognition." *IEEE Trans. Affect. Comput.*, Vol. 10, No. 2, pp. 223–236, April 2019.

[20] L. Nwosu, H. Wang, J. Lu, I. Unwala, X. Yang, and T. Zhang, "Deep Convolutional Neural Network for Facial Expression Recognition Using Facial Parts," in *2017 IEEE 15th Intl Conf on Dependable, Autonomic and Secure Computing, 15th Intl Conf on Pervasive Intelligence and Computing, 3rd Intl Conf on Big Data Intelligence and Computing and Cyber Scienc eandTechnologyCongress(DASC/PiCom/DataCom/CyberSciTech)*, pp. 1318–1321, 2017.

[21] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton, "ImageNet classification with deep convolutional neural networks." in *NIPS'12 Proceedings of the 25th International Conference on Neural Information*, Nevada, 2012.

[22] G. Wang, and J. Gong, "Facial Expression Recognition Based on Improved LeNet-5 CNN." in *2019 Chinese Control And Decision Conference (CCDC)*, pp. 5655–5660, 2019.

[23] P. Lucey, J. F. Cohn, T. Kanade, J. Saragih, Z. Ambadar, and I. Matthews, "The Extended Cohn-Kanade Dataset (CK+): A complete dataset for action unit and emotion-specified expression." in *2010 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition - Workshops*, pp. 94–101, 2010.

[24] Y. Lecun, L. Bottou, Y. Bengio, and P. Haffner, "Gradient-based learning applied to document recognition." *Proc. IEEE*, Vol. 86, No. 11, pp. 2278–2324, 1998.

[25] J. Ho, JostineHo, *Mememoji*, 2016. Available Online at https://github.com/JostineHo, accessed on February 2018.

[26] U. Ozbulak, A. Eliasson, A. Hayrabedian, L.Weiss , and A. Young, "utkuozbulak." *Facial Expression Recognition, 2016.* Available Online at https://github.com/utkuozbulak, accessed on 7 February 2018.

[27] C. Sagonas, G. Tzimiropoulos, and S. Zafeiriou. "A Semi-Automatic Methodology for Facial Landmark Annotation," in *2013 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops*, Portland, 2013.

[28] E. Kuramoto, S. Yoshinaga, H. Nakao, S. Nemoto, and Y. Ishida. Characteristics of facial muscle activity during voluntary facial expressions: Imaging analysis of facial expressions based on myogenic potential data. *Neuropsychopharmacology Reports*, Vol. 39, No. 3, pp.183–193, 2019.

การตรวจจับมังคุดด้วยการเรียนรู้เชิงลึก
Mangosteen Detection Using Deep Learning

ราตรี คำโมง (Ratree Kummong)*

Received: February 16, 2021
Revised: April 28, 2021
Accepted: May 31, 2021

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ราตรี คำโมง (Ratree Kummong) อีเมล: ratree@uru.ac.th

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีด้านหุ่นยนต์ได้รับความสนใจและพัฒนามากขึ้นอย่างรวดเร็ว มีการพัฒนาหุ่นยนต์มาใช้เก็บผลไม้แทนมนุษย์ หุ่นยนต์นี้อาศัยกล้องถ่ายภาพและคอมพิวเตอร์ประมวลผลตรวจจับภาพเพื่อจำแนกตำแหน่งและผลไม้ที่เหมาะสมสำหรับควบคุมแขนกลในการเก็บผลไม้ เทคนิคการตรวจจับภาพจึงเป็นเทคโนโลยีที่สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีการมองเห็นของหุ่นยนต์ มังคุดเป็นผลไม้ที่ประเทศไทยส่งออกเป็นอันดับต้น ๆ ของโลกมีลำต้นสูงเก็บเกี่ยวลำบาก การตรวจจับมังคุดที่อยู่บนต้นต้องจำแนกมังคุดอ่อน มังคุดแก่หรือสุกที่อยู่บนกิ่งและอาจถูกบังด้วยใบ งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการตรวจจับมังคุดที่อยู่บนต้นที่ได้จากภาพถ่าย ด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นแนล เปรียบเทียบกับฟาสเตอร์อาร์ซีเอ็นเอ็น โดยขั้นตอนการวิจัยมีดังนี้ 1) การเตรียมภาพ 2) การฝึกสอนการเรียนรู้เชิงลึกตรวจจับมังคุดแก่หรือสุก และ 3) การทดสอบตรวจจับมังคุดแก่หรือสุก ประเมินประสิทธิภาพโมเดล ด้วยคอนฟิวชันเมทริกซ์ (Confusion Matrix) ผลการทดลองพบว่าแบบจำลองโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นแนลสามารถจำแนกมังคุดแก่หรือสุก ได้ค่าความถูกต้องร้อยละ 50.62 ค่าความเที่ยงร้อยละ 26.42 ค่าความครบถ้วนร้อยละ 93.33 และ เอฟวันสกอร์ ร้อยละ 41.18 แบบจำลองฟาสเตอร์อาร์ซีเอ็นเอ็นสามารถจำแนกมังคุดแก่หรือสุก ได้ค่าความถูกต้องร้อยละ 90.22 ค่าความเที่ยงร้อยละ 63.16 ค่าความครบถ้วนร้อยละ 48.98 และ เอฟวันสกอร์ ร้อยละ 55.17

คำสำคัญ: มังคุด การตรวจจับมังคุด การเรียนรู้เชิงลึก

Abstract

Robot technology has developed more and more rapidly. Robot were developed to harvest fruit instead of humans. Robot uses a camera and computer to process images, detect fruit and location on branches to control a mechanical arm to pick fruit. Image detection technique is therefore an important technology use to development of vision robot technology. Thailand's mangosteen export is one of the top in the world. A Mangosteen is a tall trunk which makes it difficult to harvest, to detect mangosteen on plants, must be classify is young or ripe, lies on the branches and may be covered by the leaves. This research presents the detection of mangosteen on plants by image using Convolutional Neural Network (CNN) compare with Faster R-CNN deep learning framework. The research methods are as follows 1) image preparation 2) training deep learning to mature or ripe mangosteen detection 3) testing to mature or ripe mangosteen detection. The performance of detection model employs the confusion matrix. The results show that can mature or ripe mangosteen detection, the model of CNN is an accuracy of 50.62%, precision of 26.42%, recall of 93.33% and F1-Score of 41.18%, the Faster R-CNN is an accuracy of 90.22%, precision of 63.16%, recall of 48.98% and F1-Score of 55.17%.

Keywords: Mangosteen, Mangosteen Detection, Deep Learning.

* มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
* Uttaradit Rajabhat University

1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านหุ่นยนต์ได้รับความสนใจและพัฒนามากขึ้นอย่างรวดเร็ว มีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ และส่งเสริมให้มีการคิดค้นเทคนิคใหม่ ๆ เพื่อทำให้หุ่นยนต์สามารถทำงานได้ใกล้เคียงกับมนุษย์มากที่สุด

หุ่นยนต์เริ่มมีบทบาทมากขึ้นในด้านการเกษตร เช่น หุ่นยนต์เก็บผลส้ม พัฒนาโดยบริษัทเอเนอร์จิด เทคโนโลยี [1] อาศัยคอมพิวเตอร์และกล้องถ่ายภาพสี่สีในการจำแนกตำแหน่งและผลส้มที่เหมาะสมสำหรับควบคุมแขนกลในการเก็บแต่ละลูก และหุ่นยนต์เก็บผลสตรอว์เบอร์รี เป็นผลงานของนักวิจัยชาวญี่ปุ่นสถาบันวิจัย IAM-BRAIN [2] โปรแกรมที่ถูกเขียนในตัวหุ่นยนต์จะทำการวิเคราะห์ภาพที่เก็บได้ด้วยหลักการประมวลผลภาพ (Image Processing) เพื่อวิเคราะห์หาว่าผลสตรอว์เบอร์รีนั้นสุกพอดีตามที่ต้องการหรือไม่ ถ้าสุกโดยที่ผลมีสีแดงมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ เครื่องก็จะทำการตัดที่ก้านแล้วเก็บผลสตรอว์เบอร์รีไว้ในถัง การทำงานของหุ่นยนต์เก็บผลไม้ มีการใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเป็นปัจจัยหลักในการหาคุณลักษณะเป้าหมายที่ต้องการก่อนทำการเก็บผลไม้ ประกอบกับเทคโนโลยีการเรียนรู้เชิงลึกซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่นิยมในปัจจุบันที่จะทำให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้ได้ด้วยเหตุนี้ การวิจัยในส่วนของการจำแนกรูปภาพโดยใช้การเรียนรู้เชิงลึกจึงมีความสำคัญ

มังคุดเป็นผลไม้ที่ประเทศไทยส่งออกมากเป็นอันดับต้น ๆของโลก ไปสู่ในหลาย ๆ ประเทศทั่วโลกเช่น สหรัฐอเมริกา จีน ญี่ปุ่น และเนเธอร์แลนด์ ข้อมูลปี พ.ศ. 2562 พบว่ามีพื้นที่เก็บเกี่ยวมังคุดของประเทศไทยประมาณ 429,316 ไร่ [3] มีการส่งออก 409,255 ตัน มีมูลค่า 16,727.14 ล้านบาท [4] มังคุดถือเป็นผลไม้ที่โดดเด่น และมีชื่อเสียงของประเทศไทย ด้วยรูปลักษณ์และสีสันที่สวยงาม มีเนื้อนุ่ม รสหวาน จนได้รับการขนานนามว่าราชินีแห่งผลไม้ มังคุดเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ลำต้นทรงกลม สูงประมาณ 7-25 เมตร

เนื่องจากมังคุดเป็นผลไม้ที่มีลำต้นสูงจึงมีปัญหาในการเก็บเกี่ยว ซึ่งมนุษย์ไม่สามารถเอื้อมมือไปเก็บผลมังคุดได้โดยตรง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอการตรวจจับมังคุดที่อยู่บนต้น เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการมองเห็นของหุ่นยนต์ในการจำแนกมังคุดอ่อน มังคุดแก่หรือสุกที่อยู่บนกิ่งและอาจถูกบังด้วยใบ เพื่อการเก็บเกี่ยวจากต้นแทนมนุษย์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีงานวิจัยเกี่ยวกับการตรวจจับภาพมังคุดหลายงานวิจัย แต่ไม่มีงานวิจัยใดที่มีการตรวจจับมังคุดที่อยู่บนต้น ได้แก่ งานวิจัยของ อซีซ่าห์ (Azizah) และคณะ [5] ได้ประยุกต์ใช้การเรียนรู้เชิงลึกแบบโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นแนล (Convolutional Neural Network หรือ CNN) ในการคัดแยกมังคุดที่ดี (Fine) และมีตำหนิ (Defect) สามารถตรวจจับมังคุดที่มีตำหนิได้ถูกต้องถึงร้อยละ 97 บาร์โกติ (Bargoti) และคณะ [6] ได้ตรวจจับผลไม้ในสวน ได้แก่ มะม่วง อัลมอนด์ และแอปเปิ้ล โดยใช้โครงร่างตรวจจับวัตถุที่ล้ำสมัยอย่างฟาสเตอร์อาร์ซีเอ็นเอ็น (Faster R-CNN) วัดประสิทธิภาพการตรวจจับด้วยเอฟวันสกอร์ (F1-Scoce) มากกว่า 0.9 สำหรับมะม่วงและแอปเปิ้ล เมอรี่สัน (Mureșan) และคณะ [7] ได้ทดลองตรวจจับผลไม้และผักรูปทรงไข่ จำนวน 82,213 ภาพจากผลไม้และผัก 120 ชนิด ด้วยการเรียนรู้เชิงลึกโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นแนล สามารถตรวจจับได้ถูกต้องร้อยละ 95.23

จากการศึกโครงร่างตรวจจับวัตถุ (Objection Detection Framework) ที่นิยมใช้คือโยโล (YOLO หรือ You Only Look Once) เอสเอสดี (SSD หรือ Single-Shot Multibox) และฟาสเตอร์อาร์ซีเอ็นเอ็น แต่โยโลและ เอสเอสดี มีข้อด้อยในการตรวจจับวัตถุขนาดเล็กจึงมีความแม่นยำในการตรวจจับวัตถุน้อยกว่าฟาสเตอร์อาร์ซีเอ็นเอ็น [8]

งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการตรวจจับมังคุดที่อยู่บนต้นที่ได้จากภาพถ่าย ด้วยโครงร่างตรวจจับการเรียนรู้เชิงลึกโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นแนลเปรียบเทียบกับฟาสเตอร์อาร์ซีเอ็นเอ็นที่มีความสามารถเลือกบริเวณที่น่าจะเป็นวัตถุเพื่อนำมาสกัดคุณลักษณะ จากนั้นจึงแยกประเภทจนกระทั่งทราบถึงผลลัพธ์หรือวัตถุที่ตรวจจับ

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินงานวิจัยนี้ได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

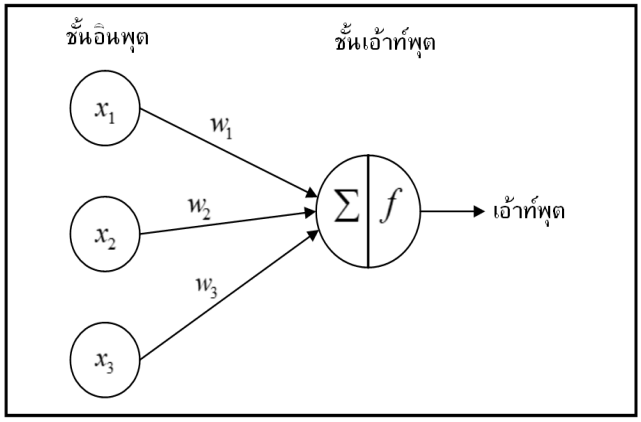
2.1 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks)

โครงข่ายประสาทเทียมเริ่มพัฒนาในปี ค.ศ. 1943 โดย วอร์แรน แมคคูลล็อก (Warren McCulloch) และ วอลเตอร์พิตต์ (Walter Pitts) [9] ได้คิดริเริ่มรูปแบบของโครงข่ายประสาทเทียมขึ้น ซึ่งได้กลายเป็นจุดกำเนิดของการจัดรูปแบบคณิตศาสตร์ของโครงข่ายประสาทเทียม ที่จำลองการทำงานของเซลล์สมองมนุษย์ด้วยคอมพิวเตอร์ สามารถเรียนรู้และฝึกฝนได้เหมือน

มนุษย์ในการเรียนรู้ การจดจำแบบรูป (Pattern Recognition) และการอุปมานความรู้ (Knowledge deduction)

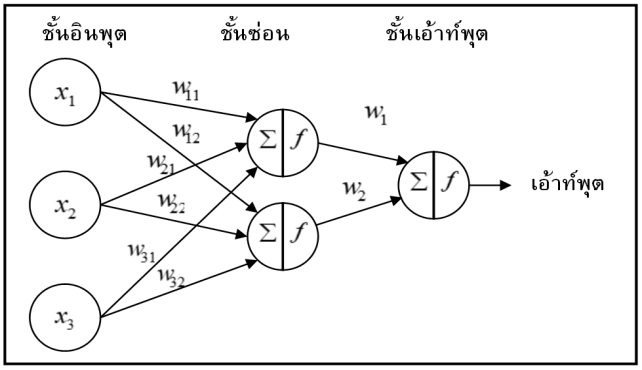
สมองมนุษย์ประกอบด้วย เซลล์ประสาท (Neuron) ใยประสาทนำเข้า (Dendrite) และเส้นประสาทนำออก (Axon) โดยใยประสาทนำเข้าจะมีหน้าที่รับสัญญาณไฟฟ้าเคมี ซึ่งส่งมาจากเซลล์ประสาทและส่งต่อไปยังเซลล์ประสาทที่อยู่ใกล้เคียง เมื่อเซลล์ประสาทได้รับสัญญาณไฟฟ้าเคมีเข้ามา ถ้ามีค่าเกินค่าค่าหนึ่ง เซลล์ประสาทจะถูกกระตุ้นและส่งสัญญาณไปทางเส้นประสาทนำออกต่อไป เมื่อจำลองเป็นโครงข่ายประสาทเทียมจะให้โหนด (Node) ทำหน้าที่เลียนแบบเซลล์ประสาท แต่ละโหนดรับค่านำเข้าได้หลายค่า ผลการกระตุ้นหรือส่งค่าออกได้มาจากการคำนวณโดยอาศัยฟังก์ชันการกระตุ้น (Activation Function) กับผลรวมเชิงเส้นแบบถ่วงน้ำหนักของค่านำเข้า นักวิจัยหลายท่านได้แบ่งโครงข่ายประสาทเทียมออกเป็นสองแบบกว้าง ๆ คือ โครงข่ายชั้นเดียว (Single layer) และโครงข่ายหลายชั้น (Multi layer)

โครงข่ายประสาทเทียมชั้นเดียวเป็นโครงข่ายที่มีเพียงชั้นอินพุต (Input Layer) และชั้นเอาท์พุต (Output Layer) เท่านั้น โดยชั้นอินพุตทำหน้าที่รับข้อมูลอินพุตแล้วรวมทุกข้อมูลอินพุตและค่าน้ำหนักของแต่ละจุดที่เชื่อมโยงกันส่งไปยังชั้นเอาท์พุต เพื่อมาคำนวณทางคณิตศาสตร์ด้วยฟังก์ชันกระตุ้น ลักษณะโครงข่ายประสาทเทียมชั้นเดียวดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 *ลักษณะโครงข่ายประสาทเทียมชั้นเดียว*

โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น เป็นโครงข่ายที่มีชั้นซ่อนตั้งแต่ 1 ชั้นขึ้นไป เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ลักษณะโครงข่ายประสาทเทียมหลายชั้นดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 *ลักษณะโครงข่ายประสาทเทียมหลายชั้น*

2.2 การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)

การเรียนรู้เชิงลึกเป็นชนิดหนึ่งการเรียนรู้ด้วยตัวเองของเครื่องจักร (Machine Learning) ที่มีการคำนวณแบบไม่เชิงเส้น (nonlinear) หลายชั้น การเรียนรู้เชิงลึกเป็นโครงข่ายประสาทเทียมขนาดใหญ่ การเรียนรู้เชิงลึกได้รับความนิยมในการรู้จำภาพ โดยเป็นการใช้โครงข่ายประสาทเทียมประเภท โครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นแนล

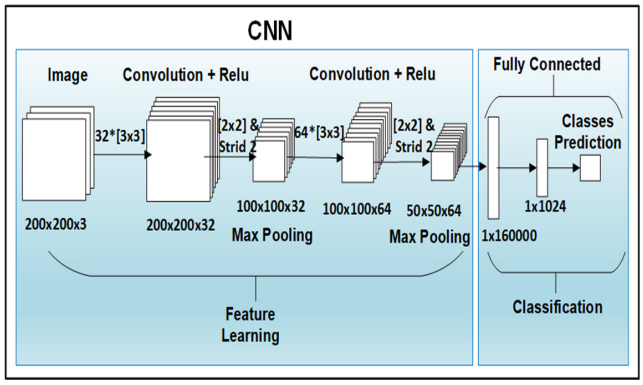
2.2.1 โครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นแนล โครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นแนล [10], [11] ใช้ในการเรียนรู้ด้วยตัวเองของเครื่องจักร นำมาประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลายในการตรวจจับและจดจำรูปภาพ [12], [13] มีสถาปัตยกรรมเช่น เดียวกับโครงข่ายประสาทเทียมหลายชั้น เช่นเดียวกับเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น (Multi-Layer Perceptron หรือ MLP) จึงเป็นการเรียนรู้เชิงลึกชนิดนึง

โครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นแนล ประกอบด้วย ชั้นอินพุต และชั้นเอาท์พุต รวมด้วยชั้นซ่อนหลายชั้น (Multiple Hidden Layer) การคำนวณในเลเยอร์ใช้หลักการคำนวณทางคณิตศาสตร์แบบสังวัตนาการ (Convolution) โครงสร้างของโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นแนล ตามภาพที่ 3 ในชั้นซ่อนประกอบด้วย

1. ชั้นคอนโวลูชั่น (Convolution) เป็นชั้นที่ประยุกต์ด้วยการนำตัวกรองหลายตัวมาปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์แบบสังวัตนาการกับข้อมูลนำเข้ารูปภาพ ตัวกรองที่นำมาใช้เช่น ขนาด 3x3 เป็นต้น แต่ละส่วนของรูปภาพ ชุดของการปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์แปลงเป็นตัวเลขเชิงเดี่ยวส่งต่อไปยังฟังก์ชันการกระตุ้น (Activation) จนได้ผลลัพธ์ออกมา ฟังก์ชันกระตุ้นที่ใช้คือ เรคติไฟด์ลิเนียร์ยูนิต (Rectified Linear Units หรือ ReLU) ผลลัพธ์ที่ได้เรียกว่าฟีเจอร์แมบ (Feature Map)

2. ชั้นพูลลิ่ง (Pooling) อยู่ถัดจากชั้นคอนโวลูชั่นทำหน้าที่ลดขนาด (Downsample) ของรูปภาพผลลัพธ์จากชั้นคอนโวลูชั่นเพื่อลดขนาดฟีเจอร์แมบ ให้เล็กลงทำให้ประมวลผลได้เร็วกว่า โดยใช้ฟังก์ชันค่าเฉลี่ย ฟังก์ชันค่าต่ำสุด และฟังก์ชันค่าสูงสุดในการคำนวณ ส่วนมากนิยมใช้ฟังก์ชันค่าสูงสุดในการคำนวณเรียกชั้นนี้ว่าแม็กพูลลิ่ง (Max Pooling)

3. ชั้นเชื่อมโยงแบบสมบูรณ์ (Fully-Connected) ทำหน้าที่ในการจำแนกวัตถุจากคุณลักษณะที่แยกออกมาหลังจากลดขนาดในชั้นพูลลิ่ง ในชั้นนี้ทุก ๆ โหนดถูกเชื่อมต่อกับทุก ๆ โหนดในชั้นก่อนหน้านี้



ภาพที่ 3 โครงสร้างโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นแนล

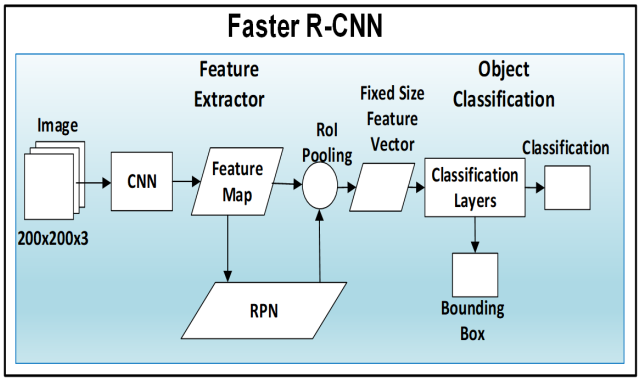
2.2.2 ฟาสเตอร์อาร์ซีเอ็นเอ็น

ฟาสเตอร์อาร์ซีเอ็นเอ็น สร้างและพัฒนาโดย เร็น (Ren) และคณะ [14] เป็นวิธีการเรียนรู้เชิงลึกของเครื่องบนพื้นฐานโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นแนล พัฒนามาจากซีเอ็นเอ็นอาร์ซีเอ็นเอ็น (R-CNN) และฟาสอาร์ซีเอ็นเอ็น (Fast R-CNN) ที่นิยมใช้ในการตรวจจับและรู้จำวัตถุ (Object Detection and Recognition) ที่ปรับปรุงข้อจำกัดหลายอย่าง เพื่อเพิ่มความแม่นยำและความรวดเร็วในการทำนาย โครงสร้างของฟาสเตอร์อาร์ซีเอ็นเอ็น ดังภาพที่ 4 ประกอบด้วย

1. ส่วนฐานเป็นโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นแนล ทำหน้าที่นำเข้าข้อมูลรูปภาพมาสกัดคุณลักษณะเด่นจนได้ฟีเจอร์แมบ แล้วส่งออกไป 2 ทาง ทางที่ 1 ส่งไปส่วนเสนอบริเวณ (Region Proposal Network หรือ RPN) และทางที่ 2 ส่งไปรอค่าจากส่วนเสนอบริเวณ ก่อนการ โรลพูลลิ่ง (RoI Pooling หรือ Region of Interest Pooling)

2. ส่วนเสนอบริเวณ ใช้สำหรับตรวจจับที่สกัดเอาบริเวณที่น่าจะเป็นวัตถุจากฟีเจอร์แมบ แล้วส่งค่าบริเวณ (Region) ที่ได้สู่กระบวนการ RoI Pooling

3. ส่วนโรลพูลลิ่งทำหน้าที่จำแนกประเภท (Classification) ด้วยการนำค่าบริเวณ (Region) จาก ส่วนเสนอบริเวณมาพูลลิ่งกับฟีเจอร์แมบ ของทางที่ 2 เพื่อสร้างฟีเจอร์เวกร์เตอร์ (Feature Vector) ที่มีขนาดคงที่ส่งไปชั้นเชื่อมโยงสมบูรณ์ (Fully Connected Layers) ทำการคำนวณผลลัพธ์แล้วแสดงการทำนายออกมาเป็น 2 ลักษณะ คือจำแนกประเภท และกรอบรอบบริเวณ (Bounding Box) วัตถุ เพื่อตอบว่า มีวัตถุใดอยู่บริเวณใดของภาพ



ภาพที่ 4 โครงสร้างของฟาสเตอร์อาร์ซีเอ็นเอ็น

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยหลายงานวิจัยไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจดจำมังคุดสำหรับการเก็บเกี่ยวด้วยโครงข่ายประสาทเทียมการเรียนรู้เชิงลึก แต่มีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจดจำผลไม้อื่น ๆ สำหรับการเก็บเกี่ยวด้วยโครงข่ายประสาทเทียมการเรียนรู้เชิงลึกดังต่อไปนี้

อซีซ่าห์ (Azizah) และคณะ [5] ได้นำโครงข่ายประสาทเทียมการเรียนรู้เชิงลึกมาประยุกต์ใช้ในการคัดแยกมังคุดที่ดีและมีตำหนิ เมอรี่สัน (Mureşan) และคณะ [7] ได้ทดลองตรวจจับผลไม้และผักรูปทรงไข่ โจว (Zhou) และคณะ [15] ตรวจจับและคัดแยกมะเขือเทศพันธ์ต่าง ๆ จากการศึกษางานวิจัยที่ใช้ฟาสเตอร์อาร์ซีเอ็นเอ็นในการตรวจจับผลไม้ พบหลายงานวิจัย ได้แก่ งานวิจัยของ ฟู (Fu) และคณะ [16] ตรวจจับผลไม้กีวี งานวิจัยของ ไม (Mai) และคณะ [17] คัดแยกผลไม้ขนาดเล็ก และงานวิจัยของ บาร์โกติ (Bargoti) และคณะ [18] ได้ตรวจจับผลไม้ในสวน ได้แก่ มะม่วง อัลมอนด์ และแอปเปิ้ล

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมข้อมูล

รูปภาพที่ใช้ในการวิจัยเพื่อการพิจารณาการตรวจจับภาพมังคุดและจดจำภาพมังคุดแก่หรือสุกโดยใช้การเรียนรู้เชิงลึกที่นำมาทดลองได้มาจากการถ่ายภาพมังคุดจากสวนศรีเพชร ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ กำหนดดังนี้ เป็นภาพสีอาร์สีบี (RGB) ชนิดเจเป็ก (jpeg) จำนวนรูปภาพทั้งหมดที่ใช้วิจัยทั้งหมด 420 ภาพ แบ่งออกเป็นดังต่อไปนี้

1) ชุดที่ 1 รูปภาพชุดฝึกสอน (Training Data) 320 ภาพ ความละเอียด 250x250 พิกเซล ภาพละ 1 ลูก ประกอบด้วย ลูกมังคุดดิบบนกิ่ง 100 ภาพ ลูกมังคุดแก่หรือสุกบนกิ่ง 100 ภาพ ลูกมังคุดดิบใบบัง 30 ภาพ ลูกมังคุดแก่หรือสุกใบบัง 30 ภาพ ลูกมังคุดดิบกิ่งบัง 30 ภาพ ลูกมังแก่หรือสุกกิ่งบัง 30 ภาพ

2) ชุดที่ 2 รูปภาพชุดทดสอบ (Testing Data) 100 ภาพ ความละเอียด 1024x682 พิกเซล ประกอบด้วย รูปภาพมังคุดที่ถ่ายบนต้นที่มีทั้งลูกมังคุดใบและกิ่ง 80 ภาพ รูปภาพมะปรางที่ถ่ายบนต้นที่มีทั้งลูกมะปรางใบและกิ่ง 20 ภาพ แบ่งเป็นข้อมูลทดสอบ 10 ชุด แต่ละชุดมีภาพมังคุด 8 ภาพ มะปราง 2 ภาพ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) ฮาร์ดแวร์ ใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ หน่วยประมวลผลกลางคอร์ไอห้า (CORE i5) 3.4 กิกะเฮิร์ท หน่วยความจำหลัก 8 กิกะไบท์ ฮาร์ดดิสก์เอสเอสดี 256 กิกะไบท์

2) ซอฟต์แวร์ ใช้อนาคอนดา (Anaconda) ในจัดการสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เพื่อใช้ในการดสอบฟาสเตอร์อาร์ซีเอ็นเอ็นที่เขียนด้วยโปรแกรมภาษาไพทอนรุ่น 3.7 (Python 3.7) เขียนคำสั่งและทดสอบโปรแกรมภายใต้ อะตอม (ATOM) ทั้งหมดนี้เป็นซอฟต์แวร์ที่ไม่มีลิขสิทธิ์

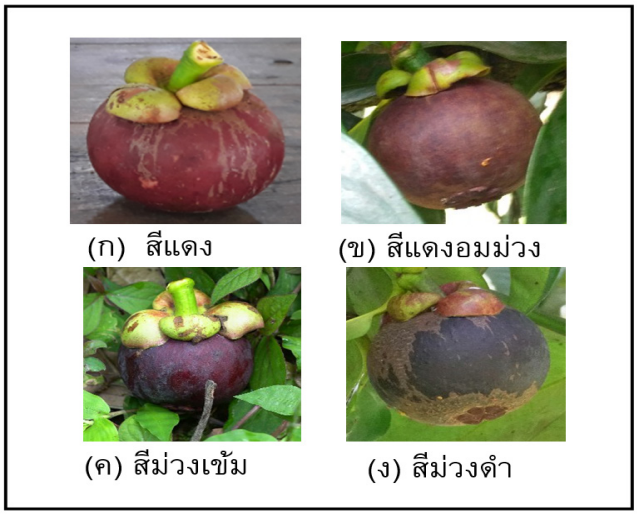
3.3 การแยกคุณลักษณะมังคุดแก่หรือสุก

พิจารณาจากเส้นขอบลูกมังคุด พื้นสีผิวมังคุด มังคุดแก่หรือสุกพื้นที่สีผิวผลมังคุดมีสีแดง แดงอมม่วง ม่วงเข้มไปจนถึงม่วงดำ ดังภาพที่ 5

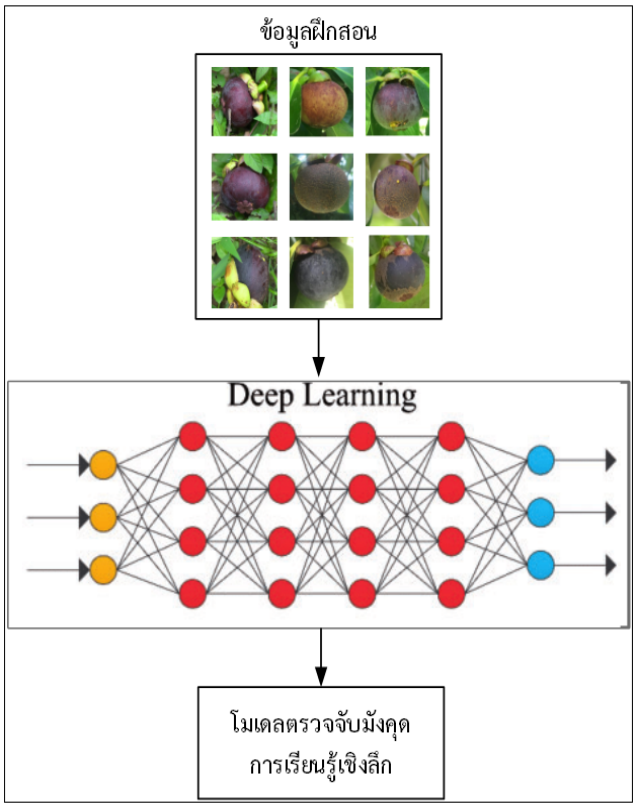
3.4 การทดลอง

งานวิจัยนี้นำการเรียนรู้เชิงลึกคอนโวลูชั่นแนลเปรียบเทียบกับฟาสเตอร์อาร์ซีเอ็นเอ็น มาตรวจจับและคัดแยกมังคุดแก่หรือสุก ในการทดลองมี 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการฝึกสอน (Training Phase) และขั้นตอนการทดสอบ (Testing Phase)

1) ขั้นตอนการฝึกสอน นำรูปภาพชุดฝึกสอน 320 ภาพ นำมาไขว้กัน 10 ชุด (10-Fold Cross Validation) ด้วยการสุ่มแบบเจาะจงให้แต่ละชุดมีภาพครบทุกแบบ ๆ ละเท่า ๆ กัน ไปสอนโมเดลด้วยอัลกอริทึมคอนโวลูชั่นแนล 10 รอบ (Epochs) และฟาสเตอร์อาร์ซีเอ็นเอ็น อีกจำนวน 20,000 รอบ ดังภาพที่ 6 จนกระทั่งได้โมเดลตรวจจับและคัดแยกมังคุดแก่หรือสุก อัลกอริทึมละ 10 โมเดล

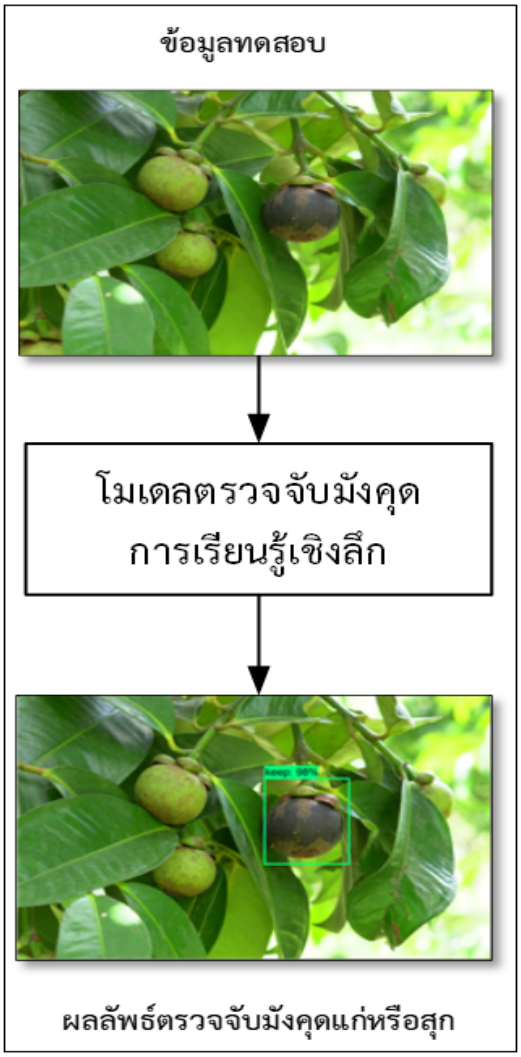


ภาพที่ 5 มังคุดแก่หรือสุก



ภาพที่ 6 กระบวนการฝึกสอนโมเดลตรวจจับมังคุด

2) ขั้นตอนการทดสอบ นำโมเดลตรวจจับมังคุดด้วยคอนโวลูชั่นแนล 10 โมเดล และฟาสเตอร์อาร์ซีเอ็นเอ็น 10 โมเดล แต่ละโมเดลนำไปทดสอบตรวจจับมังคุดแก่หรือสุกกับรูปภาพชุดทดสอบทีละชุดที่แบ่งไว้ทั้ง 10 ชุด แบบไม่ซ้ำกัน ดังภาพที่ 7



