

JOURNAL OF INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY

JIST

ISSN: 1906-9553 (Print)

ISSN: 2651-1053 (Online)

Volume 14. No.1

January - June 2024

Research Papers

ระบบพยากรณ์ความเสี่ยงการเกิดไข้เลือดออกโดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล.....	1
โสภี แก้วชะภา, สุนิษา คัดใจเดียว, วิชิต สุขทร และ ชัยมงคล ช่วยนุกูล	
ขั้นตอนวิธีการบีบอัดข้อความภาษาไทยโดยอาศัยรูปแบบการสร้างคำ.....	9
ประหยัด เลวัน และ เซาวลิต ชั้นคำ	
การพัฒนาแอปพลิเคชันติดตามแคลอรีการบริโภคอาหารบนอุปกรณ์พกพา.....	22
วีรวิทย์ ชัยยะสมบูรณ์ และ วราพร จิระพันธุ์ทอง	
ประสิทธิภาพการจำแนกโรคพืชที่แสดงลักษณะทางใบด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันร่วมกับ	
อัลกอริทึมการเพิ่มประสิทธิภาพและฟังก์ชันกระตุ้น.....	34
อนัญญา พรหมโคตร	
การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสนับสนุนการสืบสวนสอบสวนคดีพิเศษ.....	45
ภูวนัย แสงพล และ วราพร จิระพันธุ์ทอง	



JOURNAL OF INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY (JIST)

ISSN 2651-1053 (Online), ISSN 1906-9553 (Print)

The Journal of Information Science and Technology (JIST) is an academic journal established by the collaboration of 22 faculties that conduct courses related to Information Technology, namely, Bangkok University, Dhurakij Pundit University, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Mae Fah Luang University, Mahanakorn University of Technology, Mahasarakham University, Mahidol University, Nakhon Phanom University, Panyapiwat Institute of Management, Prince of Songkla University, Rangsit University, Siam University, Silpakorn University, Sripatum University, Thai-Nichi Institute of Technology, Walailak University, Burapha University, Phayao University, Ubon Ratchathani Rajabhat University and Khon Kaen University. According to the agreement of deans of all faculties (Council of IT Deans of Thailand (CITT)).

The journal was established in 2010 and plans to publish 2 issues per year (JAN – JUNE and JULY – DECEMBER per year). The journal was established first print journal publication in 2010 (Vol 1. No.1) with ISSN 1906-9553 (Print) and plans to publish 2 issues per year on during January - June and July - December. Also the journal was established first online journal publication in 2010 (Vol 1. No.1) with ISSN 2651-1053 (Online) and plans to publish 2 issues per year on during January - June and July - December.

ADVISORY BOARD

Adisak Suasaming
Thai-Nichi Institute of Technology,
Thailand

Aziz Nanthaamornbong
Prince Of Songkla University, Thailand

Chaiyaporn Khemapatapan
Dhurakij Pundit University,
Thailand

Chetneti Srisaan
Rangsit University, Thailand

Dechanuchit Katanyutaveetip
Siam University, Thailand

Jantima Polpinij
Mahasarakham University, Thailand

Khajit Na Kalasindhu
Nakhon Phanom University, Thailand

Krisana Chinnasarn
Burapha University,
Thailand

Narongrit Waraporn
King Mongkut's University of
Technology Thonburi, Thailand

Nathaporn Karnjnapoomi
Silpakorn University, Thailand Nipon
Charoenkitkarn

Nipon Charoenkitkarn
King Mongkut's University of Technology
Thonburi, Thailand

Panavy Pookaiyaudom
Mahanakorn University of
Technology, Thailand

Paralee Maneerat
Sripatum University, Thailand

Pattanasak Mongkolwat
Mahidol University, Thailand

Phattanapon Rhiemora
Bangkok University, Thailand

Pisit Chamkeitkong
Panyapiwat Institute of Management,
Thailand

Poonpong Boonbrahm
Walailak University,
Thailand

Pornthep Rojanavasu
University of Phayao, Thailand

Sirapat Chiewchanwattan
Khon Kaen University, Thailand

Siridech Boonsang
King Mongkut's Institute of Technology
Ladkrabang, Thailand

Sunantha Sodsee
King Mongkut's University of
Technology North Bangkok,
Thailand

Supawee Makdee
Ubon Ratchathani Rajabhat University,
Thailand

Teeravisit Laohapensaeng
Mae Fah Luang University, Thailand

Werasak Kurutach
Mahanakorn University of
Technology, Thailand

JOURNAL OF INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY (JIST)

ISSN 2651-1053 (Online), ISSN 1906-9553 (Print)

EDITOR IN CHIEF

Chetneti Srisaan, Rangsit University, Thailand
Datchakorn Tancharoen, Panyapiwat Institute of Management, Thailand

ASSOCIATE EDITOR

Kaboon Thongtha
Mahanakorn University of
Technology, Thailand

Pakapan Limtrairut
Bangkok University, Thailand

Rachasak Somyanonthanakul
Rangsit University, Thailand

Sakorn Mekruksavanich
University of Phayao, Thailand

Waraporn Jirapanthong
Dhurakij Pundit University,
Thailand

Worasak Rueangsirarak
Mae Fah Luang University,
Thailand

EDITORIAL BOARD

Annop Monsakul
Panyapiwat Institute of
Management, Thailand

Anon Sukstrienwong
Bangkok University, Thailand

Aziz Nanthaamornbong
Prince of Songkla University,
Thailand

Krisana Chinnasarn
Burapha University,
Thailand

Nuchanat Buasri
Mahasarakham University,
Thailand

Mudarmeen Munlin
Mahanakorn University of
Technology, Thailand

Pattanapon Rhiemora
Bangkok University, Thailand

Pramuk Boonsiang
Thai-Nichi Institute of Technology,
Thailand

Pruegsa Duangphasuk
R V Connex Co., Ltd., Thailand

Rattana Wetprasit
Prince Of Songkla University,
Thailand

Sakchai Tangwannawit
King Mongkut's University of
Technology North Bangkok, Thailand

Songsri Tangsripairoj
Mahidol University, Thailand

Suppat Rungraungsilp
Walailak University, Thailand

Wanvipa Wongvilaisakul
Panyapiwat Institute of Management,
Thailand

Warodom Werapun
Prince of Songkla University,
Thailand

CONTACT ADDRESS

Council of IT Deans of Thailand (CITT),
Faculty of Engineering and Technology,
Mahanakorn University of Technology
140 Moo 1, Cheum-Sampan Road, Nongchok,
Bangkok, Thailand 10530

CALL FOR PAPER

Journal of Information Science and Technology (JIST)

<https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/JIST>

Editor in Chief

Chetneti Srisaon (RSU)
Datchakorn Tancharoen (PIM)

Associate Editor

Kaboon Thongtha (MUT)
Pakapan Limtrairut (BU)
Rachasak Somyanonthanakul (RSU)
Sakorn Mekruksavanich (UP)
Waraporn Jirapanthong (DPU)
Worasak Rueangsirarak (MFU)

Editorial Board

Annop Monsakul (PIM)
Anon Sukstienwong (BU)
Aziz Nanthaamombong (PSU)
Krisana Chinasarn (BUU)
Nuchanat Buasri (MSU)
Mudameen Munlin (MUT)
Pattanon Rhiemora (BU)
Pramuk Boonsieng (TNI)
Pruegsa Duangphasuk (RV Connex)
Rattana Wetprasit (PSU)
Sakchai Tangwannawit (KMUTNB)
Songsri Tangsripairoj (MU)
Suppat Rungraungsilp (WU)
Wanvipa Wongvilaisakul (PIM)
Warodom Werapun (PSU)

Advisory Board

Adisak Suasaming (TNI)
Aziz Nanthaamombong (PSU)
Chaiyaporn Khemapatapan (DPU)
Chetneti Srisaon (RSU)
Dechanuchit Katanyutaveetip (SU)
Jantima Polpinij (MSU)
Khajit Na Kalasindhu (NPU)
Krisana Chinasarn (BUU)
Narongrit Waraporn (KMUTT)
Nathaporn Karnjnapoomi (SU)
Nipon Charoenkitkarn (KMUTT)
Panavy Pookaiyaudom (MUT)
Paralee Maneerat (SPU)
Pattanasak Mongkolwat (MU)
Phattanon Rhiemora (BU)
Pisit Chamkeitkong (PIM)
Poonpong Boonbrahm (WU)
Pornthep Rojanavasud (UP)
Sirapat Chiewchanwattan (KKU)
Siridech Boonsang (KMITL)
Sunantha Sodsee (KMUTNB)
Supawee Makdee (UBRU)
Teeravisit Laohapensang (MFU)
Werasak Kurutach (MUT)

Submissions

Online Journal Submission
<https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/JIST/>

Publication Periodicity

Published 2 times a year in June and December.

(JAN – JUN and JULY – DEC).

(Indexed by TCI tier 2)

JIST Office Address

Council of IT Deans of Thailand (CITT), Faculty of Engineering and Technology, Mahanakorn University of Technology 140 Moo 1, Cheum-Sampan Rd., Nongchok, Bangkok, Thailand 10530

Peer Review Process

All submitted manuscripts must be reviewed by at least three expert reviewers via the double-blinded review system.

Manuscript Preparation Guide (Publication Charge: Free)

The template for writing the journal is available for downloading (jist_template_eng-2020.doc or jist_template_thai-2020.doc). Minimum length of the paper should be in between 6-16 pages of A4 size. Text should be typewritten or printed with double-spaced in 11-point of A4 white paper with margins of 1.5" for top, 1.25" for left, and 1" for bottom and right sides. All pages must be numbered sequentially. Here are some guidelines.

- Abstract with length 100-200 words in length.
- Introduction which discusses existing problem and related research
- Materials and methods used for experimentation, Results of the experiment, Discussion and conclusion, References Style is IEEE.

The **Journal of Information Science and Technology (JIST)** aims to be the forum through which researchers, faculties, and experts of the computer and information technology and others technological related fields share and discuss their high quality research work as well as innovation. Original research articles, practical applications and innovations in the broad area of computer and information technology are suitable for publication in JIST.

• **Soft Computing:**

Artificial Intelligence, Fuzzy and Neural Computing, Genetic Algorithms, Intelligent Agents, Neural Networks, Natural Language Processing, Robotics and Automation, Image Processing

• **Human-Computer Interaction:**

Graphical User Interfaces, Multimedia, Interactive Systems, Computer-Supported Cooperative Work, Human Cognitive Skills, Visualization, and Computer Simulation

• **Information Assurance and Security:**

Cryptography, Forensics and Incident Response, Biometrics, Security Policies and Procedures

• **Information Systems:**

Databases, Information Retrieval, Transaction Processing, Distributed and Object Databases, Data Warehousing, Knowledge Management, Expert Systems, Multimedia Information Systems, Digital Libraries, Geographical Information Systems

• **Networking:**

Advanced Computer Networks, Internet Technology and Applications, Distributed Systems, Wireless and Mobile Computing, Data Compression, Network Security, Enterprise Networking, Digital Communications

• **Programming:**

Object-Oriented Programming, Event-Driven Programming, Functional Programming, Logic Programming, XML and other Extensible Languages, Parallel Programming

• **Platform Technologies:**

Advanced Computer Architecture, Parallel Architectures, Cluster / Grid Computing, RFID, Embedded Systems

• **System Integration and Architecture:**

Software Acquisition and Implementation, System Needs Assessment, Software Economics, Enterprise Systems, Computing Economics

• **Social and Professional Issues:**

Professional Practice, Social Context of Computing, Computers Ethics, IT Law, Intellectual Property, Privacy and Civil Rights

• **Web Systems and Technologies:**

Programming for the WWW, E-commerce, E-Learning, Content Management Systems, E-Government and E-Service

• **Multidisciplinary:**

Bioinformatics, Biomedical Information Systems, Nano Technology

• **e-Business and m-Business:**

e-Business Process Aspects, Intelligent e-Business System, m-Business, e-Supply Chain Management & e-Logistics, e-Customer Relationship Management, e-Negotiation, e-Payment, e-Business Design and Developments

• **Business and Information System:**

Information management for business applications, Enterprise systems and architecture, Business systems infrastructure design for information integration, Service-oriented architecture, Service-component architecture

• **Social and Business Aspects of Convergence IT and Ubiquitous Computing:**

Economics of emerging technologies, Home and community computing, Economic and social complexities in CIT and UC, New forms of media and communications

• **Internet of Things (IoT):**

IoT system architecture, IoT enabling technologies, IoT communication and networking protocols such as network coding, and IoT services and applications and technology development in different standard development organizations (SDO).

• **Cloud Computing:**

Auditing, monitoring, scheduling, resource registration/discovery, Automatic reconfiguration, self healing/monitoring, Service level agreements, integration, management.

• **Fintech and blockchain:**

Development of Blockchain Security Enhancement Technologies, Platform Technology that Supports Safe Transactions, Financial and Economic Structures, Blockchain's Impacts on Workstyles, Fast Fintech for Smartphone Application Service Platform.

ระบบพยากรณ์ความเสี่ยงการเกิดไข้เลือดออกโดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล

Dengue Fever Risk Prediction System Using Data Mining Techniques

โสภี แก้วชะภา, สุนิษา คิดใจเดียว*, วิชิต สุขทร และ ชัยมงคล ช้วยนุกูล

Sopee Kaewchada, Sunisa Kidjaideaw, Wichit Sungton and Chaimongkon Chuaynukoon*

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ
นครศรีธรรมราช

*Information Technology and Digital Innovation, Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat
Rajabhat University*

Received: October 29, 2023; Revised: June 24, 2024; Accepted: June 28, 2024; Published: June 30, 2024

ABSTRACT – This research aims to 1) study and measure the effectiveness of a classification model using decision tree-based methods, 2) to develop a dengue fever risk prediction system, and 3) To study the effectiveness of the dengue fever risk prediction system using a sample group created from patient data with dengue fever cases in Nakhon Si Thammarat province over a period of 5 years (B.E. 2558 - B.E. 2563), utilizing data mining techniques for classification using decision trees. The results of the research showed that 1) The model used for predicting dengue fever risk, based on the decision tree classification technique, achieved an accuracy of 83.5%, 2) The dengue fever risk prediction system consists of sub-systems for user authentication, dengue fever incidence data management, dengue fever reporting, management of dengue fever datasets after data mining, and dengue fever risk analysis, and 3) The satisfaction level with the dengue fever risk prediction system was found to be high. ($\bar{x} = 4.06$).

KEYWORDS: Model, Prediction, Dengue Fever, Decision Tree, Data Mining

บทคัดย่อ -- งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาและวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองการจำแนกประเภทด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ 2) พัฒนาระบบพยากรณ์ความเสี่ยงการเกิดโรคไข้เลือดออก และ 3) ศึกษาประสิทธิผลของระบบพยากรณ์ความเสี่ยงการเกิดโรคไข้เลือดออก ใช้กลุ่มตัวอย่างในการสร้างโมเดลจากข้อมูลผู้ป่วยที่เป็นโรคไข้เลือดออกในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 5 ปีหลัง (พ.ศ. 2558 - พ.ศ. 2563) โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลการจำแนกประเภทแบบต้นไม้ตัดสินใจ ผลการวิจัย พบว่า 1) โมเดลที่ใช้ในการพยากรณ์ความเสี่ยงการเกิดโรคไข้เลือดออกจากเทคนิคการจำแนกประเภทแบบต้นไม้ตัดสินใจ และวัดประสิทธิภาพโมเดล มีความถูกต้องร้อยละ 83.5 2) ระบบพยากรณ์ความเสี่ยงการเกิดโรคไข้เลือดออก มีระบบงานย่อย ประกอบไปด้วย ระบบตรวจสอบสิทธิ์การใช้งาน จัดการข้อมูลอัตราการเกิดโรคไข้เลือดออก รายงานข้อมูลโรคไข้เลือดออก การจัดการชุดข้อมูลโรคไข้เลือดออกที่ผ่านการทำเหมืองข้อมูล และวิเคราะห์ความเสี่ยงในการเกิดโรคไข้เลือดออก และ 3) ผลศึกษาความพึงพอใจของระบบพยากรณ์ความเสี่ยงการเกิดโรคไข้เลือดออก พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจของอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.06$)

คำสำคัญ: โมเดล, พยากรณ์, โรคไข้เลือดออก, ต้นไม้ตัดสินใจ, เหมืองข้อมูล

*Corresponding Author: sanisu_sunisa@hotmail.com

1. บทนำ

โรคไข้เลือดออกหรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าโรคติดเชื้อไข้เลือดออก (dengue illness) มีสาเหตุมาจากเชื้อไวรัสเดงกี (Dengue Virus) ประกอบด้วย 4 ซีโรไทป์ คือ DEN-1, DEN-2, DEN-3 และ DEN-4 แต่ละซีโรไทป์จะมีลักษณะทางกายภาพ และลักษณะทางพันธุกรรมแตกต่างกัน โดยมียุงลายบ้าน (Aedes aegypti) เป็นพาหะนำโรค โดยทั่วไปสามารถจำแนกการป่วยได้ตามกลุ่มอาการ คือ กลุ่มอาการไข้เดงกี (dengue fever; DF) ไข้เลือดออกเดงกี (dengue hemorrhagic fever; DHF) และ ไข้เลือดออกช็อก (dengue shock syndrome; DSS) ซึ่งเป็นกลุ่มไข้เลือดออกที่มีอาการรุนแรง [1]

โรคไข้เลือดออกเป็นโรคประจำถิ่นและเป็นโรคติดต่อที่เป็นปัญหาทางด้านสาธารณสุข พบได้มากในประเทศแถบภูมิภาคร้อนชื้น องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้คาดการณ์ไว้ว่าในแต่ละปีจะพบผู้ติดเชื้อไวรัสเดงกี จำนวน 50 ถึง 100 ล้านราย และเสียชีวิตประมาณ 22,000 ราย [2] สำหรับประเทศไทย ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน พบการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออกในทุกพื้นที่ การเจ็บป่วยด้วยโรคไข้เลือดออกนำไปสู่การเกิดภาวะแทรกซ้อนได้ เช่น ตับวาย ภาวะช็อก สมองอักเสบ หลอดลมอักเสบ และภาวะปอดบวมน้ำจากรายงานสถานการณ์โรคไข้เลือดออกปี 2562 ประเทศไทยเริ่มกลับมาเกิดการระบาดอีกครั้ง โดยมีรายงานผู้ป่วยทั้งสิ้น 128,401 ราย มากกว่าปี 2561 ถึง 1.5 เท่า ผู้ป่วยเสียชีวิต 133 ราย อัตราป่วยตายร้อยละ 0.10 พบการกระจายของโรคไข้เลือดออกในทุกภาคโดยพบว่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีอัตราป่วยสูงสุดคือ 223.29 ต่อแสนประชากร รองลงมา ภาคกลางมีอัตราป่วย 184.83 ต่อแสนประชากร ภาคใต้มีอัตราป่วย 177.94 ต่อแสนประชากร และภาคเหนือมีอัตราป่วย 169.10 ต่อแสนประชากร ตามลำดับ [3] สำหรับจังหวัดนครศรีธรรมราช ปี พ.ศ. 2562 มีอัตราป่วยและอัตราตายด้วยโรคไข้เลือดออกมากที่สุดของภาคใต้ มีรายงานผู้ป่วย 4,309 ราย คิดเป็นอัตราป่วย 270.98 ต่อแสนประชากร ซึ่งมากกว่าอัตราป่วยปี พ.ศ. 2561 ถึง 1.07 เท่า และมากกว่าค่ามัธยฐาน 5 ปีย้อนหลังถึง 1.45 เท่า มีผู้ป่วยตาย 12 ราย คิดเป็นอัตราตาย 0.75 ต่อแสนประชากร มากเป็นอันดับ 2 ของประเทศไทย และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลระดับตำบลพบว่า ตำบลที่มีการระบาดของโรคไข้เลือดออกอย่างน้อย 3 ปี ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2558 – พ.ศ. 2562) หรือเรียกว่าตำบลที่ระบาดซ้ำซาก มีจำนวน 132 ตำบล คิดเป็นร้อยละ 77.64 ซึ่งมี

โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลอยู่ในพื้นที่ดังกล่าว 190 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 76.61 [4, 5]

ปัจจุบันได้มีการนำเหมืองข้อมูลเพื่อมาวิเคราะห์ข้อมูลการเกิดโรคไข้เลือดออก โดยการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับโรคไข้เลือดออกจากหน่วยงานต่าง ๆ และนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อให้ได้แบบจำลองสำหรับพยากรณ์ เช่น การพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก [6, 7, 8] การพยากรณ์การติดเชื้อไข้เดงกี [9] และการพยากรณ์การระบาดตามกลุ่มอาการโรคไข้เลือดออก [10] เป็นต้น จากการศึกษาพบว่าได้มีการนำเทคนิคเหมืองข้อมูลมาใช้ในการงานวิจัยตั้งแต่ปี 1971 เป็นต้นมา ซึ่งจากการศึกษาพบว่าเทคนิคที่ได้รับความนิยมมาใช้ในการสร้างโมเดลพยากรณ์ ได้แก่ Naïve Bayes และ Decision Tree

จากปัญหาดังกล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ความเสี่ยงการเกิดโรคไข้เลือดออก โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์แบบจำแนกประเภทด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ ซึ่งเป็นเทคนิคการพยากรณ์ที่มีค่าความถูกต้องสูง และนำแบบจำลองไปพัฒนาระบบพยากรณ์ความเสี่ยงการเกิดโรคไข้เลือดออก

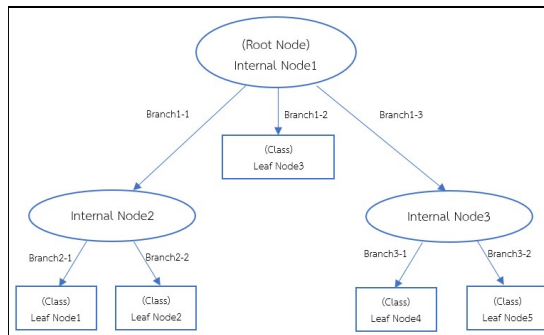
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี

2.1.1 เหมืองข้อมูล (Data Mining) หรือ การค้นหาคำความรู้ในฐานข้อมูล (Knowledge Discovery in Database: KDD) เป็นเทคนิคเพื่อค้นหาลักษณะ (Pattern) จากข้อมูลจำนวนมาก โดยอัตโนมัติจัดเป็นขบวนการของการดึงเอาความรู้หรือออกมาจากข้อมูลขนาดใหญ่ โดยใช้ข้อมูลจากสถิติ การเรียนรู้ของเครื่อง และการรู้จำแบบ หรือในอีกนิยามหนึ่ง การทำเหมืองข้อมูล คือ กระบวนการที่กระทำกับข้อมูลจำนวนมาก เพื่อค้นหาลักษณะ แนวทาง และความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้น โดยอาศัยหลักสถิติ การรู้จำ การเรียนรู้ของเครื่องและหลักคณิตศาสตร์ [11]

2.1.2 ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เป็นการเรียนรู้แบบมีผู้สอน โดยมีโครงสร้างที่สามารถจำแนกข้อมูลจำนวนมากให้กลายเป็นกลุ่มที่มีขนาดเล็กลง โดยใช้กฎพื้นฐานในการตัดสินใจหรือนำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ในรูปแบบโครงสร้างต้นไม้ ซึ่งในแต่ละโหนดแสดงถึงคุณลักษณะ (Attribute) แต่ละกิ่งแสดงเงื่อนไขในการทดสอบ

และ โหนดปลายสุด (Leaf Node) แสดงคุณลักษณะเป้าหมาย (Class) ที่กำหนดไว้ [12] ดังรูปที่ 1.



รูปที่ 1. องค์ประกอบของต้นไม้ตัดสินใจ

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 แบบจำลองการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออก โดย Jiraroj Tosasukul [6] ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล โดยนำข้อมูลผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในเขตพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 2 จังหวัดพิษณุโลก และข้อมูลสภาพอากาศรายเดือนจากสถานีกรมอุตุวิทยาวิทยาภาคเหนือ 5 จังหวัด ได้แก่ ตาก สุโขทัย อุตรดิตถ์ พิษณุโลก และเพชรบูรณ์ มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล 4 วิธี ได้แก่ วิธีต้นไม้ตัดสินใจ วิธีแบบเบย์ วิธีโครงข่ายประสาท และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ผลการวิจัยพบว่า วิธีต้นไม้ตัดสินใจเป็นเทคนิคในการสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์การระบาดของโรคไข้เลือดออกที่เหมาะสมที่สุด โดยให้ค่าความแม่นยำและค่าประสิทธิภาพโดยรวมสูงที่สุดเท่ากับ 69.83% และ 75.4% ตามลำดับ

2.2.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูลความเสี่ยงการเป็นโรคไตด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลโดย Akkarapon Phikul Sri and Nipapom Chanamarn [13] ได้ นำเทคนิคของเหมืองข้อมูลแบบการจำแนกประเภทข้อมูลมาประยุกต์ใช้ในการทำนายความเสี่ยงการเป็นโรคไต พร้อมทั้งเปรียบเทียบประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้อัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมที่สุด โดยใช้อัลกอริทึม 3 เทคนิค คือ โครงข่ายประสาทเทียม ต้นไม้ตัดสินใจ และการเรียนรู้แบบเบย์ ชุดข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดข้อมูลระยะเริ่มต้นของโรคไตเรื้อรัง จากฐานข้อมูล UCI Machine Learning มีจำนวนข้อมูล 400 ชุดข้อมูล ปัจจัยสำหรับการวิเคราะห์ 24 ปัจจัย และ

เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองด้วยวิธี 10-Fold Cross Validation โดยเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ใช้ Scikit-Learn Library ของภาษา Python ผลการวิจัยพบว่า การจำแนกประเภทข้อมูลโดยใช้แบบจำลองจากเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ มีประสิทธิภาพเหมาะสมที่สุด ที่ค่าความถูกต้อง 98.47% ค่าความแม่นยำ 98.33% ค่าความระลึกลับ 99.16% และค่าความถ่วงดุล 98.73% และให้กฎการตัดสินใจ จำนวน 5 กฎ ที่การวินิจฉัยโรคเบื้องต้นเกี่ยวกับความเสี่ยงการเกิดโรคไตได้

2.2.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคเหมืองข้อมูลสำหรับพยากรณ์การเกิดโรค โดย Ukrit Srisuk and Jaree Thongkam [14] มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเทคนิคเหมืองข้อมูลในข้อมูลที่หลากหลาย โดยใช้ข้อมูลผู้ป่วยโรคมะเร็งเต้านม ผู้ป่วยโรคเบาหวาน และผู้ป่วยโรคไฮเปอร์ไทรอยด์ โดยข้อมูลทั้งหมดถูกรวบรวมมาจากฐานข้อมูล UCI จำนวนทั้งหมด 3 ชุดข้อมูล ในงานวิจัยได้นำเทคนิค Machine Learning มาใช้กับการทำเหมืองข้อมูล 5 เทคนิค ได้แก่ Decision Tree C4.5, Naïve Bayes, Neural Networks, Random Forest, Deep Learning มาทำการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์การเกิดโรค โรคมะเร็งเต้านม โรคเบาหวาน และโรคไฮโปไทรอยด์ ในการวัดประสิทธิภาพ 10-fold cross validation ได้ถูกนำมาใช้ในการแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่มฝึกสอน และกลุ่มทดสอบ ค่าความถูกต้อง ค่าความไว และค่าจำเพาะ ได้ถูกนำมาใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ของแต่ละแบบจำลอง จากการทดลองพบว่า เทคนิค Decision Tree C4.5 เป็นเทคนิคที่ดีที่สุดในการสร้างแบบจำลองในการพยากรณ์โรคไฮโปไทรอยด์ โดยให้ค่าความถูกต้อง 99.86% ค่าความไว 99.85% และค่าจำเพาะ 100%

2.2.4 การพัฒนาระบบสารสนเทศประเมินความเสี่ยงการเกิดโรคมือเท้าปากในเขตพื้นที่บริการสุขภาพที่ 3 จังหวัดนครสวรรค์ โดย Danuwat Isaranontakul and Patthamaman Isaranontakul [15] โดยระบบสามารถใช้งานผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ ทั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วยเทคนิคการออกแบบหน้าเว็บไซต์แบบ Responsive พร้อมทั้งใช้วงจรการพัฒนาเว็บมาเป็นต้นแบบในการพัฒนา การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่จะให้ข้อเสนอในเก็บความต้องการของระบบสารสนเทศและใช้งานระบบสารสนเทศเป็นบุคลากรประจำศูนย์เด็กเล็ก จำนวน 286 แห่งภายในเขตพื้นที่บริการสุขภาพที่ 3 จังหวัดนครสวรรค์ ผลการทดลองพบว่าระบบสารสนเทศ