***ภาพที่** 7 การทดสอบโมเดลตรวจจับมังคุด*

3.5 การวัดประสิทธิภาพผลการตรวจจับมังคุด

1) เครื่องมือวัดการฝึกสอนโครงข่าย จากภาพที่ 6 ในกระบวนการฝึกสอนเพื่อให้โครงข่ายประสาทเทียมได้เรียนรู้ได้ใช้แบคพรอพาเกชัน (Back propagation) ในการปรับปรุงค่าน้ำหนัก (Weigh) โดยเริ่มจากการหาค่าความผิดพลาด (Error) ด้วยความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error หรือ MSE) ที่คำนวณได้จากเอ้าท์พุตของโครงค่ายประสาทเทียม นำมาเปรียบเทียบกับเฉลย (Target) เมื่อได้ค่าความผิดพลาดก็จะแพร่ค่าความผิดพลาดที่ได้กลับไปยังค่าน้ำหนักต่าง ๆ ซึ่งมีสูตรความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยดังสมการที่ 1

$$E_{total} = \sum \frac{1}{2}(t\arg et - output)^2 \qquad (1)$$

โดยที่ target คือเวกเตอร์ภาพเฉลย และ output เป็นเวกเตอร์ที่โครงข่ายประสาทเทียมที่ได้ทำนายไว้

2) เครื่องมือวัดการทดสอบโครงข่ายที่นำมาวัดประสิทธิภาพโมเดลตรวจจับมังคุดคือคอนฟิวชันเมทริกซ์ (Confusion Matrix) เพื่อประเมินผลการตรวจจับมังคุด (Prediction) เทียบกับค่าจริง (Actual) คอนฟิวชันเมทริกซ์ของการจำแนกข้อมูลประเภท 2 คลาส ได้แก่ คลาสมังคุดแก่หรือสุก แทนด้วย Y = 0 และคลาสที่ไม่ใช่มังคุดสุกหรือแก่ แทนด้วย Y = 1 ตามตารางที่ 1

***ตารางที่** 1 คอนฟิวชันเมทริกซ์*

ค่าจริง \ ผลตรวจจับ	Y = 0	Y = 1
Y = 0	TP	FN
Y =1	FP	TN

TP (True Positive) คือ โมเดลทำนายว่า Y = 0 และคนบอกว่า Y = 0

TN (True Negative) คือ โมเดลทำนายว่า Y = 1 และคนบอกว่า Y = 1

FP (False Positive) คือ โมเดลทำนายว่า Y = 0 และคนบอกว่า Y = 1

FN (False Negative) คือ โมเดลทำนายว่า Y = 1 และคนบอกว่า Y = 0

ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ตามที่สมการที่ 2

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \qquad (2)$$

ค่าความเที่ยง (Precision) เป็นค่าที่บอกว่าโมเดลตรวจจับมังคุดแก่หรือสุกได้ถูกต้องเท่าไหร่ดังสมการที่ 3

$$\Pr ecision = \frac{TP}{TP + FP} \qquad (3)$$

ค่าความครบถ้วน (Recall) เป็นค่าที่บอกว่าโมเดลตรวจจับมังคุดแก่หรือสุกได้ถูกต้องเป็นอัตราส่วนเท่าไหร่ของมังคุดแก่หรือสุกทั้งหมด ดังสมการที่ 4

$$\mathrm{Re}\,call = \frac{TP}{TP + FN} \qquad (4)$$

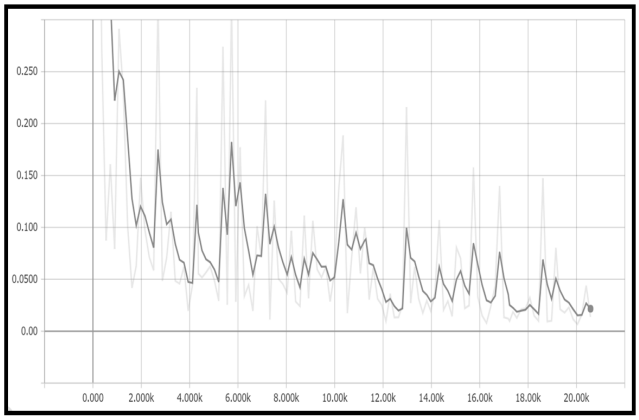
เอฟวันสกอร์ คือค่าประสิทธิภาพโดยรวม โดยการนำค่าความเที่ยงกับค่าความครบถ้วนมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งค่าสูง ๆ แสดงว่าโมเดลมีประสิทธิภาพดี มีสูตรคำนวณตามสมการที่ 5

$$F1 - Score = \frac{2 \times \mathrm{Pr}\,ecision \times \mathrm{Re}\,call}{\mathrm{Pr}\,ecision + \mathrm{Re}\,call} \qquad (5)$$

4. ผลการทดลอง

4.1 ผลการฝึกสอน

ผลการฝึกสอนที่ได้คือค่าความผิดพลาดที่เกิดจากตรวจจับมังคุดโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมฟาสเตอร์อาร์ซีเอ็นเอ็น ได้ผลการฝึกสอนของการตรวจจับมังคุดดังภาพที่ 8 แกนแนวนอนคือค่าของจำนวนครั้งที่ป้อนรูปภาพเข้าไปให้โครงข่ายประสาทเทียมได้ฝึกสอน และแกนแนวตั้งคือค่าความผิดพลาดที่ได้จากการฝึกสอน เส้นสีส้มจาง ๆ หมายถึงลักษณะของเส้นจริงก่อนการถูกปรับให้เรียบ และเส้นสีส้มเข้มหมายถึงลักษณะของเส้นที่ถูกปรับให้เรียบ เพื่อดูลักษณะของกราฟได้ง่ายขึ้น เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ในรูปแบบกราฟแล้วจะเห็นว่าค่าความผิดพลาดในการฝึกสอนของโครงข่ายประสาทเทียมฟาสเตอร์อาร์ซีเอ็นเอ็นนั้นค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นมากที่สุดจะอยู่ในขั้นตอนช่วงเริ่มต้น ค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 2.0107x10-5 และค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นน้อยที่สุดจะอยู่ในขั้นตอนช่วงท้าย ค่ากำลังสองเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 0.0137×10^{-5}



ภาพที่ 8 *กราฟแสดงค่าความผิดพลาดของการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม*

4.2 ผลการทดสอบ

นำทั้ง 2 โมเดลไปตรวจจับภาพชุดทดสอบ จำนวน 100 ภาพ ประกอบด้วย

1) ภาพมังคุด 80 ภาพ ที่มีลูกดิบอย่างเดียว 62 ภาพ ลูกสุกอย่างเดียว 1 ภาพ มีทั้งดิบและสุก 17 ภาพ และทั้ง 80 ภาพ มีลูกดิบจำนวน 332 ลูก ลูกแก่หรือสุก 24 ลูก

2) ภาพมะปราง 20 ภาพ ที่มีลูกดิบอย่างเดียว 10 ภาพ ลูกสุกอย่างเดียว 9 ภาพ มีทั้งดิบและสุก 1 ภาพ และทั้ง 20 ภาพ มีมะปรางดิบ 17 ลูก มะปรางสุก 25 ลูก

โมเดลคอนโวลูชั่นแนลทำนายผลตรวจจับเป็นภาพ ดังนั้นภาพที่มีทั้งลูกดิบและสุกที่นำมาทดสอบจึงไม่สามารถนำมาประเมินประสิทธิภาพได้ แต่โมเดลฟาสเตอร์อาร์ซีเอ็นเอ็นทำนายผลตรวจจับเป็นลูก ผลการทดสอบทั้ง 2 โมเดลได้ผลดังตารางคอนฟิวชันเมทริกซ์ ในตารางที่ 2 ผลการประเมินค่าความถูกต้อง ความเที่ยง ความครบถ้วน และเอฟวันสกอร์ ดังในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 *คอนฟิวชันเมทริกซ์ผลการตรวจจับ*

		ผลทำนาย			
		CNN		Faster R-CNN	
		Y = 0	Y = 1	Y = 0	Y = 1
ค่าจริง	Y = 0	14	1	24	25
	Y =1	39	27	14	335

ตารางที่ 3 *ค่าความถูกต้อง ความเที่ยง ความครบถ้วน และเอฟวันสกอร์*

	CNN		Faster R-CNN	
	ค่า	ร้อยละ	ค่า	ร้อยละ
ความถูกต้อง	0.5062	50.62	0.9020	90.2
ความเที่ยง	0.2642	26.42	0.6316	63.16
ความครบถ้วน	0.9333	93.33	0.4898	48.98
เอฟวันสกอร์	0.4118	41.18	0.5517	55.17

5. สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอการตรวจจับมังคุดที่อยู่บนต้นในสวนที่ได้จากภาพถ่ายด้วยโครงร่างตรวจจับการเรียนรู้เชิงลึกคอนโวลูชั่นแนลเปรียบเทียบกับฟาสเตอร์อาร์ซีเอ็นเอ็น ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกขั้นตอนการฝึกสอนนำภาพถ่ายมังคุดจำนวน 320 ไปฝึกสอนโมเดลด้วยอัลกอริทึมคอนโวลูชั่นแนล จำนวน 10 รอบ และการเรียนรู้เชิงลึกฟาสเตอร์อาร์ซีเอ็นเอ็น จำนวน 20,000 รอบ จนได้โมเดลตรวจจับมังคุด ขั้นตอนสุดท้ายเป็นขั้นตอนการทดสอบนำโมเดลไปตรวจจับมังคุดแก่หรือสุกกับรูปภาพที่ถ่ายมาจากต้นมังคุดในสวนที่มีทั้งลูกมังคุดใบและกิ่ง จำนวน 80 ภาพ ที่มีลูกดิบอย่างเดียว 62 ภาพ ลูกสุกอย่างเดียว 1 ภาพ มีทั้งดิบและสุก 17 ภาพ และทั้ง 80 ภาพมีลูกดิบจำนวน 332 ลูก ลูกแก่หรือสุก 24 ลูก ภาพมะปราง 20 ภาพ ที่มีลูกดิบอย่างเดียว 10 ภาพ ลูกสุกอย่างเดียว 9 ภาพ มีทั้งดิบและสุก 1 ภาพ และทั้ง 20 ภาพ มีมะปรางดิบ 17 ลูก มะปรางสุก 25 ลูก

ประเมินผลด้วยคอนฟิวชันเมทริกซ์ ได้ผลการประเมินดังนี้ แบบจำลองโครงข่ายประสาทคอนโวลูชั่นแนลสามารถจำแนกมังคุดแก่หรือสุก ได้ค่าความถูกต้องร้อยละ 50.62 ค่าความเที่ยงร้อยละ 26.42 ค่าความครบถ้วนร้อยละ 93.33 และ เอฟวันสกอร์ ร้อยละ 41.18 แบบจำลองฟาสเตอร์อาร์ซีเอ็นเอ็น สามารถจำแนกมังคุดแก่หรือสุก ได้ค่าความถูกต้องร้อยละ 90.22 ค่าความเที่ยงร้อยละ 63.16 ค่าความครบถ้วนร้อยละ 48.98 และ เอฟวันสกอร์ ร้อยละ 55.17

ข้อเสนอแนะในการวิจัย รูปภาพที่มีคุณสมบัติเกินขอบเขตที่โปรแกรมได้กำหนดไว้ จะทำให้ประสิทธิภาพในการแปลงค่าพารามิเตอร์ลดลง ทำให้เกิดความผิดพลาดแยกแยะรูปภาพ รวมถึงความละเอียดของภาพมีน้อยเกินกว่าจะใช้ในการคัดแยกคุณสมบัติของรูปภาพได้ รวมถึงรูปภาพวัตถุที่มีสีใกล้เคียงกับสีผิวมังคุดและมีเส้นโค้งกลมเหมือนผลมังคุดจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการแยกแยะมังคุดในภาพได้ และความผิดพลาดที่อาจเกิดจากตำแหน่งของรูปภาพ เช่น ภาพที่ถ่ายมังคุดในระยะไกล และความผิดพลาดที่เกิดจากการส่องสว่าง และการสะท้อนของแสงที่มีในรูปภาพ ซึ่งจะส่งผลให้รูปภาพนั้นมีสีผิวมังคุดที่จางมากเกินไปหรือมีสีผิวที่เข้มมากเกินไป

สำหรับแนวทางการลดค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นสามารถดำเนินการได้สองวิธีการ ดังนี้

1) เพิ่มจำนวนรอบฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม

2) เพิ่มข้อมูลรูปภาพในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณวิญญู ศรีเพชร เจ้าของสวนศรีเพรช ตำบลหัวดง อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ที่ได้อนุญาตให้เข้าไปบันทึกภาพมังคุดภายในสวน และขอขอบคุณสำนักงานกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ได้สนับสนุนทุนในการดำเนินการวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

[1] มติชน, *"หุ่นยนต์" เกษตรกรในอนาคต*. สืบค้นจาก : https://www.matichon.co.th/ lifestyle/news_387076. สืบค้นเมื่อ 1 มิถุนายน 2562.

[2] วิชาการดอทคอม, *การพัฒนาเทคโนโลยีหุ่นยนต์เก็บสตรอว์เบอร์รี*. สืบค้นจาก: http://www.vcharkarn.com/vnews/153453. สืบค้นเมื่อ 2 มิถุนายน

[3] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, *ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร*. สืบค้นจาก: https://www.moac.go.th สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2563.

[4] แนวหน้า, *โลกธุรกิจ*. สืบค้นจาก: https://www.naewna.com/business/513651. สืบค้นเมื่อ 1 กันยายน 2563.

[5] L. M. Azizah, S. F. Umayah, S. Riyadi, C. Damarjati, and N. A. Utama, "Deep Learning Implementation using Convolutional Neural Network in Mangosteen Surface Defect Detection." *IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering (ICCSCE)*, Penang, Malaysia, pp. 242-246, 2017.

[6] S. Bargoti, and J. Underwood. "Deep Fruit Detection in Orchards." *IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, Singapore, pp. 5164-5172, 2017.

[7] H. Mureșan, and M. Oltean. "Fruit recognition from images using deep learning." *An International Scientific Journal of Sapientia Hungarian University of Transylvania*, Vol. 10, No. 1, pp. 26-42, June, 2018.

[8] S. A. Sanchez, H. J. Romero, and A. D. Morales. "A review: Comparison of performance metrics of pretrained models for object detection using the Tensor Flow framework." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Cartagena*, Colombia, pp. 1-15, 2019

[9] W. S. McCulloch, and W. Pitts, "A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity." *Bulletin of Mathematical Biophysics,* Vol. 5, pp. 115–137, 1943.

[10] Y. LeCun, B. Boser, J. S. Denker, D. Henderson, R. E. Howard, W. Hubbard, and L. D. Jackel. "Backpropagation Applied to Handwritten Zip Code Recognition." *Neural Computation*, Vol. 1, No. 4, pp. 541-551, December, 1989.

[11] Y. LeCun, L. Bottou, Y. Bengio, and P. Haffner. "Gradient- Based Learning Applied to Document Recognition." *in Proceedings of the IEEE*, Vol. 86, No. 11, pp. 2278–2324, November, 1998.

[12] M. Subhi, and S. H. Ali, "A Deep Convolutional Neural Network for Food Detection and Recognition." *IEEE-EMBS Conference on Biomedical Engineering and Sciences (IECBES)*, Sarawak, Malaysia, pp. 284-287, 2018.

[13] M. M. Rahman, S. M. Islam, R. Sassi, and M. Aktaruzzaman. "Convolutional neural networks performance comparison for handwritten Bengali numerals recognition." *SN Applied Sciences,* November, 2019.

[14] R. S. Ren, K. He, R. Girshick, and J. Sun, *Faster R-CNN:Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks.* Available Online at https://arxiv.org/abs/1506.01497, accessed on 1 December, 2019.

[15] Y. Zhou, T. Xu, W. Zheng, and H. Deng. "Classification and recognition approaches of tomato main organs based on DCNN." *Nongye Gongcheng Xuebao/ Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering,* Vol. 33, No. 15, pp. 219-226, August, 2017

[16] L. Fu, Y. Feng, Y. Majeed, and X. Zhang. "Kiwifruit detection in field images using Faster R-CNN with ZFNet" *IFAC-PapersOnLine,* Vol. 51, Issue 17, pp. 45-50. 2018

[17] X. Mai, H. Zhang, M. and Q. -. Meng, "Faster R-CNN with Classifier Fusion for Small Fruit Detection." *IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, Brisbane, QLD, Australia, pp. 7166-7172, 2018.

[18] S. Bargoti, and J. Underwood, "Deep Fruit Detection in Orchards." *IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA),* Singapore, pp. 3626-3633, 2017.

การจัดตั้งทีมพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัมโดยใช้ทักษะด้านเทคนิคเป็นฐาน และผลกระทบต่อทักษะการเขียนโปรแกรมของกลุ่มผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ระดับเริ่มต้น

Technical Skills-Based Team Formulation in Scrum Software Development and Its Impact on Programming Skills in Entry-Level Software Developers

อภิสิทธิ์ แสงใส (Apisit Saengsai)* และ ณัฐพร ภักดี (Nuttaporn Phakdee)*

Received: June 10, 2021
Revised: July 30, 2021
Accepted: August 31, 2021

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ณัฐพร ภักดี (Nuttaporn Phakdee) อีเมล: nuttaporn@go.buu.ac.th

บทคัดย่อ

หลักการพัฒนาซอฟต์แวร์สมัยใหม่ (Modern Software Development Principles) มีลักษณะเด่น คือ เน้นการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยความเร็ว (Fast-Paced) โดยใช้ทีมพัฒนาร่วมมือกันทำงาน (Collaboration) ในลักษณะ Feature-Driven โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัม (Scrum) ได้รับความนิยมและถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย อย่างไรก็ตาม แม้ว่าองค์กรจะใช้วิธีการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ได้รับการยอมรับ แต่ยังคงพบกับความล้มเหลวของการพัฒนาซอฟต์แวร์อยู่บ่อยครั้ง จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า สมาชิกภายในทีม (Team Members) ยังคงเป็นปัจจัยหลักในหลาย ๆ ปัจจัยความสำเร็จที่ส่งผลต่อการพัฒนาซอฟต์แวร์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดลองและนำเสนอผลลัพธ์จากการจัดทีมสกรัม โดยพิจารณาจากทักษะด้านเทคนิคเป็นฐาน และแสดงผลกระทบต่อการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมของกลุ่มผู้พัฒนาระดับเริ่มต้นหรือมีประสบการณ์น้อย ซึ่งพบว่า การจัดทีมสกรัมโดยใช้ทักษะด้านเทคนิคเป็นฐานของกลุ่มทดลองไม่มีความผลต่อการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้พบข้อสังเกตว่าทีมที่สมาชิกส่วนใหญ่มีทักษะด้านเทคนิคระดับสูงอยู่หลายคน (ร้อยละ 60 – 90 ของสมาชิกทั้งหมด) มีผลลัพธ์การพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมที่แย่ที่สุด

คำสำคัญ: ทักษะด้านเทคนิค หลักการพัฒนาซอฟต์แวร์สมัยใหม่ การพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ระดับเริ่มต้น

Abstract

Modern software development principles are fast-paced, collaborative tasks that focus on real working software to meet deadlines called “feature-driven.” Scrum is the mostpopular modern software development tool. Nevertheless, team members are key success factors for software development. This research studied team formation based on the technical skill of each team member and its impact on programming skills in entry-level software developers. In this experiment the relationship between practical examination scores and team formation configuration could not be confirmed with a statistical significance of 0.05. However, team formation with a high percentage of technical skill members (60 - 90 percent of the total members in a team.) had the worst results.

Keywords: Technical Skills, Modern Software Development Team, Programming Skills Development, and Entry Level Software Developer.

1. บทนำ

สกรัม (Scrum) คือหลักการพัฒนาซอฟต์แวร์สมัยใหม่ที่ส่งเสริมให้สมาชิกภายในทีมพัฒนาซอฟต์แวร์สามารถปฏิบัติงานต่าง ๆ ด้วยตนเองได้ ตั้งแต่การวางแผนการออกแบบการเขียนโปรแกรม การทดสอบ รวมถึงการส่งมอบซอฟต์แวร์ จากการวิจัยพบว่า [1] สมาชิกภายในทีมพัฒนาซอฟต์แวร์เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อความสำเร็จหรือความล้มเหลว

* สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา
* Software Engineering Program, Faculty of Informatics, Burapha University.

ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ ซึ่งสมาชิกควรมีทักษะพื้นฐานที่สำคัญในการทำงาน เช่น ทักษะการออกแบบเชิงวัตถุ (Object Oriented design) ทักษะการทดสอบ (Testing skill) ทักษะการทำงานเป็นทีม (Teamwork skill) และทักษะการสื่อสาร (Communication) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ยังคงไม่มีการระบุอย่างเป็นทางการ สำหรับทักษะที่จำเป็นต้องมีในการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการพัฒนาซอฟต์แวร์สมัยใหม่ Scrum, Extreme programming, Lean และ Kanban เป็นต้น

ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ปัจจุบัน หลายองค์กรประสบปัญหาว่าการสรรหา คัดเลือก หรือจ้างงานบุคลากรที่มีทักษะ/ความเชี่ยวชาญ ครบถ้วนตามความต้องการขององค์กรเป็นเรื่องที่เป็นไปได้ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทักษะการเขียนโปรแกรม (Programming skill) ดังนั้นการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มผู้พัฒนาระดับเริ่มต้นหรือมีประสบการณ์น้อย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอผลลัพธ์จากการจัดทีมพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัม โดยผู้วิจัยเรียกว่า ทีมสกรัม ซึ่งพิจารณาจากทักษะด้านเทคนิคเป็นฐาน และผลกระทบต่อการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมในกลุ่มผู้พัฒนาระดับเริ่มต้นหรือมีประสบการณ์น้อย โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมซอฟต์แวร์ จำนวน 86 คน แบ่งเป็น 10 กลุ่ม ทั้งนี้ นักศึกษาแต่ละคนจะถูกวัดระดับทักษะด้านเทคนิคจากผลการเรียนในรายวิชาของหลักสูตรฯ ตามแนวปฏิบัติของการจำแนกด้านความรู้ (Knowledge areas) ที่นำเสนอโดย Association for Computing Machinery (ACM) ของหลักสูตรวิศวกรรมซอฟต์แวร์ [2] ได้แก่ 1) รายวิชาพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับคอมพิวเตอร์ (Computing Essentials) 2) รายวิชาด้านคณิตศาสตร์คอมพิวเตอร์และวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (Mathematical and engineering fundamentals) และ 3) รายวิชาด้านการวิเคราะห์ออกแบบ (Software design) รวมทั้งสิ้นจำนวน 8 รายวิชา โดยกำหนดโครงการให้นักศึกษาพัฒนา Web-based Application ออกแบบและพัฒนาโดยใช้แนวคิด Object-Oriented และใช้วิธีสกรัม (Scrum) ในการพัฒนาซอฟต์แวร์

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

"ทักษะด้านเทคนิค" (Technical Skills) ในงานวิจัยนี้หมายถึง ทักษะที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับการพัฒนาซอฟต์แวร์เป็นการส่งผลโดยตรงกับชิ้นงานซอฟต์แวร์

2.1 หลักการพัฒนาซอฟต์แวร์สมัยใหม่

คือการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ให้ความสำคัญกับกรอบเวลา (Box of Time) แบ่งช่วงการพัฒนาออกเป็นช่วงสั้น ๆ (Sprint/Cycle) นำส่งซอฟต์แวร์อย่างต่อเนื่อง (Continuous Deployment) เน้นที่ความพึงพอใจของลูกค้า (User Satisfaction) สามารถทำงานในหลากหลายหน้าที่ (Cross-Functional) และสามารถบริหารจัดการตนเองได้ (Self-Organization) โดยตัวอย่างวิธีการพัฒนาซอฟต์แวร์สมัยใหม่ที่เป็นที่นิยม เช่น

- สกรัม (Scrum) เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน โดยแบ่งการพัฒนาซอฟต์แวร์ออกเป็นวงรอบ (Incremental) โดยใช้ความต้องการของลูกค้าเป็นเป้าหมายในการพัฒนาในแต่ละวงรอบ อยู่ในรูปแบบของชิ้นงาน (Product Backlog) โดยมี Product Owner เป็นผู้กำหนดความต้องการ
- Extreme programming (XP) เน้นการปฏิบัติงานร่วมกันของสมาชิกภายในทีม (Collaboration) โดยการสื่อสารกันอย่างต่อเนื่อง (Communication) สมาชิกทุกคนสามารถช่วยกันปฏิบัติงานและสามารถถ่ายทอดความรู้สู่สมาชิกคนอื่นได้ และมักใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมแบบคู่ (Pair Programming) ให้ถูกต้องตามความต้องการและตรงตามมาตรฐานการเขียนโปรแกรม (Coding Standards)

2.2 ทักษะสำหรับนักพัฒนาซอฟต์แวร์

Tan และ Teo [3] ได้นำรูปแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบเอไจล์ไปใช้ในการเรียนการสอน โดยนำเสนอผลลัพธ์ว่านักศึกษามีทัศนคติที่ดีขึ้นเกี่ยวกับเรื่องของคุณภาพของซอฟต์แวร์ และยังนำเสนอว่ายังส่งผลถึงทักษะในการจัดการกับการเปลี่ยนแปลง (Dealing with Changes) และทักษะการจัดการความขัดแย้ง (Conflict Management) Rebecca [4] เสนอว่าทักษะการสื่อสาร (Communication) เป็นทักษะที่สำคัญสำหรับการทำงานในรูปแบบสกรัม เนื่องจากการสื่อสารที่ไม่ดีจะทำให้การทำงานของทีมนั้นประสบกับปัญหาในหลาย ๆ ด้าน เนื่องจากทีมสกรัมต้องช่วยกันทำงาน (Collaboration) และเน้นที่ความรวดเร็วในการปฏิบัติงาน นอกจากนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมทักษะสำหรับนักพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัมเพิ่มเติม (เฉพาะสมาชิกในทีมเท่านั้น ไม่รวม Scrum Master) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 *ทักษะสำหรับนักพัฒนาซอฟต์แวร์แบบสกรัม*

ทักษะ	[5]	[6]	[7]	[3]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]
1. Acceptance test		✓					✓		
2. Architecture design	✓						✓		
3. Coding standard	✓								
4. Communications		✓	✓		✓	✓			
5. Conversation									✓
6. Conflict management				✓					
7. Detail design								✓	
8. Debugging								✓	
9. Documentation							✓		
10. Inspections							✓		
11. Integration testing				✓			✓		
12. Keeping Code Fit		✓							
13. Modeling							✓		
14. Negotiation									✓
15. OO Design		✓					✓		✓
16. Pair programming		✓							
17. Problem solving					✓				
18. Programming	✓	✓					✓	✓	
19. Self- management					✓				
20. Technical writing									✓

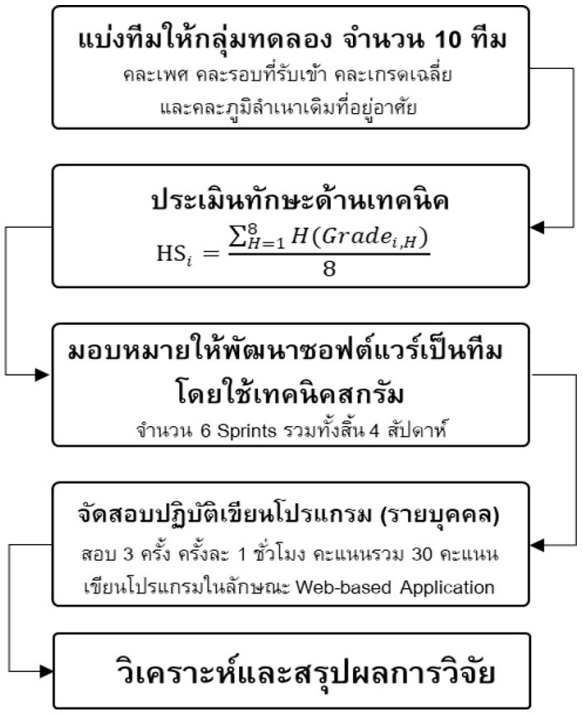
3. วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงประจักษ์ (Empirical study) ซึ่งต้องมีการกำหนดกลุ่มทดลอง รูปแบบการทดลองและการวัด และการประเมินผลการทดลอง โดยมีกรอบแนวคิด ดังแสดงในภาพที่ 1

3.1 กลุ่มทดลอง

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ชั้นปีที่ 2 คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 86 คน ซึ่งทั้งหมดเคยศึกษาและมีประสบการณ์การเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C, C++, HTML, CSS, JavaScript, MySQL, PHP และต้องลงทะเบียนเรียนในรายวิชา 1) รายวิชาพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับคอมพิวเตอร์ (Computing Essentials) 2) รายวิชาด้านคณิตศาสตร์คอมพิวเตอร์และวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (Mathematical and engineering fundamentals) และ 3) รายวิชาด้านการวิเคราะห์ออกแบบ (Software design) รวมทั้งสิ้นจำนวน 8 รายวิชา ดังนี้

1. Logical Thinking and Problem Solving for Innovation
2. Principles of Programming for Software Engineering
3. Principles of Programming for Software Engineering Laboratory
4. Object-Oriented Programming and Modeling
5. Object-Oriented Programming and Modeling Laboratory
6. Data Structure and Algorithms for Software Engineering
7. Object-Oriented System Analysis and Design
8. Personal Software Development Process Laboratory



ภาพที่ 1 *กรอบแนวความคิดในการวิจัย*

โดยจัดแบ่งกลุ่มทดลองเป็นทีม ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้คำว่า “มกุล” (Cluster) จำนวน 10 มกุล เรียงลำดับจาก มกุล 0 - มกุล 9 แต่ละมกุลมีสมาชิกภายในทีม 7 – 9 คน โดยคละเพศ คละรอบที่รับเข้า คละเกรดเฉลี่ย และคละภูมิลำเนาเดิมที่อยู่อาศัย

3.2 รูปแบบการทดลองและการวัดผล

การทดลองจัดทำขึ้นในค่ายพัฒนาซอฟต์แวร์ ครั้งที่ 9 (Open Source Software Developer Camp#9) ในภาคการศึกษาที่ 2/2563 จำนวน 6 Sprint รวมทั้งสิ้น 4 สัปดาห์ มีพี่เลี้ยงประจำทีม ลักษณะงานที่มอบหมายจะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยมี Product Owner ซึ่งเป็นตัวแทนสถานประกอบการจริงเป็นผู้ให้ความต้องการ มีการประยุกต์ใช้การพัฒนาแบบสกรัม จัดส่งงานตามวงรอบ และมีข้อกำหนดว่าทุกคนภายในทีมต้องได้รับงานที่ตนรับผิดชอบ ให้อิสระในการแบ่งงานแก่นักศึกษา และกำชับให้แบ่งในลักษณะปริมาณใกล้เคียงกัน มีการเก็บรวบรวมข้อมูลการพัฒนาซอฟต์แวร์และการทดสอบการเขียนโปรแกรมผ่านระบบออนไลน์

การวัดผลทักษะการเขียนโปรแกรมภายหลังการทดลอง จัดทำโดยการจัดสอบปฏิบัติ เพื่อวัดทักษะการเขียนโปรแกรมรายบุคคล ผู้สอบสามารถค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมบนอินเทอร์เน็ตได้ มีผู้คุมสอบจำนวนมากเพื่อคอยตรวจสอบและควบคุมไม่ให้มีการทุจริตในการสอบ ในการให้คะแนนแต่ละข้อพิจารณาจากการทำงานของโปรแกรมที่ตรงตามข้อกำหนด เวลาที่ใช้ในการพัฒนา และพิจารณา Source Code ร่วมด้วย

3.3 การประเมินผลการทดลอง

งานวิจัยนี้อนุมานวิธีการประเมินระดับทักษะของกลุ่มทดลองแต่ละคน จากผลการเรียนของรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับทักษะด้านเทคนิค (Technical Skills) 8 รายวิชา ตามแนวปฏิบัติของการจำแนกด้านความรู้ (Knowledge areas) ที่นำเสนอโดย Association for Computing Machinery (ACM) ของหลักสูตรวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ดังแสดงในหัวข้อ 3.1

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าแต่ละรายวิชาจะมีเกณฑ์การวัดผลที่แตกต่างกัน และอาจจะประเมินความสามารถ หรือวัดความรู้เฉพาะทางในรายวิชานั้น ๆ ร่วมด้วย แต่เนื่องจากกลุ่มทดลองแต่ละคนถูกวัดผลด้วยวิธีเดียวกันในแต่ละรายวิชา การอนุมานระดับทักษะด้านเทคนิค จึงมีความเหมาะสมระดับหนึ่ง ซึ่งคะแนนที่ใช้เป็นฐานในการวิจัยนี้เป็นไปตามสมการที่ 1

$$\mathrm{HS}_i = \frac{\sum_{H=1}^{8} H(Grade_{i,H})}{8} \qquad (1)$$

กำหนดให้

H = {(A,7),(B+,6),(B,5),(C+,4),(C,3),(D+,2),(D,1)}

Grade = เกรดรายวิชาที่เน้นทักษะด้านเทคนิค (Technical Skills) ที่ได้รับ

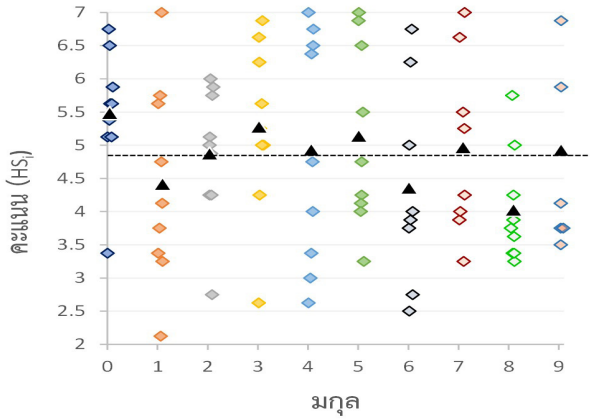
HS_i = คะแนนรวมรายนักศึกษา

สมการที่ 1 เป็นการคำนวณคะแนนรวมผลการเรียนของรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับทักษะด้านเทคนิคซึ่งใช้เป็นฐานในการเปรียบเทียบสำหรับการทดลอง โดยกำหนดให้เกรด A ได้คะแนนสูงสุดมีค่าเป็น 7 เกรดแต่ละขั้นมีค่าคะแนนลดลงขั้นละ 1 คะแนน และแต่ละวิชามีน้ำหนักในการคำนวณคะแนนรวมเท่ากัน ดังแสดงในตาราง 2

การกระจายของผลคะแนนแต่ละมกุล มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.84 คะแนน มีค่าฐานนิยม (Mode) เป็น 4.25 คะแนน และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เป็น 1.33 โดยมกุล 1 มกุล 6 และมกุล 8 มีคะแนนเฉลี่ยทักษะด้านเทคนิคต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยรวมทั้งหมดส่วนมกุลที่เหลือมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่า มกุล 2 มกุล 4 มกุล 7 และมกุล 9 จะมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด แต่อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยมาก ซึ่งห่างกับค่าเฉลี่ยไม่เกิน 0.13 คะแนนโดยคะแนนของสมาชิกแต่ละคนจำแนกตามมกุล ดังแสดงในภาพที่ 2

ตารางที่ 2 *จำนวนสมาชิกและคะแนนเฉลี่ยทักษะฯ แต่ละมกุล*

มกุล	จำนวนสมาชิก : คน	เพศ : คน (ชาย - หญิง)	ภูมิลำเนา : คน (กทม. และปริมณฑล : ต่างจังหวัด)	ค่าเฉลี่ยทักษะฯ
0	9	5:4	2:7	5.49
1	9	5:4	1:8	4.42
2	9	5:4	2:7	4.88
3	9	5:4	1:8	5.28
4	9	5:4	1:8	4.93
5	9	4:5	1:8	5.14
6	8	4:4	3:5	4.35
7	8	4:4	2:6	4.97
8	9	5:4	2:7	4.03
9	7	4:3	1:6	4.93
รวม	**86 คน**	**46:40**	**15:71**	**4.84**

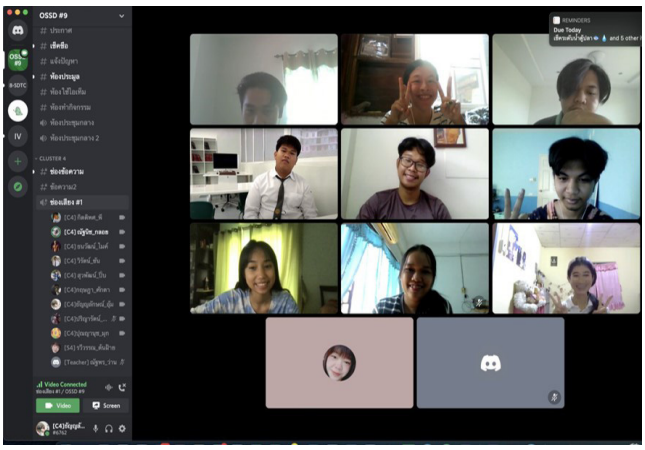


ภาพที่ 2 *การกระจายของคะแนนสมาชิกแต่ละมกุล*

4. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การทดลองกับกลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้จัดทำขึ้นภายในค่ายพัฒนาซอฟต์แวร์ ครั้งที่ 9 (Open Source Software