สามารถประเมินความเสี่ยงการเกิดโรคและบันทึกข้อมูลการเกิดโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบสารสนเทศอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ที่ค่าเฉลี่ย 4.07

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้นนำมาเปรียบเทียบผลลัพธ์ได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. ตารางเปรียบเทียบเทคนิค และผลการทดลอง

บทความ	เทคนิค	ผลการทดลอง (ร้อยละ)
[6]	ต้นไม้ตัดสินใจ	69.83
[13]	ต้นไม้ตัดสินใจ	98.47
[14]	ต้นไม้ตัดสินใจ	99.86

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจมาใช้ในการพยากรณ์ความเสี่ยงการเกิดโรคไข้เลือดออก

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การพัฒนาระบบ

การวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะตามวัตถุประสงค์การวิจัย ได้แก่

3.1.1 ระยะที่ 1 ศึกษาและวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองการจำแนกประเภทแบบต้นไม้ตัดสินใจ

3.1.1.1 ทำความเข้าใจกับปัญหา (Business Understanding) โรคไข้เลือดออกเป็นโรคที่มีการแพร่ระบาดโดยมียุงลายเป็นพาหะนำโรค โรคไข้เลือดออกเกิดจากการติดเชื้อไวรัสเดงกี (Dengue Virus) อยู่ใน family Flaviviridae อาการของโรคจะคล้ายคลึงกับโรคไข้หวัด เช่น มีไข้สูง ปวดศีรษะ ปวดเมื่อย กล้ามเนื้อ เบื่ออาหาร เป็นต้น จังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2562 มีอัตราป่วยและอัตราตายด้วยโรคไข้เลือดออกมากที่สุดของภาคใต้และมากเป็นอันดับ 2 ของประเทศไทย

3.1.1.2 การทำความเข้าใจกับข้อมูล (Data Understanding) ชุดข้อมูลที่ใช้ในกลุ่มตัวอย่างคือสถิติผู้ป่วยที่ป่วยเป็นโรคไข้เลือดออก ในเขตพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา โดยนำข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ.2558 - พ.ศ.2563 เป็นเวลา 5 ปี จำนวน 1,440 แถว โดยข้อมูลประกอบด้วย อำเภอ จำนวนผู้ป่วย อัตราการเกิดโรคต่อประชากร 100,000 คน ช่วงเดือนที่ประชากรเกิดโรค

3.1.1.3 การเตรียมข้อมูล (Data Preparation) การจัดเตรียมและคัดเลือกแอททริบิวต์ที่มีความสำคัญต่อการนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการพยากรณ์ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) การคัดเลือกแอททริบิวต์ที่เกี่ยวข้อง ทำการตัดแอททริบิวต์ที่ไม่ส่งผลต่อคำตอบ และคัดเลือกเฉพาะแอททริบิวต์ที่ส่งผลต่อการทำนายความเสี่ยงในการเกิดโรค ไข้เลือดออกในช่วงเดือนต่าง ๆ ได้แก่ อัตราการเกิดโรค พื้นที่ ช่วงอายุ เดือน และโอกาสในการเกิดโรค ไข้เลือดออก

2) ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล โดยขั้นตอนที่ 1 ทำการแปลงอายุของผู้ป่วยเป็นช่วง ๆ ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 ช่วง ได้แก่ ช่วงที่ 1 อายุ 5-9 ปี มีค่าความเสี่ยงมากที่สุด ช่วงที่ 2 อายุ 0-4 ปี มีค่าความเสี่ยงรองลงมา ช่วงที่ 3 อายุ 10-14 ปี มีค่าความเสี่ยงรองลงมา ช่วงที่ 4 อายุ 15 ปีขึ้นไป มีค่าความเสี่ยงน้อยที่สุด โดยพิจารณาจากสถิติจำนวนผู้ป่วยในจังหวัดนครราชสีมา ขั้นตอนที่ 2 ทำการแปลงในแอททริบิวต์อัตราการเกิดโรค โดยเปลี่ยนจากค่าตัวเลขของผู้ป่วยที่เกิดโรค ไข้เลือดออกในช่วงเดือนนั้น ๆ ให้เป็นระดับ ค่า และ สูง ซึ่งวัดจากค่ามัธยฐานของจำนวนผู้ป่วย 5 ปีหลังสุดมาเป็นเกณฑ์ หากจำนวนผู้ป่วยในเดือนนั้น สูงกว่าค่ามัธยฐาน ให้ระบุเป็นค่า สูง เป็นต้น และขั้นตอนที่ 3 ทำการแปลงในแอททริบิวต์ผลลัพธ์ ซึ่งเป็นแอททริบิวต์ที่เป็น label ของโมเดล โดยที่ค่าความเสี่ยงทุกแอททริบิวต์รวมกันแล้วมากกว่าครึ่ง ไปเป็นค่า yes และหากค่าความเสี่ยงทุกแอททริบิวต์รวมกันแล้วน้อยกว่าครึ่ง ไปเป็นค่า no

3.1.1.4 การสร้างโมเดล (Modeling) ขั้นตอนนี้เป็นกรการสร้างโมเดลด้วยเทคนิค Decision Tree และใช้โปรแกรม Weka ในการสร้างโมเดลการทำนาย โดยใช้วิธีการแบ่งข้อมูลเพื่อทดสอบประสิทธิภาพโมเดล โดยใช้วิธีการแบ่งค่าข้อมูล k=10 กลุ่ม

3.1.1.5 การประเมินผล (Evaluation) จากการทำการหาค่าการสร้างโมเดลการพยากรณ์ ความเสี่ยงในการเกิดโรค ไข้เลือดออกในช่วงเดือนต่าง ๆ ตามเทคนิคการจำแนกประเภทแบบต้นไม้ตัดสินใจ ด้วยการหาความถูกต้อง (Accuracy) ของโมเดลที่มากที่สุด ดังสมการ

$$AC = \frac{\sum_{i=1}^n P_{ii}}{N}$$

โดยที่ P_{ii} คือ จำนวนข้อมูลเมื่อผลการทำนายและป้ายกำกับมีค่าเท่ากัน

n คือ จำนวนคลาส

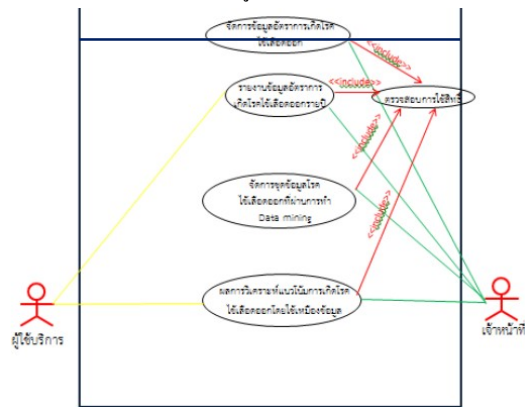
N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบ

3.1.1.6 การนำไปใช้งาน (Deployment) นำโมเดลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการสร้างระบบพยากรณ์ความเสี่ยงการเกิดโรค

ใช้เลือดออก เพื่อเป็นแนวทางการป้องกันการแพร่ระบาดของ แพทย์และผู้ป่วยต่อไป

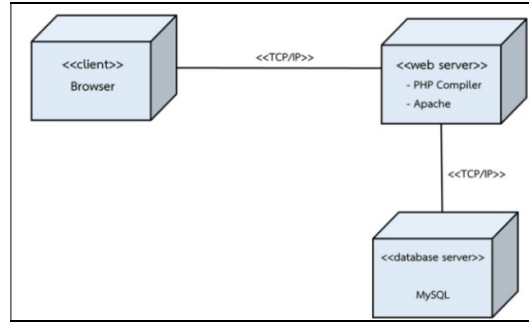
3.1.2 ระยะที่ 2 พัฒนาระบบพยากรณ์ความเสี่ยงการเกิดโรค ใช้เลือดออก แบ่งขั้นตอนการทำงาน มี 4 ระยะ (Phases) ตาม กระบวนการ Unified Process [16] ดังนี้

3.1.2.1 ระยะเริ่มต้น (Inception Phase) ในระยะเริ่มต้นของการ ดำเนินงานผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาในการแพร่ระบาดของโรค ใช้เลือดออกในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ยังไม่มีระบบใน การช่วยพยากรณ์ความเสี่ยงของการเกิดโรคใช้เลือดออกที่มี ประสิทธิภาพ จากการศึกษาปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัย ได้กำหนด ขอบเขตของระบบให้ชัดเจน โดยประกอบด้วยระบบงานหลัก และระบบงานย่อย ซึ่งในระยะ เริ่มต้นนำเสนอเป็น Use Case Model โดยใช้ Use Case Diagram เพื่ออธิบายการทำงาน ระบบงานหลักและใช้ Sequence Diagram เพื่ออธิบายการ ทำงานของระบบงานย่อย ดังรูปที่ 2.



รูปที่ 2. Use Case Diagram

3.1.2.2 ระยะเพิ่มเติมรายละเอียด (Elaboration Phase) การ ดำเนินงานผู้วิจัยทำความเข้าใจ ถึงปัญหาของระบบงานว่า ระบบมีการทำงานอย่างไร ไม่ว่าจะเป็นการทำงาน ของ ระบบงานหลัก และระบบงานย่อย ซึ่งขั้นตอนการทำงาน ใน ระยะเพิ่มเติมรายละเอียดนำเสนอรายละเอียดของระบบด้วย Analysis Model โดยการทำให้ Use Case Analysis เพื่อวิเคราะห์ หาคาสและหาความสัมพันธ์ของคลาสระดับความคิด (Analysis Class) แล้วนำรายละเอียดที่ได้นำเสนอเป็น Design Model โดยใช้ Class Diagram ในการออกแบบระบบ และ นำเสนอสถาปัตยกรรมของระบบ ด้วย Deployment Model โดยใช้ Deployment Diagram ดังรูปที่ 3.



รูปที่ 3. Deployment Diagram

3.1.2.3 ระยะการสร้าง (Construction Phase) การดำเนินงาน ผู้วิจัยพัฒนาส่วนที่เป็นองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ถูกออกแบบไว้ใน ระยะที่นำมาพร้อมทั้งทดสอบตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้และ จัดการทรัพยากรต่างๆ ในระยะการสร้งนำเสนอเป็น Implementation Model โดยใช้ Component Diagram เพื่อ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคอมโพเนนต์ต่าง ๆ ภายในระบบ พยากรณ์ความเสี่ยงการเกิดโรคใช้เลือดออก และทำการทดลอง ในรูปแบบ Test Model ตามขั้นตอน

3.1.2.4 ระยะการเปลี่ยนผ่าน (Transition Phase) เมื่อ ผู้วิจัยพัฒนาระบบเรียบร้อยแล้วจะส่งมอบระบบให้กับเจ้าหน้าที่ ผู้รับผิดชอบจัดการข้อมูลการเกิดโรคใช้เลือดออก และให้ คำแนะนำในการใช้งานระบบพยากรณ์ความเสี่ยงการเกิดโรค ใช้เลือดออก ซึ่งจะติดตั้งระบบและพร้อมสำหรับการ ปฏิบัติงานจริง และมีการจัดทำเอกสารระบบ คู่มือการใช้งาน และหาความพึงพอใจในการใช้งานระบบ

3.1.3 ระยะที่ 3 ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ โดยผู้ใช้ ระบบ โดยการรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างการใช้งานระบบ พยากรณ์ความเสี่ยงการเกิดโรคใช้เลือดออก จำนวน 30 คน โดยผู้ใช้แบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ กำหนดค่าน้ำหนักตามวิธีของลิเคิร์ต [17]

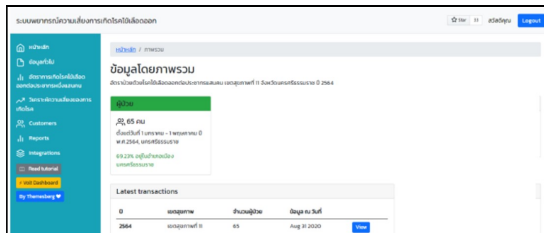
4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาและวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองการ จำแนกประเภทแบบต้นไม้ตัดสินใจ

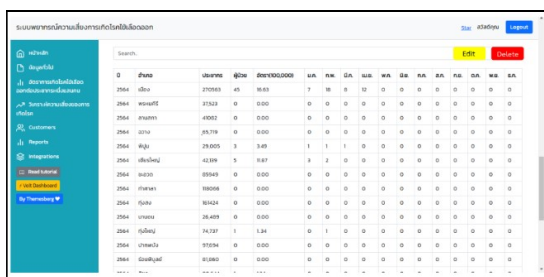
จากการทำกระบวนการสร้างโมเดลการพยากรณ์ความเสี่ยงใน การเกิดโรคใช้เลือดออกตามแบบจำลองการจำแนกประเภท แบบต้นไม้ตัดสินใจ โมเดลสามารถพยากรณ์ความเสี่ยงในการ เกิดโรคใช้เลือดออก โดยมีค่าความถูกต้องของข้อมูลอยู่ที่ 83.5% ซึ่งเป็นค่าที่เชื่อถือได้

4.2 ผลการพัฒนากระบวนการความเสี่ยงการเกิดโรคใช้เลือดออก

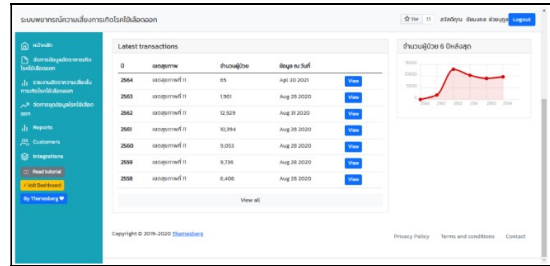
จากการพัฒนาระบบพยากรณ์ความเสี่ยงการเกิดโรคใช้เลือดออก ได้การดำเนินการวิจัยโดยใช้วิธีการพัฒนาระบบเชิงวัตถุ โดยเลือกใช้กระบวนการ Unified Process และนำ UML (Unified Modeling Language) มาใช้ประกอบการนำเสนอ ระบบประกอบด้วยโมดูลจำนวน 5 โมดูล ได้แก่ ตรวจสอบสิทธิ์การใช้งาน จัดการข้อมูล อัตราการเกิดโรคใช้เลือดออก รายงานข้อมูลอัตราการเกิดโรคใช้เลือดออก จัดการชุดข้อมูลโรคใช้เลือดออกที่ผ่านการทำเหมืองข้อมูล และพยากรณ์ความเสี่ยงในการเกิดโรคใช้เลือดออก ดังรูปที่ 4 หน้าหลักของระบบพยากรณ์ความเสี่ยงการเกิดโรคใช้เลือดออกสำหรับการใช้งานระบบ รูปที่ 5 หน้าจัดการข้อมูลข้อมูลอัตราการเกิดโรคใช้เลือดออก รูปที่ 6 หน้ารายงานผลอัตราการเกิดโรคใช้เลือดออก และรูปที่ 7 หน้าพยากรณ์ความเสี่ยงในการเกิดโรคใช้เลือดออก



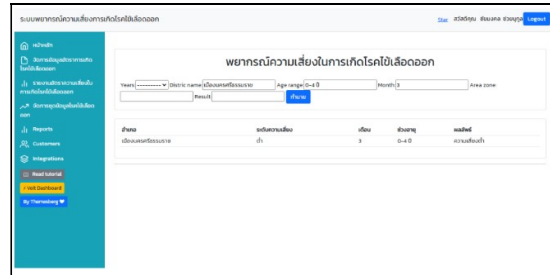
รูปที่ 4. หน้าหลักของระบบพยากรณ์ความเสี่ยงการเกิดโรคใช้เลือดออก



รูปที่ 5. หน้าจัดการข้อมูลข้อมูลอัตราการเกิดโรคใช้เลือดออก



รูปที่ 6. หน้ารายงานผลอัตราการเกิดโรคใช้เลือดออก



รูปที่ 7. หน้าพยากรณ์ความเสี่ยงในการเกิดโรคใช้เลือดออก

4.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้ระบบพยากรณ์ความเสี่ยงการเกิดโรคใช้เลือดออก

ผลศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบพยากรณ์ความเสี่ยงในการเกิดโรคใช้เลือดออก พบว่า ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.06$) ดังแสดงรายละเอียดตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อการใช้งานระบบ

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมิน		
	\bar{x}	S.D.	แปลผล
1. ความเหมาะสมของเมนูใช้งาน	4.06	0.56	มาก
2. ภาษาที่ใช้ในระบบตรงประเด็นและสื่อความหมายชัดเจน	3.84	0.72	มาก
3. ขนาดตัวอักษร และรูปแบบตัวอักษรอ่านง่าย	4.74	0.44	มากที่สุด
4. สามารถตอบสนองความต้องการได้	3.81	0.59	มาก
5. การเข้าถึงระบบง่าย และรวดเร็ว	4.10	0.73	มาก
6. ความถูกต้องในการประมวลผล	3.90	0.59	มาก
7. ความถูกต้องในการนำเข้า	3.84	0.77	มาก

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมิน		
	\bar{x}	S.D.	แปลผล
8. ความถูกต้องครบถ้วนของระบบสารสนเทศ	4.10	0.78	มาก
9. ความเหมาะสมของการใช้คำ สี อักษรในสารสนเทศ	4.00	0.80	มาก
10. ความสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์ความเสี่ยง	4.19	0.64	มาก
โดยรวม	4.06	0.11	มาก

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้ระบบพยากรณ์ความเสี่ยงการเกิดโรคไข้เลือดออก โดยรวมพบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (\bar{x} = 4.06) พิจารณารายด้านพบว่า ด้านขนาดตัวอักษร และรูปแบบตัวอักษรอ่านง่ายมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{x} = 4.74) ด้านความสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์ความเสี่ยง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (\bar{x} = 4.19) และด้านความถูกต้องครบถ้วนของระบบสารสนเทศมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (\bar{x} = 4.10) ตามลำดับ

5. บทสรุปและการอภิปราย

จากการทำกระบวนการสร้างโมเดลการทำนายความเสี่ยงในการเกิดโรคไข้เลือดออกในช่วงเดือนต่าง ๆ ตามเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ทำให้สามารถทำนายความเสี่ยงในการเกิดโรคไข้เลือดออกในช่วงเดือนต่าง ๆ ได้ ซึ่งค่าความถูกต้องของข้อมูล อยู่ที่ 83.5% ซึ่งเป็นค่าที่เชื่อถือได้ สอดคล้องกับ Akkarapon Phikul Sri and Nipaporn Chanamarn [13] และ Ukrit Srisuk and Jaree Thongkam [14]

ระบบพยากรณ์ความเสี่ยงในการเกิดโรคไข้เลือดออกเป็นระบบพัฒนาขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกในการให้บริการการทำนายความเสี่ยงและให้ความรู้เกี่ยวกับการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออก สอดคล้องกับงานวิจัยของ Danuwat Isaranontakul and Patthamanan Isaranontakul ที่ได้พัฒนาระบบสารสนเทศประเมินความเสี่ยงการเกิดโรคมือเท้าปากในเขตพื้นที่บริการสุขภาพที่ 3 จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งผลการทดลองพบว่าระบบสารสนเทศสามารถประเมินความเสี่ยงการ

เกิดโรคและบันทึกข้อมูลการเกิดโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ [15]

จากการศึกษาประสิทธิภาพของระบบพยากรณ์ความเสี่ยงในการเกิดโรคไข้เลือดออก ผลการประเมินความพึงพอใจในของผู้ใช้ระบบอยู่ในระดับมาก (\bar{x} = 4.06) สอดคล้องกับงานวิจัยของ อนุวัศ อิศรานนท์กุล และปัทมพันธ์ อิศรานนท์กุล ที่ได้พัฒนาระบบสารสนเทศประเมินความเสี่ยงการเกิดโรคมือเท้าปากในเขตพื้นที่บริการสุขภาพที่ 3 จังหวัดนครสวรรค์ ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบสารสนเทศอยู่ในระดับพึงพอใจมาก (\bar{x} = 4.07) [15]

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครศรีธรรมราช

เอกสารอ้างอิง

- [1] W. H. Wang, A. N. Urbina, M. R. Chang, W. Assavalapsakul, P. L. Lu, Y. H. Chen and S. F. Wang, "Dengue hemorrhagic fever—a systemic literature review of current perspectives on pathogenesis, prevention and control," *Journal of Microbiology Immunology and Infection*, 53, 963-978, 2020.
- [2] K. Liu, X. Hou, Z. Ren, R. Lowe, Y. Wang, R. Li, X. Liu, J. Sun, L. Lu, X. Song and H. Wu, "Climate factors and the east Asian summer monsoon may drive large outbreaks of dengue in China," *Environmental Research*, 183, 109-190, 2020.
- [3] Department of Disease Control, *Dengue fever situation in 2019, Bangkok*. Bangkok: Division of Insect-Borne Infectious Diseases, 2020.
- [4] Nakhon Si Thammarat Provincial Public Health Office, *Summary of the disease situation from epidemiological surveillance, Issue 1, January 2020*. Nakhon Si Thammarat: Nakhon Si Thammarat Provincial Public Health Office, 2020.
- [5] K. ChUNET, W. Chankong and T. Thammakun, "Factors Affecting the Performance of Problem-Solving Dengue Haemorrhagic Fever of Personnel Sub-district Health

- Promoting Hospital in Redundant Epidemic Areas, Nakhon Si Thammarat Province,” *Thai Journal of Public Health and Health Sciences*, 5(1), 93-106, 2022.
- [6] J. Tosasukul, “A Prediction Modelling for Dengue Fever Outbreaks Using Data Mining Techniques,” *PKRU SciTech Journal*, 5(2), 51-60, 2022.
- [7] P. K. Swaraj and G. Kiruthiga, “Design and analysis on medical image classification for dengue detection using artificial neural network classifier,” *ICTACT Journal on Image and Video Processing (IJIVP)*, 11, 2407-2412, 2021
- [8] N. A. Salim, Y. B. Wah, C. Reeves, M. Smith, W. F. W. Yaacob, R. N. Mudin, R. Dapari, N. N. F. F. Sapri and U. Haque, “Prediction of dengue outbreak in Selangor Malaysia using machine learning techniques,” *Scientific Reports*, 11, 1-9, 2021.
- [9] H. Somwanshi and P. Ganjewar, “Real-time dengue prediction using naive Bayes predictor in the IoT,” In *2018 International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)*. India, 725 – 728, 2018.
- [10] D. Sarma, S. Hossain, T. Mitra, M. A. Bhuiya, I. Saha and R. Chakma, “Dengue prediction using machine learning algorithms,” In *2020 IEEE 8th R10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC)*, Malaysia, 1 – 6, 2020.
- [11] S. Sinsomboonthong, *Data Mining*. Bangkok: Chamchuree Products, 2015.
- [12] F. Gorunescu, *Data Mining Concepts, Models and Techniques*. Romania: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011.
- [13] A. Phikulsri and N. Chanamarn, “Efficiency Comparison of Classification Methods for Kidney Disease with Data Mining Techniques,” *Journal of Science Engineering and Technology*, 3(1), 1-17, 2023.
- [14] U. Srisuk and J. Thongkam, “The efficiency comparison of data mining techniques for patient incidence,” *Journal of Science and Technology Mahasarakham University*, 40(2), 157-163, 2021.
- [15] D. Isaranontakul and P. Isaranontakul, “Development of Hand, Foot and Mouse Disease Risk Assessment Information System in the 3rdHealth Service Area, Nakhon Sawan,” *Science and Technology Nakhon Sawan Rajabhat University Journal*, 9(10), 45-54, 2017.
- [16] T. Prakobphol and S. Wongsirikul, *Model Development for Object Oriented Programming with UML 2.0*. Bangkok: Success Media, 2015.
- [17] J. W. Best, *Research in Education*, 3rd ed., Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice Hall, Inc.



ขั้นตอนวิธีการบีบอัดข้อความภาษาไทยโดยอาศัยรูปแบบการสร้างคำ Thai Text Compression Algorithm Employing Word-Formation Creation

ประหยัด เลวัน และ ชาวลิต ขันคำ*

*Prayat Le-wan and Chouvalit Khancome**

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

Department of Computer Science, Faculty of Science, Ramkhamhaeng University

Received: December 8, 2023; Revised: December 31, 2023; Accepted: June 28, 2024; Published: June 30, 2024

ABSTRACT – The compression of text without data loss is a fundamental aspect of computer science, crucial for minimizing the storage space required for large datasets. This principle has been continuously developed and has consistently attracted the interest of researchers. This research article presents a highly efficient design for a new text compression method specifically tailored for compressing Thai language text. The procedural mechanism involves the creation of a new dictionary-like structure termed the "Pre-Processing Section" based on the patterns of word formation in the Thai language. This structure is utilized for referencing terms during compression and decompression processes. The data compression is executed by storing information in a binary file using the newly developed Word-Formation Thai Text Compression Algorithm (WFTTCA). The compression process following this newly developed method can achieve compression rates in theoretical terms, represented by ASCII-TIS620 encoding, ranging from 37.50% to 79.17%, with a maximum average of 63.75%. For Unicode encoding, compression rates range from 68.75% to 89.58%, with a maximum average of 81.88%. In the case of UTF-8 encoding, compression rates range from 79.17% to 93.06%, with a maximum average of 87.92%. These compression rates correspond to a range of 3.51 to 10.50 times the original data size. The experimental results from the development of the program based on the new method, using actual Thai language data randomly sampled from 1Kb-100Kb and imported from news websites, reveal that the program is capable of compressing data encoded with ASCII-TIS620 by percentages ranging from 78.09% to 84.55%. For Unicode encoding, the compression rates range from 81.50% to 86.62%. Similarly, for UTF-8 encoding, the compression rates range from 88.09% to 91.11%. When comparing the compression efficiency achieved with popular current compression software, it is found that the program developed from the new method can achieve significantly higher compression rates, both in terms of percentage compression and compression ratios.

KEYWORDS: Text Compression, Bit-Level Compression, Dictionary Base Compression, Thai Vowel Patterns, Thai Word Formation

บทคัดย่อ -- การบีบอัดข้อความแบบไม่มีการสูญเสียข้อมูลเป็นหลักทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่จำเป็นอย่างยิ่งต่อการลดขนาดพื้นที่จัดเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ให้เหลือน้อยที่สุด หลักการนี้ถูกพัฒนาต่อเนื่องมายาวนาน ทั้งยังอยู่ในความสนใจของนักวิจัยเสมอมา บทความวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบขั้นตอนวิธีการบีบอัดข้อมูลใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูง สำหรับใช้บีบอัดข้อความภาษาไทย กลไกขั้นตอนวิธีคือการสร้างแบบพจนานุกรมแบบใหม่เรียกว่าส่วนเตรียมการประมวลผล (Pre-Processing) โดยอาศัยรูปแบบการสร้างคำศัพท์ของภาษาไทย เพื่อใช้อ้างอิงคำศัพท์ระหว่างการบีบอัดและคลายบีบอัดข้อมูล ดำเนินการบีบอัดจัดเก็บข้อมูลในแฟ้มแบบบิตด้วยขั้นตอนวิธีที่พัฒนาขึ้น (Word-Formation Thai Text Compression

*Corresponding Author: chouvalit.k@rumail.ru.ac.th

Algorithm (WFTTCA)) กระบวนการบีบอัดตามขั้นตอนวิธีที่พัฒนาขึ้นใหม่นี้ สามารถบีบอัดข้อมูลในเชิงทฤษฎีที่แทนด้วยรหัสแอสกี-ทีโอเอส 620 ได้ถึงร้อยละ 37.50-79.17 ที่ค่าเฉลี่ยมากที่สุดถึง 63.75 รหัสยูนีโค้ด ร้อยละ 68.75-89.58 ที่ค่าเฉลี่ยมากที่สุด 81.88 และรหัสยูทีเอฟ-8 ร้อยละ 79.17-93.06 ที่ค่าเฉลี่ยมากที่สุด 87.92 ด้วยอัตราการบีบอัดอยู่ระหว่าง 3.51-10.5 เท่าของข้อมูลต้นฉบับ ผลทดลองจากการพัฒนาโปรแกรมตามขั้นตอนวิธีที่ออกแบบใหม่ ใช้บีบอัดข้อมูลภาษาไทยขนาด 1 ถึง 100 กิโลไบต์ ที่มาจากการสุ่มและนำเข้าข้อมูลจริงจากข่าวในเว็บไซต์ พบว่า โปรแกรมที่นำเสนอสามารถบีบอัดข้อมูล รหัสแอสกี-ทีโอเอส 620 ได้ร้อยละ 78.09-84.55 รหัสยูนีโค้ดบีบอัดได้ร้อยละ 81.05-86.62 และรหัสยูทีเอฟ-8 บีบอัดได้ร้อยละ 88.09-91.11 และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบีบอัดที่ได้กับซอฟต์แวร์บีบอัดข้อมูลที่มีใช้ในปัจจุบัน พบว่า โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจากขั้นตอนวิธีใหม่สามารถบีบอัดได้สูงมากอย่างมีนัยสำคัญทั้งร้อยละการบีบอัดและอัตราการบีบอัด