Developer Camp#9) ของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ปีการศึกษา 2563 โดยใช้ระยะเวลารวมทั้งสิ้น 4 สัปดาห์ กลุ่มทดลองจะได้รับโจทย์ในการพัฒนาซอฟต์แวร์เป็น Web-based Application และต้องออกแบบและพัฒนาโดยใช้แนวคิด Object-Oriented โดยมี Product Owners ซึ่งเป็นตัวแทนจากสถานประกอบการจริงที่มีความร่วมมือกับทางหลักสูตรฯ เป็นผู้ให้ความต้องการ โดยใช้การพัฒนาแบบสกรัม ซึ่งมีข้อกำหนด และกำชับต่อทุกมกุลว่าสมาชิกทุกคนจะต้องได้รับงานปริมาณเท่า ๆ กัน ซึ่งให้อิสระในการแบ่งงานแก่กลุ่มทดลองอย่างไรก็ตามเนื่องจากสถานการณ์โรคระบาดโควิด 19 จึงจำเป็นต้องดำเนินการจัดงานทั้งหมดในลักษณะออนไลน์ (Online) โดยใช้โปรแกรม DISCORD และโปรแกรม ZOOM Meeting เป็นโปรแกรมหลักในการติดต่อสื่อสารดังแสดงในภาพที่ 3

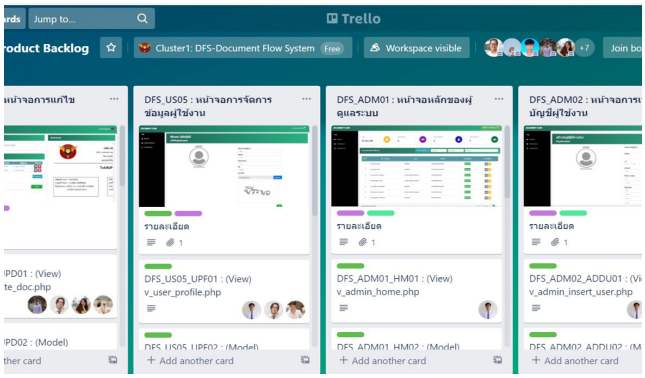


ภาพที่ 3 *การติดต่อสื่อสารระหว่างการปฏิบัติงาน*

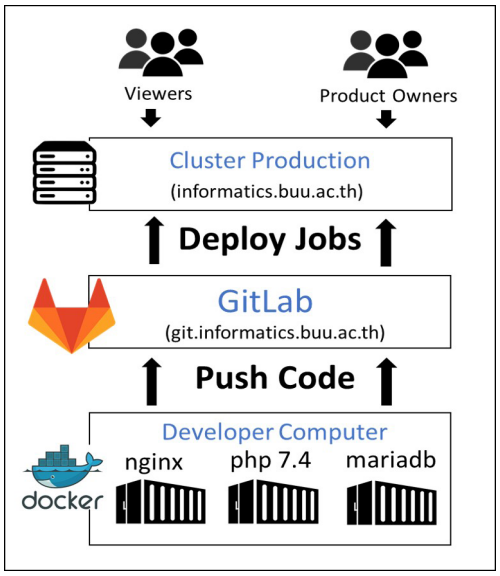
มกุลต้องจัดทำ Product Backlog และนำมาวางแผนงานในแต่ละ Sprint ตลอดจนส่งงานกับ Product Owners ในขั้นตอน Sprint Review ทั้งนี้กำหนดให้ใช้โปรแกรม Trello ในการบริหารจัดการการทำงานภายในมกุลดังภาพที่ 4

ในการพัฒนาซอฟต์แวร์กลุ่มทดลองใช้ภาษา HTML, CSS, JavaScript, และ PHP ในการพัฒนา และใช้ฐานข้อมูล MariaDB ซึ่งกลุ่มทดลองทั้งหมดเคยศึกษาและมีประสบการณ์การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาดังกล่าวแล้ว

กลุ่มทดลองถูกกำหนดให้มีสิ่งแวดล้อมในการพัฒนาเหมือน ๆ กัน คือ ติดตั้งโปรแกรม Docker เพื่อจำลองสิ่งแวดล้อมภายในคอมพิวเตอร์ส่วนตัวของกลุ่มทดลองให้มีเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ และใช้โปรแกรมควบคุมการเปลี่ยนแปลง (Version control) โดยงานที่เสร็จสิ้นและได้รับการยอมรับจะถูกนำมาแสดงในแอปพลิเคชันหลักของแต่ละมกุล ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 4 *การติดต่อสื่อสารระหว่างการปฏิบัติงาน*



ภาพที่ 5 *สถาปัตยกรรมการพัฒนาซอฟต์แวร์*

4.1 ผลการวัดทักษะด้านเทคนิคหลังการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการจัดสอบด้านเทคนิคแบบปฏิบัติ เพื่อวัดทักษะด้านเทคนิครายบุคคลหลังจบโปรแกรมค่ายพัฒนาซอฟต์แวร์ กลุ่มทดลองสามารถค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมบนอินเทอร์เน็ตได้ มีผู้คุมสอบจำนวนมากเพื่อคอยตรวจสอบและควบคุมไม่ให้มีการทุจริตในการสอบ โดยจัดให้มีการสอบ 3 ครั้ง มีเวลาในการทำข้อสอบครั้งละ 1 ชั่วโมง โดยข้อสอบมีคะแนนรวม 30 คะแนน ซึ่งโจทย์ในการสอบคือการเขียนโปรแกรมในลักษณะ Web-based Application โดยผู้วิจัยกำหนดข้อสอบ

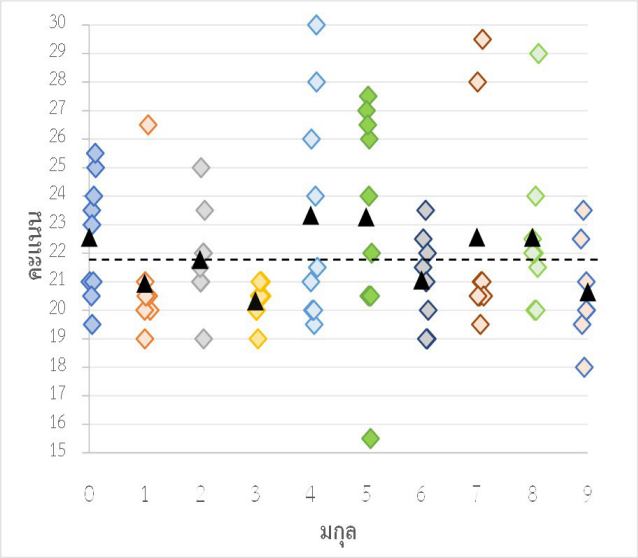
มี 3 ลักษณะ คือ 1) ข้อสอบมีความใกล้เคียงกับโจทย์ที่ทั้ง 10 มกุลได้พัฒนาเป็นอย่างมาก 2) ข้อสอบมีความใกล้เคียงกับโจทย์ แต่ต้องการประยุกต์หรือดัดแปลงบางส่วน และ 3) ข้อสอบเป็นโจทย์ที่ทั้ง 10 มกุล ไม่เคยพัฒนามาก่อน ซึ่งผลการสอบเป็นดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 *คะแนนเฉลี่ยและหลังปฏิบัติงานแต่ละมกุล*

ก่อนปฏิบัติงาน ค่าฐานนิยม (Mode) เป็น 4.25 คะแนน			หลังปฏิบัติงาน ค่าฐานนิยม (Mode) เป็น 20.5 คะแนน	
มกุล	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	คะแนนเฉลี่ย	S.D.
0	5.49	0.92	22.56	2.01
1	4.42	1.42	20.95	2.03
2	4.88	0.97	21.78	1.60
3	5.28	1.23	20.33	0.58
4	4.93	1.65	23.33	3.64
5	5.14	1.30	23.28	3.76
6	4.35	1.44	21.06	1.53
7	4.97	1.27	22.56	3.62
8	4.03	0.80	22.56	2.55
9	4.93	1.36	20.64	1.73
รวม	**4.84**	**1.33**	**21.93**	**2.47**

จากตารางที่ 3 ผลการสอบปฏิบัติของกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยรวมเท่ากับ 21.93 คะแนน มีฐานนิยม (Mode) เป็น 20.5 คะแนน และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 2.47 เมื่อพิจารณาที่มกุล 3 และมกุล 9 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยประจำมกุลน้อยกว่าค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดซึ่งตรงกันข้ามกับก่อนปฏิบัติงานที่มีคะแนนเฉลี่ยประจำมกุลมากกว่าคะแนนเฉลี่ยรวมทั้งหมด ในทางกลับกัน มกุล 8 มีคะแนนเฉลี่ยประจำมกุลสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยรวมทั้งหมด ในขณะที่ก่อนปฏิบัติงานมีคะแนนเฉลี่ยรวมประจำมกุลน้อยกว่าค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด โดยคะแนนสมาชิกแต่ละมกุลแสดงดังภาพที่ 6

จากภาพที่ 6 เป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่ง เมื่อพิจารณาผลสอบการเขียนโปรแกรมของมกุล 0 มกุล 3 และมกุล 5 ซึ่งเป็นมกุลที่ก่อนปฏิบัติงานภาพรวมสมาชิกส่วนใหญ่มีคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ย ซึ่งอยู่ใน 3 มกุลแรกที่ทำคะแนนได้สูงที่สุด ซึ่งอนุมานได้ว่าเป็นมกุลที่สมาชิกส่วนใหญ่มีทักษะด้านเทคนิคระดับสูงอยู่หลายคน แต่ในทางกลับกัน ผลสอบหลังปฏิบัติงานพบว่า มกุล 3 ภาพรวมสมาชิกส่วนใหญ่มีคะแนนน้อยกว่าค่าเฉลี่ยอย่างชัดเจน ส่วนมกุล 0 และมกุล 5 ถึงแม้ว่าภาพรวมสมาชิกส่วนใหญ่จะยังคงมีคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ย แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายบุคคลพบว่า มีจำนวนสมาชิกที่มีคะแนนน้อยกว่าค่าเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้น



ภาพที่ 6 *การกระจายคะแนนหลังปฏิบัติงานแต่ละมกุล*

มกุล 2 มกุล 4 มกุล 7 และมกุล 9 ซึ่งอนุมานว่าเป็นมกุลที่สมาชิกมีทักษะด้านเทคนิคระดับสูง และระดับต่ำอยู่เท่า ๆ กัน เนื่องจากผลคะแนนก่อนปฏิบัติงานของมกุลอยู่ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองทั้งหมด ซึ่งผลการสอบหลังการปฏิบัติงานพบว่า มีผลสอบใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยเช่นเดิม ยกเว้นมกุล 9 ที่มีคะแนนประจำมกุลต่ำกว่าค่าเฉลี่ย

มกุล 1 มกุล 6 และมกุล 8 ก่อนปฏิบัติงานสมาชิกส่วนใหญ่มีคะแนนทักษะด้านเทคนิคต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ซึ่งอยู่ใน 3 มกุลที่ทำคะแนนได้น้อยที่สุด อนุมานได้ว่าเป็นมกุลที่สมาชิกส่วนใหญ่มีทักษะด้านเทคนิคระดับต่ำหลายคน พบว่า สมาชิกมกุล 8 สามารถพัฒนาทักษะและทำคะแนนเฉลี่ยประจำมกุลได้สูงกว่าค่าเฉลี่ยทั้งหมดของกลุ่มทดลอง ส่วนมกุล 1 และมกุล 6 ยังคงมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าค่าเฉลี่ยทั้งหมดของกลุ่มทดลอง

4.2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้หลักทางสถิติ One-way ANOVA และการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรายคู่แบบ Bonferroni method พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 ของผลคะแนนกับมกุลดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 *การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนน*

คะแนน	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9	10.425	1.442	.186
Within Groups	76	7.231		
Total	85			

5. สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอการจัดทีมสกรัมโดยพิจารณาจากทักษะด้านเทคนิคเป็นฐาน และผลกระทบต่อการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมในกลุ่มผู้พัฒนาระดับเริ่มต้น โดยมีกลุ่มทดลอง จำนวน 86 คน แบ่งเป็น 10 กลุ่ม แต่ละคนจะถูกวัดระดับทักษะด้านเทคนิคจากผลการเรียนในรายวิชาของสาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ กลุ่มทดลองต้องพัฒนา Web-based Application และใช้วิธีสกรัม (Scrum) ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ และทำการวัดผลการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมจากการสอบปฏิบัติ ผลที่ได้รับจากการวิจัยคือไม่สามารถสรุปผลทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 ได้ว่ารูปแบบการจัดทีมสกรัมโดยพิจารณาจากทักษะด้านเทคนิคเป็นฐาน มีผลต่อคะแนนสอบปฏิบัติ อย่างไรก็ตาม จากการสัมภาษณ์ (Interview) กลุ่มทดลองส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าความพยายามในการทำงานที่มีความยากขึ้น ส่งผลดีต่อการพัฒนาทักษะในการพัฒนาซอฟต์แวร์ การปฏิบัติงานซ้ำ ๆ เดิมทำให้เกิดความชำนาญ ใช้เวลาน้อยลงในครั้งถัด ๆ ไป และสามารถส่งผลดีด้านคุณภาพของซอฟต์แวร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Tan และ Teo [3]

ทั้งนี้ ผู้วิจัยพบข้อสังเกตเพิ่มเติมว่า มกุลที่สมาชิกส่วนใหญ่มีทักษะด้านเทคนิคระดับสูงอยู่หลายคน (ร้อยละ 60 – 90 ของสมาชิกทั้งหมด) ได้คะแนนสอบหลังปฏิบัติงานน้อยกว่าค่าเฉลี่ยรวม ซึ่งตรงข้ามกับก่อนปฏิบัติงานที่สามารถทำได้สูงกว่าค่าเฉลี่ยรวม

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากกลุ่มทดลองเป็นนักศึกษาในระดับอุดมศึกษา และศึกษาอยู่ในหลักสูตรเดียวกัน อาจมีภาพรวมของระดับความรู้ด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจเป็นเหตุให้ไม่มีผลต่อการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม ทั้งนี้ผู้วิจัยเสนอแนวทางการทำวิจัยเพิ่มเติมในอนาคต จำนวน 3 ประเด็น ได้แก่ 1) ควรทำการทดลองเพิ่มเติมกับกลุ่มทดลองที่สำเร็จการศึกษาและได้รับเข้าปฏิบัติงานในสถานประกอบการแล้ว 2) ควรศึกษาและปรับปรุงวิธีการวัดระดับทักษะที่มีความแม่นยำและเที่ยงตรงมากขึ้น และ 3) นอกจากกำชับว่าสมาชิกทุกคนภายในทีมจะต้องได้รับงานปริมาณเท่า ๆ กัน อาจต้องกำหนดปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น ความยาก/ง่ายของงาน ความหลากหลายของงาน และคุณภาพของงาน เป็นต้น

6. เอกสารอ้างอิง

[1] A. Cockburn, and J. Highsmith. “Agile Software Development: The People Factor”, *Computer,* Vol. 34, Issue 11, pp. 131-133, 2001.

[2] M. Ardis et al. "SE 2014: Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in software engineering.", *IEEE Comput*, Vol. 48, No. 11, pp. 106-109, November, 2015.

[3] C. Tan, and H. Teo, “Training Future Software Developers to Acquire Agile Development Skills.”, *Communication of The ACM*, Vol. 50, No. 12, pp. 97-98. 2007.

[4] R. J. Wirfs-Brock. “Designing with an Agile Attitude.” *IEEE Software Magazine,* Vol. 26, Issue 2, pp. 68-69, 2009.

[5] M. Vitolo, J. Brinkman, M. Vernaza, and E. Steinbrink. “Serving with Engineering Skills within 15 Miles of Campus: The Scholars of Excellence in Engineering and Computer Science Program.”, *Frontiers in Education Conference (FIE),* pp. 12-15 October, USA, 2016.

[6] K. Tong. “Essential Skills for Agile Development.”, *Essential Skills for Agile Development,* June, 2004.

[7] A. Dagnino. “An Evolutionary Lifecycle Model with Agile Practices for Software Development at ABB.”, *the Eighth IEEE international Conference on Engineering of Complex Computer Systems*, September, 2002.

[8] A. Masek, and S. Yamin., “Nurturing Personal Skills Development: Model of monitoring and assessment of student centered learning.”, *International Conference on Engineering Education,* Malaysia, Kuala Lumpur, 7-8 December, 2009.

[9] G. Duffy, and B. Bowe., "A strategy for the development of lifelong learning and personal skills throughout an undergraduate engineering programme.", *Transforming Engineering Education: Creating Interdisciplinary Skills for Complex Global Environments*, 6-9 April 2010.

[10] G. Beranek, and B. Bowe. "Functional Group Roles in Software Engineering Teams", *HSSE '05 Proceedings of the 2005 workshop on Human and social factors of software engineering,* 16 May 2005.

[11] A. Tiwana. "An empirical study of the effect of knowledge integration on software development performance.", *Technology Information and Software,* Vol. 46, pp. 899-906, 2004.

[12] B. Kovitz. "Hidden Skills that Support Phased and Agile Requirements Engineering.", *Requirements Engineering,* pp. 135-141, 2003.

การพัฒนาระบบสารสนเทศงานวิจัยเชิงพื้นที่สำหรับเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏ
The Development of Spatial Research Information System for Rajabhat University Network

ภานุวัฒน์ ขันจา (Phanuwat Khanja)

Received: December 20, 2021
Revised: February 9, 2022
Accepted: February 21, 2022

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ภานุวัฒน์ ขันจา (Phanuwat Khanja) อีเมล: mr.phanuwat@hotmail.com

บทคัดย่อ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเป็นสถาบันการศึกษาเพื่อชุมชนและเป็นเครือข่ายสถาบันการศึกษาที่ใหญ่ที่สุดในประเทศ แต่ยังใช้ประโยชน์จากความเป็นเครือข่ายไม่เต็มที่ในการพัฒนาท้องถิ่นชุมชน งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษารูปแบบการพัฒนาระบบข้อมูลเครือข่ายงานวิจัยที่เชื่อมโยงกับปัญหาท้องถิ่นภายในประเทศ โดยมีวัตถุประสงค์ 1) ออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศงานวิจัยเชิงพื้นที่ และ 2) หาประสิทธิภาพการใช้ระบบสารสนเทศเพื่อการวิจัยเชิงพื้นที่สำหรับเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏ

บทความนี้ได้นำเสนอผลการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อเชื่อมโยงองค์ความรู้กับปัญหาในชุมชนที่แต่ละมหาวิทยาลัยนำมาใช้สนับสนุนและตัดสินใจในการพัฒนาพื้นที่ชุมชน ผลการวิจัยพบว่าการพัฒนาระบบสารสนเทศงานวิจัยเชิงพื้นที่ ประกอบด้วยข้อมูล 6 กลุ่มที่จะต้องเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน ประกอบด้วย 1) ข้อมูลงานวิจัย 2) ข้อมูลนักวิจัย 3) ข้อมูลผู้เชี่ยวชาญ 4) ข้อมูลผลงานสร้างสรรค์ 5) ข้อมูลพื้นที่ชุมชน และ 6) ข้อมูลปัญหาชุมชน โดยพัฒนาระบบสารสนเทศสนับสนุนการเชื่อมโยงข้อมูลองค์ความรู้ของภาควิชาการและบริบทของท้องถิ่นให้สัมพันธ์กัน ระบบสารสนเทศนี้มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.73 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.64 สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้ ผลการประยุกต์ใช้ระบบกับเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.71 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.61 ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน งานวิจัยนี้สามารถใช้ประโยชน์จากความร่วมมือของความเป็นเครือข่ายสถาบันการศึกษาด้วยรูปแบบพันธกิจสัมพันธ์ในการขับเคลื่อนระบบอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เกิดความเข้มแข็งของภาควิชาการและท้องถิ่นต่อไป

คำสำคัญ: สารสนเทศงานวิจัย งานวิจัยเชิงพื้นที่ เครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏ การใช้ประโยชน์จากงานวิจัย

Abstract

Rajabhat University is the educational institutions for the local community, and it is one of the largest networks of educational institutions in the country. However, it has not been fully integrated and immersed with all the local community development projects. This research study, 'Development of Spatial Research Information System'. used community collaboration to engage and Rajabhat University Network associate. The purpose of this study was to 1) design and develop a spatial research information system and 2) find the efficiency of using information system for spatial research for the Rajabhat University Network.

This paper presents the results of information technology apply to the knowledge database to linking community issues. Each Rajabhat University will also support and decisions in the development of community areas. This system consisted of the essential data 6 groups which are: 1) Research Information 2) Researcher Information 3) Specialist Information 4) Creative Work information 5) Community information and 6) Community Issues, and link an academic knowledge to community contexts. The performance of information system is highest level with mean of 4.73 and the standard deviation

* หลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
* Department Computer Engineering, Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University.

was 0.64 can be applied to the sample group. The satisfaction of applying the system is highest level with mean of 4.71 and the standard deviation was 0.61, the system is compatible with users. Finally, this research utilization to the Rajabhat University Network, with usually use the system. This system is affected by the strength of the academic and community.

Keywords: Research Information System, Spatial Research, Rajabhat University Network, Research Utilization.

1. บทนำ

การวิจัยเชิงพื้นที่เพื่อพัฒนาชุมชนท้องถิ่นโดยเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏ ได้รับการสนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) นำร่อง 10 มหาวิทยาลัยราชภัฏทำวิจัยแก้ปัญหาท้องถิ่น [1] โดยมีภาคีร่วมพัฒนาคือ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น องค์กรชุมชน และภาคราชการ โดยมีเป้าหมายให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏกับชุมชนท้องถิ่นเพื่อการนำใช้ข้อมูลให้เกิดประโยชน์สู่การจัดการตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ และนำใช้ข้อมูลสู่การสร้างองค์ความรู้และนวัตกรรมที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาพื้นที่สามารถต่อยอดขยายผลสู่การจัดการตนเองอย่างยั่งยืน ซึ่งมีพื้นที่เป้าหมาย ได้แก่ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่เป็นศูนย์จัดการเครือข่ายสุขภาวะชุมชน จำนวน 10 แห่ง และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเครือข่าย จำนวน 200 แห่ง มีกลุ่มเป้าหมายคือ นักศึกษา อาจารย์ บุคลากรขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และแกนนำชุมชน โดยเน้นการสร้างองค์ความรู้และนวัตกรรมที่เหมาะสมกับการพัฒนาเชิงพื้นที่ โดยการสนับสนุนการวิจัยจากโจทย์ในพื้นที่สร้างกระบวนการเรียนรู้งานวิจัยเชิงพื้นที่ระหว่างนักวิจัยของมหาวิทยาลัยและนักวิจัยในพื้นที่ ให้เกิดการสร้างองค์ความรู้และนวัตกรรมที่เหมาะสม และพัฒนาฐานข้อมูลด้านการวิจัยสำหรับการจัดการตนเองและยกระดับอย่างต่อเนื่อง [2] การพัฒนาระบบศูนย์กลางสำหรับการจัดการข้อมูลทั้งระบบจึงมีบทบาทและความจำเป็นสำหรับการสนับสนุนกระบวนการนี้ให้สำเร็จลุล่วงและเกิดการนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเป็นรูปธรรม

การดำเนินงานดังกล่าว ยังไม่มีเครื่องมือในการเชื่อมโยงข้อมูลภาควิชาการและท้องถิ่นเข้าด้วยกันอย่างเป็นเครือข่าย ยังขาดระบบสารสนเทศเพื่อการสร้างฐานข้อมูลเครือข่ายงานวิจัยที่เชื่อมโยงกับปัญหาในพื้นที่ [3] ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการพัฒนาระบบจัดการข้อมูล ที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลภาควิชการและท้องถิ่นเข้าด้วยกัน โดยการสร้างเครื่องมือสำหรับผู้ปฏิบัติงานวิจัยเชิงพื้นที่ สำหรับจัดทำเป็นศูนย์ข้อมูลเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏที่เหมาะสมกับบริบทในแต่ละพื้นที่ให้สามารถใช้ประโยชน์จากความเป็นเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิศวกรรมซอฟต์แวร์ (Software Engineering) [4] เป็นกระบวนการออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรมตั้งแต่ต้นจนจบ ตั้งแต่การเริ่มเก็บความต้องการ การตั้งเป้าหมายของระบบ การออกแบบกระบวนการพัฒนา การตรวจสอบ การประเมินผล การติดตามโครงการ การประเมินต้นทุน การรักษาความปลอดภัย จนถึงการคิดราคาซอฟต์แวร์

เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) [5] เป็นรูปแบบเทคโนโลยีที่นำเครือข่ายคอมพิวเตอร์ด้านต่าง ๆ มาเชื่อมต่อกันเพื่อแลกเปลี่ยนและใช้ข้อมูลข่าวสารร่วมกันในรูปแบบของเอกสารที่สร้างขึ้นด้วยภาษา Hypertext Markup Language (HTML) ที่แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่าย จะแบ่งออกเป็น 2 ฝั่งคือ 1) เว็บไคลเอ็นต์ (Web Client) หรือที่เรียกว่า เว็บเบราเซอร์ (Web Browser) ทำหน้าที่ร้องขอการใช้ข้อมูลจากเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) เพื่อส่งถ่ายข้อมูลข่าวสารที่อยู่ในรูปเอกสารเว็บให้กับผู้ใช้ 2) เว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) คือ แอปพลิเคชันที่ทำหน้าที่รับ และประมวลผลเอกสารที่ถูกร้องขอจากผู้ใช้บริการ โดยจะส่งเอกสารกลับไปแสดงผลให้ผู้ใช้บริการผ่านเว็บบราวเซอร์

โปรแกรมภาษาพีเอชพี (PHP) [5] เป็นภาษาที่นิยมใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันในปัจจุบัน มีความโดดเด่นด้านการเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว PHP เป็นภาษาสคริปต์ (Scripting Language) ที่ทำงานแบบ Server Side Script จะทำงานแบบแปลคำสั่งแบบ Interpreter คำสั่งต่าง ๆ จะเก็บในรูปของข้อความ (Text) ถือได้ว่าเป็นภาษาที่สำคัญที่ช่วยให้สามารถสร้างเว็บเพจที่

มีการโต้ตอบกับผู้ใช้ (Dynamic Web Pages) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีลูกเล่นมากขึ้น

ฐานข้อมูล MySQL [5] เป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์โอเพนซอร์สบนพื้นฐานของภาษา SQL ที่มีการจัดการฐานข้อมูลแบบโครงสร้าง ซึ่งข้อมูลที่ได้รวบรวมอยู่ในรูปแบบของตารางและข้อมูลทุก ๆ ตารางจะเชื่อมโยงกันทำให้สามารถจัดการข้อมูลต่าง ๆ ได้ง่าย สนับสนุนการทำงานได้เกือบทุกระบบปฏิบัติการณ์ เช่น Windows และ Linux เป็นต้น จึงเป็นที่นิยมในการนำไปใช้งานกับ Web Application เป็นอย่างมาก

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System) [6] เป็นระบบที่มีการผสมผสานสารสนเทศที่มีอยู่ นำมาเปรียบเทียบ คำนวณ วิเคราะห์ คาดการณ์ ที่ผู้ใช้หรือนักวิเคราะห์นำมาใช้ในการประเมินผลและแก้ไขปัญหาเพื่อช่วยในการตัดสินใจในด้านต่าง ๆ โดยระบบสนับสนุนการตัดสินใจสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบให้ความสำคัญกับข้อมูล (Data-Oriented DSS) และ แบบให้ความสำคัญกับแบบจำลอง (Model-Based DSS) จะทำหน้าที่เกี่ยวกับการจัดการภายใต้ซอฟต์แวร์เดียวกัน เพื่อหาคำตอบที่ง่าย สะดวก รวดเร็วจากปัญหาที่ไม่มีโครงสร้างที่แน่นอน เพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้สารสนเทศ ให้สามารถสนับสนุนการตัดสินใจหลาย ๆ ด้านได้พร้อมกัน

จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง หลักการวิศวกรรมซอฟต์แวร์สามารถนำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วยขั้นตอนการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่เป็นระบบและเป็นมาตรฐาน ในด้านการใช้ซอฟต์แวร์ในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชันจะสนับสนุนการทำงานบนอินเตอร์เน็ตที่สามารถเชื่อมโยงการทำงานของเครือข่ายได้โดยใช้โปรแกรมภาษาพีเอชพีในการพัฒนา และจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล MySQL ที่มีโครงสร้างง่ายและมีความเข้ากันได้กับโปรแกรมภาษาพีเอชพี ในส่วนการนำเสนอสารสนเทศได้ใช้การสนับสนุนการตัดสินใจแบบให้ความสำคัญกับข้อมูลด้วยการวิเคราะห์สถิติจากฐานข้อมูล ที่พัฒนาฟังก์ชันประมวลผลวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลตามกลุ่มงาน เพื่อช่วยให้ผู้ใช้ทำความเข้าใจสารสนเทศ และช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการวิจัยเชิงพื้นที่ได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบสารสนเทศงานวิจัยเชิงพื้นที่ ได้มีแนวทางการพัฒนาในรูปแบบเดียวกันหลายเรื่อง ดังนี้

ฉัตรนภา พรหมมา [3] ได้พัฒนารูปแบบการบริหารจัดการงานวิจัยและพันธกิจสัมพันธ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์กับสังคม พบว่า มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ มีระบบบริหารจัดการงานวิจัยและพันธกิจสัมพันธ์ที่มีกลไกเชิงระบบทั้งระดับคณะและมหาวิทยาลัย เพื่อพัฒนาพื้นที่โดยความร่วมมือขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและองค์กรภาคีอย่างเป็นระบบ โดยต่อยอดจากศักยภาพทุนเดิมที่มีอยู่ทั้งด้านความเชี่ยวชาญบนความหลากหลายของศาสตร์ องค์ความรู้และนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาและยกระดับ ฐานข้อมูลชุมชนท้องถิ่น ภาคีเครือข่ายความร่วมมือ พื้นที่ต้นแบบการเรียนรู้ และกลไกสนับสนุน ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรมและการพัฒนาต่อเนื่องหลายระบบ ส่วนด้านที่ต้องมีการพัฒนาต่อเนื่อง คือ 1) กลไกความร่วมมือระหว่างหมาวิทยาลัยกับองค์กรภาคีระดับจังหวัด ในการพัฒนาวิชาการเพื่อสังคมอย่างเป็นรูปธรรม เช่น การจัดการระบบฐานฐานข้อมูลเพื่อใช้ประโยชน์ร่วมกัน 2) ถอดบทเรียนการขับเคลื่อนพันธกิจสัมพันธ์ 3) ขยายเครือข่ายเรียนรู้และพัฒนาทั้งในพื้นที่และนอกพื้นที่โดยเฉพาะเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏกับภาคีทั่วประเทศเพื่อขยายผลและยกระดับคุณภาพต่อเนื่อง

เก็จกนก เอื้อวงศ์ [7] ได้พัฒนากลยุทธ์การส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากงานวิจัยเพื่อพัฒนาสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่ากลยุทธ์การส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากงานวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษา ประกอบด้วย 6 กลยุทธ์ ได้แก่ มุ่งพัฒนาคุณภาพงานวิจัยให้ได้รับความเชื่อถือ เน้นการสร้างความตระหนักในการใช้ประโยชน์จากงานวิจัย เร่งพัฒนาระบบสารสนเทศงานวิจัยเพื่อเอื้อต่อการใช้ประโยชน์จากงานวิจัย ส่งเสริมการสร้างเครือข่ายการเรียนรู้และพัฒนางานวิจัยให้มีคุณภาพ เสริมสร้างวัฒนธรรมการวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษาในสถานศึกษา และส่งเสริมการสื่อสารและเผยแพร่งานวิจัยอย่างมีประสิทธิภาพ

วัชรชัย วิริยะสุทธิวงศ์ และคณะ [8] ได้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาระบบบริหารจัดการงานวิจัยมหาวิทยาลัย สถาปัตยกรรมของระบบฯ มีโครงสร้างหลักประกอบด้วย 10 ระบบงาน ได้แก่ ระบบจัดการข้อเสนอโครงการวิจัย ระบบจัดการโครงการวิจัยที่อยู่ระหว่างการดำเนินการ ระบบจัดการโครงการวิจัยที่สิ้นสุดแล้ว ระบบการนำเสนอรายงาน ระบบค้นหา ระบบรายงานสำหรับผู้บริหาร ระบบงานสำหรับแหล่งทุนภายนอก ระบบงานการเปิดรับ งบประมาณสำหรับการตีพิมพ์ ระบบประเมินจริยธรรม

สำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ และระบบงานบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญา ระบบได้รับการพัฒนาขึ้นเป็นเว็บแอปพลิเคชันโดยใช้ภาษา C# และใช้ Microsoft SQL Server เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล จากการทดสอบการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยนี้ โดยการทดลองใช้ในการบริหารจัดการโครงการวิจัยตัวอย่างจำนวน 10 โครงการ ปรากฏว่า ระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามกระบวนการบริหารจัดการงานวิจัยของมหาวิทยาลัย

เมทิกา พ่วงแสง และคณะ [9] ได้พัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการจัดการข้อมูลงานวิจัยในยุคดิจิทัล โดยศึกษาแนวทางการจัดการข้อมูลงานวิจัย พัฒนาระบบสารสนเทศ และหาประสิทธิภาพการจัดการข้อมูลงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พบว่า 1) แนวทางการจัดการข้อมูลงานวิจัยในยุคดิจิทัล คือ การพัฒนาระบบสารสนเทศงานวิจัยที่เป็นมาตรฐาน มีการปรับปรุง แก้ไข การดูแลรักษาที่เป็นระบบปลอดภัย และการเปิดให้ผู้ใช้ระบบเข้าใช้งานได้อย่างสะดวก 2) ผลพัฒนาระบบสารสนเทศงานวิจัย ใช้โปรแกรมการจัดการฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL) และภาษาพีเอชพี (PHP) โดยฐานข้อมูลที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถในการบันทึก แก้ไข ลบข้อมูล การเพิ่มเติม และการสืบค้นข้อมูลได้ และ 3) ประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศโดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจ อยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.21

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า งานวิจัยการบริหารจัดการงานวิจัยและพันธกิจสัมพันธ์ [3] มีด้านที่ต้องพัฒนาต่อเนื่องคือ กลไกความร่วมมือของภาควิชาการและท้องถิ่น การจัดระบบฐานข้อมูลเพื่อใช้ประโยชน์ร่วมกัน และขยายเครือข่ายเรียนรู้ของมหาวิทยาลัยราชภัฏกับภาคีทั่วประเทศ ในทิศทางเดียวกันกับงานวิจัย [7-9] ได้พัฒนาระบบสารสนเทศงานวิจัยเพื่อเอื้อต่อการใช้ประโยชน์จากงานวิจัย โดยมีเป้าหมายพัฒนาคุณภาพการศึกษา และการบริหารงานวิจัยภายในสถานศึกษา ดังนั้นยังขาดระบบสารสนเทศเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลภาควิชาการและพื้นที่ชุมชนเข้าด้วยกันอย่างเป็นเครือข่าย ซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องเร่งพัฒนาให้สามารถใช้ประโยชน์จากงานวิจัย และมุ่งพัฒนารูปแบบวิธีการนำผลงานวิจัยไปใช้กับท้องถิ่นและประเทศชาติให้เกิดประโยชน์ได้สูงสุด

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยนักวิจัยทำหน้าที่ออกแบบด้านกระบวนการทำงาน ออกแบบพัฒนาระบบสารสนเทศ วิธีการดำเนินงานโดยประยุกต์ทางด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ [4] และส่งเสริมผู้ปฏิบัติใช้ระบบปรับปรุงการทำงานด้วยตนเอง มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 ประชากร/กลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดประชากรในการศึกษาครั้งนี้ คือหน่วยงานเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พื้นที่ชุมชน กลุ่มภาครัฐที่เกี่ยวข้อง และผู้ใช้ทั่วไป โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) พิจารณาจากคุณสมบัติคือ เป็นผู้ใช้ระบบสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเชิงพื้นที่ โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 10 มหาวิทยาลัยราชภัฏ ที่นำร่องทำวิจัยแก้ปัญหาท้องถิ่น [1] องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่เป็นศูนย์จัดการเครือข่ายสุขภาวะชุมชน จำนวน 10 แห่ง กลุ่มนักวิชาการในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเครือข่าย จำนวน 200 แห่ง โดยมีกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักวิจัย อาจารย์ บุคลากรขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และแกนนำชุมชน