คำสำคัญ: การบีบอัดข้อความ การบีบอัดระดับบิต การบีบอัดด้วยพจนานุกรม รูปแบบสระภาษาไทย รูปแบบการสร้างคำภาษาไทย

1. บทนำ

การบีบอัดข้อความ (Text Compression) เป็นหลักการทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer Science) สำหรับออกแบบกลไกการจัดเก็บข้อมูลขนาดใหญ่โดยใช้เนื้อที่จัดเก็บให้น้อยที่สุด แม้ว่าหลักการนี้จะมีการศึกษาต่อเนื่องมาเป็นเวลานาน แต่ในปัจจุบันก็ยังเป็นปัญหาที่ได้รับความสนใจจากนักวิจัยเสมอ โดยเฉพาะแนวคิดการแก้ปัญหาจะแสวงหาขั้นตอนวิธีการบีบอัดข้อความ (Text Compression Algorithm) ที่พยายามบีบอัดข้อความต้นฉบับให้ได้มากที่สุด เพื่อใช้เนื้อที่จัดเก็บน้อยที่สุด กระบวนการหลักของแต่ละขั้นตอนวิธีดังกล่าว จะอ่านข้อมูลแล้วใช้กลไกในการบีบอัดก่อนเก็บไว้ในแหล่งจัดเก็บข้อมูล จากนั้นจะออกแบบส่วนการคลายข้อมูลที่บีบอัดไว้ให้กลับคืนสู่ข้อความต้นฉบับอีกครั้ง โดยไม่ยอมให้มีการสูญเสียข้อความต้นฉบับ (Lossless Text Compression) ซึ่งจะได้ข้อความเช่นเดียวกับข้อความต้นฉบับทุกประการ

พิจารณาหลักการบีบอัดของขั้นตอนวิธีต่างๆ พบว่าหลักการบีบอัดที่ได้รับความนิยมคือ การบีบอัดข้อมูลในระดับบิต (Bit Level) และการบีบอัดโดยอาศัยพจนานุกรม (Dictionary) ที่อาศัยพจนานุกรมเป็นสิ่งอ้างอิงสำหรับการบีบอัดและคลายการบีบอัดข้อความ งานวิจัยที่น่าสนใจในรูปแบบนี้แสดงใน [1, 2, 3, 4] เป็นต้น เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพการบีบอัดข้อมูลแบบไม่ยอมให้มีการสูญเสีย พบว่า การบีบอัดโดยพจนานุกรมจะมีประสิทธิภาพสูงบีบอัดข้อมูลในระดับบิตแต่ในขณะเดียวกับการบีบอัดระดับบิตก็ยังเป็นสิ่งที่น่าสนใจ

และเป็นความท้าทายสำหรับนักวิจัยอยู่เสมอ ซึ่งเป็นงานวิจัยสร้างขั้นตอนวิธีการบีบอัดข้อมูลภาษาไทย พบว่ายังมีการออกแบบและศึกษาค้นคว้ามีน้อย พบเพียงการศึกษาเปรียบเทียบแสดงไว้ใน [5, 6, 7] เท่านั้น

จากงานวิจัยการออกแบบขั้นตอนวิธีบีบอัดภาษาไทยล่าสุด คณะผู้วิจัยนำเสนองานวิจัย [8] ได้ออกแบบขั้นตอนวิธีการบีบอัดข้อมูลภาษาไทย โดยให้ความสนใจกับการบีบอัดทั้งสองกระบวนการ คือ การบีบอัดข้อมูลในระดับบิตและการบีบอัดโดยอาศัยพจนานุกรม โดยใช้รูปแบบของการประสมคำไทยตามรูปแบบสระ (Vowel Patterns) กับอักษร (Alphabet) ใช้จัดเก็บรูปแบบสระที่จะนำมาประสมคำนั้นไว้ในพจนานุกรมแบบพิเศษที่สร้างขึ้นใหม่ สำหรับใช้อ้างอิงการบีบอัดข้อมูลในรูปแบบพจนานุกรม จัดเก็บในเนื้อที่สำรอง (Temporary Space) โดยแทนแต่ละคำศัพท์ในระดับบิต ซึ่งทำให้อัตราการบีบอัดข้อมูลภาษาไทยทำได้อย่างมีประสิทธิภาพและใช้เนื้อที่จัดเก็บน้อยกว่าขั้นตอนวิธีเดิมที่เคยนำเสนอมาในอดีต เนื้อที่สำหรับจัดเก็บพจนานุกรมน้อยกว่าการจัดเก็บโดยใช้พจนานุกรมแบบปกติ รวมถึงยังรองรับการเป็นพลวัตของพจนานุกรมได้อีกด้วย

เมื่อพิจารณารายละเอียดในงานล่าสุดของคณะผู้วิจัย ยังมีข้อดีอยู่หลายประการ เช่น สามารถจัดการบีบอัดค่าได้ตามรูปแบบของสระเท่านั้น ซึ่งไม่สามารถตอบสนองต่อการประสมคำแบบซับซ้อนที่ประกอบด้วย รูปแบบ พยัญชนะ สระวรรณยุกต์ ตัวสะกด ตัวการันต์ รวมถึงผลการทดลองที่ได้นำเสนอไว้ในงานวิจัยดังกล่าวยังมีได้นำเสนอการทดลองด้วย

การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เปรียบเทียบผลการทดลอง ขั้นตอนวิธีที่นำเสนอกับซอฟต์แวร์บีบอัดที่นิยมใช้งานในปัจจุบัน

ดังนั้น งานวิจัยใหม่ได้ออกแบบขั้นตอนวิธีบีบอัดด้วย พจนานุกรมและจัดเก็บในระดับบิต โดยอาศัยแนวคิดที่มีประสิทธิภาพในงานล่าสุดของคณะผู้วิจัยเป็นฐานการออกแบบเบื้องต้น โดยขั้นตอนวิธีใหม่ที่น่าสนใจในบทความวิจัยนี้ สามารถบีบอัดข้อมูลภาษาไทยตามรูปแบบการประสมคำไทย จนครบทุกส่วนที่งานวิจัยก่อนหน้านี้ไม่สามารถดำเนินการได้ รวมทั้งได้พัฒนาขั้นตอนวิธีสำหรับเตรียมและคัดแยกข้อความภาษาไทย (Pre-processing) และสร้างพจนานุกรมรูปแบบคำ (Formation Dictionary (FD)) โดยสามารถอ่านข้อความจากแฟ้ม หรือป้อนด้วยมือได้อีกด้วย รวมถึงได้นำเสนอผลการทดลองที่มีประสิทธิภาพทั้งทางทฤษฎีและการใช้งานจริงที่เปรียบเทียบกับซอฟต์แวร์บีบอัดข้อมูลที่นิยมใช้งานกันในปัจจุบันอีกด้วย

ลำดับการนำเสนอเนื้อหาครั้งนี้ หัวข้อที่ 2 แสดงงานวิจัยและ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง หัวข้อที่ 3 คือ นิยามพื้นฐานสำหรับการ ออกแบบขั้นตอนวิธี หัวข้อที่ 4 แสดงแนวคิด ลำดับ ตัวอย่าง และขั้นตอนเตรียมพจนานุกรม และขั้นตอนวิธีการบีบอัด ข้อความ หัวข้อที่ 5 นำเสนอขั้นตอนวิธีคลายการบีบอัดข้อความ หัวข้อที่ 6 แสดงผลการทดลองที่ใช้ข้อมูลหลากหลายรูปแบบ หัวข้อที่ 7 อภิปรายผลการทดลอง และส่วนที่ 8 เป็นสรุป ผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

2. งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ขั้นตอนวิธีการบีบอัดข้อความ

การบีบอัดข้อความ (Text Compression) คือ หลักการพื้นฐานที่สำคัญยิ่งในวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer Science) นำไป แก้ปัญหาจัดเก็บข้อมูลขนาดใหญ่โดยใช้เนื้อที่จัดเก็บให้น้อย ที่สุด ประเภทของการบีบอัดข้อความตามที่ระบุไว้ใน [9] สามารถแบ่งออกเป็น 1) การบีบอัดแบบสูญเสียข้อความ ดันฉบับ (Lossy Text Compression) ที่อนุญาตให้สูญเสียเมื่อมีการบีบอัดและคลายการบีบอัด ข้อความดันฉบับอาจมีการ สูญเสียบางส่วนได้ และ 2) การบีบอัดแบบไม่สูญเสียข้อความ ดันฉบับ (Lossless Text Compression) การบีบอัดแบบนี้จะไม่ อนุญาตให้มีการสูญเสียข้อความดันฉบับไป จะได้ข้อความ ดันฉบับดั้งเดิมเมื่อคลายการบีบอัด ขั้นตอนวิธีบีบอัดข้อมูล มาตรฐานที่มีชื่อเสียง และถือเป็นต้นแบบสำหรับศึกษาวิจัยการ

บีบอัดคือ Huffman, Ziv-Lempel และ Factor ซึ่งแสดง รายละเอียดอยู่ใน [10] ตัวอย่างขั้นตอนวิธีที่ใช้แนวทาง มาตรฐานนี้ แสดงไว้ [11, 12, 13] เป็นต้น

ขั้นตอนวิธีบีบอัดที่รู้จักกันดี (Huffman, Ziv-Lempel และ Factor) ถูกนำมาใช้เป็นขั้นตอนวิธีหลัก ขั้นตอนวิธีบีบอัดทำให้ พื้นที่จัดเก็บข้อมูลนั้นน้อยที่สุดถึงร้อยละ 0.09 และสูงสุกร้อย ละ 73.74 สำหรับ 30 International Journal of Computer (IJC) (2014) Volume 15, No 1, หน้า 29-41 เป็นขั้นตอนวิธีที่ใช้คำหลัก ซึ่งเป็นตัวแทนของแหล่งข้อมูล โดยวิเคราะห์คำหลักใน แหล่งข้อมูลและแสดงรหัสใน โครงสร้างที่เหมาะสม

หลักการพื้นฐานของคำหลักคือ การบีบอัดตามพจนานุกรม คำหลักเหล่านี้ ถูกเก็บไว้ในพจนานุกรมมีการแสดงขั้นตอนวิธี มากมายดังนี้ รูปแบบการบีบอัดข้อความตามพจนานุกรมสอง ระดับ แสดงสองระดับเพื่อจัดเก็บข้อมูล ทำให้ข้อความดันฉบับ สามารถลดพื้นที่บันทึกได้ประมาณร้อยละ 75 อย่างไรก็ตาม ขั้นตอนวิธีแบบละเอียดใช้ gzip และ bzip สำหรับการบีบอัด ในขณะที่วกันอัตราส่วนการบีบอัดคือ 2.01 บิตต่ออักขระซึ่งเป็น ขั้นตอนวิธีการบีบอัดข้อความแบบไม่สูญเสียข้อมูลที่รวดเร็ว ขั้นตอนวิธีนี้ใช้แผนผังการค้นหาแบบไครภาคเพื่อเร่งความเร็ว การเข้ารหัสทรานส์ฟอร์ม การปรับปรุงประสิทธิภาพการบีบอัด เพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 13 เมื่อเทียบกับ bzip2-9, มากกว่าร้อยละ 19 เทียบกับ gzip-9 และมากกว่าร้อยละ 10 เทียบกับ PPM ใน รายละเอียดของขั้นตอนวิธีที่ใช้ PPM, Huffman ในพจนานุกรม ข้อมูล การบีบอัดโดยใช้ข้อความที่เข้ารหัส คือ การกำหนดการ เข้ารหัสหรือลายเซ็น

ขั้นตอนวิธี [14, 15, 16, 17] และ [5, 6, 7, 18] เป็นขั้นตอน วิธีระดับบิตที่เป็นทางเลือก ส่วนขั้นตอนวิธีที่ประสิทธิภาพต่ำ [5] ใช้ฟังก์ชันนูลินเพื่อแทนชุดของกลุ่มค่าในระดับบิตซึ่งถือว่าเป็นเงื่อนไขขั้นต่ำ ขั้นตอนวิธีนี้สามารถประหยัดพื้นที่ได้ มากกว่าร้อยละ 10 มีการแสดงขั้นตอนวิธีที่มีประสิทธิภาพ มากกว่าใน [6] ซึ่งสามารถช่วยลดพื้นที่จัดเก็บสูงสุดถึงร้อยละ 20 ขั้นตอนวิธีที่กล่าวมานี้ใช้การบีบอัดแฟ้มมัลติมีเดีย ข้อมูล ขนาดใหญ่กว่านี้ สามารถเก็บถาวรได้ใน [15] ขั้นตอนวิธีที่ เหนือกว่า เช่น [12] สามารถประหยัดพื้นที่ได้สูงสุดประมาณ ร้อยละ 80-97 ซึ่งขั้นตอนวิธีดังกล่าวใช้เทคนิคที่เรียกว่า ACW(n) (Adaptive Character Word-length) หลักการนี้ แปลง ข้อมูลดันฉบับลงในลำดับไบนารี โดยใช้รูปแบบผ่านอักขระ ต่อไบนารีซึ่งใช้รหัสแอสกี (ASCII) จากนั้นแบ่งลำดับออกเป็น

ความยาว n บิตซึ่งใช้ $d \leq 256$ โดยที่ d คือ ขนาดของตัวอักษร หลังจากนั้น วิธีการนี้จะค้นหาตัวแปรที่เหมาะสมที่สุดของ n ($n=9$ และ $n=10$) ในขั้นตอนวิธี [15] เรียกว่า ขั้นตอนวิธีขั้นสูงของวิธีที่ใช้เทคนิค ACW(n) โขลูชันนี้ เรียกว่า ACW(n,s) ได้เพิ่มเทคนิคใหม่โดยใช้บิตที่ตามมาซึ่งเรียกว่า ค่า s เมื่อใช้ค่า n เท่ากับ 14 พื้นที่ถูกบันทึกจะลดลงประมาณร้อยละ 80-97 แต่บางกรณีมีประสิทธิภาพต่ำ เช่น พื้นที่บันทึกลดลงประมาณร้อยละ 2 หรือร้อยละ 50% เป็นต้น