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลและแหล่งข้อมูล

ข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

3.2.1 ข้อมูลเบื้องต้น (Primary Data) เป็นข้อมูลโดยตรง มีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือ

1) การสำรวจพื้นที่ที่ศึกษา โดยเดินทางไปสำรวจกลุ่มเป้าหมายในพื้นที่เพื่อสังเกตข้อมูลโดยทั่วไป สำหรับใช้เป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มข้อมูล 1) โครงสร้างหน่วยงานต่าง ๆ 2) ข้อมูลพื้นที่ชุมชน 3) ศูนย์จัดการเครือข่ายสุขภาวะชุมชน 4) ข้อมูลองค์ความรู้ 5) ข้อมูลผู้เชี่ยวชาญ 6) สารสนเทศที่นำมาใช้ประโยชน์ 7) ข้อมูลการใช้ประโยชน์จากโครงการวิจัย ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่แต่ละมหาวิทยาลัยราชภัฏมีความต้องการรวบรวมและเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน

2) การสัมภาษณ์ การสอบถามบุคคลที่เกี่ยวข้อง การจัดกลุ่มสนทนา (Focus Group) และการประเมินโดยใช้แบบสัมภาษณ์ แบบสอบถาม แบบบันทึก และแบบประเมินผล โดยประชุมร่วมกับผู้มีส่วนร่วมในการใช้ระบบ

ประกอบด้วย ผู้ใช้ 5 ดับ คือ ระดับภาพรวมทั้งระบบ ระดับมหาวิทยาลัย ระดับศูนย์จัดการเครือข่าย ระดับพื้นที่ชุมชน และระดับผู้ใช้งานทั่วไป ซึ่งผู้ใช้งานในแต่ละระดับมีความต้องการบริหารจัดการข้อมูลของแต่ละหน่วยงานได้อย่างอิสระ และเชื่อมโยงข้อมูลเข้าด้วยกัน

3.2.2 ข้อมูลขั้นที่สอง (Secondary Data) เป็นการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลจากหนังสือบทความตำรา เอกสารต่าง ๆ ได้ข้อมูลสอดคล้องกับบริบทมหาวิทยาลัยราชภัฏที่มีบทบาทกับการทำงานกับท้องถิ่นที่จะเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน ข้อมูลที่นำมาใช้ประโยชน์ 4 ด้าน คือ สารสนเทศนำเสนอข้อมูลภาพรวมของทุกมหาวิทยาลัย การพัฒนาโจทย์วิจัยคุณภาพ ข้อมูลที่นำมาใช้ประกอบการตัดสินใจ และระบบสนับสนุนการใช้ประโยชน์จากงานวิจัย

จากการเก็บรวมรวมข้อมูล จะนำไปใช้ในการออกแบบระบบสารสนเทศงานวิจัยเชิงพื้นที่ ต่อไป

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การประเมินผลการใช้ระบบสารสนเทศงานวิจัยเชิงพื้นที่ โดยใช้หลักการวัดคุณสมบัติที่ดีของระบบสารสนเทศ ซึ่งจะต้องมีลักษณะที่ครอบคลุมมิติทั้ง 4 ได้แก่ มิติด้านเวลา (Time) มิติด้านเนื้อหา (Content) มิติด้านรูปแบบ (Format) และมิติด้านกระบวนการ (Process) แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล แบบสอบถามแบ่งเป็น 2 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 เป็นข้อคำถามที่เกี่ยวกับสถานภาพส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ วุฒิการศึกษา สถานภาพ อาชีพ ซึ่งมีลักษณะข้อคำถามเป็นคำถามแบบสอบถามรายการ (Check List)

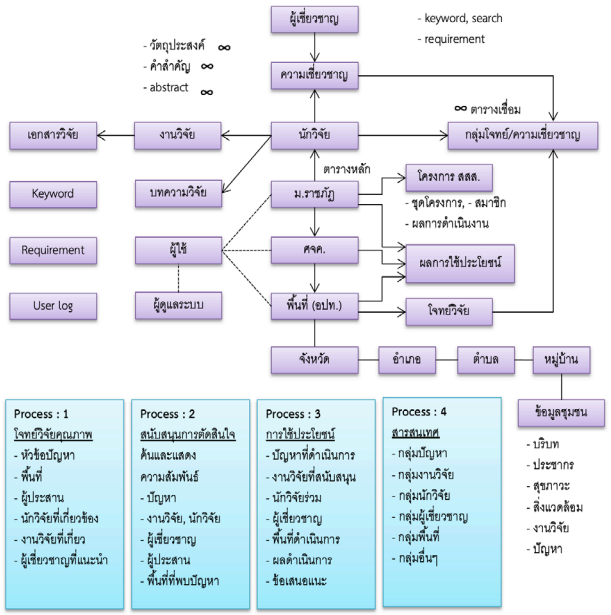
ชุดที่ 2 คำถามประเมินความพึงพอใจในการใช้ระบบสารสนเทศงานวิจัยเชิงพื้นที่ แบ่งเป็น 4 ด้านคือ ด้านการออกแบบ ด้านประสิทธิภาพ ด้านประโยชน์ และด้านระบบสนับสนุนผู้ใช้บริการ แบบสอบถามมีทั้งหมด 21 ข้อ โดยมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์จัดระดับคะแนนเฉลี่ยตามวิธีการของเบส [10] และตรวจพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยให้คะแนนตามวิธีการของ โรวิเนลลีและแฮมเบิลตัน [11] จากนั้นนำผลการพิจารณามาหาค่า IOC โดยแบบสอบถามที่สร้างขึ้นนี้ มีค่า 0.60 ถึง 1.00 แสดงว่าข้อคำถามที่ใช้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ทุกข้อ และนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มผู้ใช้สารสนเทศที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถาม โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค [12] ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเท่ากับ 0.83 ซึ่งถือได้ว่าอยู่ในระดับดี แบบสอบถามมีความน่าเชื่อถือ และนำแบบสอบถามเป็นเครื่องมือเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลเชิงปริมาณใช้สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ ประกอบด้วยค่าความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยมีการแปลผล 5 ระดับ คือ ระดับมากที่สุด ($\bar{x}$=4.50 – 5.00) ระดับมาก ($\bar{x}$ =3.50 – 4.49) ระดับปานกลาง ($\bar{x}$=2.50 – 3.49) ระดับน้อย ($\bar{x}$=1.50 – 2.49) ระดับน้อยที่สุด ($\bar{x}$=1.00 – 1.49)

3.5 การวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลระบบ

การศึกษาและรวบรวมข้อมูล ได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ประกอบด้วยข้อมูล 1) หน่วยงานเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏ 10 แห่ง [1] 2) ข้อมูลพื้นที่ชุมชนตัวอย่างจำนวน 200 พื้นที่ชุมชน 3) ศูนย์จัดการเครือข่ายสุขภาวะชุมชน (ศจค.) 10 พื้นที่ 4) ข้อมูลงานวิจัยและบทความวิจัย 5) ข้อมูลผู้เชี่ยวชาญ 6) ข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจ 7) ข้อมูลการใช้ประโยชน์จากโครงการวิจัย



ภาพที่ 1 *การวิเคราะห์ข้อมูลระบบ*

ภาพที่ 1 จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยกลุ่มข้อมูล 6 กลุ่ม ที่ต้องเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน คือ 1) ข้อมูลงานวิจัย 2) ข้อมูลนักวิจัย 3) ข้อมูลผู้เชี่ยวชาญ 4) ข้อมูลผลงานสร้างสรรค์ 5) ข้อมูลพื้นที่ชุมชน และ 6) ข้อมูลปัญหาชุมชน

การรวบรวมข้อมูลทั้งหมดจะทำให้เกิดการใช้ข้อมูลของผู้ใช้ 5 ระดับ คือ ระดับภาพรวมทั้งระบบ ระดับมหาวิทยาลัย ระดับศูนย์จัดการเครือข่าย ระดับพื้นที่ชุมชน และระดับผู้ใช้งานทั่วไป ซึ่งผู้ใช้งานในแต่ละระดับจะจัดการข้อมูลที่สอดคล้องกับโครงสร้างหน่วยงานของตนเอง

ข้อมูลที่บันทึกทั้งหมดจะเชื่อมโยงและมีความสัมพันธ์กัน ทำให้สามารถประมวลผลข้อมูลได้ 4 ด้านคือ การพัฒนาโจทย์วิจัยคุณภาพ ข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจ ระบบสนับสนุนการใช้ประโยชน์ และระบบสารสนเทศนำเสนอข้อมูลสรุปทั้งระบบ

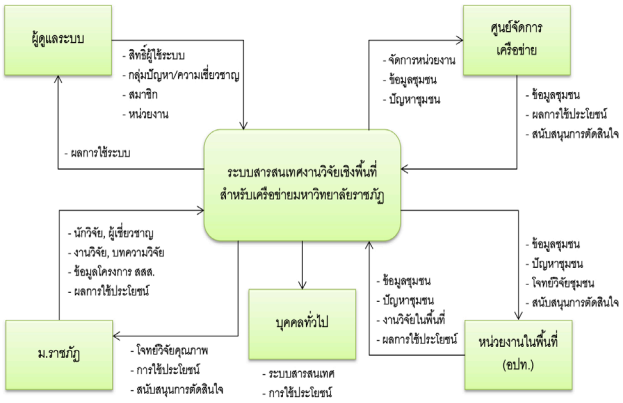
3.6 วิเคราะห์ความต้องการในการใช้ระบบ

จากการวิเคราะห์ความต้องการในการใช้ระบบ (User Requirement) โดยวิธีการประชุมร่วมกับผู้บริหารภายในมหาวิทยาลัย กลุ่มแกนนำในการพัฒนาระบบสารสนเทศเครือข่ายนักวิจัยในแต่ละมหาวิทยาลัยราชภัฏ และผู้มีส่วนร่วมในการใช้ระบบสารสนเทศ ได้ผลจากการวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลที่สัมพันธ์กับผู้ใช้ระบบ ประกอบไปด้วยบริบทของผู้ใช้ ดังนี้ มหาวิทยาลัยราชภัฏ เป็นผู้กำหนดหน่วยงานที่รับผิดชอบ (ศจค.) และกำหนดพื้นที่ชุมชนที่ดำเนินการ เพื่อให้หน่วยพื้นที่ (อปท.) บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับชุมชน ส่วนหน่วยงานมหาวิทยาลัยราชภัฏจะบันทึกข้อมูล นักวิจัย ผู้เชี่ยวชาญ งานวิจัย บทความวิจัย ลงในระบบฐานข้อมูล โดยมีกลุ่มปัญหาหรือกลุ่มความเชี่ยวชาญเป็นกลุ่มข้อมูลสำหรับการเชื่อมโยงข้อมูลภาควิชาการและพื้นที่ให้สัมพันธ์กัน สามารถจำแนกผู้ใช้และความต้องการในการใช้ระบบ ได้ดังภาพที่ 2

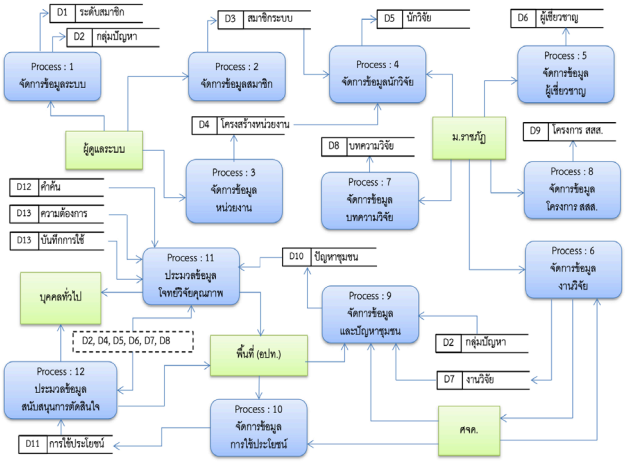
ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับระบบสารสนเทศ สามารถจำแนกผู้ใช้ได้ 5 กลุ่ม ดังนี้ 1) ผู้ดูแลระบบ 2) มหาวิทยาลัยราชภัฏ 3) ศูนย์จัดการเครือข่าย 4) หน่วยพื้นที่ และ 5) บุคคลทั่วไป ซึ่งผู้ใช้สามารถใช้ระบบสารสนเทศได้ตามแผนภาพบริบท

3.7 การออกแบบระบบจัดการข้อมูล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถออกแบบระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการข้อมูล ด้วยวิธีการวิเคราะห์ขั้นตอนของแอปพลิเคชันให้สัมพันธ์กับฐานข้อมูลตามลักษณะการใช้งานของผู้ใช้แต่ละกลุ่ม ดังนี้



ภาพที่ 2 *แผนภาพบริบทระบบสารสนเทศงานวิจัย*



ภาพที่ 3 *ระบบจัดการข้อมูลงานวิจัยเชิงพื้นที่*

จากภาพที่ 3 ภาพ DFD Diagram Level 0 แสดงกระบวนการของโปรแกรม ที่มีความสัมพันธ์กับผู้ใช้และข้อมูลระบบด้วยหลักการ UML [13] โดยใช้แบบจำลอง ER-Diagram ตามแนวคิดของของ Gane and Sarson สามารถแยกเป็นโปรแกรมย่อยหรือโมดูล ได้ 12 โมดูล ดังนี้ 1) ระบบจัดการข้อมูลสำหรับผู้ดูแลระบบ 2) ระบบจัดการข้อมูลสมาชิก 3) ระบบจัดการข้อมูลหน่วยงานและพื้นที่ชุมชน 4) ระบบจัดการข้อมูลนักวิจัย 5) ระบบจัดการข้อมูลผู้เชี่ยวชาญ 6) ระบบจัดการข้อมูลงานวิจัย 7) ระบบจัดการข้อมูลบทความวิจัย 8) ระบบจัดการข้อมูลโครงการ 9) ระบบจัดการข้อมูลปัญหาชุมชน 10) ระบบจัดการข้อมูลการใช้ประโยชน์ 11) ระบบประมวลผลข้อมูลโจทย์วิจัยคุณภาพ 12) ระบบประมวลผลข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจ

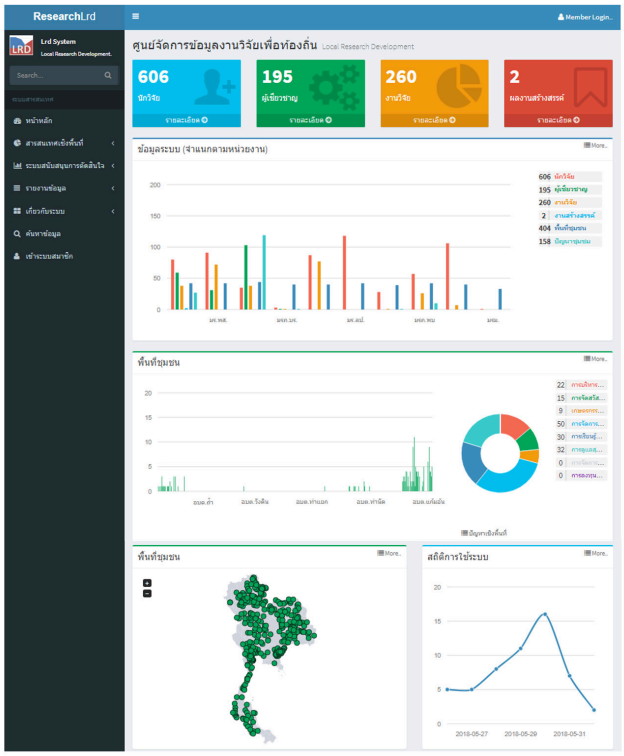
4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการพัฒนาระบบ

การดำเนินการพัฒนาระบบ ผู้วิจัยเลือกใช้ภาษา PHP สำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันและสร้างฐานข้อมูลประเภท MySQL [14] เพื่อความยืดหยุ่นในการพัฒนาระบบและรองรับการใช้งานของผู้ใช้ได้อย่างง่าย (Accessibility) ซึ่งมีผลการพัฒนาแยกตามการใช้งานได้ 2 ระบบหลัก [15] ดังนี้

4.1.1 ระบบสารสนเทศสำหรับบุคคลทั่วไป

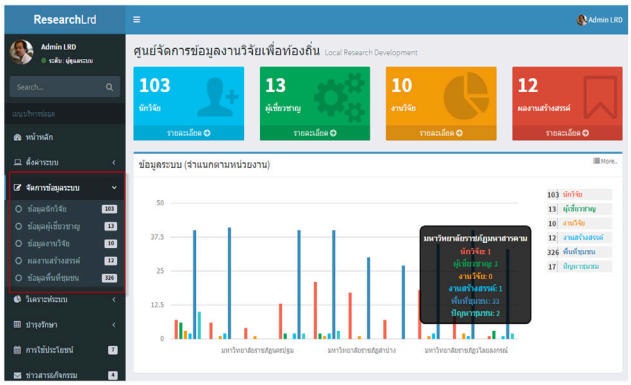
ระบบสารสนเทศสำหรับบุคคลทั่วไป ประกอบด้วยข้อมูลสารสนเทศที่สรุปภาพรวมแสดงความเคลื่อนไหวของระบบและสารสนเทศพร้อมใช้งานในด้านต่าง ๆ ประกอบด้วย 1) สารสนเทศเชิงพื้นที่ ได้แก่ ข้อมูลนักวิจัย ข้อมูลผู้เชี่ยวชาญและความเชี่ยวชาญ ข้อมูลงานวิจัย ผลงานสร้างสรรค์และข้อมูลพื้นที่ชุมชน 2) สารสนเทศสนับสนุนการตัดสินใจ ได้แก่ สนับสนุนโจทย์วิจัย ผลการนำใช้ระบบ และสารสนเทศเชิงระบบ 3) ระบบรายงานข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลนักวิจัย ข้อมูลผู้เชี่ยวชาญ ข้อมูลงานวิจัย ผลงานสร้างสรรค์ ข้อมูลพื้นที่ชุมชน ปัญหาในพื้นที่ชุมชน 4) สารสนเทศข้อมูลระบบ และ 5) สารสนเทศเพื่อการสืบค้น แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ระบบสารสนเทศสำหรับบุคคลทั่วไป

4.1.2 ระบบบริหารจัดการข้อมูล

ระบบบริหารจัดการข้อมูลประกอบด้วยฟังก์ชันดังนี้ 1) ระบบจัดการข้อมูลสมาชิก 2) การตั้งค่าข้อมูลโครงสร้างของระบบ ได้แก่ข้อมูล กลุ่มปัญหาวิจัย หน่วยงานมหาวิทยาลัย ศูนย์จัดการเครือข่าย พื้นที่ชุมชน สมาชิกระบบ 3) ระบบจัดการข้อมูลระบบ ได้แก่ข้อมูลนักวิจัย ข้อมูลผู้เชี่ยวชาญ ข้อมูลงานวิจัย ผลงานสร้างสรรค์ ข้อมูลพื้นที่ชุมชนและปัญหาข้อมูลการใช้ประโยชน์ 4) การวิเคราะห์ข้อมูลระบบ ได้แก่ วิเคราะห์ข้อมูลตามกลุ่มโครงสร้าง ตรวจสอบการใช้ระบบการบำรุงรักษาระบบ 5) ข่าวสารและกิจกรรม และ 6) ระบบสื่อสารด้วยอีเมลอัตโนมัติ แสดงดังภาพที่ 5

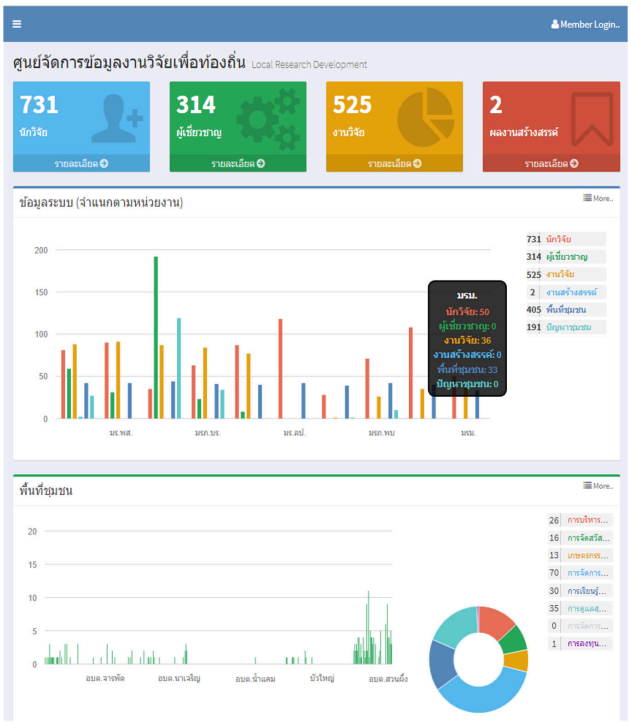


ภาพที่ 5 ระบบบริหารจัดการข้อมูล

4.2 ผลการทดลองใช้ระบบ

การทดลองใช้ระบบกับกลุ่มตัวอย่าง ด้วยวิธีการจัดฝึกอบรมให้กับตัวแทนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏ 10 แห่ง โดยทดสอบการใช้งานระบบจากตัวแทนในแต่ละมหาวิทยาลัยและนำไปขยายผลการใช้งานหน่วยงานของตนเอง ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์โดยสรุปผลการใช้งานระบบสารสนเทศงานวิจัยเชิงพื้นที่ [15] แสดงผลการบันทึกข้อมูลในระบบ ได้ดังนี้

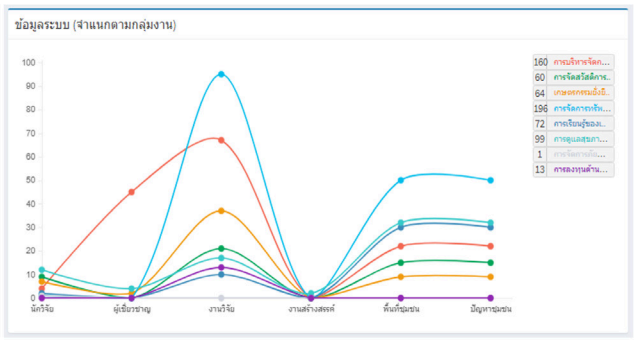
จากภาพที่ 6 และภาพที่ 7 แสดงสารสนเทศสรุปผลข้อมูลทั้งหมด 10 มหาวิทยาลัย โดยระบบจะแสดงตำแหน่งพิกัดพื้นที่ชุมชนที่ดำเนินการร่วมกับเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏ จำนวน 405 ชุมชน สารสนเทศแสดงข้อมูลภายในระบบแบ่งเป็นข้อมูลหลัก 6 กลุ่ม คือ ข้อมูลงานวิจัย 525 เรื่อง ข้อมูลนักวิจัย 731 คน ข้อมูลความเชี่ยวชาญ 305 เรื่อง ข้อมูลงานสร้างสรรค์ 2 เรื่อง ข้อมูลชุมชน 405 ชุมชน และข้อมูลปัญหาชุมชน 190 ปัญหา ซึ่งแสดงตำแหน่งข้อมูลของชุมชน ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 6 สารสนเทศสรุปผลข้อมูล



ภาพที่ 7 สารสนเทศแสดงตำแหน่งพิกัดชุมชน



ภาพที่ 8 ภาพการวิเคราะห์ข้อมูลตามกลุ่มงาน

จากภาพที่ 8 ผลประมวลสารสนเทศสรุปการประยุกต์ใช้ระบบเพื่อใช้ในการตัดสินใจ โดยวิเคราะห์ข้อมูลตามกลุ่มงาน 8 กลุ่ม คือ การบริหารจัดการท้องถิ่น สวัสดิการสังคม เกษตรกรรมยั่งยืน ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เด็กและเยาวชน การดูแลสุขภาพชุมชน การจัดการภัยพิบัติ และการลงทุนด้านสุขภาพ ซึ่งกลุ่มปัญหานี้ยังสามารถเพิ่มเติมได้โดยผู้ดูแลระบบ กลุ่มปัญหาเริ่มต้นนี้จะถูกเลือกจากข้อมูลนำเข้าระบบ ได้แก่ ความเชี่ยวชาญของนักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญ ปัญหาในพื้นที่ โจทย์วิจัย และผลงานสร้างสรรค์ โดยระบบสารสนเทศจะทำหน้าที่ประมวลผลทางสถิติเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดภายในระบบเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม จากข้อมูลพบว่า นักวิจัยส่วนใหญ่จะมีความเชี่ยวชาญในด้านการดูแลสุขภาพโดยชุมชน ส่วนผู้เชี่ยวชาญในพื้นที่จะมีความเชี่ยวชาญด้านการบริหารจัดการท้องถิ่นส่วนมาก งานวิจัยส่วนมากจะมุ่งเน้นไปแก้ปัญหาด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รองลงมาคือการบริหารจัดการท้องถิ่น แต่ปัญหาในพื้นที่ชุมชนมีปัญหาด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และการดูแลสุขภาพชุมชน จากสารสนเทศนี้จึงควรสนับสนุนนักวิจัยให้มีความเชี่ยวชาญด้านการจัดการธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่ปัจจุบันมีจำนวนผู้เชี่ยวชาญน้อย และผลักดันด้านการสร้างผลงานสร้างสรรค์เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาเชิงพื้นที่ได้

4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

การประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญที่ใช้วิธีการทดสอบประสิทธิภาพแบบกล่องดำ (Black Box Test) ด้วยชุดข้อมูลทดสอบฟังก์ชันต่าง ๆ ภายในโปรแกรม และประเมินความถูกต้องของข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้

ตารางที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบ

กลุ่มข้อมูลทดสอบ	$\bar{x}$	S.D.
ผลการทดสอบข้อมูลตั้งค่าระบบ	4.85	0.45
ผลการทดสอบข้อมูลสมาชิกในระบบ	4.78	0.55
ผลการทดสอบข้อมูลหน่วยงานและพื้นที่ชุมชน	4.78	0.51
ผลการทดสอบข้อมูลนักวิจัย	4.85	0.62
ผลการทดสอบข้อมูลผู้เชี่ยวชาญ	4.89	0.36
ผลการทดสอบข้อมูลงานวิจัย	4.65	0.65
ผลการทดสอบข้อมูลผลงานสร้างสรรค์	4.70	0.62
ผลการทดสอบข้อมูลปัญหาชุมชน	4.44	0.92
ผลการทดสอบข้อมูลการใช้ประโยชน์	4.60	0.74
ผลการทดสอบข้อมูลการติดต่อสื่อสาร	4.77	0.57
ผลการทดสอบโดยรวม	4.73	0.64

จากตารางที่ 1 พบว่า ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบเท่ากับร้อยละ 94.61 มีผลตามเกณฑ์การให้คะแนนของเบส [10] อยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.73 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.64 สามารถนำระบบไปประยุกต์ใช้งานได้ดีมีความผิดพลาดเพียงเล็กน้อย โดยผลการทดสอบที่ดีที่สุดคือ ข้อมูลผู้เชี่ยวชาญ ผลการทดสอบอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.89 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.36 ส่วนผลการทดสอบที่น้อยที่สุดในการทดสอบ คือการทดสอบข้อมูลปัญหาชุมชน ค่าเฉลี่ย 4.44 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.92 เพราะข้อมูลเป็นแบบเปลี่ยนแปลงค่าได้ ที่จำเป็นต้องมีการอัพเดทสถานะของปัญหา และเป็นข้อมูลหลักในการเชื่อมโยงไปยังข้อมูลกลุ่มอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มผู้ใช้

การประยุกต์ใช้ระบบกับกลุ่มตัวอย่าง ด้วยวิธีการเก็บข้อมูลการใช้ระบบ และสำรวจความพึงพอใจกลุ่มตัวอย่าง 4 คือ ด้านการออกแบบ ด้านประสิทธิภาพ ด้านประโยชน์ และด้านระบบสนับสนุนผู้ใช้บริการ มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.71 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.61 แสดงให้เห็นถึงความพึงพอใจในการใช้ระบบที่มีความคิดเห็นในทิศทางเดียวกันโดยส่วนมาก จากผลการสำรวจความพึงพอใจในการส่งเสริมการสร้างความเข้มแข็งของภาควิชาการและท้องถิ่นมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.86 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.44 เนื่องจากระบบออกแบบสัมพันธ์กับบริบทของผู้ใช้ที่มีความต้องการในการพัฒนาระบบร่วมกัน โดยมีงานวิจัยที่สัมพันธ์กับปัญหาชุมชนเป็นพื้นฐาน และความสามารถด้านการออกแบบระบบเพื่อรองรับกับการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่สามารถเพิ่มเติมทั้งโครงสร้างและข้อมูลในอนาคตได้ ส่วนด้านที่มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุดในการสำรวจ คือ ความรวดเร็วในการตอบสนองของระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.38 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.88 เนื่องจากรูปแบบการพัฒนาแอปพลิเคชันที่มีการจัดการข้อมูลจำนวนมาก จึงใช้เวลาในการประมวลผลและเชื่อมโยงข้อมูลมากขึ้น จากข้อคิดเห็นของผู้ใช้ ระบบนี้มีจุดเด่น ด้านการใช้ระบบที่สามารถเข้าใจได้ง่าย ใช้งานได้ง่าย และขยายผลรองรับกับการใช้งานได้ในอนาคต

5. สรุปผล

จากแนวคิดในการวิจัยที่ว่า การพัฒนาระบบสารสนเทศงานวิจัยเชิงพื้นที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลภาควิชาการและพื้นที่ชุมชนเข้าด้วยกันอย่างเป็นเครือข่าย และสามารถนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์กับพื้นที่ชุมชนได้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศงานวิจัยเชิงพื้นที่ และหาประสิทธิภาพการใช้ระบบสารสนเทศเพื่อการวิจัยเชิงพื้นที่สำหรับเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏ ผลการวิจัยพบว่า

1) สามารถออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศงานวิจัยเชิงพื้นที่ สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้กับปัญหาในชุมชน และสร้างเครือข่ายในการพัฒนาเชิงพื้นที่ได้ ประกอบด้วยการเชื่อมโยงข้อมูล 6 กลุ่มเข้าด้วยกัน ประกอบด้วย 1) ข้อมูลงานวิจัย 2) ข้อมูลนักวิจัย 3) ข้อมูลผู้เชี่ยวชาญ 4) ข้อมูลผลงานสร้างสรรค์ 5) ข้อมูลพื้นที่ชุมชน และ 6) ข้อมูลปัญหาชุมชน และสร้างระบบสารสนเทศสนับสนุนบริบทของผู้ใช้ 4 กลุ่ม คือ 1) ผู้ดูแลระบบ 2) มหาวิทยาลัยราชภัฏ 3) ศูนย์จัดการเครือข่าย 4) หน่วยพื้นที่ และ 5) บุคคลทั่วไป และพัฒนาระบบจัดการข้อมูลของผู้ใช้ให้สามารถขับเคลื่อนระบบต่อไปได้ด้วยตนเอง และได้ทดสอบ

ประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศงานวิจัยเชิงพื้นที่ ซึ่งประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.73 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.64 สามารถที่จะระบบไปประยุกต์ใช้งานได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการประยุกต์เทคโนโลยีสารสนเทศโดยใช้องค์ความรู้ด้านหลักการวิศวกรรมซอฟต์แวร์ [4] ที่สามารถนำมาใช้ในขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์ รวมถึงความสามารถเชื่อมโยงการทำงานของเครือข่ายโดยการใช้ซอฟต์แวร์ในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน [5] ที่สนับสนุนการทำงานบนอินเตอร์เน็ต ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันได้ใช้โปรแกรมภาษาพีเอชพี ร่วมกับฐานข้อมูล MySQL ที่มีโครงสร้างง่ายและมีความเข้ากันได้ ในส่วนการนำเสนอสารสนเทศได้พัฒนาฟังก์ชันประมวลผลวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลตามกลุ่มงาน [6] เพื่อช่วยให้ผู้ใช้ทำความเข้าใจสารสนเทศ และช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการวิจัยเชิงพื้นที่ได้ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับวิธีการพัฒนาระบบสารสนเทศงานวิจัยเพื่อเอื้อต่อการใช้ประโยชน์จากงานวิจัย [7-9] ที่มีเป้าหมายพัฒนาคุณภาพการศึกษาและบริหารงานวิจัย ภายในสถานศึกษา แต่ในงานวิจัยนี้ได้เพิ่มเติมในส่วนของการเชื่อมโยงข้อมูลหลายสถาบันศึกษาเข้ากับพื้นที่ชุมชนที่มหาวิทยาลัยราชภัฏนั้นได้ลงพื้นที่วิจัย

2) การหาประสิทธิภาพการใช้ระบบสารสนเทศงานวิจัยเชิงพื้นที่ได้ประยุกต์ใช้กับกลุ่มตัวอย่างใน 10 มหาวิทยาลัยราชภัฏ ระบบสารสนเทศนี้สามารถใช้งานกับกลุ่มตัวอย่างตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน และสามารถนำไปขยายผลในหน่วยงานของตนเองได้ โดยมีผลประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.86 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.44 จุดเด่นของระบบ คือ การออกแบบระบบที่สัมพันธ์กับบริบทของภาควิชาการและภาคท้องถิ่นที่มีความต้องการในการพัฒนาพื้นที่ร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการดำเนินวิจัยเชิงปฏิบัติการร่วมกับการบริหารจัดการงานวิจัยและพันธกิจสัมพันธ์ ของเครือข่ายทั้ง 10 มหาวิทยาลัยราชภัฏ ที่มีการใช้ระบบสารสนเทศเป็นสื่อกลางในการเชื่อมโยงข้อมูล สร้างศูนย์กลางข้อมูลในการขับเคลื่อนระบบร่วมกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ฉัตรนภา พรหมมา [3] ที่พบว่าการบริหารจัดการงานวิจัยและพันธกิจสัมพันธ์ โดยต่อยอดจากศักยภาพทุนเดิมที่มีอยู่ทั้งด้านความเชี่ยวชาญ องค์ความรู้และนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาและยกระดับฐานข้อมูลชุมชนท้องถิ่น ภาคีเครือข่ายความร่วมมือ พื้นที่ต้นแบบการเรียนรู้ งานวิจัยนี้จึงสนับสนุนด้านเครื่องมือในการเชื่อมโยงข้อมูลภาควิชาการและท้องถิ่นเข้าด้วยกันอย่างเป็นเครือข่าย เพื่อการสร้างฐานข้อมูลเครือข่ายงานวิจัยที่เชื่อมโยงกับปัญหาในพื้นที่ ทำให้เกิดทักษะในการเพิ่มองค์ความรู้ของมหาวิทยาลัยและชุมชน เกิดสร้างนวัตกรรมที่เหมาะสมกับการพัฒนาเชิงพื้นที่ อันจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงวิธีการพัฒนาท้องถิ่นชุมชนที่มีข้อมูลสนับสนุนระบบและกลไกในการพัฒนา และสามารถใช้ประโยชน์จากความร่วมมือของเครือข่ายสถาบันการศึกษาด้วยรูปแบบพันธกิจสัมพันธ์ในการขับเคลื่อนระบบอย่างต่อเนื่องได้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Pilot 10 Rajabhat to solve local problems, *ThaiHealth PromotionFoundation.* Available Online at https://www.thaihealth.or.th/Content/44517-นำร่อง10มรภ.ทำวิจัยแก้ปัญหาท้องถิ่น.htm, accessed on 21 November 2021.

[2] Change Rajabhat to a Community Action Center, *ThaiHealth Promotion Foundation*. Available Online at https://www.thaihealth.or.th/Content/41459-เปลี่ยน 'ราชภัฏ' เป็นศูนย์ปฏิบัติการชุมชน.htm, accessed on 21 November 2021.

[3] P. Chatnapa. "Research Management and University Community Engagement of Uttaradit Rajabhat University." *Academic Journal Uttaradit Rajabhat University,* Vol. 12, No. 2, pp. 7-12, 2017.

[4] N. Assawamekin. *Fundamentals of Software Engineering*. Bangkok: SE-Education Public Company Limited, 2017.

[5] B. Pasilatesang. *Web Application with PHP MySQL and jQuery*. Bangkok: SE-Education Public Company Limited, 2015.

[6] P. Kiattimokul, and N. Khejonranan. *Management Information System.* Bangkok: SE-Education Public Company Limited, 2008.

[7] U. Ketkanok, "Strategies for Enhancing Research Utilization for Development of Basic Education Schools." *Buabundit Journal of Educational Administration.*" Vol. 17, No. 2, pp. 159-166, 2017.

[8] W. Watcharachai, R. Somphop, N. Kissakorn, and S. Itthi. " University Research Management System." *Srinakharinwirot University (Journal of Science and Technology),* Vol. 9, No. 17, pp. 114-126, 2017.

[9] P. Maythika, and W. Wisuta, "Information System Development for Research Digital Data Management of Rajamangala University of Technology Phra Nakhon." *Journal of Mass Communication Technology,* Vol. 4, No. 1, pp. 8-17, 2019.

[10] Best, W. John. *Research in Education. 4rd.ed. Englewood cliffs,* New Jersey: Prentice Hall, 1981.

[11] R.J. Rovinelli, and Hambleton, R. K., "On The Use of Content Specialists In The Assessment of Criterion-referenced Test Item Validity." *Dutch Journal of Educational Research,* Vol. 2, pp. 49-60, 1977.

[12] L.J. Cronbach. *Essentials of Psychological Testing (3rd ed.)*. New York: Harper & Row, 1970.

[13] S. Napatwadee. *Design and development of information systems using UML principles based on object-oriented databases,* Bachelor's Thesis, Information and Communication Technology Management. University of the Thai Chamber of Commerce, 2004.

[14] S. W. Mulvenon, K. Wang, S. Makenzie, and T. Anderson, "Spatially Referenced Educational Achievement Data Exploration: a Web-based Interactive System Integration of GIS, PHP, and MySQL Technologies." *Journal of Educational Technology Systems*, Vol. 34, No. 3, pp. 243-256, 2006.

[15] Local Research Development System, *Uttaradit Rajabhat University,* Available Online at http://info.uru.ac.th/lrdcenter/, accessed on 15 November 2021.

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำนายผลความไม่สมดุลของข้อมูลการเสียชีวิต จากอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนน โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล
Comparison of Imbalanced Data Classification Efficiency to Predict Road Accident Deaths using Data Mining Techniques

นรินทร์ จิวิตัน (Narin Jiwitan)*

Received: December 22, 2021
Revised: February 8, 2022
Accepted: February 21, 2022

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: นรินทร์ จิวิตัน (Narin Jiwitan) อีเมล: narin@rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนน และเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลการเสียชีวิตบนโครงข่ายถนนของแบบจำลองการพยากรณ์ ประกอบด้วยเทคนิคเกรเดียนท์บูตทรีส์ เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ เทคนิคนาอีฟเบย์ เทคนิคแรนดอมฟอร์เรสต์ และเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก ซึ่งเป็นเทคนิคในการทำเหมืองข้อมูล กระบวนการวิจัยเป็นไปตามขั้นตอนของ CRISP-DM โดยศึกษาและรวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุจากศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2562 ถึง 30 มิถุนายน 2564 จำนวน 51,384 แถว ทำการคัดเลือกข้อมูล การกลั่นกรองข้อมูล การแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมก่อนนำไปวิเคราะห์และสร้างแบบจำลอง ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนนจากการคำนวณค่าน้ำหนักของข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์ของแอตทริบิวต์ด้วยวิธีการ Gain Ratio พบว่าประเภทผู้ใช้รถหรือใช้ถนนมีค่าน้ำหนักมากที่สุด 0.1030 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลของแบบจำลองการพยากรณ์ด้วยการวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์ด้วยวิธีการ K-Fold Cross Validation โดยแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 30 ส่วน พบว่าเทคนิคที่มีประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลดีที่สุด คือ เทคนิคนาอีฟเบย์มีค่าความถูกต้อง 72.23% ค่าประสิทธิภาพโดยรวม 73.35% และค่าเฉลี่ยเรขาคณิต 72.10% จากการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลป้องกันอุบัติภัยทางถนนในแต่ละพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดความเสี่ยง ลดผลกระทบ และเตรียมความพร้อมในการป้องกันอุบัติภัยบนโครงข่ายถนนที่อาจจะเกิดขึ้น

คำสำคัญ: อุบัติเหตุ เกรเดียนท์บูตทรีส์ เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ นาอีฟเบย์ แรนดอมฟอร์เรสต์ การเรียนรู้เชิงลึก

Abstract

This research has an objective to analyze the factors involved in road accident deaths and to compare the classification efficiency of road fatalities data of forecasting models. Consists of Gradient Boosted Tree, Decision Tree, Naïve Bayes, Random Forest, and Deep Learning which is a data mining technique based on the CRISP-DM methodology. Study and collect accident data 51,384-row from the Information and Communication Technology Center Office of the Permanent Secretary for Transport between 1 January 2019 - 30 June 2021. The data was prepared and cleaned before being analyzed and modeled. The results of the analysis of factors involved in road accident deaths by calculating the weight of relevant data or related attributes using the Gain Ratio method, it was found that the type of vehicle or road user weighted 0.1030. The results of the comparison of the classification efficiency of forecast model data by measuring the performance of the forecast model using the K-Fold Cross Validation method; it was divided into 30 fold, showed that the Naïve Bayes technique had the highest accuracy of 72.23% F1-measure of 73.35% and G-mean of 72.10%. The results of this research can be used as information to effectively prevent road accidents in each area, reduce risks, reduce impacts and prepare for road accident prevention that may occur.

Keywords: Accident, Gradient Boosted Tree, Decision Tree, Naïve Bayes, Random Forest, Deep Learning.

* หลักสูตรระบบสารสนเทศทางธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชมงคลล้านนา
* Business Information Systems department, Faculty of Business Administration and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Lanna.

1. บทนำ

ปัจจุบันอุบัติเหตุบนถนนกลายเป็นสาเหตุที่ทำให้เด็กและวัยรุ่นทั่วโลกเสียชีวิตมากที่สุด องค์การอนามัยโลก (World Health Organization - WHO) [1] ระบุว่าทวีปแอฟริกามีอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนถนนสูงที่สุดในโลก จากรายงานสถานการณ์ความปลอดภัยทางถนน ปี 2015 (Global status report) พบว่ามีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนทั่วโลกสูงถึง 1.25 ล้านคน บาดเจ็บจำนวน 20 – 50 ล้านคนในแต่ละปี ในขณะที่การเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนในภูมิภาคเอเชียใต้และตะวันออกมีอัตราตายอยู่ที่ 17 ต่อประชากรแสนคน ในปี พ.ศ. 2557 ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนถนนสูงสุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนจำนวน 24,237 คน เป็นอันดับ 2 ของโลก ด้วยเหตุนี้สมัชชาสหประชาชาติได้ประกาศเจตนารมณ์ในปฏิญญามอสโกให้ปี พ.ศ. 2554 – 2563 เป็นทศวรรษแห่งความปลอดภัยทางถนน (Decade of Action for Road Safety) [2] ประเทศไทยในฐานะประเทศสมาชิกสมัชชาสหประชาชาติ ได้รวมขับเคลื่อนวาระความปลอดภัยทางถนนของโลก ตามมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 29 มิถุนายน 2553 กำหนดให้ “ปี พ.ศ. 2554 – 2563 เป็นทศวรรษแห่งความปลอดภัยทางถนน” มีเป้าหมายเพื่อลดอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนของคนไทยลงครึ่งหนึ่งหรือในอัตราที่ต่ำกว่า 10 คนต่อประชากรหนึ่งแสนคน [3] การเก็บสถิติจากกลุ่มป้องกันการบาดเจ็บจากการจราจรในประเทศไทย พบว่าในปี 2557 เพศชายมีการตายจากอุบัติเหตุทางถนนสูงกว่าเพศหญิงประมาณ 3 เท่า กลุ่มอายุที่เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนมากที่สุด คือ กลุ่มอายุ 15 -19 ปี รถจักรยานยนต์เป็นพาหนะที่มีจำนวนการเสียชีวิตมากที่สุด ช่วงเวลาที่มีจำนวนผู้เสียชีวิตมากที่สุดคือเดือนมกราคม จังหวัดที่มีอัตราการเสียชีวิตต่อประชากรแสนคนสูงที่สุด คือ จังหวัดระยอง ทุกหน่วยงานต่างก็ให้ความสำคัญกับสาเหตุและปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุบนถนน เช่น ทัศนวิสัยไม่ดี เมาสุรา ขับรถเร็วเกินกำหนด ตัดหน้ากระชั้นชิด หลับใน ฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร การสวมหมวกนิรภัย การคาดเข็มขัดนิรภัย โทรศัพท์ขณะขับรถ เป็นต้น

จากปัญหาและที่มาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำนายผลความไม่สมดุลของข้อมูลการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนน โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล มีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการได้รับอุบัติเหตุเสียชีวิตบนโครงข่ายถนน และเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนนของแบบจำลองการพยากรณ์ประกอบด้วยเทคนิคเกรเดียนท์บูตทรีส์ (Gradient Boosted Tree) เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เทคนิคนาอีฟเบย์ (Naïve Bayes) เทคนิคแรนดอมฟอร์เรสต์ (Random Forest) และเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) คาดว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์และเป็นข้อมูลป้องกันอุบัติภัยทางถนนในแต่ละพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดความเสี่ยง ลดผลกระทบ และเตรียมความพร้อมในการป้องกันอุบัติภัยบนโครงข่ายถนนที่อาจจะเกิดขึ้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

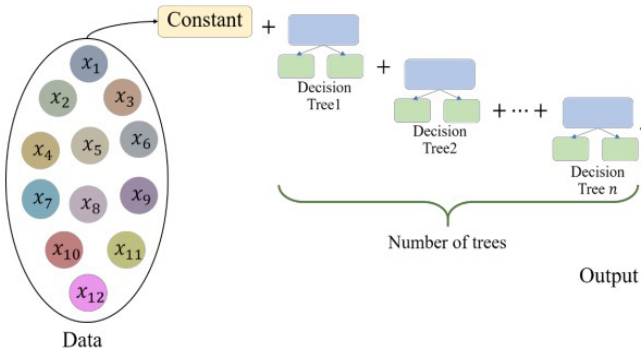
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ความไม่สมดุลของข้อมูล (Imbalanced data) เป็นข้อมูลที่มีจำนวนข้อมูลในกลุ่มหนึ่งมากกว่าจำนวนข้อมูลของอีกกลุ่มหนึ่งเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติของข้อมูลที่มีความแตกต่างของจำนวนในแต่ละกลุ่ม ข้อมูลที่ไม่สมดุลจะส่งผลให้ไม่สามารถจำแนกข้อมูลของกลุ่มที่มีจำนวนข้อมูลน้อยได้ถูกต้องแม่นยำ ในทางกลับกันจะสามารถจำแนกข้อมูลของกลุ่มที่มีจำนวนมากได้อย่างแม่นยำ ดังนั้น ควรปรับความสมดุลของข้อมูลก่อนการนำไปพยากรณ์ ซึ่งมีอยู่ 4 วิธี คือ วิธีการสุ่มลด (Under-sampling) วิธีการสุ่มเพิ่ม (Over-sampling) วิธีการผสมผสาน (Hybrid method) และ วิธีการสังเคราะห์ข้อมูลเพิ่ม (Synthetic Minority Oversampling TEchnique: SMOTE)

การทำเหมืองข้อมูล (Data mining) คือกระบวนการที่กระทำกับข้อมูลจำนวนมาก เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ซ่อนอยู่ โดยทำการจำแนกประเภท รูปแบบ เชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันและหาความน่าจะเป็นที่จะเกิดขึ้น เพื่อให้ได้องค์ความรู้ใหม่ที่สามารถนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจในด้านต่าง ๆ เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล (Data Classification) ถือเป็นหนึ่งในการทำเหมืองข้อมูลด้วยพื้นฐานของการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning)

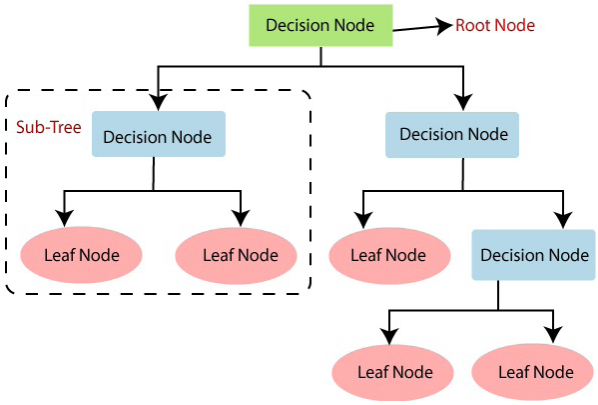
เทคนิคเกรเดียนท์บูตทรี (Gradient Boost tree) [4] เป็นเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง ใช้แก้ปัญหาการถดถอยและปัญหาการจำแนกประเภท โดยการสุ่มสร้างต้นไม้

การตัดสินใจหลายร้อยแบบจำลองและประเมินผลแต่ละแบบจำลองจนกว่าจะได้แบบจำลองที่เหมาะสมที่สุด ลดความคลาดเคลื่อนจากการเรียนรู้ก่อนหน้า สามารถจัดการกับข้อมูลสูญหาย (Missing Value) มีพารามิเตอร์ที่หลากหลายให้ปรับเพื่อให้เหมาะสมกับแบบจำลอง อาทิเช่น จำนวนต้นไม้ (number of tree) จำนวนชั้นสูงสุดของต้นไม้ (maximal depth) อัตราการเรียนรู้ (learning rate) เป็นต้น ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 เทคนิคเกรเดียนท์บูตทรี

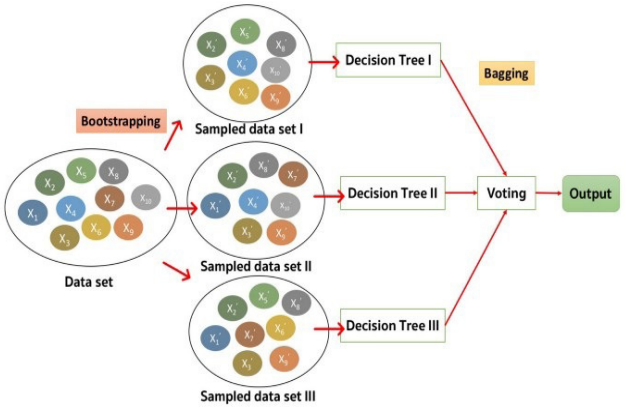
เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้จำแนกประเภทข้อมูล ประสิทธิภาพของแบบจำลองขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของข้อมูลที่นำมาใช้ ค่าของคุณลักษณะจะอยู่ในรูปของค่าที่ไม่ต่อเนื่อง (Discrete Value) เป็นโครงสร้างข้อมูลชนิดเป็นลำดับชั้น (Hierarchy) มีโหนดราก (RootNode) อยู่ด้านบนสุดและโหนดใบอยู่ล่างสุดของต้นไม้ ภายในต้นไม้จะประกอบไปด้วยโหนด (Node) ซึ่งแต่ละโหนดจะมีคุณลักษณะ (Attribute) เป็นตัวทดสอบ กิ่งของต้นไม้ (Branch) แสดงถึงค่าที่เป็นไปได้ของคุณลักษณะที่ถูกเลือกทดสอบ และใบ (Leaf) อยู่ล่างสุดของต้นไม้ตัดสินใจแสดงถึงกลุ่มของข้อมูล (Class) หรือผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนาย



ภาพที่ 2 เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

เทคนิคนาอีฟเบย์ (Naïve Bayes) เป็นขั้นตอนวิธีในการจำแนกข้อมูลที่อาศัยหลักการความน่าจะเป็น (Probability) ตามทฤษฎีของเบย์ (Bayes's theorem) โดยการเรียนรู้ปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อนำมาสร้างเงื่อนไขการจำแนกข้อมูลใหม่ มีสมมติฐานว่าปริมาณของความสนใจขึ้นอยู่กับการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Distribution) เป็นเทคนิคในการแก้ปัญหาแบบจำแนกประเภทที่สามารถคาดการณ์ผลลัพธ์ได้ โดยทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพื่อใช้ในการสร้างเงื่อนไขความน่าจะเป็นสำหรับแต่ละความสัมพันธ์ เหมาะกับกรณีของเซตตัวอย่างที่มีจำนวนมากและคุณลักษณะ (Attribute) ของตัวอย่างไม่ขึ้นต่อกัน

เทคนิคแรนดอมฟอร์เรสต์ (Random Forest) เป็นการสร้างแบบจำลองด้วยวิธีการต้นไม้ตัดสินใจขึ้นมาหลาย ๆ แบบจำลอง โดยวิธีการสุ่มตัวแปร แล้วนำผลที่ได้แต่ละแบบจำลองมารวมกัน พร้อมนับจำนวนผลที่มีจำนวนซ้ำกันมากที่สุด สกัดออกมาเป็นผลลัพธ์สุดท้าย



ภาพที่ 3 เทคนิคแรนดอมฟอร์เรสต์

เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) [5] เป็นวิธีการเรียนรู้แบบอัตโนมัติด้วยการเลียนแบบการทำงานของโครงข่ายประสาทของมนุษย์ (Neurons) โดยนำระบบโครงข่ายประสาท (Neural Network) มาซ้อนกัน หลายชั้น (Layer) และทำการเรียนรู้ข้อมูลตัวอย่าง ข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ในการจัดหมวดหมู่ข้อมูล (Classify the Data)

คอนฟิวชันเมทริกซ์ (Confusion Matrix) เป็นตารางประเมินผลลัพธ์การทำนายของแบบจำลอง สามารถวัดจากผลลัพธ์การจำแนกข้อมูล (Classification) รูปแบบของคอนฟิวชันเมทแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 *แสดงเมตริกซ์วัดประสิทธิภาพ*

	Actual Positive	Actual Negative
Predict Positive	True Positive (TP)	False Positive (FP)
Predict Negative	False Negative (FN)	True Negative (TN)

ค่าที่ได้จากการทำนาย (Prediction) อธิบายได้ ดังนี้

ค่า TP คือจำนวนข้อมูลทดสอบที่เป็นคลาส Positive และแบบจำลองจำแนกได้ถูกต้องว่าเป็น Positive

ค่า FP คือจำนวนข้อมูลทดสอบที่ไม่ใช่คลาส Positive แต่แบบจำลองทำนายผิดว่าเป็นคลาส Positive

ค่า TN คือจำนวนข้อมูลทดสอบที่เป็นคลาส Negative และแบบจำลองทำนายได้ถูกต้องว่าเป็นคลาส Negative

ค่า FN คือจำนวนข้อมูลทดสอบที่เป็นคลาส Positive แต่แบบจำลองทำนายผิดว่าเป็นคลาส Negative

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จตุภพ ดิษผล และ อัญสุรีย์ ศิริโสภณ [6] ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการป้องกันอุบัติเหตุทางถนนของประชาชนในเขตอำเภอสว่างอารมณ์ จังหวัดอุทัยธานี: การวิเคราะห์ MIMIC model มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและตรวจสอบความสอดคล้องของแบบจำลองเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อการป้องกันอุบัติเหตุทางถนนของประชาชนในเขตอำเภอสว่างอารมณ์ จังหวัดอุทัยธานี กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลการวิจัยปรากฏว่าแบบจำลองเชิงสาเหตุที่พัฒนาขึ้นตามสมมติฐานมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยมีแนวทางการป้องกันอุบัติเหตุทางถนนในด้านการบริหารจัดการความปลอดภัยทางถนน ด้านถนนและการสัญจรอย่างปลอดภัย ด้านยานพาหนะที่ปลอดภัย และด้านผู้ใช้รถใช้ถนนอย่างปลอดภัย และมีปัจจัยที่ส่งผลต่อการป้องกันอุบัติเหตุทางถนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<.05$ ได้แก่ ยานพาหนะ ผู้ขับขี่ ถนน และสิ่งแวดล้อมรอบข้าง มีขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.40, 0.32, 0.24 และ 0.17 ตามลำดับ โดยที่ปัจจัยทั้ง 4 นี้ สามารถร่วมกันอธิบายความแปรปรวนในการป้องกันอุบัติเหตุทางถนนได้ร้อยละ 58

รัชพล กลัดชื่น และ จรัญ แสนราช [7] ได้ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพอัลกอริทึมและการคัดเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสมเพื่อการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับอาชีวศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมในการทำนายและคุณลักษณะที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับอาชีวศึกษา โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูล 3 เทคนิค ได้แก่ Decision Tree: J48graft, Naïve Bayes และ Rule Induction ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองการทำนาย ผลการศึกษาพบว่าการใช้เทคนิค Decision Tree: J48graft ด้วยการเลือกคุณลักษณะแบบ Forward Selection และ การเลือกคุณลักษณะทั้งหมดมีค่าความถูกต้องเท่ากับ 83.08% และ 81.71% ตามลำดับ

สายชล สินสมบูรณ์ทอง [8] ได้ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำนายผลความไม่สมดุลของข้อมูลในการจำแนกด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล วิธีการจำแนกที่นำมาเปรียบเทียบมี 7 วิธี ได้แก่ วิธีเพื่อนบ้านใกล้สุด k ตัว โดยใช้อัลกอริทึมชนิด IBk วิธีต้นไม้ตัดสินใจโดยใช้อัลกอริทึมชนิด J48 วิธีโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้อัลกอริทึมชนิดเพอร์เซปตรอนแบบหลายชั้น วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้อัลกอริทึม SMO ชนิดโพลิโนเมียลเคอร์เนล วิธีฐานกฎโดยใช้อัลกอริทึม decision table วิธีการถดถอยลอจิสติกทวิภาค และวิธีนาอีฟเบส์ ผลการศึกษาพบว่าชุดข้อมูล fertility วิธีการถดถอยลอจิสติกทวิภาคที่ random seed = 10, 20 และ 30 มีค่าความถูกต้อง ค่าความไว ค่าความจำเพาะ และค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยดีที่สุด คือ ร้อยละ 100, 1.0000, 1.0000 และ 0.00000 ตามลำดับ ส่วนชุดข้อมูล vertibral volumn วิธีเพื่อนบ้านใกล้สุด k ตัว ที่ random seed = 10, 20 และ 30 มีค่าความถูกต้อง ค่าความไว ค่าความจำเพาะ และค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยดีที่สุด คือ ร้อยละ 100, 1.0000, 1.0000 และ 0.00024 ตามลำดับ และชุดข้อมูล diabetes วิธีเพื่อนบ้านใกล้สุด k ตัว ที่ random seed =10, 20 และ 30 มีค่าความถูกต้อง ค่าความไว ค่าความจำเพาะ และค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยดีที่สุด คือ ร้อยละ 100, 1.0000, 1.0000 และ 0.00004 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาข้อมูลทั้ง 3 ชุด ร่วมกัน พบว่าวิธีที่ดีที่สุดในการทำนายผล คือ วิธีเพื่อนบ้านใกล้สุด k ตัว

3. วิธีดำเนินการวิจัย

กระบวนการวิจัยมีขั้นตอนที่เป็นไปตามกรอบแนวคิดของ CRISP – DM จำนวน 6 ขั้นตอน ดังภาพที่ 4

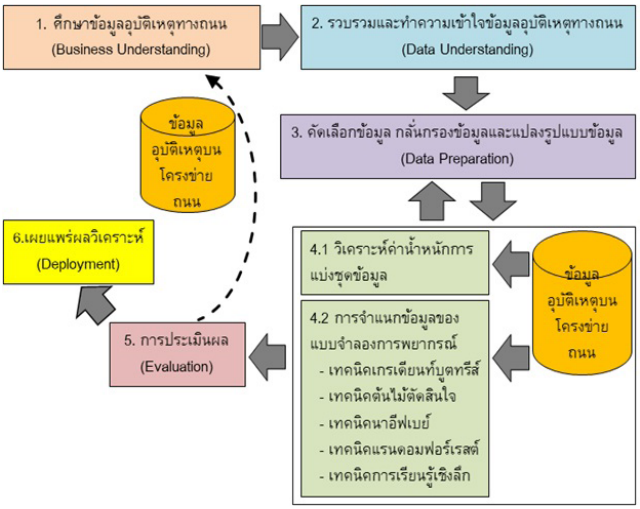
3.1 ศึกษาข้อมูลอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนน (Business Understanding)

ทำความเข้าใจสาเหตุของอุบัติเหตุทางถนนก่อนทำความเข้าใจข้อมูลที่จะใช้ในการวิเคราะห์ จากการศึกษาพบว่า

ข้อมูลอุบัติเหตุจรจรทางถนนมาจาก 4 สาเหตุหลัก ได้แก่ 1) สาเหตุจากบุคคล เช่น ขับรถขณะมึนเมา ขับรถเร็วเกินกว่ากำหนด คนขับรถใช้โทรศัพท์ขณะขับรถ ขับรถโดยประมาท ตัดหน้ารถกระชั้นชิด คนเดินถนนหรือคนข้ามถนน เป็นต้น 2) สาเหตุจากยานพาหนะ เช่น อุปกรณ์บกพร่อง กระจกส่องหลังที่ปัดน้ำฝน เบรก ไฟสัญชำรุด เป็นต้น 3) สาเหตุจากเครื่องหมายสัญญาณและทาง เช่น เครื่องหมายสัญญาณชำรุด ทางแยก ทางโค้ง ทางชำรุด เป็นต้น และ 4) สาเหตุจากธรรมชาติ เช่น หมอกลงจัด ฝนตก ควัน เป็นต้น

ประเภททางหลวงในไทยมี 5 ประเภท ประกอบด้วย ทางหลวงพิเศษ ทางหลวงแผ่นดิน ทางหลวงชนบท ทางหลวงท้องถิ่น และทางหลวงสัมปทาน

ระดับความรุนแรงจากอุบัติเหตุจรจรทางบก [9] คือ มีผู้เสียชีวิต มีผู้บาดเจ็บสาหัส มีผู้บาดเจ็บและทรัพย์สินเสียหาย



ภาพที่ 4 *กรอบแนวคิดการวิจัย*

3.2 รวบรวมและทำความเข้าใจข้อมูลอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนน (Data Understanding)

ขั้นตอนการจัดเก็บ รวบรวมข้อมูล ตลอดจนการพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับ โดยเลือกว่าจะใช้ข้อมูลทั้งหมดหรือบางส่วนในการวิเคราะห์ให้สอดรับกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

แหล่งข้อมูลการวิจัยนี้ได้จากแฟ้มข้อมูลอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนนของกระทรวงคมนาคม ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2562 - 30 มิถุนายน 2564 จำนวน 51,384 แถว ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 *ข้อมูลแอตทริบิวท์รายงานการเกิดอุบัติเหตุ*

ชื่อแอตทริบิวท์	ชนิดข้อมูล	ตัวอย่างข้อมูล
วันที่เกิดเหตุ	วันที่	1/1/2019
ช่วงเวลาที่เกิดเหตุ	เวลา	13:00
วันที่รายงาน	วันที่	1/2/2019
เวลาที่รายงาน	เวลา	6:11
ACC_CODE	ข้อความ	571905
ประเภททางหลวงที่เกิดอุบัติเหตุ	ข้อความ	กรมทางหลวงชนบท
สายทาง	ข้อความ	แยกทางหลวงหมายเลข 21 (กม.ที่ 31+000) - บ้านวังเพลิง
ก.ม.	จำนวนจริง	4.00
จังหวัดที่เกิดเหตุ	ข้อความ	ลพบุรี
ประเภทยานพาหนะที่เกิดเหตุ	ข้อความ	รถจักรยานยนต์
บริเวณที่เกิดเหตุ	ข้อความ	ทางตรง+ไม่มีความลาดชัน
สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุ	ข้อความ	เมาสุรา
ลักษณะการชน	ข้อความ	พลิกคว่ำ/ตกถนนในทางตรง
จำนวนรถที่เกิดเหตุ	จำนวนเต็ม	1
จำนวนผู้บาดเจ็บ	จำนวนเต็ม	2
ระดับความรุนแรง หรือจำนวนผู้เสียชีวิต	จำนวนเต็ม	1
สภาพอากาศขณะเกิดเหตุ	ข้อความ	แจ่มใส
LATITUDE	จำนวนจริง	14.959105
LONGITUDE	จำนวนจริง	100.873463

3.3 คัดเลือกข้อมูล กลั่นกรองข้อมูลและแปลงรูปแบบข้อมูล (Data Preparation)

3.3.1 การคัดเลือกข้อมูล (Data Selection) เป็นการคัดเลือกข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลให้เหลือเฉพาะแอตทริบิวท์ที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์จำนวน 8 แอตทริบิวท์ ได้แก่ 1) ช่วงเวลาที่เกิดเหตุ 2) ประเภททางหลวงที่เกิดอุบัติเหตุ 3) จังหวัดที่เกิดเหตุ 4) ประเภทยานพาหนะที่เกิดเหตุ

5) บริเวณที่เกิดเหตุ 6) สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุ 7) ลักษณะการชน และ 8) สภาพอากาศขณะเกิดเหตุ สำหรับแอตทริบิวท์ระดับความรุนแรงหรือจำนวนผู้เสียชีวิตใช้เป็นหมวดหมู่ของข้อมูลพยากรณ์

3.3.2 การกลั่นกรองข้อมูล (Data Cleaning) เป็นการทำความสะอาดข้อมูล ตรวจสอบ แก้ไขหรือลบรายการข้อมูลที่ไม่ถูกต้องออกไปจากชุดข้อมูล ตารางหรือฐานข้อมูล ซึ่งได้ดำเนินการ ดังนี้

กำจัดแถวรายการที่มีข้อมูลไม่ถูกต้อง (Outlier) ได้แก่ ประเภทยานพาหนะที่เกิดเหตุ มีข้อมูลที่เป็นค่าว่าง (Missing Value) จำนวน 248 แถว สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุมีข้อมูลที่เป็นค่าว่างจำนวน 279 แถว ลักษณะการชนมีข้อมูลที่เป็นค่าว่างจำนวน 741 รายการ จังหวัดที่เกิดเหตุมีข้อมูลที่เป็นค่าว่าง 28 แถว

แก้ไขข้อมูลแถวรายการบริเวณที่เกิดเหตุมีข้อมูลเดิมเป็นค่าว่าง เปลี่ยนเป็น “ไม่ระบุ” จำนวน 4,234 แถว

จัดกลุ่มข้อมูลเวลาเกิดเหตุเป็น 2 ประเภท [10] คือ ตั้งแต่ 06.00-17.59 น. เป็น “กลางวัน” และ 18.00-05.59 น. เป็น “กลางคืน”

จัดกลุ่มข้อมูลระดับความรุนแรงหรือจำนวนผู้เสียชีวิตเป็น 2 ประเภท คือ ถ้าจำนวนผู้เสียชีวิตเท่ากับ 0 คือ “ไม่เสียชีวิต” และถ้าจำนวนผู้เสียชีวิตมากกว่า 0 คือ “เสียชีวิต”

จัดกลุ่มข้อมูลบริเวณที่เกิดเหตุ [9] ตัวอย่างเช่น บริเวณลักษณะถนนที่เกิดหตุ เช่น สามแยก วนเวียน ห้าแยก ทางร่วม จุดเข้า/ออก ทางหลัก จุดเข้าออกสถานที่ คือ ทางแยก บริเวณลักษณะถนนที่เกิดหตุเป็นสะพาน ทางลอด จุดตัดทางรถไฟ จุดเปลี่ยนความกว้างถนน ทางจักรยาน ทางเดินเท้า ทางม้าลาย คือ บริเวณเฉพาะ เป็นต้น

จัดกลุ่มข้อมูลสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุ เช่น สาเหตุของอุบัติเหตจากเบรก ไฟสัญญาณ กระจกส่องหลัง ที่ปัดน้ำฝน คือ สาเหตุที่เกิดจากอุปกรณ์ชำรุด สาเหตุของอุบัติเหตุจากไม่มีป้ายจราจร ป้ายจราจรชำรุด เครื่องหมายสัญญาณชำรุด คือ สาเหตุที่เกิดจากป้ายเครื่องหมาย เป็นต้น

จัดกลุ่มข้อมูลจังหวัดที่เกิดอุบัติเหตุ 77 จังหวัด [11] โดยจำแนกเป็นภูมิภาคตามลักษณะภูมิประเทศแทน ประกอบด้วย 6 ภูมิภาค ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก ภาคใต้

หลังจากคัดเลือกข้อมูลและการกลั่นกรองข้อมูลเรียบร้อยแล้ว คงเหลือข้อมูลจำนวน 51,000 แถว

พบว่ามีแอตทริบิวท์ระดับความรุนแรงหรือจำนวนผู้เสียชีวิตจำนวน 1 แอตทริบิวท์ เกิดปัญหาความไม่สมดุลของข้อมูล โดยมีอัตราส่วนข้อมูล “เสียชีวิต” : “ไม่เสียชีวิต” คิดเป็นร้อยละ 13.34 : 86.11 ดังนั้น จึงได้ทำการปรับความสมดุลของข้อมูลเพื่อให้ข้อมูลใกล้เคียงกันด้วยวิธีการสุ่มลด (Under-sampling) ทำให้อัตราส่วนข้อมูล “เสียชีวิต” : “ไม่เสียชีวิต” คิดเป็นร้อยละ 49.83 : 50.17 คงเหลือข้อมูลสำหรับนำไปวิเคราะห์จำนวน 13,653 แถว แปลงข้อมูลด้วยวิธีการนอร์มอลไลซ์ปรับการกระจายของข้อมูล และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Z-Score Normalization) ก่อนนำไปวิเคราะห์

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างแบบจำลอง

3.4.1 วิเคราะห์ค่าน้ำหนักการแบ่งชุดข้อมูลโดยใช้ Gain Ratio [12] ซึ่งเป็นตัวชี้วัดการแบ่งชุดข้อมูลออกเป็นชุดย่อยที่พัฒนามาจาก Information Gain เนื่องจากการใช้ Information Gain ในการแบ่งชุดข้อมูลมีโอกาสทำให้เกิดความเอนเอียงขึ้น เมื่อคุณลักษณะที่ทำการพิจารณาได้ค่า Gain ที่สูงเป็นจำนวนมาก จะส่งผลให้คุณลักษณะที่ถูกคัดเลือกไม่ถูกต้อง

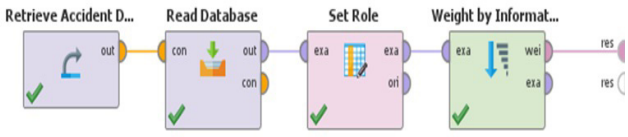
การหาค่า Gain Ratio คำนวณได้จากสมการที่ 1

$$\text{GainRatio}\ (A) = \frac{\text{Gain}\ (\text{A})}{\text{SplitInfo}_{\text{A}}\ (D)} \qquad (1)$$

ค่า $\text{SplitInfo}_{\text{A}}(\text{D})$ หมายถึง ปริมาณข้อมูลที่ถูกพิจารณาโดยการแบ่งชุดข้อมูลในชุดข้อมูล D ออกเป็น m ชุด ข้อมูลย่อยตามคุณลักษณะ A ดังสมการที่ 2

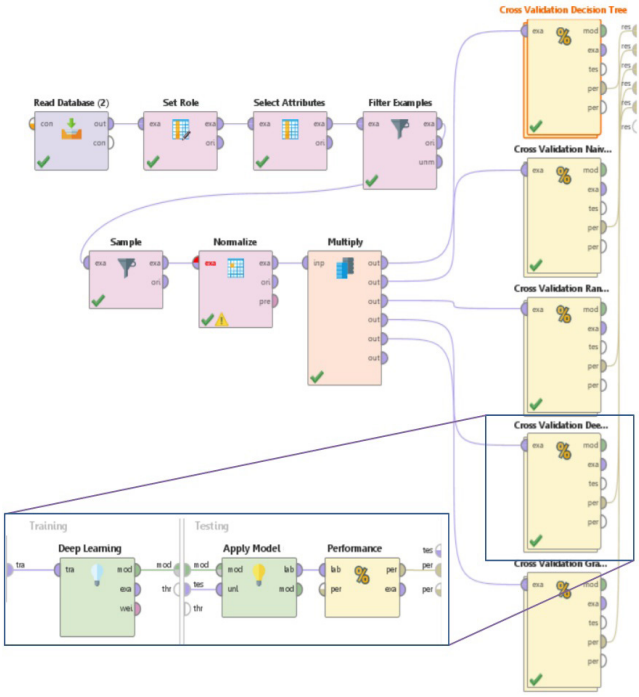
$$SplitInfo_{\text{A}}\ (D) = -\sum_{\text{j}=1}^{m} \frac{|\text{D}_\text{j}|}{|D|}\ X\ log_2 \frac{|\text{D}_\text{j}|}{|D|} \qquad (2)$$

การวิเคราะห์ค่าน้ำหนักการแบ่งชุดข้อมูล Gain Ratio จำนวน 8 แอตทริบิวต์ จากสมการข้างต้นและใช้โปรแกรม Rapidminer Studio สนับสนุนการประมวลผลดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 *การวิเคราะห์ค่าน้ำหนักการแบ่งชุดข้อมูล*