สำหรับงานวิจัยการบีบอัดข้อความในประเทศไทยที่กล่าวถึงขั้นตอนวิธีบีบอัดข้อมูลที่รู้จักกันดี เกล็ดสิทธิ์ พงมารและจรี ทองคำ [19] ได้เปรียบเทียบขั้นตอนวิธีบีบอัดข้อมูลแบบไม่สูญเสียบนเว็บแอปพลิเคชันจำนวน 5 ตัวได้แก่ Huffman Coding, Deflate, BZip2, LZMA และ LZ4 เพื่อลดขนาดข้อมูลให้เล็กลงก่อนส่งซึ่งจะทำให้การส่งข้อมูลผ่านเว็บแอปพลิเคชันมีความเร็วเพิ่มขึ้นโดยทดสอบกับข้อมูล 3 กลุ่มคือ เพิ่มเอกสารเพิ่มรูปภาพและเพิ่มมัลติมีเดีย ผลการทดลองพบว่าขั้นตอนวิธี LZ4 มีประสิทธิภาพเชิงเวลาสูงที่สุด ที่อัตราความเร็วเฉลี่ย 7.6865 วินาที ชนาภา ศิลาวงษ์และธนภัทร์ อนุศาสน์อมรกุล [20] เปรียบเทียบวิธีบีบอัดและคลายบีบอัดข้อมูลแบบไม่สูญเสียที่เหมาะสมสำหรับแต่ละประเภทข้อมูล จำนวน 4 วิธีได้แก่ Huffman, LZ77, LZW และ Deflate พบว่า Deflate มีประสิทธิภาพโดยรวมดีที่สุด บรรพต ดลวิทยากุล [21] ศึกษาการบีบอัดเอกสารเอชทีเอ็มแอล (HTML) บนฝั่งเซิร์ฟเวอร์ด้วยการบีบอัดแบบฮัฟฟ์แมน (Huffman) และแซนนอน-ฟาโน (Shanon-Fano) เทียบกับขั้นตอน จีซีป (GZIP) พบว่า ฮัฟฟ์แมนมีอัตราส่วนและเวลาบีบอัดเอกสารน้อยกว่า เมื่อใช้กับเอกสารเอชทีเอ็มแอลที่ขนาดเพิ่มแตกต่างกัน

2.2 การสร้างคำภาษาไทย

รูปแบบการสร้างคำภาษาไทยอธิบายว่า คำ คือ พยางค์ที่มีความหมาย โดยเริ่มจากคำ 1 พยางค์ เช่น พ่อ แม่ ที่ น่อง ลุง ป้าน้ำ อา เป็นต้น โดยแบ่งการสร้างคำภาษาไทยออกดังนี้

พยางค์เปิด คือ คำที่ไม่มีตัวสะกด มี 3 ส่วน คือ พยัญชนะต้น สระ และวรรณยุกต์

พยางค์ปิด คือ คำที่มีตัวสะกด มี 4 ส่วน คือ พยัญชนะต้น สระ วรรณยุกต์ และตัวสะกด

ตัวการ์นต์ คือ พยางค์ที่ไม่ออกเสียงจะนับเป็นส่วนประสมพิเศษในพยางค์นั้น

ตัวอย่างพยางค์ที่มีส่วนประกอบเสียงแบบต่างๆ ใน [22] แสดงตัวอย่างดังนี้

ส่วนประสม 3 ส่วน (พยัญชนะต้น + สระ + วรรณยุกต์) เช่น งาม้า ลา ไก่

ส่วนประสม 4 ส่วน (พยัญชนะต้น + สระ + วรรณยุกต์ + ตัวสะกด) เช่น มด ขุน หุง ข้าว

ส่วนประสม 4 ส่วนพิเศษ (พยัญชนะต้น + สระ + วรรณยุกต์ + ตัวการ์นต์) เช่น เล่ห์ เสน่ห์

ส่วนประสม 5 ส่วน (พยัญชนะต้น + สระ + วรรณยุกต์ + ตัวสะกด + ตัวการ์นต์) เช่น จันทร์ เทสน์ ทุกข์ เป็นต้น

ดังที่กล่าวไปแล้ว งานวิจัยของคณะวิจัยยังไม่สามารถจัดการบีบอัดรูปแบบภาษาไทยตามรูปแบบใน [22] ได้ครอบคลุมทุกแบบ ดังนั้น งานวิจัยนี้ จึงออกแบบขั้นตอนวิธีการบีบอัดข้อความภาษาไทยได้ครบตามรูปแบบการสร้างคำดังกล่าว ทั้งยังคงประสิทธิภาพที่ดีของการบีบอัดในงานวิจัยเดิมเอาไว้ได้อีกด้วย

3. นิยามพื้นฐานสำหรับการออกแบบขั้นตอนวิธี

เนื้อหาส่วนนี้ นำเสนอนิยาม คำสำคัญ พร้อมทั้งอธิบายตัวอย่างประกอบเพื่อความเข้าใจและใช้ออกแบบขั้นตอน วิธีการบีบอัดและการคลายบีบอัดต่อไป

นิยามที่ 1 กำหนดให้ D เป็นเอกสารเดี่ยวบรรจุข้อความภาษาไทยที่ประกอบคำศัพท์ภาษาไทย $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ เขียนแทนด้วย $D = \{ w_1, w_2, w_3, \dots, w_n \}$

ตัวอย่างที่ 1 แสดงตัวอย่างเอกสารเดี่ยว D ที่บรรจุคำศัพท์ข้อความภาษาไทย หากข้อความภาษาไทยเป้าหมายที่จะบีบอัดคือ “เอ วาม ทอง โโก” ดังนั้นตามนิยามที่ 1 สามารถเขียนแทนด้วย $D = \{ \text{เอ, วาม, ทอง, โโก} \}$ ซึ่งความหมายตามนิยามหมายถึง $w_1 = \text{เอ}, w_2 = \text{วาม}, w_3 = \text{ทอง}$ และ $w_4 = \text{โก}$

นิยามที่ 2 ถ้ามีเอกสารเดี่ยวหลายรายการ $D_1, D_2, D_3, \dots, D_m$ โดยที่ $D_1 = \{ w_1, w_2, w_3, \dots, w_{n1} \}, D_2 = \{ w_1, w_2, w_3, \dots, w_{n2} \}, D_3 = \{ w_1, w_2, w_3, \dots, w_{n3} \}, \dots, D_m = \{ w_1, w_2, w_3, \dots, w_{nm} \}$ เรียกว่า เอกสารหลายฉบับ (Multi Documents) เขียนแทนด้วย MD

ตัวอย่างที่ 2 แสดงตัวอย่างเอกสารเดี่ยวหลายรายการ ดังที่กล่าวถึงในนิยามที่ 2 จำนวน 5 เอกสาร โดยที่ MD ประกอบด้วยเอกสารเดี่ยว D1, D2, D3, D4 และ D5 ดังนี้

- D1= { เอก วาม ทอง โโก } (file 1)
- D2= { ทอง โโก เอื้อ อ่า } (file 2)
- D3= { อ่า รี้ เอก วาม } (file 3)
- D4= { เอื้อ โโก นคร ทอง } (file 4)
- D5= { วาม ทอง โโก เอก } (file 5)
- D6= { มาตรการ สักดิ์ การณ์ กาญจน์ } (file 6)
- D7= { เล่ห์ เสน่ห์ จันทร์ เทศน์ ทุกข์ } (file 7)

ดังนั้น ในความหมายของตัวอย่างที่ 2 เอกสารหลายฉบับดังกล่าว คือ MD ตามนิยามที่ 2

นิยามที่ 3 กำหนดให้ TD (Temporary Dictionary) คือพจนานุกรมชั่วคราว สำหรับใช้จัดเก็บคำภาษาไทยทั้งหมดที่บรรจุใน MD ก่อนการวิเคราะห์รูปแบบคำ (Word Formation) ตัวอย่างที่ 3 เมื่อวิเคราะห์คำที่มีใน MD ตัวอย่างที่ 2 จะได้ TD ดังรูปที่ 1 ที่มีรูปแบบคำที่ประกอบด้วยคำกริยา ประโยชน์+สระ+วรรณยุกต์+ตัวสะกด+การันต์

เอื้อ อ่า รี้ เอก วาม ทอง โโก นคร
มาตรการ สักดิ์ การณ์ กาญจน์
เล่ห์ เสน่ห์ จันทร์ เทศน์ ทุกข์

รูปที่ 1. แสดงตัวอย่าง TD จาก MD ในตัวอย่างที่ 2

นิยามที่ 4 กำหนดให้รูปแบบคำภาษาไทยเป็น F0, F1, F2, ..., Fn โดยที่แต่ละ Fx คือ รูปแบบของการประสมคำในภาษาไทยที่ไม่ซ้ำแบบกัน เรียกรูปแบบ ดังกล่าวนี้ว่า FD ซึ่งก็คือพจนานุกรมรูปแบบคำ (Formation Dictionary)

ตัวอย่างที่ 4 จาก TD ในตัวอย่างที่ 2 สามารถวิเคราะห์และแทนรูปแบบคำแต่ละคำ Fx แล้วจัดเก็บใน FD ได้ดังรูปที่ 2

F0:เอ, F1:เ, F2:อ, F3:อ, F4:าม, F5:อง, F6:เ, F7:คร, F8:คร, F9:กค
F10:ารณ์, F11:าญจน์, F12:เ, F13:น, F14:น, F15:ล, F16:กข

รูปที่ 2. แสดงตัวอย่าง FD ของตัวอย่างที่ 2

นิยามที่ 5 รายการอักษร (Alphabet Lists) ของภาษาไทยจาก ก, ข, ช, ค, ...ห, อ, ฮ เขียนแทนด้วย AL

ตัวอย่างที่ 5 แสดงตาราง AL ของอักษรภาษาไทยดังรูปที่ 3

1	2	3	4	5	...	43	44
ก	ข	ช	ค	ค	...	อ	ฮ

รูปที่ 3. แสดงตัวอย่าง AL ตารางอักษรภาษาไทย

นิยามที่ 6 เมื่อนำรูปแบบคำ Fx ในนิยาม 4 มาเขียนรวมกับหมายเลขของอักษรในตาราง AL ดังในนิยาม 5 ให้เป็นรูปแบบ Fx+AL แล้วเรียกรูปดังกล่าวนี้ว่า RN (Representing Number) การแทนคำศัพท์ด้วยชุดตัวเลข

ตัวอย่างที่ 6 พิจารณา RN ของคำว่า “เสน่ห์” เมื่อแปลงให้อยู่ในรูปแบบ Fx+AL จะได้ F13+AL จะได้ ซึ่ง F13 นำมาจากพจนานุกรมรูปแบบคำ FD นำมารวมกับหมายเลขตัวอักษรจากตารางรายการอักษร AL ทำให้ได้ผลลัพธ์ของ RN เพื่อจัดเตรียมสู่การบีบอัดหรือคลายบีบอัดข้อความจะได้ RN= 13+40 สำหรับคำว่า “เสน่ห์” เป็นต้น

นิยามที่ 7 เมื่อมีรูปแบบ RN ดังนิยามที่ 6 แล้วสามารถแปลงให้อยู่ในรูปแบบบิต (Bit Form) ได้ เรียกรูปแบบของบิตดังกล่าวว่า DBF (Data Bit Form) แทนข้อความในรูปแบบบิต

ตัวอย่างที่ 7 แสดงค่าในรูปแบบของ DBF ต่อจาก RN ของคำว่า “เสน่ห์” ดังรูปที่ 4

เสน่ห์	รูปแบบคำ(Fx)	ตัวอักษร(AL)
Fx+AL	13	40
1340	บิต	ฮ
	1101	101000

รูปที่ 4. แสดงตัวอย่างการแปลงจาก RN สู่ DBF ดังนิยามที่ 7

นิยามที่ 8 เรียกแฟ้มที่ถูกบีบอัด (Compressed File) ว่า CF

นิยามที่ 9 เรียกพื้นที่ชั่วคราวระหว่างบีบอัดหรือคลายการบีบอัดข้อความว่า TM (Temporary Memory)

นิยามที่ 10 เรียกแฟ้มข้อมูลต้นฉบับ (Original File) ก่อนเรียกใช้ขั้นตอนวิธีการบีบอัดและหลังการเรียกใช้ขั้นตอนคลายบีบอัดว่า OF

นิยามที่ 11 เรียกเพิ่มข้อมูลภาษาไทยสำหรับเรียนรู้รูปแบบคำว่าข้อความภาษาไทยเพื่อการเรียนรู้รูปแบบการสร้างคำ แทนด้วยสัญลักษณ์ TTL (Thai Text for Learning)

4. ขั้นตอนวิธีการบีบอัด

4.1 ขั้นตอนวิธีการสร้างพจนานุกรมรูปแบบการสร้างคำ

เบื้องต้นก่อนการบีบอัดข้อมูลต้องสร้างพจนานุกรมรูปแบบคำตามนิยาม 4 (FD---Formation Dictionary) ซึ่งขั้นตอนนี้จะต้องดำเนินการก่อน (Pre-Processing) เพื่อใช้อ้างอิงและนำเข้าสู่ขั้นตอนวิธีการบีบอัดข้อมูลต่อไป

กำหนดให้ TTL คือ เพิ่มข้อความภาษาไทยสำหรับการเรียนรู้เพื่อจัดเก็บรูปแบบโดยมีคำไทยปรากฏอยู่ตั้งแต่ 1 ถึง q คำ กำหนดให้ Single-Text คือ ตัวแปรสำหรับการป้อนข้อมูลด้วยมือหรืออ่านจากเพิ่มข้อมูล ขั้นตอนวิธีการประมวลผลสำหรับสร้างรูปแบบเพื่อการอ้างอิงสำหรับการบีบอัด แสดงดัง Algorithm 1:Pre-Processing ต่อไปนี้

Algorithm 1: Pre-Processing

Input: Empty FD, TTL or Single-Text (Manual Input)

Output: FD

1. Input Thai Alphabets to AL //นำเข้าพยัญชนะไทย
2. Input Sing Thai Vowels to FD //นำเข้าสระภาษาไทย
3. Input Thai Tone Marks to FD //นำเข้าวรรณยุกต์ไทย
4. If input is Single-Text Then //ป้อนรูปแบบด้วยมือ
5. If Single-Text not exists in FD Then
6. Create a new Fx and Single-Text to Fx
7. Add Fx to FD
8. End If
9. Else
10. For i=1 to q Do //ป้อนด้วยไฟล์เรียนรู้รูปแบบ TTL
11. Scan the format of word in TTL at the word of i
12. If the format of word i not exists in FD Then
13. Create a new Fx and add for the format of word i to Fx
14. Add Fx to FD
15. End If
16. End For
17. Return FD

4.2 แนวคิดภาพรวมของขั้นตอนวิธีการบีบอัด

แนวคิดภาพรวมของขั้นตอนวิธี แสดงเป็นขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: อ่านเพิ่มข้อความภาษาไทย ตัดคำ วิเคราะห์คำหลัก และสร้างพจนานุกรมรูปแบบคำ FD

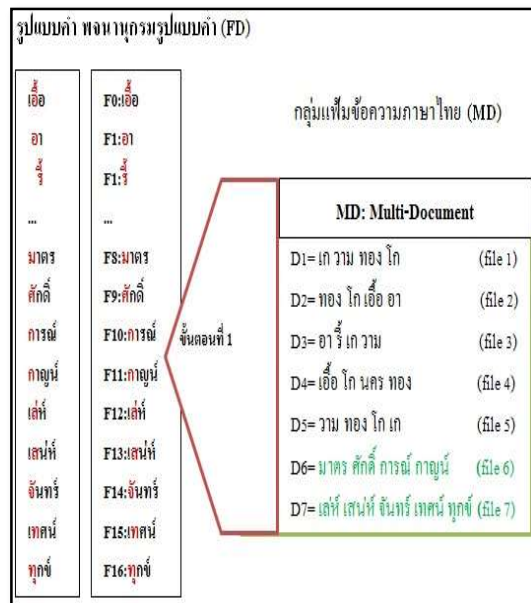
ขั้นตอนที่ 2: แทนคำศัพท์ภาษาไทยแต่ละคำตามรูปแบบสระ และรูปแบบคำด้วยตัวเลขในรูปแบบ RN

ขั้นตอนที่ 3: แปลง RN ไปเป็นรูปแบบบิตแทนข้อความ DBF

ขั้นตอนที่ 4: ใช้ขั้นตอนวิธีการบีบอัดข้อความภาษาไทยเพื่อบีบอัดด้วยพจนานุกรมที่มีอยู่แล้วเขียนแทนแต่ละคำในรูปแบบบิต ข้อมูลให้กับเพิ่มที่ถูกบีบอัด

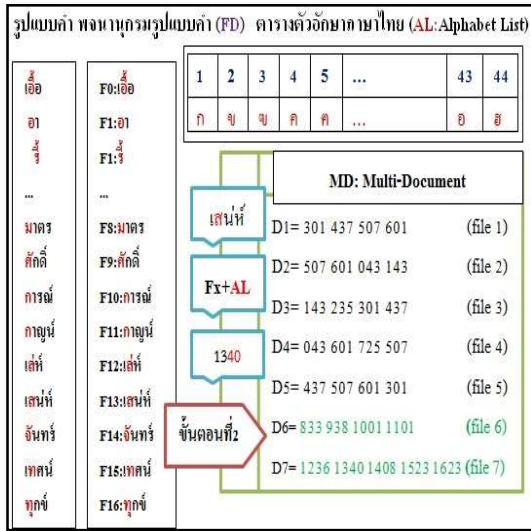
ลำดับแนวคิดของขั้นตอนวิธีบีบอัดข้อความ (Thai Text Compression Algorithm) ภาษาไทยทีละขั้น ดังภาพต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1: อ่านเพิ่มข้อความภาษาไทย ตัดคำ วิเคราะห์คำหลักและสร้างพจนานุกรมรูปแบบสระและคำ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5. แสดงขั้นตอนที่ 1 ตัดคำ วิเคราะห์คำหลักและสร้างพจนานุกรมรูปแบบคำ FD

ขั้นตอนที่ 2: แทนคำศัพท์ภาษาไทยแต่ละคำตามรูปแบบสระและคำด้วยตัวเลขลงใน RN เช่นรูปที่ 2 เช่น คำว่า “เสนห” แปลง $F_{13} + AL_{40}$ โดยที่ F_{13} นำมาจากพจนานุกรมรูปแบบคำ (FD) ส่วน AL ลำดับของตัวอักษรจากตารางลำดับอักษรภาษาไทย แสดงดังตัวอย่างในรูปที่ 6

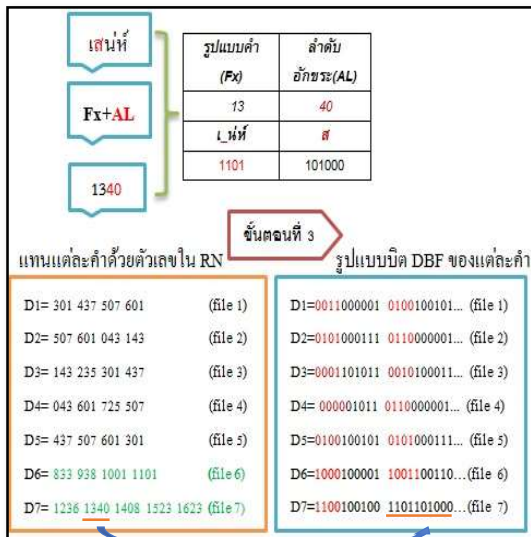


รูปที่ 6. ขั้นตอนที่ 2 แทนคำภาษาไทยตามรูปแบบคำด้วยลำดับตัวเลขแล้วเก็บลงใน RN

Algorithm 2: WFTTCA
Input: MD, FD, RN<sub>[n_m]
Output: CF</sub>

1. Initiate empty CF //CF: Compression File
2. For i=1 to n_m Do
3. For k=1 to s_m Do //FD: Formation Dictionary
4. If w_k not exists in FD Then
5. Add current keyword w_k to FD
6. End If
7. Add number of related w_k in FD into RN_{[i][s_j]}
8. End For
9. End For
10. Convert the RN to DBF
11. Convert DBF to CF
12. Write CF to storage

ขั้นตอนที่ 3: แปลง RN เป็นบิตรูปแบบ DBF เช่นรูปที่ 7



รูปที่ 7. ขั้นตอนที่ 3 แปลง RN ไปเป็นบิตรูปแบบ DBF

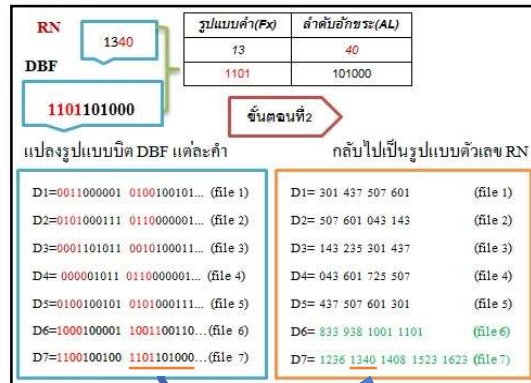
5. ขั้นตอนวิธีการคลายการบีบอัด

5.1 ภาพรวมของขั้นตอนวิธี

ขั้นตอนคลายการบีบอัดข้อความภาษาไทยนำเสนอ มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: อ่านเพิ่มข้อความภาษาไทยที่ถูกบีบอัดคือ CF

ขั้นตอนที่ 2: แปลงรูปแบบบิตข้อมูล DBF กลับเป็น RN ที่ละบล็อกในรูปแบบจำนวนเต็ม แสดงตัวอย่าง ดังรูปที่ 8



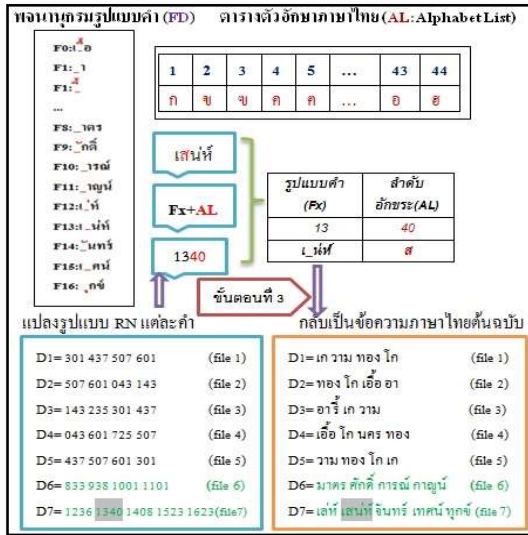
รูปที่ 8. แสดงการแปลงรูปแบบบิตข้อมูล DBF กลับไปเป็น RN

4.3 ขั้นตอนวิธีการบีบอัดข้อความภาษาไทย

กำหนดให้ n_m เป็นจำนวนของเพิ่มข้อความส่วน s_m เป็นจำนวนคำศัพท์ภาษาไทยทั้งหมดจากทุกเพิ่ม โดยที่ s_m ขึ้นอยู่กับขนาดของเอกสารแต่ละเพิ่ม ขั้นตอนวิธีการบีบอัดแสดงดัง Algorithm 2: Word-Formation Thai Text Compression Algorithm (WFTTCA) ต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 3: ทำการแปลง RN กลับไปเป็นคำต้นฉบับ โดยใช้พจนานุกรมรูปแบบคำ (FD) พร้อมตารางตัวอักษร (AL) ที่มี

แสดงการแปลง RN จากเลขจำนวนเต็ม “1340” กลับเป็นคำศัพท์ต้นฉบับของคำว่า “เสน่ห์” โดยใช้พจนานุกรมรูปแบบคำ (FD) และตารางตัวอักษรภาษาไทย (AL) แสดงดังรูปที่ 9



รูปที่ 9. แสดงการคลายบีบอัดกลับมาเป็นแฟ้มต้นฉบับ OF

ขั้นตอนที่ 4 : เขียนคำศัพท์ภาษาไทยแต่ละคำ w_i ลงในพื้นที่สำหรับคลายบีบอัดชั่วคราว (TM) เพื่อให้ได้แฟ้มต้นฉบับแล้วเขียนลง OF ต่อไป

5.2 ขั้นตอนวิธีคลายบีบอัดข้อความภาษาไทย

ลำดับการทำงานของขั้นตอนวิธี คือ เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการคลายบีบอัด พื้นที่ชั่วคราวจะถูกจอง เริ่มต้นด้วย TM จากนั้น ขั้นตอนวิธีจะอ่านบล็อกที่เกี่ยวข้องของ DBF ที่ละบล็อกและแปลงรูปแบบบิตกลับมาเป็นคำ ซึ่งจะถูกรวบรวมไว้ใน TM ถ้าบิตทั้งหมดถูกแปลง จากนั้นคำจะถูกจัดเก็บไว้ในที่เก็บข้อมูล (OF) นอกจากนี้ ให้ m_{max} เป็นความยาวสูงสุดในหน่วย s_m ขั้นตอนวิธีหลัก แสดง ดัง Algorithm 3: Word-Formation Thai Text Decompression Algorithm (WFTTDA)

Algorithm 3: WFTTDA

Input: CF, TD, m_{max} , n

Output: OF // OF: Output File

1. Initiate the space DBF with size $m_{max} * n$ (TM)
2. While CF not EOF Do
3. Read data from CF
4. Convert each data to RN form
5. Read record which corresponds RN of TD and get word from TD
6. Write that word to TM
7. End While
8. Write TM to OF

6. ผลการทดลอง

6.1 ผลการทดลองเชิงทฤษฎี

ผลการทดลองเชิงทฤษฎีด้วยแฟ้มข้อมูลที่ถูกรวบรวมขึ้นตัดคำมาแล้วพร้อมคู่คำที่มีรูปแบบสระหลากหลายเท่าเทียมกันเป็นคลังสำหรับทดสอบที่มุ่งเน้นไปที่เนื้อหาที่บันทึกในระบบคอมพิวเตอร์ไว้เป็นคำและรหัสแทนข้อมูลทั้ง ASCII-TIS620, Unicode และ UTF-8 โดยใช้สูตรการคำนวณ 1) ร้อยละพื้นที่ลดลงของแฟ้มที่ถูกรวบอัด และ 2) อัตราส่วนบีบอัด ()

■ % of Saved Space (per word) =

$$\frac{((Original\ Bits) - Required\ Bits) / Original\ Bits} * 100 \quad (1)$$

■ Compression Ratio = Original Bits / Required Bits (2)

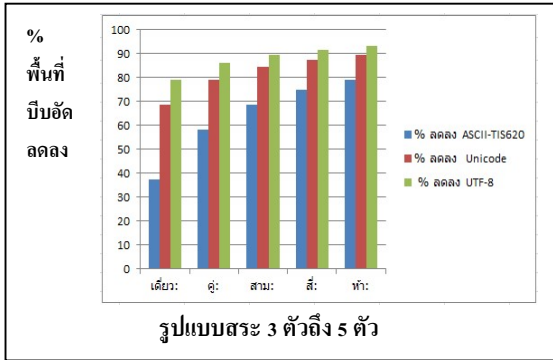
ดังแสดงในตารางที่ 1 แสดงขนาดพื้นที่ที่ใช้จัดเก็บข้อความภาษาไทยต้นฉบับ แต่ละรูปแบบสระ ตั้งแต่สระเดี่ยว สระคู่ สระ 3 ตัว สระ 4 ตัว และสระ 5 ตัว ต่อข้อความภาษาไทย 1 คำ โดยเปรียบเทียบเนื้อที่ต้นฉบับเมื่อจัดเก็บข้อความด้วยระบบรหัส ASCII-TIS620, Unicode และ UTF-8 โดยที่ พื้นที่จัดเก็บข้อมูลต้นฉบับของรหัส ASCII-TIS620 : 1) สระเดี่ยว ขนาด 2 ไบต์ 2) สระคู่ ขนาด 3 ไบต์ 3) สระสาม ขนาด 3 ไบต์ 4) สระสี่ ขนาด 4 ไบต์ และสระห้า ขนาด 5 ไบต์

ตารางที่ 1. เปรียบเทียบขนาดพื้นที่ที่ลดลงหลังบีบอัดต่อคำ

รูปแบบสระเดี่ยว สระคู่ สระ 3 ตัว สระ 4 ตัว และสระ 5 ตัว

รูปแบบสระ	พื้นที่หลังบีบอัด	พื้นที่จัดเก็บก่อนบีบอัด % พื้นที่ลดลงหลังบีบอัด					
		ASCII I (บิต)	% บีบอัด	Unicod e (บิต)	% บีบอัด	UTF -8 (บิต)	% บีบอัด
เดี่ยว:	10	16	37.5	32	68.75	48	79.17
สอง:	10	24	58.33	48	79.17	72	86.11
สาม:	10	32	68.75	64	84.38	96	89.58
สี่:	10	40	75.00	80	87.50	120	91.67
ห้า:	10	48	79.1	96	89.58	144	93.06
เฉลี่ย	10	32	63.75	64	81.87	96	87.91
					6		8