3.4.2 สร้างแบบจำลอง (Modeling) เลือกใช้เทคนิคการจัดทำแบบจำลองที่เป็นมาตรฐานเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยออกแบบและสร้างแบบจำลองการพยากรณ์จำนวน 5 แบบจำลอง ประกอบด้วย เทคนิคเกรเดียนท์บูตทรีส์ เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ เทคนิคนาอีฟเบย์ เทคนิคแรนดอมฟอร์เรสต์ และเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก ซึ่งใช้สมการทางคณิตศาสตร์และสถิติในการคำนวณ และใช้โปรแกรม Rapidminer Studio สนับสนุนการประมวลผล ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 *ออกแบบและสร้างแบบจำลองการพยากรณ์*

3.5 การประเมินผล (Evaluation)

การประเมินผลเป็นการวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์มีนัยสำคัญหรือความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด ในกรณีที่ความน่าเชื่อถือยังไม่เพียงพอจะกลับไปทบทวนหัวข้อที่ 3.2 – 3.4 ซ้ำอีกครั้ง

การทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองได้ดำเนินการวัดค่าความแม่นยำ ค่าเรียกกลับ ค่าความจำเพาะ ค่าความถูกต้อง ค่าประสิทธิภาพโดยรวม และค่าเฉลี่ยเรขาคณิต โดยวิธีการ K-Fold Cross Validation Test แบ่งชุดข้อมูลเป็น 10 ส่วน 20 ส่วน และ 30 ส่วน ในแต่ละส่วนมาจากการสุ่มเพื่อให้ข้อมูลกระจายเท่า ๆ กัน เพื่อสร้างแบบจำลองการพยากรณ์จากการเรียนรู้และทดสอบแบบจำลองการพยากรณ์

ค่าความถูกต้อง (Accuracy) คำนวณจากสมการที่ 3

$$\text{Accuracy} = \frac{(\text{TP} + \text{TN})}{(\text{TP} + \text{FP} + \text{FN} + \text{TN})} \quad (3)$$

ค่าความแม่นยำ (Precision) คำนวณจากสมการที่ 4

$$\text{Precision} = \frac{\text{TP}}{(\text{TP} + \text{FP})} \quad (4)$$

ค่าเรียกกลับ (Recall หรือ Sensitivity) คำนวณจากสมการที่ 5

$$\text{Recall} = \text{Sensitivity} = \frac{\text{TP}}{(\text{TP} + \text{FN})} \quad (5)$$

ค่าความจำเพาะ (Specificity) คำนวณจากสมการที่ 6

$$\text{Specificity} = \frac{\text{TN}}{(\text{TN} + \text{FP})} \quad (6)$$

ค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) คำนวณจากสมการที่ 7

$$\text{F1} - \text{measure} = 2\frac{(\text{Precision} * \text{Recall})}{(\text{Precision} + \text{Recall})} \quad (7)$$

ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (G-mean) คำนวณจากสมการที่ 8

$$\text{G} - \text{mean} = \sqrt{\text{Sensitivity} * \text{Specificity}} \quad (8)$$

3.6 เผยแพร่ผลวิเคราะห์ (Deployment)

เผยแพร่ผลวิเคราะห์หรือการนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้งานเพื่อที่หน่วยงานต่าง ๆ จะได้นำไปใช้ประโยชน์และเป็นข้อมูลป้องกันอุบัติภัยทางถนนในแต่ละพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดความเสี่ยง ลดผลกระทบ และเตรียมความพร้อมในการป้องกันอุบัติภัยบนโครงข่ายถนนที่อาจจะเกิดขึ้น

4. สรุปผลการวิจัย

4.1 ผลการคำนวณปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการได้รับอุบัติเหตุเสียชีวิต

ผลการคำนวณค่าน้ำหนักการแบ่งชุดข้อมูลด้วยวิธีการ Gain Ratio จำนวน 8 แอตทริบิวต์ แสดงดังตารางที่ 3

จากตารางที่ 3 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการได้รับอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนนของกระทรวงคมนาคม ด้วยการคำนวณหาค่าน้ำหนักการแบ่งชุดข้อมูลด้วยวิธี Gain Ratio พบว่าประเภทยานพาหนะที่เกิดเหตุมีค่าน้ำหนัก 0.1030 มากที่สุด รองลงมาเป็นลักษณะการชนมีค่าน้ำหนัก 0.0893

ประเภททางหลวงที่เกิดอุบัติเหตุมีค่าน้ำหนัก 0.0215 สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุมีค่าน้ำหนัก 0.0156 ภูมิภาคที่เกิดอุบัติเหตุมีค่าน้ำหนัก 0.0135 สภาพอากาศขณะเกิดเหตุมีค่าน้ำหนัก 0.0125 ช่วงเวลาที่เกิดเหตุมีค่าน้ำหนัก 0.0111 และบริเวณที่เกิดเหตุมีค่าน้ำหนักน้อยที่สุด 0.0059

ตารางที่ 3 *ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักการแบ่งชุดข้อมูล*

แอตทริบิวต์	Gain Ratio
ประเภทยานพาหนะที่เกิดเหตุ	0.1030
ลักษณะการชน	0.0893
ประเภททางหลวงที่เกิดอุบัติเหตุ	0.0215
สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุ	0.0156
ภูมิภาคที่เกิดอุบัติเหตุ	0.0135
สภาพอากาศขณะเกิดเหตุ	0.0125
ช่วงเวลาที่เกิดเหตุ	0.0111
บริเวณที่เกิดเหตุ	0.0059

4.2 ผลการคำนวณประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลของแบบจำลองการพยากรณ์

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลของแบบจำลองพยากรณ์ด้วยวิธี Cross-validation ได้แบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 10 ส่วน 20 ส่วน และ 30 ส่วน แต่ละส่วนมีจำนวนข้อมูลเท่ากัน ใช้ฟังก์ชัน use local random seed สำหรับการสุ่มตัวอย่างของชุดข้อมูลย่อย เพื่อให้เกิดชุดย่อยเหมือนกัน ผลการคำนวณค่าความแม่นยำ ค่าเรียกกลับ และค่าความจำเพาะ แสดงดังตารางที่ 4 ผลการคำนวณค่าความถูกต้อง ค่าประสิทธิภาพโดยรวม และค่าเฉลี่ยเรขาคณิต แสดงดังตารางที่ 5

จากตารางที่ 5 พบว่าผลการคำนวณค่าความถูกต้อง กรณีที่มีการแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 30 ส่วน เพื่อดำเนินการเรียนรู้และทดสอบ เทคนิคนาอีฟเบย์มีค่าความถูกต้องสูงสุด 72.23% รองลงมาเทคนิคเกรเดียนท์บูตทรีส์มีค่า 72.17% เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจมีค่าความถูกต้อง 71.98% เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกมีค่า 71.95% และเทคนิคแรนดอมฟอร์เรสต์มีค่าน้อยสุด 71.23%

ผลการคำนวณประสิทธิภาพโดยรวม กรณีที่มีการแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 30 ส่วน เพื่อดำเนินการเรียนรู้และทดสอบ เทคนิคนาอีฟเบย์มีค่าประสิทธิภาพโดยรวมมากที่สุด 73.35% รองลงมาเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจมีค่า 73.07% เทคนิคแรนดอมฟอร์เรสต์มีค่า 72.59% เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกมีค่า 72.50% และเทคนิคเกรเดียนท์บูตทรีส์มีค่าน้อยที่สุด 70.99%

ผลการคำนวณค่าเฉลี่ยเรขาคณิต กรณีที่มีการแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 30 ส่วน เพื่อดำเนินการเรียนรู้และทดสอบ เทคนิคนาอีฟเบย์มีค่าเฉลี่ยเรขาคณิตมากที่สุด 72.10% รองลงมาคือเทคนิคเกรเดียนท์บูตทรีส์มีค่า 72.06% เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจมีค่า 71.86% เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกมีค่า 71.68% และเทคนิคแรนดอมฟอร์เรสต์มีค่าน้อยที่สุด 71.08%

5. อภิปลายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 อภิปลายผลการวิจัย

การวิจัยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำนายผลความไม่สมดุลของข้อมูลการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนน มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนน และเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลการเสียชีวิตบนโครงข่ายถนน โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล มีกระบวนการวิจัยเป็นไปตามขั้นตอนของ CRISP- DM ศึกษาข้อมูล รวบรวม ทำความเข้าใจข้อมูลอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนน ดำเนินการคัดเลือกข้อมูล กลั่นกรองข้อมูล แปลงข้อมูลด้วยวิธีการนอร์มอลไลซ์ ทำการแปลงค่าข้อมูล ปรับการกระจายของข้อมูลค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Z-Score Normalization) ปรับปรุงข้อมูลกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มลด เพื่อให้ข้อมูลมีจำนวนใกล้เคียงกันก่อนนำไปวิเคราะห์ ผลการศึกษาพบว่า

5.1.1 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเสียชีวิตบนโครงข่ายถนนจากข้อมูลของกระทรวงคมนาคมที่ทำการเปรียบเทียบทั้งหมด 8 แอตทริบิวต์ เป็นข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักการแบ่งชุดข้อมูลโดยใช้ Gain Ratio เรียงลำดับจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด ดังนี้ ประเภทยานพาหนะที่เกิดเหตุ ลักษณะการชน ประเภททางหลวงที่เกิดอุบัติเหตุ สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุ ภูมิภาคที่เกิดอุบัติเหตุ สภาพอากาศขณะเกิดเหตุ ช่วงเวลาที่เกิดเหตุ บริเวณที่เกิดเหตุ แสดงว่าประเภทยานพาหนะที่เกิดเหตุมีค่าน้ำหนักในการจำแนกข้อมูลที่ก่อให้เกิดผู้เสียชีวิตและไม่เสียชีวิตสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นันทพร กลิ่นจันทร์

ตารางที่ 4 *ผลการคำนวณค่าความแม่นยำ ค่าเรียกกลับ และค่าความจำเพาะ*

Algorithm	Precision			Recall			Specificity		
	10 ส่วน	20 ส่วน	30 ส่วน	10 ส่วน	20 ส่วน	30 ส่วน	10 ส่วน	20 ส่วน	30 ส่วน
Decision Tree	0.7081	0.7086	0.7055	0.7523	0.7553	0.7577	0.6878	0.6872	0.6816
Naïve Bayes	0.7060	0.7068	0.7072	0.7618	0.7612	0.7618	0.6806	0.6821	0.6825
Random Forest	0.6986	0.6977	0.6965	0.7527	0.7556	0.7561	0.6729	0.6703	0.6682
Deep Learning	0.6986	0.6977	0.6965	0.7527	0.7556	0.7561	0.6729	0.6703	0.6682
Gradient Boosted Tree	0.7472	0.7471	0.7443	0.6765	0.6759	0.6785	0.7695	0.7697	0.7653

ตารางที่ 5 *ผลการคำนวณค่าความถูกต้อง ค่าประสิทธิภาพโดยรวม และค่าเฉลี่ยเรขาคณิต*

Algorithm	Accuracy			F1-measure			G-mean		
	10 ส่วน	20 ส่วน	30 ส่วน	10 ส่วน	20 ส่วน	30 ส่วน	10 ส่วน	20 ส่วน	30 ส่วน
Decision Tree	0.7201	0.7214	0.7198	0.7295	0.7312	0.7307	0.7193	0.7205	0.7186
Naïve Bayes	0.7213	0.7217	0.7223	0.7328	0.7330	0.1335	0.7200	0.7205	0.7210
Random Forest	0.7130	0.7131	0.7123	0.7245	0.7264	0.7259	0.7117	0.7117	0.7108
Deep Learning	0.7209	0.7165	0.7195	0.7246	0.7255	0.7250	0.7190	0.7130	0.7168
Gradient Boosted Tree	0.7228	0.7226	0.7217	0.7101	0.7097	0.7099	0.7215	0.7213	0.7206

นันทนา และคณะ [13] ที่ได้ศึกษาการหาสาเหตุการบาดเจ็บจากรถตู้โดยสารประจำทางชนต้นไม้ จังหวัดพัทลุง พบว่าอุบัติเหตุรถโดยสารประจำทางส่วนใหญ่ทำให้มีการบาดเจ็บและเสียชีวิตจำนวนมาก จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตขึ้นอยู่กับชนิดของยานพาหนะ ลักษณะการชน การเกิดอุบัติเหตุ และพฤติกรรมความปลอดภัยของผู้ขับขี่และผู้โดยสาร

5.1.2 ประสิทธิภาพการทำนายผลความไม่สมดุลของข้อมูลการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนโครงข่ายถนนของแบบจำลองการพยากรณ์ เปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลการเสียชีวิตบนโครงข่ายถนนของแบบจำลองการพยากรณ์ ประกอบด้วยเทคนิคเกรเดียนท์บูตทรีส์ เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ เทคนิคนาอีฟเบย์ เทคนิคแรนดอมฟอร์เรสต์ และเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก โดยคำนวณค่าความแม่นยำ ค่าเรียกกลับ ค่าความจำเพาะ ค่าความถูกต้อง ค่าประสิทธิภาพโดยรวมและค่าเฉลี่ยเรขาคณิต จากการทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์ กรณีที่มีการแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 30 ส่วน พบว่าเทคนิคที่มีประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลดีที่สุด คือ เทคนิคนาอีฟเบย์มีค่าความถูกต้อง 72.23% ค่าประสิทธิภาพโดยรวม 73.35% และค่าเฉลี่ยเรขาคณิต 72.10%

5.2 ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้ได้ข้อสรุปของผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ครอบคลุมมากขึ้น อาจเปรียบเทียบประสิทธิภาพโดยใช้อัลกอริทึมประเภทอื่นเพิ่มเติม เช่น วิธีเคเนียเรสเนเบอร์ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน เป็นต้น มีการเปรียบเทียบกับการใช้เครื่องมือสำเร็จรูปในการช่วยวิเคราะห์อื่น เช่น Microsoft Power BI, Tableau, Pentaho Big Data Integration

and Analytics เป็นต้น และพัฒนาระบบจากผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปใช้งาน เพื่อที่หน่วยงานต่าง ๆ จะได้นำผลที่เกิดขึ้นไปใช้ให้ก่อเกิดประโยชน์สูงสุด

6. เอกสารอ้างอิง

[1] World Health Organization. *Global Situation of Road Safety Report 2015*. Global Situation of Road Safety Report. World Health Organization Publishers (WHO Press), 2015.

[2] Road Safety Operation Center. *Thailand Road Safety Master Plan 2018-2021.* Thailand Road Safety Master Plan. 2019.

[3] Traffic Injury Prevention Group Bureau of Non-Communicable Diseases. *Road accident situation in 2014.* 2015.

[4] S. Sinlapasorn. Modeling used to predict osteoarthritis scores WOMAC of Post-Knee Replacement Surgery Patients with Characteristic Engineering and Machine Learning Techniques. *Proceedings of the 25th Annual Meeting in Mathematics (AMM 2021)*. Department of Mathematics, Faculty of Science King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 2021.

[5] ABB Corporate Research Center. *What is Deep Learning?.* Available Online at www.new.abb.com/news/detail/58004/deep-learning , accessed on 1 November 2021.

[6] J. Disapon, and A. Sirisophon. "Factors affecting the prevention of road traffic accident among population in Sawang arom district, Uthai thani province: MIMIC model analysis". *Journal of Nurses Association of Thailand Northern Region*, Vol. 27, pp. 101 – 112, 2021

[7] R. Kladchuen, and C. Saenrat. "An Efficiency Comparison of Algorithms and Feature Selection Methods to Predict the Learning Achievement of Vocational Students". *Research Journal Rajamangala University of Technology Thanyaburi*, ISSN 1686-8420, Vol 17, No. 1, pp.1-10, 2018.

[8] S. Sinsomboonthong. "An Efficiency Comparison in Prediction of Imbalanced Data Classification with Data Mining Techniques". *Thai Science and Technology Journal (TSTJ),* Vol. 28 No. 3, pp.383 - 393, 2020.

[9] A. Leelakajonjit, and P. Panudulkitti. Severity level from road traffic accidents. Road accident data management. *Education Research and Development Center and Academic Center for Road Safety,* Aksornthai Press (fahmuang Thai Newspaper) Limited Partnership, Thailand, 2015.

[10] Bureau of Highway Safety. Time of incident. *New Year Festival 2020 (During 27 Dec. 19 – 2 Jan. 20).* 2020.

[11] S. Dechapromphan. *Geography of Thailand : Geographic Perspectives.* Geoinformatics Faculty, Burapha University, Thailand, 2017.

[12] W. Nuipian, and P. Meesut. "Comparison of filtering and consolidation techniques of text mining for text classification". *The Journal of Industrial Technology.* Vol. 9, No. 3, pp.118 - 129, September – December 2013.

[13] N. Klinjun, and N. Supphasri, "Asip Useng and Akeon Sawangnipun. A Case Study on Public Transportation and Road Safety: Why so Many Passengers' Injuries from Van Crashes onto Trees?". *The Southern College Network Journal of Nursing and Public Health*, .pp. 26 – 38, Vol.8, No.2, May-August 2021.

สื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบเอ็มไอเอพี เรื่องการใช้งานโปรแกรมประมวลผลคำเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน

Online Video Media Integrated with the MIAP Learning Process about the use of Basic Word Processing Programs in Case of Mathayomsuksa 5 Student with Hearing Impairments

พีรัชชัย คำมา (Peerachai Kumma)* วิภาสิทธิ์ หิรัญรัตน์ (Wiphasith Hiranrat)*
บุญเหลือ นาบำรุง (Boonlueo Nabumroong)* และ ศักดิ์ชาญ เหลืองมณีโรจน์ (Sakchan Luangmaneerote)*

Received: December 9, 2020
Revised: March 1, 2021
Accepted: March 11, 2021

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: วิภาสิทธิ์ หิรัญรัตน์ (Wiphasith Hiranrat) อีเมล: wiphasith.hi@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบเอ็มไอเอพีเรื่องการใช้งานโปรแกรมประมวลผลคำเบื้องต้น เพื่อหาความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียน และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างเลือกแบบเจาะจงเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินที่เรียนหลักสูตรทวิศึกษา โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดสุรินทร์ จำนวน 11 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ สื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบของเพียร์สัน ผลการวิจัยพบว่า สื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ร่วมกับกระบวนการเอ็มไอเอพีที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 1.67 เป็นไปตามเกณฑ์ของเมกุยแกนส์ นอกจากนี้ยังพบว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงขึ้น (ร้อยละ 64.44) จึงสรุปได้ว่าสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ ขณะที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและความพึงพอใจของผู้เรียนไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: สื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ กระบวนการเรียนรู้แบบเอ็มไอเอพี โปรแกรมประมวลผลคำ ผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน

Abstract

This research aims to develop and explore the effectiveness of online video media integrated with the MIAP learning process about the use of basic word processing programs, to find the learning progress of the learners and study the relationship between academic achievement after learning and the satisfaction of learners. This research used purposive sampling consisting 11 Mathayomsuksa 5 students with hearing impairment who studied dual education at Surin School of the Deaf. Online video materials, post-test and the student satisfaction assessment form will be used for assessment providing mean, percentage, and Pearson's correlation coefficient. The result found that online video media integrated with the MIAP process has been developed with efficiency equal to 1.67, meeting the requirement of Meguigans' criteria. Besides, it was found that the learners had higher learning progress of 64.44%. It was concluded that the online video media integrated with MIAP learning process was highly effective, while the post-learning achievement and student satisfaction were not significantly correlated with the 0.05 level.

Keywords: Online Video Media, MIAP Learning Process, Word Processing Program, Student with Hearing Impairments.

* สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์
* Department of Computer Technology, Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Surin Campus, Thailand.

1. บทนำ

คนพิการ คือบุคคลที่มีข้อจำกัดในการใช้ชีวิตประจำวัน หรือข้อจำกัดการเข้าไปมีส่วนร่วมกิจกรรมทางสังคม เนื่องจากมีความบกพร่องด้านต่าง ๆ อาทิเช่น การมองเห็น การได้ยิน การเคลื่อนไหว การสื่อสาร จิตใจ อารมณ์ พฤติกรรม สติปัญญา การเรียนรู้ หรือความบกพร่องอื่น ประกอบกับมีอุปสรรคในด้านต่าง ๆ [1] ผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินเป็น 1 ใน 9 ของผู้พิการที่สูญเสียอวัยวะในการฟังเสียงไปบางส่วน [2] จึงมีข้อจำกัดในการสื่อสารด้วยเสียง เน้นการรับรู้ด้วยสายตาแทน ทำให้โลกของการสื่อสารของคนกลุ่มนี้ถูกจำกัดเพียงแค่การสื่อสารด้วยภาษามือและการแสดงสีหน้าเท่านั้น [3-6] ส่งผลให้เกิดความลำบากในการสื่อสารกับคนปกติเพื่อให้เข้าใจด้วยการพูด จึงทำให้สังคมไม่เปิดโอกาสให้คนกลุ่มนี้ และยังถูกมองว่าเป็นบุคคลไร้ความสามารถอีกด้วย ดังนั้นการรับรู้ข่าวสารต่าง ๆ เป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะพัฒนาผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินให้ได้เทียบเท่าคนปกติและรู้เท่าทันเหตุการณ์ได้อย่างยั่งยืน [5]

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเปลี่ยนการศึกษาเป็นยุคดิจิทัลและยุควิทยาการหุ่นยนต์ ส่งผลให้เทคโนโลยีเข้ามามีอิทธิพลต่อการศึกษาอย่างรวดเร็ว ทำให้ผู้เรียนยุคนี้มีวิธีการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไปจากเดิม โดยมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในกระบวนการเรียนรู้ [7],[8] ดังนั้นการมีทักษะการใช้เทคโนโลยี เช่น คอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ต่าง ๆ จึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในยุคปัจจุบัน [8] โดยเฉพาะซอฟต์แวร์ที่ใช้ในสำนักงานได้แก่ ซอฟต์แวร์ประมวลคำ ตารางคำนวณ การนำเสนองาน เป็นต้น เหล่านี้เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้งานบ่อยที่สุดและเกี่ยวข้องกับผู้เรียนมากที่สุด ซอฟต์แวร์ประมวลคำ (Word Processing) คือซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดทำหรือสร้างเอกสาร [9] อีกทั้งเป็นซอฟต์แวร์อันดับต้นที่ใช้ในการเรียนการสอนของวิชาคอมพิวเตอร์ และนิยมใช้ในการเรียนการสอนตั้งแต่ระดับประถม ถึงระดับอุดมศึกษา หรือแม้แต่สำเร็จการศึกษาแล้วและออกไปประกอบอาชีพก็มีความเป็นไปได้ที่จะได้ใช้งานซอฟต์แวร์ชนิดนี้ โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดสุรินทร์ ร่วมมือกับวิทยาลัยการอาชีพศีขรภูมิ จังหวัดสุรินทร์ จัดทำหลักสูตรให้ผู้เรียนมีวุฒิการศึกษาทางวิชาชีพ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ หลักสูตรประเภทรายวิชาพาณิชยกรม โดยกำหนดให้ผู้เรียนศึกษาการใช้งานโปรแกรมประมวลผลคำ มุ่งเน้นสมรรถนะให้ผู้เรียนสามารถใช้งานและนำความรู้จากโปรแกรมประมวลผลคำไปใช้งานในชีวิตประจำวันได้ เช่น การทำรายงานและเอกสารต่าง ๆ [10] อย่างไรก็ตามการเรียนรู้ซอฟต์แวร์ชนิดนี้เป็นเรื่องง่าย และไม่มีปัญหากับผู้เรียนปกติ เพราะสามารถรับรู้ทั้งการฟังและการมองเห็น แต่สำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินนั้นการเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรมนี้เป็นเรื่องยากและต้องใช้เวลามากกว่าปกติ เพราะผู้เรียนกลุ่มนี้รับรู้ได้แค่ทางการมองเห็น ไม่สามารถรับรู้ทางการได้ยิน รวมถึงทับศัพท์ทางโปรแกรมได้ดีเท่าคนปกติ นอกจากนี้ยังพบว่าเนื้อหาดังกล่าวยังไม่มีภาษามือมารองรับ จึงเป็นเหตุให้ผู้เรียนกลุ่มนี้ต้องใช้เวลาศึกษาและการเรียนรู้ใช้งานแต่ละส่วนของโปรแกรมนานกว่าผู้เรียนทั่วไป ดังนั้นผู้สอนควรจัดหาสื่อมาร่วมในการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนที่มีความบกพร่องกลุ่มนี้สามารถเข้าใจได้ง่ายและใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการสัมภาษณ์ผู้สอน [11] เกี่ยวกับการเรียนการสอนการใช้โปรแกรมประมวลคำของผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน พบว่า ผู้เรียนยังขาดทักษะด้านความรู้ความเข้าใจและการใช้งานโปรแกรม เพราะหลักสูตรถูกออกแบบมาให้เรียนเหมือนผู้เรียนปกติ ส่งผลให้ผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินค่อนข้างใช้เวลาในการเรียนรู้และทำความเข้าใจนานกว่าผู้เรียนปกติ และบางเรื่องเป็นเรื่องการใช้งานขั้นสูง ผู้เรียนกลุ่มนี้ไม่สามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจได้ง่าย ขณะที่หนังสือ ตำรา และสื่อต่าง ๆ นั้นออกแบบมาเพื่อคนปกติเป็นส่วนใหญ่ อีกทั้งเน้นการนำเสนอตัวอักษร รูปภาพ และขาดภาษามือบรรยายประกอบ ปัญหาข้างต้นอาจส่งผลให้ผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินไม่สามารถนำโปรแกรมประมวลผลคำมาใช้งานตามวัตถุประสงค์หลักสูตรแกนกลาง และไม่เกิดสมรรถนะตามที่หลักสูตรต้องการ

กระบวนการเรียนรู้แบบเอ็มไอเอพี (MIAP) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนหนึ่งที่ถูกออกแบบมาเพื่อพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียน โดยมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความต้องการที่จะเรียน ให้ศึกษาเนื้อหา และพยายามพยายามให้ผู้เรียนนำเนื้อหานั้นมาใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดความสำเร็จในการเรียน และสามารถพัฒนาสมรรถนะได้ โดยมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสนใจปัญหา (Motivation: M) ขั้นศึกษาข้อมูล (Information: I) ขั้นพยายาม (Applications: A) และขั้นสำเร็จผล (Progress: P) [12] หากมีการใช้ MIAP ช่วยในการจัด

การเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะอาจจะอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้การสอนบรรลุวัตถุประสงค์และประสบผลสำเร็จตามที่กำหนดให้

เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ออนไลน์ที่มีประสิทธิภาพและส่งเสริมการเรียนรู้เกี่ยวกับโปรแกรมประมวลผลคำให้กับผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน ให้เข้าใจและใช้งานได้ง่าย ตลอดจนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาวิจัยเกี่ยวกับวีดิทัศน์ออนไลน์ร่วมกับกระบวนการแบบเอ็มไอเอพี (MIAP) สำหรับผู้พิการทางการได้ยิน โดยมีการนำสื่อมัลติมีเดียมาประยุกต์ใช้เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน อีกทั้งมีภาษามือ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจง่ายและสามารถใช้งานโปรแกรมประมวลผลคำเพื่อการสร้างงานสร้างอาชีพในอนาคตได้ โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัย 3 ข้อได้แก่ เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบเอ็มไอเอพี เพื่อหาความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียน และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น สำหรับสมมุติฐานการวิจัยมี 3 ข้อ คือข้อที่หนึ่ง สื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบเอ็มไอเอพี เรื่องการใช้งานโปรแกรมประมวลผลคำเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ของเมกุยแกนส์ (มากกว่า 1.00) ข้อที่สอง ผู้เรียนที่เรียนด้วยสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงขึ้นร้อยละ 50 และข้อที่สาม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นมีความสัมพันธ์กันเชิงบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สื่อวีดิทัศน์

วีดิทัศน์หรือวิดีโอ (Video) [13] ภาษาไทยมีชื่อเรียกที่แตกต่างกันไป เช่น เทปบันทึกเสียง เทปบันทึกภาพ วีดิทัศน์ วิดีโอ หรือภาพทัศน์ [14] ซึ่งวีดิทัศน์หมายถึงสื่อที่สามารถใช้บันทึกทั้งภาพและเสียงได้พร้อมกัน นอกจากนี้ยังสามารถลบแล้วบันทึกใหม่ และสามารถดูย้อนหลังหรือเลือกดูภาพที่ต้องการได้ [14],[15] โดยมีจุดประสงค์และประโยชน์แต่ละด้านที่ต่างกันไป ซึ่งสามารถนำไปใช้กับงานรูปแบบต่าง ๆ ได้ เช่น เหตุการณ์ข่าวสาร บันทึกเหตุการณ์ในอดีต และ/หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นต่างสถานที่ ต่างเวลา เช่นเดียวกับด้านบันเทิง เช่น ภาพยนตร์ ละคร สาระคดี [16]-[18] ในวงการศึกษาได้ประยุกต์ใช้วีดิทัศน์เพื่อถ่ายทอดความรู้สู่กลุ่มเป้าหมาย เพื่ออำนวยความสะดวกกับผู้สอนและผู้เรียน โดยการผลิตวีดิทัศน์จะต้องตั้งเป้าหมายว่าทำขึ้นเพื่ออะไร กลุ่มเป้าหมายเป็นใคร มีเนื้อหาอย่างไร รูปแบบการนำเสนออย่างไร เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด [19]

2.2 ผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน

ผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน คือบุคคลที่สูญเสียการได้ยิน อาจจะเป็นคนหูตึงหรือหูหนวกก็ได้ [2],[20] โดยเกิดขึ้นได้ 2 กรณีคือ ทารกที่จะเกิดมานั้นมีความพิการของอวัยวะรับเสียงตั้งแต่อยู่ในครรภ์มารดา และ ทารกที่เกิดมีอวัยวะและประสาทหูปกติ แต่ต่อมาภายหลังปรากฏว่าหูหนวกขึ้น [21]

2.3 กระบวนการเรียนรู้แบบเอ็มไอเอพี

กระบวนการเรียนรู้แบบเอ็มไอเอพี (MIAP) หมายถึงกระบวนการที่มีขั้นตอนโดยยึดหลักประสบการณ์ของการศึกษาเป็นกระบวนการที่ผู้สอนจัดประสบการณ์การเรียนรู้ผ่าน 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นสนใจปัญหา (Motivation: M) ขั้นศึกษาข้อมูล (Information: I) ขั้นพยายาม (Applications: A) และขั้นสำเร็จผล (Progress: P) [12]

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 สื่อวีดิทัศน์กับการศึกษา

จิตตราภรณ์ และนพดล [22] ได้ศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับสื่อวีดิทัศน์เพื่อการเรียนรู้ตามแนวคิด Flipped classroom เรื่องการตรวจร่างกายและประเมินภาวะสุขภาพ สาขาวิชาพยาบาล มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ผลการวิจัยพบว่า วีดิทัศน์เพื่อการเรียนรู้ตามแนวคิด Flipped Classroom มีคุณภาพระดับดีมาก นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้เรียนมีทักษะปฏิบัติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และผู้เรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดต่อสื่อวีดิทัศน์ดังกล่าว

2.4.2 สื่อวีดิทัศน์ออนไลน์เพื่อการศึกษา

พรประภัสสร และคณะ [23] ได้ศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับสื่อวีดิทัศน์อินโฟกราฟิกแบบมีปฏิสัมพันธ์บนเครือข่ายสังคม เรื่อง กระบวนการผลิตรายการโทรทัศน์ประเภทบันเทิง บริษัท โมโน บรอดคาซท์ จำกัด ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความต้องการสื่อในระดับมาก 30 คน คิดเป็นร้อยละ 62.50

นอกจากนี้ยังพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อดิศร [24] ได้ศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนวีดิทัศน์ออนไลน์วิชาถ่ายภาพ เรื่อง Advance Flash Photography สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 2 หลักสูตรการศึกษาบัณฑิต สาขาคอมพิวเตอร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนวีดิทัศน์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 91.08/92.89 (สูงกว่าเกณฑ์ 80/80) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.4.3 สื่อมัลติมีเดียและสื่อวีดิทัศน์สำหรับผู้พิการทางการได้ยิน

สัมพันธุ์ และคณะ [25] ได้ศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับวีดิทัศน์คำศัพท์ชีวิตประจำวันของผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินกับความสัมพันธ์ของครอบครัว กลุ่มตัวอย่างเป็นครอบครัวของผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินจำนวน 60 ครอบครัว โดยมุ่งเน้นให้คนในครอบครัวที่มีความบกพร่องทางการได้ยินได้เรียนรู้และทำกิจกรรมร่วมกับคนปกติร่วมกับผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินด้วยกันผ่านวีดิทัศน์ ผลการวิจัยพบว่า สื่อวิดีทัศน์สามารถสร้างสายสัมพันธ์ให้กับครอบครัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากวีดิทัศน์มีการจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ ได้ดี มีการนำเสนอด้วยภาษามือ มีภาพประกอบและขนาดของตัวอักษรชัดเจน

เปมากร และวีระพันธ์ [26] ได้ศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนวีดิทัศน์ เรื่องงานบริการร้านอาหารสำหรับผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยินระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนโสตศึกษาผลการวิจัยพบว่า สื่อดังกล่าวมีประสิทธิภาพเท่ากับ 90.63/90.28 เป็นไปตามเกณฑ์ 90/90 และมีค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ 0.654 ทั้งนี้เนื่องจากสื่อดังกล่าวมีเนื้อหาที่เป็นภาพประกอบภาพเคลื่อนไหว ตัวอักษร แบบทดสอบที่มีคุณภาพที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา

เขมณัฏฐ์ และกรรณ [27] ได้ศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาหนังสืออัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการสื่อสารสำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน ผลการวิจัยพบว่า การออกแบบสื่อสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินควรมีการออกแบบสื่อหลาย ๆ อย่างประกอบกัน การใช้สื่อที่เป็นตัวหนังสืออย่างเดียวมีส่วนช่วยให้เข้าใจเรื่องราวที่จะสอนได้น้อย ส่วนรูปแบบของสื่อแบบมัลติมีเดียที่มีตัวหนังสือ รูปภาพ และภาษามือ รวมกันจะมีส่วนช่วยให้เข้าใจในเรื่องราวที่จะสอนได้ดีกว่าแบบตัวหนังสืออย่างเดียว หรือตัวหนังสือกับภาษามือ ส่วนการใช้สื่อที่มีการนำเสนอโดยมีตัวหนังสือกับรูปภาพจะช่วยให้เข้าใจเรื่องที่จะสอนได้ดีกว่าแบบตัวหนังสืออย่างเดียวหรือตัวหนังสือกับภาษามือ

2.4.4 กระบวนการเรียนรู้แบบเอ็มไอเอพี

รัชพล และกฤช [28] ได้ศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์แบบผสมผสานตามแผนการสอนฐานสมรรถนะด้วยกระบวนการ MIAP รายวิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 1.44 เป็นตามมาตรฐานของเมกุยแกนส์ (มากกว่า 1.00) นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วิเชษฐ์ และกฤช [29] ได้ศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับผลการพัฒนารูปแบบบทเรียนอีเลิร์นนิงแบบผสมผสานตามฐานสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียน MIAP สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา ผลการวิจัยพบว่า สื่อที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.91/81.31 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (80/80) นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสมรรถนะการปฏิบัติงานของผู้เรียนหลังเรียนด้วยสื่อดังกล่าวอยู่ในระดับดีมาก

วินัย และกฤช [30] ได้ศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บตามแผนการสอนฐานสมรรถนะตามขั้นตอนการเรียนรู้แบบ MIAP ในรายวิชาการศึกษาวงจรและซ่อมบำรุงไมโครคอมพิวเตอร์ โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน ผลการวิจัยพบว่า สื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.13/82.04 (สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80) นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

เจริญ [31] ได้ศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ชุดฝึกทักษะปฏิบัติด้วยกระบวนการสอนรูปแบบ MIAP ร่วมกับชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนออนไลน์ดังกล่าวมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.84/80.08 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ขณะที่ค่าดัชนี

ประสิทธิผลของบทเรียนเท่ากับ 0.7169 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.7169 (ร้อยละ 71.6)

3. วิธีดำเนินการวิจัย

สื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบเอ็มไอเอพี เรื่องการใช้งานโปรแกรมประมวลผลคำเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง มีแบบแผนการทดลองเป็น One Group Pretest Posttest Design [32] มีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ระบบทวิศึกษา โรงเรียนโสตศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง เลือกแบบเจาะจงเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดสุรินทร์ จำนวน 11 คน ที่เรียนหลักสูตรทวิศึกษา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

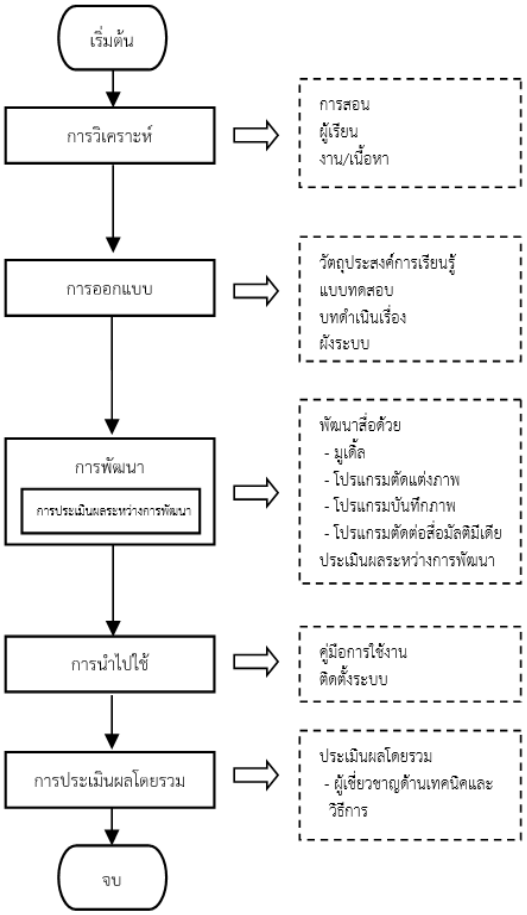
3.2 การสร้างและพัฒนาสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์

ผู้วิจัยพัฒนาสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์โดยอาศัยหลักการออกแบบระบบการสอนตามรูปแบบเอ็ดดี้ (ADDIE Model) [32], [33] โดยมีขั้นตอนดังภาพที่ 1

จากภาพที่ 1 สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

3.2.1 การวิเคราะห์ (Analysis: A) ผลการวิเคราะห์การสอนและการวิเคราะห์ผู้เรียนพบว่า การจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับโปรแกรมประมวลผลคำเป็นแบบบรรยายเชิงสาธิต ซึ่งยากต่อการรับรู้ของผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน เป็นผลให้ผู้เรียนไม่สามารถใช้งานโปรแกรมประมวลผลคำได้ตามวัตถุประสงค์หลักสูตรแกนกลาง ดังนั้นควรมีการพัฒนาสื่อที่เหมาะสมให้กับผู้เรียนโดยการนำเสนอเนื้อหาผ่านสื่อวีดิทัศน์ พร้อมมีภาษามือประกอบการบรรยาย และผู้วิจัยได้วิเคราะห์งานหรือเนื้อหาซึ่งประกอบด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับโปรแกรมประมวลผลคำ การใช้งานโปรแกรม การพิมพ์งาน และการแก้ไขเอกสาร การแทรกรูปภาพ รูปร่างและอักษรศิลป์ จากนั้นผู้วิจัยวิเคราะห์ขอบเขตเนื้อหาแต่ละหัวข้อ และหัวข้อย่อยของงาน

3.2.2 การออกแบบ (Design: D) นำหัวข้อที่ได้จากการวิเคราะห์งานมาออกแบบวัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมได้ทั้งหมด 21 ข้อ ออกแบบแบบทดสอบวัดผล



ภาพที่ 1 *วิธีการดำเนินงาน*

สัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ได้ทั้งหมด 68 ข้อ จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบ ผลการประเมินพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าวัตถุประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบมีความสอดคล้องกัน จากนั้นหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยให้ผู้ที่เคยศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรมประมวลผลคำเบื้องต้นทำแบบทดสอบ พบว่าแบบทดสอบดังกล่าวมีคุณภาพ ขั้นตอนถัดมาผู้วิจัยออกแบบบทดำเนินเรื่อง และผังระบบเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ สำหรับรายละเอียดในการออกแบบสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบเอ็มไอ ดังต่อไปนี้

1) ขั้นสนใจปัญหา (Motivation: M) เป็นการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน และในส่วนของบทเรียนได้ออกแบบและพัฒนาโดยใช้สื่อมัลติมีเดีย ตัวละครและตัวหนังสือกราฟิกมาเป็นแรงกระตุ้นผู้เรียนเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน

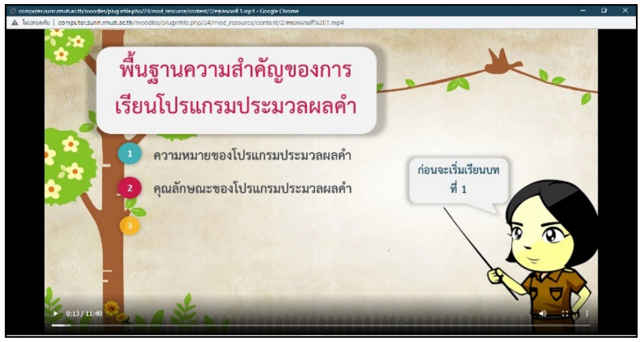
2) ขั้นศึกษาข้อมูล (Information: I) เนื้อหาบทเรียนในแต่ละหน่วยการเรียน นำเสนอในลักษณะของวีดิทัศน์มีข้อความ ภาพ และวีดิทัศน์ภาษามือบรรยายประกอบเพื่อถ่ายทอดเนื้อหาไปยังผู้เรียน

3) ขั้นพยายาม (Application: A) ใช้แบบทดสอบระหว่างเรียนประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียน

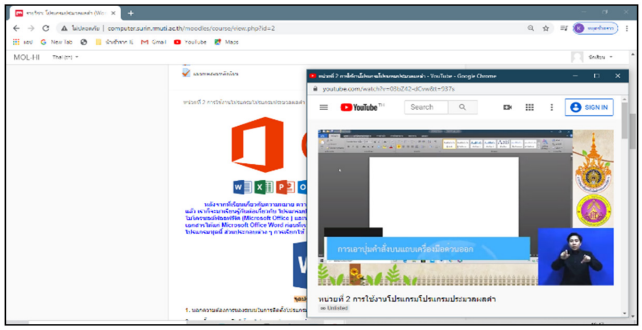
4) ขั้นสำเร็จผล (Progress: P) มีการรายงานคะแนนแบบทดสอบแต่ละบทเรียนให้ผู้เรียนแต่ละคนทราบถึงระดับคุณภาพความสำเร็จ และผู้สอนประเมินผลงานของผู้เรียนจากคะแนนแบบทดสอบเพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์การสอนหรือไม่

3.2.3 การพัฒนา (Development: D) พัฒนาสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยเครื่องมือที่ใช้พัฒนาได้แก่ ระบบบริหารจัดการเรียนรู้มูเดิ้ล โปรแกรมตัดแต่งรูปภาพ โปรแกรมบันทึกภาพ และโปรแกรมตัดต่อสื่อมัลติมีเดีย และหาคุณภาพของสื่อระหว่างการพัฒนา (Formative Evaluation) โดยนำสื่อไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่ตัวอย่างจำนวน 5 คน พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับดีต่อสื่อวีดิทัศน์ที่พัฒนา

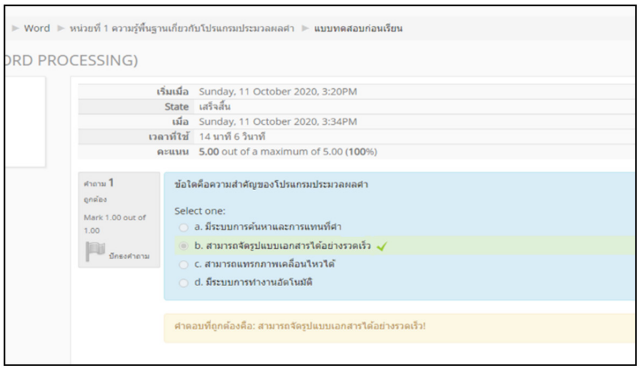
ในการพัฒนาเนื้อหาบทเรียน ผู้วิจัยได้พัฒนาเนื้อหาและแบบทดสอบ จากนั้นนำเสนอผ่านระบบจัดการเรียนการสอนออนไลน์ร่วมกับ MIAP ตัวอย่างดังภาพที่ 2-5



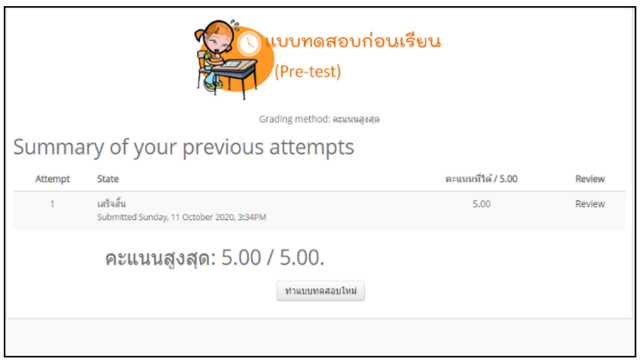
ภาพที่ 2 *ตัวอย่างขั้นสนใจปัญหา*



ภาพที่ 3 *ตัวอย่างขั้นศึกษาเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การใช้งานโปรแกรมประมวลผลคำ*



ภาพที่ 4 *ตัวอย่างขั้นพยายาม (แบบทดสอบระหว่างเรียน)*



ภาพที่ 5 *ตัวอย่างขั้นสำเร็จผล (สรุปคะแนนการทำแบบทดสอบ)*

3.2.4 การนำไปใช้ (Implementation: I) จัดทำคู่มือและติดตั้งสื่อวีดิทัศน์ดังกล่าวผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ซึ่งมี URL เป็น http://computer.surin.rmuti. ac.th/moodles/

3.2.5 การประเมิน (Evaluation: E) นำสื่อวีดิทัศน์ที่พัฒนาขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและวิธีการจำนวน 3 ท่าน เพื่อทำการวิเคราะห์ความคิดเห็นที่มีต่อสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ พบว่าค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.13 แปลผลได้ว่า ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและวิธีการมีความคิดเห็นต่อสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นในระดับดีมาก

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ไปยังผู้อำนวยการโรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดสุรินทร์เพื่อขอเก็บข้อมูล

3.3.2 แนะนำการใช้งานสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นให้กับผู้สอนและผู้เรียน

3.3.3 เก็บข้อมูล ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โดยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่าง 11 คน ใช้สื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น ตลอดจนทำแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน

3.3.4 นำผลจากการเก็บข้อมูลที่ได้มาแปลผล ดังต่อไปนี้

3.3.4.1 หาประสิทธิภาพของสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น ตามเกณฑ์ของเมกุยแกนส์ [32]

3.3.4.2 หาความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนโดยอาศัยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล [34]

3.3.4.3 หาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและความพึงพอใจของผู้เรียน โดยสูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน [35], [36]

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบเอ็มไอเอพี เรื่องการใช้งานโปรแกรมประมวลผลคำเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน ตามเกณฑ์ของเมกุยแกนส์

ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นตามเกณฑ์ของเมกุยแกนส์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียน เท่ากับ 17.64 และคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 28.18 ประสิทธิภาพของสื่อที่พัฒนาขึ้นเท่ากับ 1.60 (มากกว่า 1.00) ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น

จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ		ประสิทธิภาพ
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
11	34	17.64	28.18	1.60

4.2 ผลการหาความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน ที่เรียกด้วยสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบเอ็มไอเอพี เรื่องการใช้งานโปรแกรมประมวลผลคำเบื้องต้น

จากค่าดัชนีประสิทธิผลของสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์พบว่าภาพรวมของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ดัชนีประสิทธิผล มีค่าเท่ากับ 0.6444 คิดเป็นร้อยละ 64.44 ดังนั้นสรุปได้ว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้เพิ่มขึ้น (มากกว่าร้อยละ 50) ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 *ผลการวิเคราะห์ดัชนีประสิทธิผลของสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น*

ผลคูณของจำนวนผู้เรียนกับคะแนนเต็ม	ผลรวมของคะแนน		ดัชนีประสิทธิผล (E.I)
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	
11x34	194	310	0.6444

4.3 ผลการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน ที่เรียนด้วยสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบเอ็มไอเอพี เรื่องการใช้งานโปรแกรมประมวลผลคำเบื้องต้น

การวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและความพึงพอใจของผู้เรียน จากการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบของเพียร์สัน (Pearson Product- moment Correlation Coefficient) โดยเลือกการทดสอบสมมุติฐานแบบสองทาง พบว่า ค่า sig. เท่ากับ 0.097 มากกว่า α ที่ตั้งไว้ (0.05) ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของผู้เรียนไม่มีค่าความสัมพันธ์กับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.526 นั่นคือตัวแปรทั้งสองตัวไม่มีความสัมพันธ์ รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 *ผลหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น*

	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน	ความพึงพอใจของผู้เรียน	Sig.
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน	1.00	0.526	0.097*
ความพึงพอใจของผู้เรียน	0.526	1.00	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5. สรุปและอภิปรายผล

จากผลการวิจัยสามารถสรุปและอภิปรายผลเพื่อให้เป็นไปตามสมมุติฐานได้ดังต่อไปนี้

5.1 สื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบเอ็มไอเอพี เรื่องการใช้งานโปรแกรมประมวลผลคำเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ของเมกุยแกนส์ (มากกว่า 1.00)

ประสิทธิภาพของสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นเป็นไปตามเกณฑ์ของเมกุยแกนส์ โดยมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 1.60 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐาน ทั้งนี้เนื่องจากสื่อดังกล่าวถูกออกแบบและพัฒนาเนื้อหาได้อย่างเหมาะสม ตามหลักการออกแบบระบบการสอนของ เอ็ดดี้ (ADDIE Model) ทำให้ได้บทเรียนที่มีคุณภาพสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง สอดคล้องกับมนต์ชัย [32] ที่ได้อธิบายว่าการที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผสมผสานกับการทำกิจกรรมสอดคล้องกับพัฒนาการของผู้เรียนภายใต้การจัดการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์นั้น จะต้องอาศัยการออกแบบระบบการสอน เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จของการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ นอกจากนี้สื่อที่พัฒนาขึ้นมีการออกแบบและจัดกิจกรรมสอดคล้องกับระดับความสามารถของผู้เรียน อีกทั้งมีมัลติมีเดีย และวีดิทัศน์ภาษามือที่มี คำชี้แนะชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสัมพันธุ์ และคณะ [25] ที่ได้ศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการสร้างวีดิทัศน์คำศัพท์ชีวิตประจำวันของผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินกับความสัมพันธ์ของครอบครัว พบว่าครอบครัวของผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินมีความพึงพอใจในสื่อวีดิทัศน์ที่พัฒนาขึ้น เนื่องจากสื่อดังกล่าวมีการนำเสนอด้วยวิดีทัศน์ที่มีเนื้อหาเข้าใจง่าย มีภาพและภาษามือประกอบ อีกทั้งขนาดของตัวอักษรชัดเจน ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน เช่นเดียวกับงานวิจัย ของเขมณัฏฐ์ และกรรณ [27] ที่พบว่าการที่จะทำให้ผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินเข้าใจเนื้อหาได้ดีนั้นไม่ใช่เพียงการนำเสนอตัวหนังสืออย่างเดียว แต่สื่อควรมีการออกแบบและนำเสนอด้วยสื่อหลาย ๆ อย่างประกอบ

5.2 ผู้เรียนที่เรียนด้วยสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบเอ็มไอเอพี เรื่องการใช้งานโปรแกรมประมวลผลคำเบื้องต้น มีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงขึ้นร้อยละ 50

ผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยินมีความก้าวหน้าทางการเรียนสูงขึ้นเมื่อเรียนด้วยสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบเอ็มไอเอพี เรื่องการใช้งานโปรแกรมประมวลผลคำ ผลการวิจัยพบว่าดัชนีประสิทธิผลของสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น มีค่าเท่ากับ 0.6444 คิดเป็นร้อยละ 64.44 กล่าวได้ว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 64.44 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐาน ทั้งนี้เนื่องจากนำกระบวนการเรียนรู้เอ็มไอเอพี (MIAP) เข้ามาเป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอน โดยกระบวนการดังกล่าวสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียนอยากติดตามเนื้อหา มีแบบทดสอบระหว่างเรียนที่กระตุ้นและตรวจปรับผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ [28]-[31] ที่ได้ศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ตามกระบวนการ MIAP และพบว่าเมื่อนำกระบวนการ MIAP มาประยุกต์ใช้กับสื่อการเรียนรู้ออนไลน์ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้น

5.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ด้วยกระบวนการเรียนการรู้แบบเอ็มไอเอพี เรื่องการใช้งานโปรแกรมประมวลผลคำเบื้องต้น มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการศึกษาพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของผู้เรียนกับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นไม่มีค่าความสัมพันธ์กัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐาน ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าความพึงพอใจของผู้เรียนไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื่องจากความพึงพอใจของผู้เรียนนั้นเป็นข้อมูลที่ไม่สามารถชี้ให้เห็นว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้เรียนสามารถทำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนได้ เนื่องจากความพึงพอใจเป็นเพียงข้อมูลเชิงคุณภาพที่ไม่สามารถจับต้องได้ หรือแค่นำมาเป็นเกณฑ์ในการศึกษาว่าผู้เรียนมีความชื่นชอบมากน้อยเพียงใดต่อสื่อที่พัฒนาขึ้น ซึ่งตัวแปรที่ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนที่สูงขึ้นอาจเป็นองค์ประกอบอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวาสน์ระรวย [37] ที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนของผู้สอน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความพึงพอใจไม่มีความสัมพันธ์กัน เพราะความพึงพอใจ

ในการเรียนเป็นความรู้สึกพึงพอใจต่อสภาพการจัดองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน ดังนั้นสภาพการจัดองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนก็มีส่วนสำคัญนอกเหนือจากความพึงพอใจแล้วอาจจะมีองค์ประกอบอื่น ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่น สถานภาพ วัยและความพร้อม จึงสรุปได้ว่าผู้เรียนจะประสบความสำเร็จในการเรียนหรือไม่นั้นไม่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจของผู้เรียน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติที่ให้ทุนอุดหนุนรอบคัดเลือกในการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23 และขอขอบคุณผู้บริหาร คณะครู และนักเรียนโรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดสุรินทร์ ที่ให้ข้อมูลประกอบการวิจัยและอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Empowerment of Persons with Disabilities Act. B.E. 2550. *Royal Thai Government Gazette.* Vol. 124, Pt 61Gnor, pp. 8, 2007.

[2] Ministry of Education Announcement: Determining the Type and Criteria for Persons with Disabilities Act. B.E. 2552. *Royal Thai Government Gazette.* Vol. 126, Pt 80 Gnor (Special Issue), pp. 45-47, 2009.

[3] T. Sookpadhee. "Multimedia Format for Learning at Computer Graphics in Hearing Impaired People." *APHEIT International Journal*, Vol. 23, No.2, pp.21-33, August - December, 2017.

[4] S. Porkatong. *The Use of Short Message Service (SMS) Through Mobile Phone as Popular Culture for People with Hearing Disability in Bangkok,* A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Business Communication Arts. Dhurakij Pundit University, 2014.

[5] S. Hongprayoon. "Developing News Program on Internet Protocol Television (IPTV) for Deaf People." *Suthiparithat Journal,* Vol. 29, No.90, pp. 291-312, April – June, 2015.

[6] Special Education Bureau. "Education Management *for Hearing Impairments". Self-study based-Learning,* Vol. 8. Office of the Basic Education Commission, Ministry of Education. 2013.

[7] N. Leaudnakrob, S. Sengsri, and P. Poltana. "ICT: Information Technology Supported Transformative learning." *Boromarajonani College of Nursing, Uttaradit Journal,* Vol. 9, No.1, pp. 291-312, January – June, 2017.

[8] K. Suthasinobon. "Digital Curriculum and Learning." *Journal of Education,* Vol. 20, No. 1, pp. 200-211, January – June, 2019.

[9] Th. Lekhawannawijit. *Word Processing for Vocational Certificate (Voc. Cert.) B.E 2556.* Nonthaburi: Muang Thai Smartbook. 2013.

[10] Department of Business Computer, Sikhoraphum Vocational College. *Curriculum for the Certificate of Vocational Education B.E 2561.* Surin. 2018.

[11] S. Hongsung. *Lecturer of Business Computer Department.* Department of Business Computer, Sikhoraphum Vocational College. 2019.

[12] S. Sirisukpaiboon. *Techniques and methods of Professional Teaching: MIAP.* Bangkok: King Mongkut's University of Technology North Bangkok. 2011.

[13] Office of the Royal Society. *Coinage of the Royal Society B.E 2554.* Available Online at https://coined-word.orst.go.th, Accessed on 27 November 2020.

[14] Ch. Brahmawong. "Radio and Television in Education." *Chapter 9 Audio and Visual Recordings of Education.* School of Education, Nonthaburi: Sukhothai Thammathirat Open University. 1997.

[15] K. Malithong. *Educational Technology and Innovations.* (2nd ed). Bangkok: Aroon Printing. 2000.

[16] Ch. Mongkhonmake. *A Comparison of Music Skills and Responsibility of Mathayomsuksa One to Three Students Using Video & Teacher - Guided Instruction and Self-Learning from Videotape,* A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Degree of Master of Education Degree in Learning Management, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, 2010.

[17] S. Sikhabandit. *The Production of Educational Television.* Bangkok: King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok. 1995.

[18] W. In-Udom. *The Production to Video in Education.* Department of Educational Technology, Faculty of Education, Khon Kaen University. 1996.

[19] W. Utamachant. *Television and Computer Production: Creative Processes and Production Techniques.* (2nd ed). Bangkok: Bookpoint. 2001.

[20] P. Arayawinyu. *Education for Students with Special Needs.* (2nd ed). Bangkok: Wankaew Publisher, 1999.

[21] W. Tirajit. *Education for Special Children.* (2nd ed). Bangkok: Chulalongkorn University. 1994.

[22] J. Chunggis, and N. Prammanee. "The Development of Instructional Video on Physical Examination in Health Assessment Course Based on Flipped Classroom Concept." *EAU Heritage Journal Social Science and Humanities,* Vol. 7, No.3, pp. 70-80, September-December, 2017.

[23] P. Princhankol, K. Thamwipat, S. Mejaleurn, Th. Noipook, S, Ratanashevakorn, and N. Panichpathom. "The Development of Interactive Infographic Video for Social Media Platform Entitled the Production Process of Entertainment Television Programs of Mono Broadcast Company Limited." *Siam Communication Review Journal,* Vol. 16, No.21, pp. 11-20, July-December, 2017.

[24] A. Pungsri. *The Development of Online Video Lesson Subject Photography Technology Title "Advance Flash Photography."* An Independent Study for the Degree of Master of Education Degree in Educational Technology and Communication, Naresuan University, 2018.

[25] S. Chandee, D. Sukkaew, and Ch. Prasongsang. "A Video Production of Everyday Vocabulary for Family Relationships in Hearing Impaired." *Sripatum Chonburi Journal,* Vol. 14, No.1, pp. 13-20, July-September. 2017.

[26] P. Nulueang, and W. Panich. "The Development of Instructional Video Program on Restaurant Service for Senior High School Hearing Impaired Students in School for the Deaf." *Journal of Research and Development in Special Education,* Vol. 7, No.2, pp. 35-46, July-December, 2018.

[27] K. Mingsiritham, and G. Chanyawudhiwan. *The Developing Ebooks to Support Communication for Children with Hearing Impairment.* Sukhothai Thammathirat Open University. 2018.

[28] R. Kladchuen, and K. Sinthanakul. "The Development of Blended Learning Model on Competency-Based Lesson Plan by Using MIAP Process for Data Communication and Network Course." *Journal for Research and Innovation Institute of Vocational Education Bangkok*, Vol. 2, No.2, pp. 35-46, July-December, 2019.

[29] W. Nuntasri, and K. Sinthanakul. "The Development of a Blended e-Learning Model on Competency-Based Using MIAP Method in Process for Undergraduate Students in Computer Education Program." *Journal of Industrial Education,* Vol. 18, No.3, pp. 71-79, September - December, 2019.

[30] W. Phengpinyo, and K. Sinthanakul. "The Development of WBI for Competency-Based Teaching Plan MIAP Learning in Circuit Description and Microcomputer Maintenance Using PjBL with Blended Learning." *Information Technology Journal,* Vol. 15, No.1, pp. 32-39, January- June, 2019.

[31] Ch. Kamewari. "Development of Educational Achievement by Practical Skill Training Set with Teaching Format of MIAP Cooperated with STEM Education Activity Set." *Journal of Industrial Technology,* Vol. 15, No.1, pp. 60-74, January- June, 2020.

[32] M. Tiantong. *Courseware Design and Development*

for CAI. Bangkok: Documents and Printing, Academic Service Division, King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok. 2002.

[33] B. Seels, and Z. Glasgow. *Making Instructional Design Decisions.* (2nd ed). NJ: Merrill Prentice Hall. 1998.

[34] P. Kidrakarn, and S. Pattiyathanee. "Effectiveness Index: E.I.." *Journal of Educational Measurement Mahasarakham University,* Vol. 8, pp. 30-36, July, 2002.

[35] Ch. Wongrattana. *Techniques for Using Statistics for Research*. (11st ed). Nonthaburi: Taineramitkij Inter Progressive. 2009.

[36] P. Suwan, and A. Visessa-nguan. *Research and Analyze Data with SPSS Version 20*, Bangkok: V. Printing (1991), 2012.

[37] W. Intharasongkhro. *The Student's Satisfaction Towards Lecturers of Ratchaphruek College in Phuket Technology College Center.* Nonthaburi: Ratchphruek College. 2010.

การใช้เทคนิคทางเหมืองข้อมูลเพื่อพัฒนาโมเดลการประเมินผล การเขียนโปรแกรมภาษาสแครช

Using Data Mining Techniques to Develop a Model for Scratch Programming Assessment

นนทศักดิ์ จันทร์ชุม (Nontasak Janchum)* และ ชลิตา ชีววิริยะนนท์ (Chalita Cheewaviriyanon)**

Received: January 2, 2022
Revised: May 2, 2022
Accepted: June 23, 2022

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ชลิตา ชีววิริยะนนท์ (Chalita Cheewaviriyanon) อีเมล: chalita.chee@gmail.com

บทคัดย่อ

ข้อมูลทางการศึกษามีอยู่จำนวนมากซึ่งจัดเป็นข้อมูลขนาดใหญ่ การทำเหมืองข้อมูลทางการศึกษาเพื่อทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาด้านการเขียนโปรแกรมในระดับมัธยมศึกษายังมีไม่มากนัก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโมเดลสำหรับการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากโพรเจกต์ภาษาสแครช โดยใช้เหมืองข้อมูล และเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล งานวิจัยนี้เลือกประยุกต์ใช้กรอบร่างการทำเหมืองข้อมูลแบบคริสป์-ดีเอ็มเพื่อพัฒนาโมเดลโดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูล 3 รูปแบบคือ เทคนิคนาอีฟเบย์ เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจและเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้สุด และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของโมเดลโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบแบบไขว้ ข้อมูลนำเข้าของการพัฒนาโมเดลทำนายคือ โพรเจกต์ภาษาสแครช จำนวน 113 ตัวอย่างซึ่งแบ่งออกเป็นชุดข้อมูลฝึกฝนและชุดข้อมูลทดสอบ การพัฒนาโมเดลเลือกใช้คุณลักษณะความซับซ้อนของโพรเจกต์ภาษาสแครชซึ่งประกอบด้วย 9 แอททริบิวต์เป็นตัวแปรต้น และผลการเรียนรู้เป็นตัวแปรทำนาย

ผลวิจัยพบว่า เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจสามารถทำนายผลการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมภาษาสแครชได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงที่สุดจาก 3 โมเดล ซึ่งมีค่าความถูกต้อง 93.67% มีค่าความแม่นยำ 93.47% มีค่าความระลึก 85.71% และมีค่าความถ่วงดุล 87.24% การทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลโดยใช้ชุดข้อมูลทดสอบพบว่า การทำนายผลที่ถูกต้องจากข้อมูลทั้งหมด เท่ากับ 64.71% โมเดลทำนายดังกล่าวสามารถประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้สำหรับครูผู้สอนรายวิชาวิทยาการคำนวณ

คำสำคัญ: เหมืองข้อมูลทางการศึกษา แนวคิดการเขียนโปรแกรม การเรียนรู้ของเครื่อง การประเมินการเรียนรู้

Abstract

There is a lot of educational data, which is big data. A few research has been conducted in a field of educational data mining in order to predict academic achievement in programming at secondary level. The objectives of this research were to develop a model for learning assessment of Mathayomsuksa 1 students, which consider from Scratch projects using Data Mining, and to test the model performance. This research chose to apply CRISP-DM data mining framework to develop models using three classification techniques: Naïve Bayes, Decision Tree and K-Nearest Neighbor, and to validate these models using a 10-fold cross validation technique. The input of the model development was 113 samples of Scratch projects, which was divided into a training data set and a testing data set. The developed models using the complexity features of Scratch projects consisted of 9 features as the predictor variables, and grades were the target variable.

The results showed that the Decision Tree technique was

* สาขาวิชาระบบสารสนเทศทางธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
* School of Information System for Business, Faculty of Business Management, Suratthani Rajabhat University.
** สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
** School of Information System for Business, Faculty of Business Management, Suratthani Rajabhat University.

able to predict the most effective results out of the three models, which had an accuracy of 93.67%, a precision of 93.47%, a recall of 85.71% and a F-measurement of 87.24%. Testing the model performance using the testing data set, was found that an accuracy of all data in prediction was 64.71%. The prediction model can be used as a learning assessment tool for teachers in computing science courses.

Keywords: Educational Data Mining, Programming Concept, Machine Learning, Learning Assessment.

1. บทนำ

กระทรวงศึกษาธิการได้บรรจุหลักสูตรวิทยาการคำนวณ (Computing Science) เป็นวิชาบังคับในการศึกษาขั้นพื้นฐาน และเริ่มบังคับใช้ในเดือนพฤษภาคมปี 2561 หลักสูตรวิทยาการคำนวณในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นการเรียนการสอนที่เน้นการออกแบบและการเขียนโปรแกรมอย่างง่ายโดยใช้ภาษาสแครช (Scratch) เพื่อเป็นการฝึกทักษะการแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการเขียนโปรแกรมภาษาสแครชตามหลักสูตรวิทยาการคำนวณชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย 3 กิจกรรมหลัก คือ การสร้างตัวแปรในสแครช เงื่อนไข การวนซ้ำแบบมีเงื่อนไข และการเขียนโปรแกรมด้วยสแครชเพื่อประยุกต์ใช้งาน [1] การดำเนินการแก้ปัญหาโดยการเขียนโปรแกรมจากสถานการณ์ที่กำหนดทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเขียนโปรแกรม

โปรแกรมภาษาสแครชเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการเรียนรู้พื้นฐานการเขียนโปรแกรมของเด็ก และพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนศตวรรษที่ 21 โปรแกรมภาษาสแครชใช้งานได้ฟรี ถูกออกแบบให้ใช้งานง่าย และสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานได้หลากหลาย การเขียนโปรแกรมภาษาสแครชอยู่ในรูปแบบบล็อกซึ่งแตกต่างจากข้อความ การจัดสภาพแวดล้อมมีความเหมาะสมกับผู้เริ่มเรียนการเขียนโปรแกรมดังนี้ 1) สนับสนุนการรู้จำมากกว่าการจำได้ 2) ลดระดับภาระทางปัญญา (Cognitive Load) และ 3) ป้องกันข้อผิดพลาด [2] นอกจากนั้น งานวิจัยส่วนหนึ่งยืนยันว่า [3, 4] โปรแกรมภาษาสแครชเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมในการเรียนรู้ทักษะการเขียนโปรแกรมสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาไทย 4.0

การประเมินว่าผู้เรียนบรรลุแนวคิดการเขียนโปรแกรมภาษาสแครชโดยทั่วไปทำได้โดยใช้เกณฑ์การประเมิน เกณฑ์การประเมินช่วยจำแนกผู้เรียนตามระดับคุณภาพและองค์ประกอบ การพัฒนาเกณฑ์การประเมินดังกล่าวเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้ครูผู้สอนวัดระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของกิจกรรมแต่การประเมินผลทักษะการเขียนโปรแกรมภาษาสแครชในรายวิชาวิทยาการคำนวณเป็นเรื่องใหม่ แบบประเมินดังกล่าวยังอยู่ในขั้นการพัฒนา การทำเหมืองข้อมูลทางการศึกษาสามารถช่วยวิเคราะห์ข้อมูลโพรเจกต์ภาษาสแครชของผู้เรียนซึ่งจัดเป็นข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อทำนายผลการเรียนรู้ของผู้เรียนการทำนายผลการเรียนรู้เป็นเครื่องมือสำคัญให้ครูผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ ปรับปรุงการจัดการเรียนรู้และทำการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ของบทเรียน

การทำเหมืองข้อมูลทางการศึกษาเป็นชุดของวิธีการที่ใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลเพื่อตัดสินใจจากข้อมูลที่ได้จากระบบการศึกษาที่มีอยู่จำนวนมาก นักวิจัยได้นำเทคนิคเหมืองข้อมูลเพื่อทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา [5-8] แผนการเรียน [9-11] และโอกาสสำเร็จการศึกษาของนักเรียนมัธยมศึกษา งานวิจัยทางด้านการทำเหมืองข้อมูลทางการศึกษาเพื่อทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษามีการวิจัยอย่างต่อเนื่อง แต่ในขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาด้านการเขียนโปรแกรมในระดับมัธยมศึกษายังมีไม่มากนัก นอกจากนั้น งานวิจัยนี้ใช้คุณลักษณะเชิงโครงสร้างและความซับซ้อนของโพรเจกต์ภาษาสแครชซึ่งวัดจากชิ้นงานของนักเรียนเป็นตัวแปรต้นโดยไม่รวมคุณลักษณะพื้นฐานอย่างอื่น งานวิจัยนี้มุ่งเน้นพัฒนาโมเดลสำหรับการประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทำเหมืองข้อมูลแบบคริสป์-ดีเอ็ม จำนวน 3 โมเดลที่แตกต่างกันเพื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนที่จะนำการเลือกโมเดลต่อไป และทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลจากการนำไปประยุกต์ใช้กับโพรเจกต์โปรแกรมภาษาสแครชอื่น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทำเหมืองข้อมูลทางการศึกษา (Educational Data Mining) เป็นการวิจัยแบบสหวิทยาการทางด้านการศึกษาและวิทยาการคอมพิวเตอร์ การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลบนชุดข้อมูลขนาดใหญ่ทางการศึกษาเพื่อค้นหาข้อมูลที่มีประโยชน์ในการแนะนำแนวทาง

การเรียนรู้ที่ดีขึ้นและมีประสิทธิภาพ [12] วิธีการทำเหมืองข้อมูลอาศัยหลักสถิติ การรู้จำ การเรียนรู้ของเครื่อง และหลักคณิตศาสตร์

2.1 เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล

เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลประเภทจำแนกข้อมูล (Classification model) ที่นำมาเปรียบเทียบในงานวิจัยนี้มี 3 วิธี ได้แก่ เทคนิคนาอีฟเบย์ (Naïve Bayes) เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) และเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้สุด (K Nearest Neighbor) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.1 นาอีฟเบย์ เป็นกลุ่มของอัลกอริทึม

การจำแนกประเภทที่รวดเร็วและเรียบง่ายซึ่งมักจะเหมาะสำหรับชุดข้อมูลที่มีมิติสูง เนื่องจากนาอีฟเบย์มีความรวดเร็วและมีพารามิเตอร์ที่ปรับแต่งได้น้อยจึงมีประโยชน์ในฐานะที่เป็นพื้นฐานสำหรับปัญหาการจำแนกประเภท [13]

นาอีฟเบย์สร้างขึ้นจากวิธีการจำแนกแบบเบย์ (Bayesian Classification) โดยอาศัยทฤษฎีบทของเบย์ (Bayes's Theorem) ซึ่งเป็นสมการที่อธิบายความสัมพันธ์ของความน่าจะเป็นตามเงื่อนไขของปริมาณทางสถิติ นาอีฟเบย์สนใจที่จะค้นหาความน่าจะเป็นของกลุ่มที่มีคุณสมบัติที่สังเกตได้ [13]

2.1.2 เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ เป็นอัลกอริทึม

การเรียนรู้ของเครื่องที่สามารถทำงานได้ทั้งการจำแนกประเภทและการถดถอย และแม้กระทั่งงานหลายเอาต์พุตเป็นอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการจำแนกชุดข้อมูลที่ซับซ้อน [14] โครงสร้างการตัดสินใจอย่างง่ายที่สร้างขึ้นจากข้อมูลนี้จะแบ่งข้อมูลตามแกนหนึ่งหรือแกนอื่น ๆ ซ้ำ ๆ ตามเกณฑ์เชิงปริมาณ ในแต่ละระดับจะกำหนดกลุ่มของข้อมูลใหม่ตามคะแนนเสียงข้างมากของคะแนนที่ได้รับ [13] จุดเด่นหนึ่งของต้นไม้ตัดสินใจคือความง่ายในการตีความ บ่อยครั้งที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีความจำเป็นต้องมีความสามารถตีความของโมเดลเพื่อใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจที่สำคัญเพื่อความแม่นยำและโปร่งใส [15]

2.1.3 อัลกอริทึมเพื่อนบ้านใกล้สุด เป็นอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องที่ไม่ซับซ้อน การสร้างโมเดลประกอบด้วยการจัดเก็บชุดข้อมูลฝึกฝน การคาดคะเนกรณีหรือเงื่อนไขที่เหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุดในชุดข้อมูลฝึกฝน [16]

อัลกอริทึมเพื่อนบ้านใกล้สุดนั้นค่อนข้างตรงไปตรงมา และสามารถสรุปได้ตามขั้นตอนต่อไปนี้ [17]

1) เลือกจำนวน K และมาตรวัดระยะทาง
2) ค้นหาเพื่อนบ้านที่ใกล้สุด K อันดับแรกของข้อมูลเดิมที่มีการจำแนกไว้แล้ว
3) กำหนดประเภทตามคะแนนเสียงข้างมากตามข้อมูลที่ได้จากข้อ 2)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาและพัฒนาโมเดลโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลมีการทำวิจัยอย่างต่อเนื่องเพื่อทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาหรือผลการเรียน แผนการเรียนและโอกาสสำเร็จการศึกษาของนักเรียน ดังต่อไปนี้

เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจได้รับความนิยมในการสร้างโมเดลทำนายและให้ค่าความถูกต้องระดับสูง Al-Radaideh, Al-Shawakfa, & Al-Najjar [18] ใช้โมเดลต้นไม้ตัดสินใจเพื่อทำนายผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนรายวิชาการเขียนโปรแกรมภาษา C++ ในมหาวิทยาลัย Yarmouk ประเทศจอร์แดน ในปี พ.ศ. 2548 วิธีการจำแนกข้อมูลที่ใช้ ได้แก่ เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ID3 C4.5 และเทคนิคนาอีฟเบย์ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าโมเดลต้นไม้ตัดสินใจมีการทำนายที่ดีกว่าวิธีการอื่น Cheewaprakobkit [7] ประเมินเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจและโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อจำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จการศึกษา ผลการวิจัยพบว่าเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจมีความถูกต้องเท่ากับ 85.19% ซึ่งสูงกว่าโครงข่ายประสาทเทียม 1.31% อีกทั้ง งานวิจัยของอนันต์ ปินะเต [11] พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกสาขาวิชาเพื่อโอกาสในการเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีซึ่งประกอบด้วย 69 สาขาวิชา จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลทำนายเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจมีค่าความถูกต้องสูงสุดใน 69 สาขาวิชา และมีเพียงสาขาวิชาเดียวที่การทดลองด้วยเทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่ายที่มีค่าความถูกต้องสูงสุด

Bergin [19] ได้ศึกษาและพัฒนาโมเดลการทำนายความสำเร็จในการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมเบื้องต้นในระดับอุดมศึกษาโดยใช้เทคนิคทางเหมืองข้อมูล 6 รูปแบบ คือ เทคนิคนาอีฟเบย์ เทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมทชีน การถดถอยโลจิสติก โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ (Backpropagation Neural Network) เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ และเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้สุด ผลการวิจัยพบว่าเทคนิคนาอีฟเบย์มีความถูกต้องในการทำนายสูงสุดซึ่งมีค่าความถูกต้อง 80%

ตั้งแต่ปี 2547 และได้พัฒนาแอปพลิเคชันซึ่งมีชื่อว่า PreSS# (.Net) และ PreSS (WEKA) โมเดลทำนายสามารถทำได้ตั้งแต่ช่วงแรกของการเรียน ประมาณ 4 สัปดาห์ [20] ในปี 2558 Bergin, Mooney, Ghent & Quille [21] ได้ขยายผลการวิจัยของ Bergin [19] กับกลุ่มตัวอย่างใหม่และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษารายวิชาการเขียนโปรแกรมเบื้องต้นของผู้เรียน 3 สถาบันคือ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย และวิทยาลัยชุมชนในประเทศไอซ์แลนด์ รวมทั้งหมดจำนวน 123 คน ผลวิจัยยืนยันว่าเทคนิคนาอีฟเบย์มีความถูกต้องในการทำนายสูงสุดจากเทคนิคทางเหมืองข้อมูล 6 รูปแบบ ซึ่งมีค่าความถูกต้องที่ 78.3% จากนั้นในปี 2559 งานวิจัยของ Quille & Bergin [22] พบว่าปัจจัยในการทำนายที่ส่งผลต่อโมเดลทำนายมีทั้งหมด 16 ปัจจัยจาก 126 ปัจจัยที่เป็นไปได้ ในการปรับปรุงโมเดลการทำนายในแอปพลิเคชัน PreSS พบว่ามี 3 ปัจจัยคือ อายุซึ่งกำหนดเป็นปี เพศซึ่งกำหนดเป็นหญิงหรือชาย และเวลาที่ใช้ในการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ซึ่งกำหนดเป็นความแตกต่างของจำนวนชั่วโมงที่เล่นเกมก่อนเริ่มเรียนและระหว่างการเรียนวิชานี้

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรของการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ที่ศึกษาวิชาวิทยาการคำนวณ ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนที่ศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ในโรงเรียนหนึ่งแห่งจังหวัดสุราษฎร์ธานี รวมทั้งหมดจำนวน 113 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการเลือกแบบมีจุดมุ่งหมาย (Purposive Sampling) โดยพิจารณาจากที่ตั้งของโรงเรียนในจังหวัดสุราษฎร์ธานี การจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาการคำนวณตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และการให้ความร่วมมือจากทางโรงเรียนและคุณครู

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 4 ห้องเรียน คือ ม.1/1 ม.1/2 ม.1/3 และ ม.1/4 รวมทั้งหมด 113 คน นักเรียนเป็นเพศชาย 62 คน (55%) และเพศหญิง จำนวน 51 คน (45%) นักเรียนเหล่านี้ลงทะเบียนเรียนรายวิชา รายวิชาวิทยาการคำนวณ 1 รหัสวิชา ว 21152

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือวิจัยในการวิจัยชิ้นนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

3.2.1 เอกสารข้อมูลประชากรศาสตร์ (Demographic Information) ของผู้เรียนเพื่อใช้อธิบายบริบทของผู้เรียน สถานศึกษาและการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาการคำนวณ

3.2.2 การเก็บรวบรวมชิ้นงานโพรเจกต์ภาษาสแครชของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าในการพัฒนาโมเดลการประเมินผลการเขียนโปรแกรมภาษาสแครช

3.3 การพัฒนาโมเดล

งานวิจัยนี้เลือกประยุกต์ใช้กรอบร่างการทำเหมืองข้อมูลแบบคริสป์-ดีเอ็ม (Cross-Industry Standard Process for Data Mining: CRISP-DM) [23] ในการพัฒนาโมเดลซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1) การทำความเข้าใจปัญหาวิจัย

ปัญหาวิจัยคือ การประเมินผลการเขียนโปรแกรมภาษาสแครชโดยทั่วไปจะพิจารณาจากผลการทำงานของโปรแกรมว่าถูกต้องหรือไม่ โดยใช้ข้อมูลเข้าในการทดสอบกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด ซึ่งเรียกว่าการทดสอบโปรแกรม และความหลากหลายของรูปแบบคำสั่งต่าง ๆ เช่น เงื่อนไข การวนซ้ำ ตัวแปร เป็นต้น การทดสอบรูปแบบนี้อาจจะใช้เวลามากในการตรวจชิ้นงานของนักเรียนจำนวนมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้เทคนิคทางวิทยาการข้อมูล คือ เทคนิคเหมืองข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูลโพรเจกต์ภาษาสแครช เพื่อช่วยครูผู้สอนในการประเมินผลการเขียนโปรแกรมภาษาสแครชของนักเรียน

2) การทำความเข้าใจข้อมูล

ข้อมูลโพรเจกต์ภาษาสแครชของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 113 คน/ตัวอย่าง ครูผู้สอนกำหนดโจทย์ให้กับนักเรียนคือ หาค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบ 5 วิชาจากคะแนนเต็มวิชาละ 100 คะแนน การแปลงข้อมูลในโพรเจกต์เป็นข้อมูลชนิดข้อความเป็นรูปแบบโครงสร้างเพื่อทำความเข้าใจลักษณะเบื้องต้น กระบวนการแปลงข้อมูลใช้เครื่องมือ Dr.Scratch [24] ซึ่งประกอบด้วย 7 แอททริบิวต์คือ Flow Control, Data Representation, Abstraction, User Interactivity, Synchronization, Parallelism และ Logic

หลังจากสร้างโมเดลโดยใช้ 7 แอททริบิวต์พบว่า

ประสิทธิภาพของโมเดลอยู่ในระดับปานกลาง ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นพบว่าเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งมีค่าความถูกต้องที่ 53.16% ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการทบทวนงานวิจัยเรื่องมาตรวัดความซับซ้อนของโปรแกรม พบว่า มาตรวัดของฮัลสเตดสามารถระบุความยาก (Difficulty) ความพยายาม (Effort) และปริมาณ (Volume) ของโปรแกรมที่สามารถวัดได้บนพื้นฐานของจำนวนตัวดำเนินการและตัวถูกดำเนินการในโปรแกรมและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเหล่านี้เพื่อประเมินความซับซ้อนของซอฟต์แวร์ [25] นอกจากนั้น งานวิจัยของ Moreno-León, Robles, & Román-González [26] พบว่า คะแนนการคิดเชิงคำนวณของ Dr. Scratch มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญระดับสูงกับแอททริบิวต์ Vocabulary และมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญระดับปานกลางกับแอททริบิวต์ Length ดังนั้นผู้วิจัยเพิ่มแอททริบิวต์ Vocabulary และ Length เนื่องจากเป็นคุณสมบัติพื้นฐานในการคำนวณความพยายามในการบำรุงรักษาโปรแกรม ดังแสดงในตารางที่ 1

3) การเตรียมข้อมูล

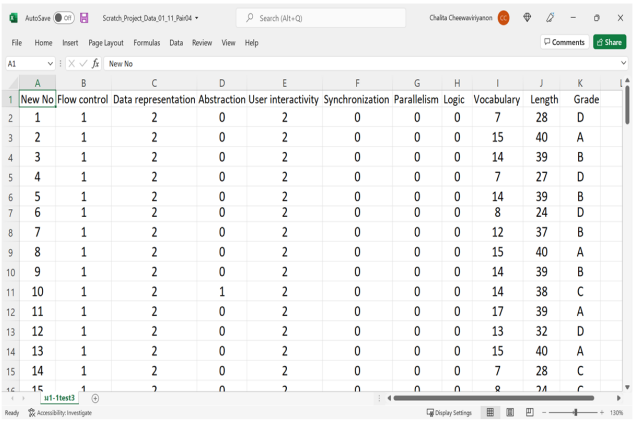
ความสมบูรณ์ของข้อมูลในแต่ละระเบียนตรวจสอบโดยกำหนดแอททริบิวต์ทั้งหมดมีค่าข้อมูลเป็นตัวเลขจำนวนเต็มทั้งหมด (Integer) ไม่มีทศนิยม และข้อมูลที่เว้นว่างปรับเปลี่ยนให้มีค่าข้อมูลเป็นศูนย์ แอททริบิวต์ของแนวคิดการเขียนโปรแกรมรวมทั้งหมด ประกอบด้วยทั้งหมด 9 แอททริบิวต์ คือ Flow Control, Data Representation, Abstraction, User Interactivity, Synchronization, Parallelism, Logic, Vocabulary และ Length

ข้อมูลอีกส่วนหนึ่งคือ ผลการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมภาษาสแครชซึ่งประเมินผลโดยครูผู้สอนรายวิชา และเป็นตัวเลขระหว่าง 3-9 ดังนั้นจำเป็นต้องแปลงข้อมูลให้อยู่ในระดับของเกรด (A) Excellent (B) Good (C) Average (D) Fair เพื่อให้ได้ลักษณะโครงสร้างข้อมูลแบบกลุ่มโดยใช้วิธีแบ่งกลุ่มของช่วงคะแนน ถ้าผู้เรียนได้คะแนน 9 ได้เกรด A คะแนน 7-8 คะแนนได้เกรด B 5-6 คะแนนได้เกรด C และ 3-4 คะแนนได้เกรด D

การสร้างโมเดลแต่ละโมเดลจากชุดข้อมูลทั้งหมดมีจำนวน 113 ตัวอย่างซึ่งแบ่งข้อมูล 70% คิดเป็นจำนวน 79 ตัวอย่างเป็นชุดข้อมูลฝึกฝน (Training data) เพื่อสร้างโมเดล และแบ่งข้อมูล 30% คิดเป็นจำนวน 34 ตัวอย่างเป็นชุดข้อมูลทดสอบ (Testing data) เพื่อทดสอบความถูกต้องของโมเดล ตัวอย่างของข้อมูลแนวคิดการเขียนโปรแกรมที่นำเข้าและผลการเรียนรู้ที่นำออกแสดงดังภาพที่ 1

ตารางที่ 1 แอททริบิวต์ที่ใช้ในงานวิจัย *[24, 26]*

ที่	ชื่อแอททริบิวต์	คำอธิบาย
1	Flow Control	ระดับการใช้คำสั่งควบคุมการทำงานของตัวละคร
2	Data Representation	ระดับการใช้คำสั่งเกี่ยวกับตัวละครเพื่อให้ทำงานได้อย่างถูกต้อง
3	Abstraction	ระดับแนวคิดเชิงนามธรรม และการแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย
4	User Interactivity	ระดับการใช้คำสั่งที่เกี่ยวกับการโต้ตอบของผู้ใช้
5	Synchronization	ระดับการใช้คำสั่งเกี่ยวกับการซิงโครไนซ์ที่อนุญาตให้ตัวละครจัดระเบียบสิ่งต่าง ๆ ให้เกิดขึ้นตามลำดับ
6	Parallelism	ระดับการทำงานขนานกันที่เหตุการณ์ต่าง ๆ เกิดขึ้นพร้อมกัน
7	Logic	ระดับการใช้คำสั่งเกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะ
8	Vocabulary	จำนวนตัวดำเนินการและตัวถูกดำเนินการแบบไม่นับตัวซ้ำ
9	Length	จำนวนดำเนินการและตัวถูกดำเนินการทั้งหมด



New No	Flow control	Data representation	Abstraction	User interactivity	Synchronization	Parallelism	Logic	Vocabulary	Length	Grade
1	1	2	0	2	0	0	0	7	28	D
2	1	2	0	2	0	0	0	15	40	A
3	1	2	0	2	0	0	0	14	39	B
4	1	2	0	2	0	0	0	7	27	D
5	1	2	0	2	0	0	0	14	39	B
6	1	2	0	2	0	0	0	8	24	D
7	1	2	0	2	0	0	0	12	37	B
8	1	2	0	2	0	0	0	15	40	A
9	1	2	0	2	0	0	0	14	39	B
10	1	2	1	2	0	0	0	14	38	C
11	1	2	0	2	0	0	0	17	39	A
12	1	2	0	2	0	0	0	13	32	D
13	1	2	0	2	0	0	0	15	40	A
14	1	2	0	2	0	0	0	7	28	C

ภาพที่ 1 *ตัวอย่างของข้อมูลที่นำเข้าและนำออก*

4) การสร้างโมเดล (Model Building)

งานวิจัยนี้เลือก 3 เทคนิคที่เป็นที่นิยมคือ เทคนิคนาอีฟเบย์ เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ และเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้สุด การกำหนดพารามิเตอร์ในภาษาไพทอนสำหรับสร้างโมเดลด้วยเทคนิคนาอีฟเบย์ดังนี้ 'priors' เป็น None และ 'var_smoothing' เป็น 10-9 พารามิเตอร์ของเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจระบุดังนี้ 'criterion' เป็น 'gini' และ 'max_depth' เป็น None การปรับพารามิเตอร์ของเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้สุด โดยที่ K=1, 3 และ 5 พบว่า K=3 ส่งผลให้โมเดลทำนายมีประสิทธิภาพสูงสุด จากนั้นตรวจสอบความสมเหตุสมผลของโมเดลโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบแบบไขว้ การแบ่งข้อมูลออกเป็น 10 ส่วน โดยที่แต่ละส่วนมีจำนวนข้อมูลเท่ากัน การแบ่งข้อมูล 9 ส่วนสำหรับฝึกโมเดล และอีก 1 ส่วนใช้เป็นข้อมูลทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล จากนั้นขั้นตอนดังกล่าวทำซ้ำอีก 10 ครั้ง

5) การทดสอบและประเมินผล

งานวิจัยนี้ทำการทดสอบและประเมินค่าโมเดลที่ได้รับเลือกจากขั้นตอนที่ 4) ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงสุดนำไปประยุกต์ใช้กับโพรเจกต์ภาษาสแครชอื่น จำนวน 34 ตัวอย่าง สำหรับทดสอบโมเดล

6) การปรับใช้งาน

หลังจากได้โมเดลที่เหมาะสมที่สุด การประเมินผลโพรเจกต์ภาษาสแครชของผู้เรียนว่าได้เกรดระดับใดให้นำแอททริบิวต์ต่าง ๆ ของโพรเจกต์ภาษาสแครชของนักเรียนมาเป็นปัจจัยในแต่ละโมเดลเพื่อที่จะทำนาย

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาโมเดล

หลังจากพัฒนาโมเดลโดยใช้ชุดข้อมูลซึ่งประกอบด้วยแอททริบิวต์ของแนวคิดการเขียนโปรแกรม 9 แอททริบิวต์เป็นตัวแปรต้น และข้อมูลผลการเรียนรู้ การเขียนโปรแกรมภาษาสแครชเป็นตัวแปรทำนาย จำนวน 79 ตัวอย่าง ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลทั้ง 3 ชนิด พบว่าเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจสามารถทำนายผลการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงที่สุดจาก 3 โมเดล ซึ่งมีค่าความถูกต้อง (Accuracy) เท่ากับ 93.67% มีค่าความแม่นยำ (Precision) เท่ากับ 93.47% มีค่าความระลึก (Recall) เท่ากับ 85.71% และมีค่าความถ่วงดุล (F-Score) เท่ากับ 87.24% รองลงมา คือ เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้สุดซึ่งมีค่าความถูกต้องเท่ากับ 79.75% มีค่าความแม่นยำ เท่ากับ 74.70% มีค่าความระลึก เท่ากับ 72.07% และมีค่าความถ่วงดุล เท่ากับ 72.68% สุดท้ายคือ เทคนิคนาอีฟเบย์มีค่าความถูกต้องเท่ากับ 39.74% มีค่าความแม่นยำ เท่ากับ 49.63% มีค่าความระลึก เท่ากับ 61.71% และมีค่าความถ่วงดุล เท่ากับ 38.48% ซึ่งมีประสิทธิภาพน้อยที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 *ประสิทธิภาพของโมเดลการทำนาย*

Model	Accuracy	Precision	Recall	F-Score
Naïve Bayes	39.74	49.63	61.71	38.48
Decision Tree	93.67	93.47	85.72	87.24
K-Nearest Neighbor	79.75	74.70	72.07	72.68

โมเดลทำนายด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจจำแนกผลการเรียนการเขียนโปรแกรมภาษาสแครชของนักเรียนจากแอททริบิวต์ทำนาย การจำแนกกลุ่มของข้อมูลมีกฎในการจำแนกจำนวน 24 กฎ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ถ้า X8(Length) <= 27.5 และ X7(Vocabulary) <= 7.5 นักเรียนจะได้เกรด D (Value = [0, 0, 0, 1])

2. ถ้า X8(Length) <= 27.5 และ X7(Vocabulary) > 7.5 นักเรียนจะได้ เกรด C หรือ D (Value = [0, 0, 1, 1])

3. ถ้า 27.5 < X8(Length) < 29.5 นักเรียนจะได้เกรด C (Value = [0, 0, 2, 1])

4. ถ้า 29.5 < X8(Length) <= 31.5 นักเรียนจะได้เกรด C (Value = [0, 0, 1, 0])

5. ถ้า 31.5 < X8(Length) <= 32.5 นักเรียนจะเกรด D (Value = [0, 0, 0, 1])

6. ถ้า 32.5 < X8(Length) <= 35 และ X7(Vocabulary) <= 7.5 นักเรียนจะเกรด B (Value = [0, 1, 0, 0])

7. ถ้า 32.5 < X8(Length) <= 35 และ 7.5 < X7(Vocabulary) <= 13.5 นักเรียนจะได้เกรด C (Value = [0, 0, 1, 0]

8. ถ้า 35.0 < X8(Length) <= 40.5 และ 7.5 < X7(Vocabulary) <= 12.5 และ X2 (Abstraction) <= 0.5 นักเรียนจะได้เกรด B (Value = [0, 6, 0, 0])

9. ถ้า 35.0 < X8(Length) <= 40.5 และ 7.5 < X7(Vocabulary) <= 12.5 และ X2 (Abstraction) > 0.5 นักเรียนจะได้เกรด C (Value = [0, 0, 1, 0])

10. ถ้า 35.0 < X8(Length) <= 40.5 และ 12.5 < X7(Vocabulary) <= 13.5 นักเรียนจะได้เกรด B (Value = [0, 16, 0, 0])

11. ถ้า 32.5 < X8(Length) <= 37.5 และ 13.5 < X7(Vocabulary) <= 14.5 และ X2 (Abstraction) <= 0.5 นักเรียนจะได้เกรด C (Value = [0, 0, 1, 0])

12. ถ้า 37.5 < X8(Length) <= 38.5 และ 13.5 < X7(Vocabulary) <= 14.5 และ X2 (Abstraction) <= 0.5 นักเรียนจะได้เกรด A (Value = [8, 2, 0, 0])

13. ถ้า 38.5 < X8(Length) < 40.5 และ 13.5 < X7(Vocabulary) <= 14.5 และ X2 (Abstraction) <= 0.5 นักเรียนจะได้เกรด B (Value = [0, 6, 0, 0])

14. ถ้า 38.5 < X8(Length) <= 40.5 และ X7(Vocabulary) > 14.5 และ X2 (Abstraction) <= 0.5 นักเรียนจะได้เกรด A (Value = [7, 0, 0, 0])

15. ถ้า 38.5 < X8(Length) <= 40.5 และ X7(Vocabulary) > 13.5 และ X2 (Abstraction) > 0.5 และ X0 (Flow Control) <= 1.5 นักเรียนจะได้เกรด C (Value = [0, 0, 2, 0])

16. ถ้า 38.5 < X8(Length) <= 40.5 และ X7(Vocabulary) > 13.5 และ X2 (Abstraction) > 0.5 และ X0 (Flow Control) > 1.5 นักเรียนจะได้เกรด B (Value = [0, 2, 0, 0])

17. ถ้า 40.5 < X8(Length) <= 41.5 และ 13.5 < X7(Vocabulary) <= 14.5 และ X2 (Abstraction) <= 0.5 นักเรียนจะได้เกรด C (Value = [0, 0, 1, 0])

18. ถ้า 41.5 < X8(Length) <= 42.5 และ 13.5 < X7(Vocabulary) <= 14.5 และ X2 (Abstraction) <= 0.5 นักเรียนจะได้เกรด C (Value = [0, 1, 3, 0])

19. ถ้า 40.5 < X8(Length) <= 42.5 และ 13.5 < X7(Vocabulary) <= 14.5 และ X2 (Abstraction) > 0.5 นักเรียนจะได้เกรด B (Value = [0, 1, 0, 0])

20. ถ้า 42.5 < X8(Length) <= 43.5 และ 13.5 < X7 (Vocabulary) <= 14.5 นักเรียนจะได้เกรด B (Value = [0, 2, 0, 0])

21. ถ้า 40.5 <= X8(Length) <= 41.5 และ X7(Vocabulary) > 14.5 นักเรียนจะได้เกรด B (Value = [0, 4, 0, 0])

22. ถ้า 41.5 <= X8(Length) <= 43.5 และ X7(Vocabulary) > 14.5 และ X2 (Abstraction) <= 0.5 นักเรียนจะได้เกรด B (Value = [0, 1, 0, 0])

23. ถ้า 41.5 <= X8(Length) <= 43.5 และ X7(Vocabulary) > 14.5 และ X2 (Abstraction) > 0.5 นักเรียนจะได้เกรด A (Value = [1, 0, 0, 0])

24. ถ้า X8(Length) > 43.5 นักเรียนจะได้เกรด C (Value = [0, 0, 4, 0])

กฎการทำนายข้อที่ 12, 14 และ 23 ส่งผลให้ผู้เรียนได้เกรด A และกฎการทำนาย ข้อ 1 และ 5 ส่งผลให้ผู้เรียนได้เกรด D แอททริบิวต์ทำนายที่สามารถจำแนกผลการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพคือ Length, Vocabulary, Abstraction และ Flow control เนื่องจากแอททริบิวต์เหล่านี้อยู่ในโหนดระดับบนของต้นไม้ตัดสินใจ

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล

เมื่อนำโมเดลทำนายไปประยุกต์ใช้กับโพรเจกต์โปรแกรมภาษาสแครชอื่นโดยใช้ชุดข้อมูลทดสอบจำนวน 34 ระเบียน ผลการทำนายพบว่า โมเดลทำนายที่พัฒนาจากเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ มีค่าความถูกต้อง 64.71% มีค่าความแม่นยำ เท่ากับ 73.03% มีค่าความระลึก เท่ากับ 73.81% และมีค่าความถ่วงดุล เท่ากับ 72.46% ผลการทำนายตามเกรดของผู้เรียนที่ทำนายได้ถูกต้อง เกรด A B C และ D จำนวน 5 8 8 และ 1 ตามลำดับ

5. อภิปรายผลการวิจัย

5.1 การพัฒนาโมเดล

ผลการวิจัยพบว่าเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจมีประสิทธิภาพสูงที่สุดจาก 3 โมเดลซึ่งมีค่าความถูกต้อง 93.67% ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอนันต์ ปินะเต [11] Cheewaprakobkit [7] และ Al-Radaideh, Al-Shawakfa, & Al-Najjar [18] นั่นอาจเป็นเพราะว่าการสร้างกฎ If-Then ด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจจะทำการคัดเลือกแอททริบิวต์ของแนวคิดการเขียนโปรแกรม 9 แอททริบิวต์ที่มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์มากที่สุดเป็นรูทโหนด (Root Node) และโหนดลำดับต่อไป (Node) ซึ่งสามารถจำแนกกลุ่มได้ดี

นอกจากนั้น ผลการวิจัยมีความแตกต่างจากผลการวิจัย

ของจิราภา เลาหะวรนันท์ และคณะ [10], เสกสรรค์ วิลัยลักษณ์ และคณะ [6], Quille & Bergin [22], Bergin et al. [21] งานวิจัยของจิราภา เลาหะวรนันท์ และคณะพบว่าเทคนิคนาอีฟเบย์ รองลงมาคือเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจให้ค่าความถูกต้องสูงที่สุดตามลำดับ ในการทำนายแขนงวิชาสำหรับนักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในทำนองเดียวกัน งานวิจัยของ Quille & Bergin [22] และ Bergin et al. [21] พบว่าเทคนิคนาอีฟเบย์มีความถูกต้องในการทำนายสูงที่สุด เท่ากับ 78.30% และเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจมีความถูกต้องน้อยกว่า เท่ากับ 74.50% ในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมเบื้องต้นของนักศึกษามหาวิทยาลัยชั้นปีที่ 1 ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าโดยทั่วไปประสิทธิภาพของโมเดลขึ้นอยู่กับชุดข้อมูลและลักษณะปัญหาที่นำมาทำนาย เทคนิคนาอีฟเบย์ในงานวิจัยนี้มีประสิทธิภาพต่ำสุดเนื่องจากชุดข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมและลักษณะปัญหาซึ่งการทำนายผลการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมภาษาสแครชที่สามารถจำแนกได้มากกว่า 2 ประเภท ส่วนงานวิจัยของเสกสรรค์ วิลัยลักษณ์ และคณะ [6] พบว่าเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบมัลติเลเยอร์เพอร์เซ็ปตรอน ให้ค่าความถูกต้องสูงที่สุดที่ร้อยละ 94.48 ซึ่งงานวิจัยนี้ไม่ได้เลือกเทคนิคนี้การดำเนินการวิจัย

5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล

ผลการทำนายด้วยชุดข้อมูลทดสอบพบว่า โมเดลทำนายที่พัฒนาจากเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ มีค่าความถูกต้อง 64.71% ค่านี้ประเมินประสิทธิภาพการทำนายจากชุดข้อมูลทดสอบจำนวน 34 กรณี ซึ่งเป็นคนละชุดข้อมูลกับชุดข้อมูลฝึกฝนทำนายได้ถูกต้อง 22 กรณีและผิดพลาด 12 กรณี ค่าประสิทธิภาพนี้มีค่าไม่สูงแต่ให้ค่าความถูกต้องมากกว่าการคาดเดา เท่ากับ 25% สาเหตุที่ผลการทำนายด้วยข้อมูลทดสอบมีค่าไม่สูงนักอาจเป็นเพราะว่าจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบไม่มาก และข้อมูลทดสอบนั้นเป็นข้อมูลของผู้เรียนห้องเดียวกันทั้งหมด ซึ่งนักเรียนในแต่ละห้องอาจจะมีพื้นฐานการเขียนโปรแกรมแตกต่างกันตามนโยบายการจัดชั้นเรียนของโรงเรียน

6. สรุป

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลทั้ง 3 ชนิด พบว่าเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจสามารถทำนายผลการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงที่สุดจาก 3 โมเดล ซึ่งเหมาะสมที่สุดกับชุดข้อมูลที่ใช้ในการสร้างโมเดลทำนายในงานวิจัยนี้มากที่สุด เมื่อนำโมเดลทำนายไปประยุกต์ใช้กับโพรเจกต์โปรแกรมภาษาสแครชอื่นพบว่า โมเดลทำนายที่พัฒนาจากเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจมีค่าความถูกต้อง เท่ากับ 64.71% ครูผู้สอนรายวิชาวิทยาการคำนวณสามารถประยุกต์ใช้โมเดลทำนายที่พัฒนาจากงานวิจัยนี้ในการทำนายผลการเขียนโปรแกรมภาษาสแครชของผู้เรียน ซึ่งสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับในการประเมินผลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้

โมเดลทำนายผลการเรียนรู้ด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจแสดงให้เห็นว่าแอททริบิวต์ทำนายคือ Length, Vocabulary, Abstraction และ Flow control ส่งผลต่อผลการเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างสูง เนื่องจากแอททริบิวต์เหล่านี้อยู่ในโหนดของต้นไม้ตัดสินใจระดับบน ดังนั้น การออกแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมในแนวคิดเหล่านั้นอาจส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุนอุดหนุนการวิจัยของมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จากเงินกองทุนวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ที่ให้โอกาสและสนับสนุนทุนวิจัยแก่คณะผู้วิจัยในการทำงานวิจัยร่วมกับสถานศึกษา

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, *Teacher's Manual of Fundamentals of Science and Technology (Computing Science) Matayomsusa 1*, 2018.

[2] D. Bau, J. Gray, C. Kelleher, J. Sheldon, and F. Turbak, "Learnable programming: blocks and beyond." *Communications of the ACM*, Vol. 60, Issue. 6, pp. 72-80, 2017.

[3] S. Grover, S. Cooper, and R. Pea. "Assessing computational learning in K-12." *in Proceedings of the 2014 conference on Innovation & technology in computer science education.* Sweden, 21 - 25 June 2014.

[4] S. M. Taheri, M. Sasaki, J. O. Chu, and H. T. Ngetha, "A study of teaching problem solving and programming to children by introducing a new programming

language." *The International Journal of E-Learning and Educational Technologies in the Digital Media (IJEETDM),* Vol. 2, Issue. 1, pp. 31-36, 2016.

[5] S. Sittichat, "Study of educational attributes using data mining technique." *Information Technology Journal,* Vol.13, Issue2, pp.20-28, 2017.

[6] S. Vilailuck, V. Jaroenpunlaruk, and D. Wichadakul, "Utilizing data mining techniques to forecast student academic achievement of Kasetsart University Lobratory School," *Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University,* Vol. 2, Issue. 2, pp.1-17, 2015.

[7] P. Cheewaprakobkit, "Predicting student academic achievement by using the decision tree and neural network techniques." *Catalyst,* Vol. 12, Issue. 2, pp. 34-43, 2015.

[8] M. Yağcı, "Educational data mining: prediction of students' academic performance using machine learning algorithms." *Smart Learning Environments,* Vol. 9, No. 1, pp. 1-19, 2022.

[9] S. Phakkachokh, *A Model for Selecting High School Program by Considering the Primary Subject Records using Data Mining Techniques*. Faculty of Information Technology, Dhurakij Pundit University, 2013.

[10] J. Laohawanan, R. Limsuthiwanpoom, and B. Thanasopon, "The use of data mining techniques in classifying and selecting subject areas for students of the Faculty of Information Technology." *KMITL Journal of Information Technology*, Vol. 4, Issue 2, pp. 1-9, 2560.

[11] A. Pinate, "The use of data mining in selecting areas of study for further education opportunity." *Journal of Science and Technology,* Vol. 36, Issue. 6, pp. 704-712, 2017.

[12] A. Aleem, and M.M. Gore. "Educational Data Mining Methods: A Survey." *in 2020 IEEE 9th International Conference on Communication Systems and Network Technologies (CSNT).* 2020.

[13] J. VanderPlas, *Python Data Science Handbook: Essential Tools for Working with Data. Sebastopol,* California: O'Reilly Media. 2016.

[14] A. Géron, *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2019.

[15] C. O'Neil, and R. Schutt, *Doing Data Science: Straight Talk from the Frontline.* Sebastopol, California: O'Reilly Media, 2013.

[16] A.C. Müller, and S. Guido, *Introduction to Machine Learning with Python: A Guide for Data Scientists.* Sebastopol, California: O'Reilly Media, 2016.

[17] S. Raschka, and V. Mirjalili, *Python Machine Learning.* 3rd ed. Birmingham: Packt Publishing, 2019.

[18] Q.A. Al-Radaideh, E.M. Al-Shawakfa, and M.I. Al-Najjar. "Mining student data using decision trees." *in International Arab Conference on Information Technology (ACIT'2006)*. Yarmouk University, Jordan, 2006.

[19] S. Bergin, *Statistical and Machine Learning Models to Predict Programming Performance.* National University of Ireland Maynooth: Maynooth, 2006.

[20] K. Quille, S. Bergin, and A. Mooney, "Press#, a web-based educational system to predict programming performance." *International Journal of Computer Science and Software Engineering (IJCSSE)*, Vol. 4, Issue. 7, pp. 178-189, 2015.

[21] S. Bergin, A. Mooney, J. Ghent, and K. Quille, "Using machine learning techniques to predict introductory programming performance." *International Journal of Computer Science and Software Engineering (IJCSSE),* Vol. 4, Issue. 12, pp. 323-328, 2015.

[22] K. Quille, and S. Bergin. "*Programming: further factors that influence success.*" in The Psychology of Programming Interest Group. University of Cambridge, UK, 2016.

[23] R. Sharda, D. Delen, and E. Turban, *Business Intelligence, Analytics, and Data Science: a Managerial Perspective.* 4th ed. Boston: Pearson, 2018.

[24] Dr.Scratch team. *Dr.Scratch analyse your Scratch project here!*. Available online at: http://www.drscratch.org/, accessed on 12 April 2021.

[25] L.M. Laird, and M.C. Brennan, *Software Measurement and Estimation: a Practical Approach*. John Wiley & Sons: New Jersey, 2006.

[26] J. Moreno-León, G. Robles, and M. Román-González. "Comparing computational thinking development assessment scores with software complexity metrics." *in 2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON).* 2016.

Information Technology Journal

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800
Tel: 02-555-2726
Website: http://www2.it.kmutnb.ac.th/journal