ส่วนรูปที่ 10 แสดงแผนภูมิรูปภาพเปรียบเทียบพื้นที่จัดเก็บที่ลดลงของแฟ้มบีบอัด (CF) จากระหัสแทนข้อความภาษาไทยที่ต่างกัน ประกอบด้วย ASCII-TIS620 (1 ไบต์) Unicode (2 ไบต์) และ UTF-8 (3 ไบต์) กับรูปแบบสระเดี่ยว ถึงสระจำนวนห้าตัว

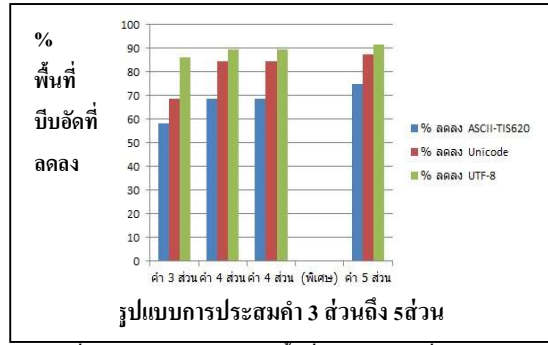


รูปที่ 10. เปรียบเทียบพื้นที่ที่ลดลงต่อคำ สระขนาด 1-5 อักขระ โดยรูปแบบคำที่มีสระขนาด 5 ตัว มีร้อยละการบีบอัดสูงที่สุด

ตารางที่ 2 แสดงขนาดพื้นที่ก่อนและหลังบีบอัดต่อคำ สำหรับการประสมคำแบบ 3 ส่วน 4 ส่วน 4 ส่วน (พิเศษ) และ 5 ส่วน

รูปแบบประสมคำ	พื้นที่หลังบีบอัด	พื้นที่จัดเก็บก่อนบีบอัด % พื้นที่ลดลงหลังบีบอัด					
		ASCII (บิต)	% บีบอัด	Unicode (บิต)	% บีบอัด	UTF-8 (บิต)	% บีบอัด
คำ 3 ส่วน	10	24	58.33	48	68.75	72	86.11
คำ 4 ส่วน	10	32	68.75	64	84.38	96	89.58
คำ 4 ส่วน (พิเศษ)	10	32	68.75	64	84.38	96	89.58
คำ 5 ส่วน	10	40	75.00	80	87.50	120	91.67
เฉลี่ย	10	32	67.78	64.00	81.25	96	89.24

ส่วนรูปที่ 11 แสดงแผนภูมิเปรียบเทียบพื้นที่จัดเก็บที่ลดลงของแฟ้มบีบอัดจากระหัสแทนข้อความภาษาไทยที่ต่างกัน ประกอบด้วย ASCII-TIS620 (1 ไบต์) Unicode (2 ไบต์) และ UTF-8 (3 ไบต์) ต่อคำ ทั้งตัวสะกดการันต์ ประสมคำ 3 ส่วน 4 ส่วน 4 ส่วน (พิเศษ) และ 5 ส่วน (พื้นที่จัดเก็บลดลงหน่วยบิต)



รูปที่ 11. กราฟเปรียบเทียบพื้นที่ที่ลดลงต่อคำ ที่มีรูปแบบตัวสะกดการันต์ ตามรูปแบบประสมคำ 3, 4, 4 (พิเศษ), 5 ส่วน

ตารางที่ 3. เปรียบประสิทธิภาพการบีบอัดแฟ้มข้อความภาษาไทยต้นฉบับขนาด 1 K-words (ทุกรูปแบบคำ) เปรียบเทียบรูปแบบรหัสแทนข้อความ (เฉพาะขั้นตอนวิธีที่นำเสนอ)

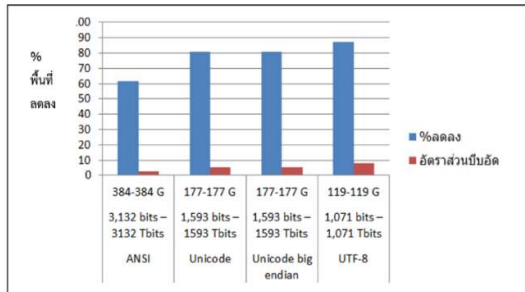
ระบบรหัส	ต้นฉบับ (ไบต์)	บีบอัด (ไบต์)	% บีบอัด	อัตราส่วนบีบอัด
ASCII-TIS620	4,099	1,280	71.55	3.51
Unicode	9,000	1,280	85.78	7.03
big endian	9,000	1,280	85.78	7.03
UTF-8	13,402	1,280	90.45	10.50

ตารางที่ 4 แสดงขนาดแฟ้มข้อความภาษาไทยต้นฉบับตั้งแต่ 1 KB – 1TB ของแต่ละรหัสแทนข้อมูลต่างกันทั้ง ASCII-TIS620 (1 ไบต์) Unicode (2 ไบต์) Unicode big endian (2 ไบต์) และ UTF-8 (3 ไบต์)

ตารางที่ 4. แสดงประสิทธิภาพการบีบอัดแฟ้มข้อความภาษาไทยที่มีขนาดตั้งแต่ 1 KB – 1TB

ระบบรหัส	ขนาดแฟ้มบีบอัด (บิต) (Tbits)	จำนวนคำ Giga-Word	% บีบอัด	อัตราส่วนบีบอัด
ASCII-TIS620	3,132 – 3132	384-384	61.77	2.62
Unicode	1,593 – 1593	177-177	80.55	5.14
big endian	1,593 – 1593	177-177	80.55	5.14
UTF-8	1,071 – 1,071	119-119	86.93	7.65

รูปที่ 12 แสดงแผนภูมิรูปภาพเปรียบเทียบร้อยละของเนื้อ
จัดเก็บที่ลดลงและอัตราบีบอัด (Compression Ratio) โคจรหัส
แทนข้อความภาษาไทยต่างกันทั้ง ASCII-TIS620 (1 ไบต์)
Unicode (2 ไบต์) Unicode big endian (2 ไบต์) และ UTF-8
(3 ไบต์) กับรูปแบบสระที่ละกัน (ตั้งแต่สระเดี่ยว – สระห้าตัว)



รูปที่ 12. เปรียบเทียบร้อยละเนื้อที่จัดเก็บลดลงและอัตราบีบอัด
เมื่อคณะรูปแบบสระตั้งแต่ 1-5 ตัว

6.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพกับโปรแกรมบีบอัดที่นิยม

คณะวิจัยได้พัฒนาโปรแกรมตามขั้นตอนวิธีที่นำเสนอด้วยภาษา
ไพธอน เพื่อเทียบประสิทธิภาพกับโปรแกรมบีบอัดข้อมูลที่นิยม
ใช้กันทั่วไป คือ 7-Zip, WinRAR และ WinZIP โดยเปรียบเทียบ
ทั้งในมุมมองขนาดแฟ้มและรหัสแทนข้อความ

1) โดยสุ่มข้อความภาษาไทยอินเทอร์เน็ต [23] เข้าสู่พจนานุกรม
ขนาด 1 กิโลไบต์ ถึง 100 กิโลไบต์ จากนั้นบีบอัดข้อมูลจาก
ขั้นตอนวิธีที่พัฒนาขึ้นเพื่อเปรียบเทียบ ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 5. แสดงประสิทธิภาพการบีบอัดแฟ้มข้อความภาษาไทย
ด้วยขั้นตอนวิธี WFTTC ขนาดแฟ้มตั้งแต่ 1KB ถึง 100KB แจง
ตามการเข้ารหัส

ระบบรหัส	ANSI-TIS620		Unicode		UTF-8	
	แฟ้มบีบอัด ต้นฉบับ (ไบต์)	%บีบ อัด	แฟ้มบีบอัด (ไบต์)	%บีบ อัด	แฟ้มบีบอัด (ไบต์)	%บีบ อัด
1 KB	199	80.57	141	86.62	121	88.18

2) เปรียบเทียบประสิทธิภาพการบีบอัดข่าวของวิธีการที่
นำเสนอเทียบกับซอฟต์แวร์บีบอัดข้อมูลที่นิยมใช้ทั่วไป ด้วย
การบีบอัดแฟ้มข้อความภาษาไทยขนาด 1 กิโลไบต์ ถึง 100 กิโลไบต์
ได้ผลการทดลองดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 6. เปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีที่นำเสนอเทียบกับซอฟต์แวร์
บีบอัดข้อมูลบีบอัดแฟ้มข้อความภาษาไทยขนาดแฟ้ม 1KB แยกตาม
รหัส

ระบบรหัส	ANSI-TIS620		Unicode		แบบ UTF-8	
	%บีบ อัด	อัตราส่วน บีบอัด	%บีบ อัด	อัตราส่วน บีบอัด	%บีบ อัด	อัตราส่วน บีบอัด
WFTTC	80.57	5.15	86.62	7.47	91.11	11.3
7-ZIP	76.56	4.27	77.25	4.39	77.25	4.53
WinRAR	81.64	5.45	83.01	5.89	82.42	5.69
WinZIP	73.83	3.82	74.32	3.89	74.02	3.85

ตารางที่ 7. เปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีที่นำเสนอเทียบกับซอฟต์แวร์
บีบอัดข้อมูล บีบอัดแฟ้มข้อความภาษาไทยขนาดแฟ้ม 10KB แยก
ตามรหัส

ระบบรหัส	ANSI-TIS620		Unicode		UTF-8	
	%บีบ อัด	อัตราส่วน บีบอัด	%บีบ อัด	อัตราส่วน บีบอัด	%บีบ อัด	อัตราส่วน บีบอัด
WFTTC	78.09	4.56	81.50	5.41	89.08	9.16
7-ZIP	63.68	2.75	75.80	4.13	78.81	4.72
WinRAR	63.79	2.76	74.14	3.86	78.08	4.56
WinZIP	63.38	2.73	72.88	3.68	77.61	4.46

ตารางที่ 8. เปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีที่นำเสนอเทียบกับซอฟต์แวร์
บีบอัดข้อมูล บีบอัดแฟ้มข้อความภาษาไทยขนาดแฟ้ม 100KB แยก
ตามรหัส

ระบบรหัส	ANSI-TIS620		Unicode		UTF-8	
	%บีบ อัด	อัตราส่วน บีบอัด	%บีบ อัด	อัตราส่วน บีบอัด	%บีบ อัด	อัตราส่วน บีบอัด
WFTTC	84.55	6.47	84.76	6.56	88.09	8.59
7-ZIP	71.66	3.53	83.92	6.22	85.97	7.13
WinRAR	70.39	3.38	82.29	5.64	84.96	6.65
WinZIP	63.38	2.73	81.30	5.35	84.59	6.48

7. อภิปรายผล

พิจารณาผลลัพธ์ทางทฤษฎี เมื่อกำหนดรูปแบบสระ 1-5 อักขระ เก็บด้วย ASCII-TIS620 บีบอัดได้ร้อยละ 37.50, 58.33, 68.75, 75.0 และ 79.17 ตามลำดับ Unicode บีบอัดได้ร้อยละ 68.75, 79.17, 84.37, 88.75 และ 89.58 ตามลำดับ สำหรับ UTF-8 บีบอัดได้ร้อยละ 79.17, 86.11, 89.58, 91.67 และ 93.06 อธิบายได้ว่า ขั้นตอนวิธีใหม่นี้สามารถทำงานได้ดี บีบอัดได้มากยิ่งขึ้นเมื่อขนาดรูปแบบสระมีจำนวนอักขระมากขึ้น

เมื่อพิจารณารูปแบบการประสมคำแบบ 3 ส่วน 4 ส่วน 4 ส่วน(พิเศษ) และ 5 ส่วน พบว่า เมื่อเก็บด้วย ASCII-TIS620 บีบอัดได้ร้อยละ 58.33, 68.75, 68.75, และ 75.0 ตามลำดับ Unicode บีบอัดได้ร้อยละ 68.75, 84.38, 84.38, และ 87.50 ตามลำดับ สำหรับ UTF-8 บีบอัดได้ร้อยละ 86.11, 89.58, 89.58 และ 91.67 อธิบายได้ว่า ขั้นตอนวิธีใหม่นี้สามารถทำงานได้ดี บีบอัดได้มากยิ่งขึ้นเมื่อรูปแบบการประสมคำมากขึ้น แต่น้อยกว่าการกำหนดรูปแบบสระเล็กน้อย

พิจารณาเชิงทฤษฎีของข้อความภาษาไทยขนาด 1 กิโลคำ (รูปแบบคำละกันและขนาดเพิ่มไม่เท่ากัน) จัดเก็บด้วยระบบรหัส ASCII-TIS620, Unicode, Unicode big endian, และ UTF-8 พบว่า ร้อยละของการบีบอัดสามารถทำได้ ตามลำดับดังนี้ 71.55, 85.78, 85.78, และ 90.45 ในขณะที่อัตราการบีบอัดสามารถทำได้ที่ 3.51, 7.03, 7.03, และ 10.50 ตามลำดับ อธิบายได้ว่า เมื่อกำหนดขนาดปริมาณของคำแทนรูปแบบสระและรูปแบบการประสมคำ ขั้นตอนวิธีใหม่นี้ยังสามารถทำงานได้ในอัตราการบีบอัดและร้อยละของการบีบอัดสามารถทำได้มากเช่น การกำหนดตามรูปแบบสระและการประสมคำอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน

เมื่อทดลองเขียนโปรแกรมเพื่อเทียบประสิทธิภาพกับโปรแกรมบีบอัดข้อมูลทีนิยมใช้กันทั่วไป โดยสุ่มเพิ่มขนาด 1 กิโลไบต์ ถึง 100 กิโลไบต์ แทนข้อมูลด้วย ASCII-TIS620 พบว่า วิธีการที่นำเสนอมีประสิทธิภาพสูง สามารถบีบอัดข่าวได้ตั้งแต่ร้อยละ 78.09 – 84.55 อัตราส่วนการบีบอัด 4.56 – 6.47 เท่า รหัส Unicode พบว่า วิธีการที่นำเสนอมีประสิทธิภาพสูง สามารถบีบอัดข่าวได้ตั้งแต่ร้อยละ 81.50 – 86.62 อัตราส่วนการบีบอัดได้ตั้งแต่ 5.41 - 7.47 เท่า และรหัส UTF-8 พบว่า วิธีการที่นำเสนอมีประสิทธิภาพสูง สามารถบีบอัดข่าวได้ตั้งแต่ร้อยละ 88.09 – 91.11 อัตราส่วนการบีบอัดสูงตั้งแต่ 8.59 - 11.30 เท่า

อธิบายได้ว่า การใช้งานขั้นตอนวิธีใหม่เมื่อนำไปใช้งานในสถานการณ์จริงสามารถบีบอัดได้สูงทั้งในเชิงทฤษฎีและโปรแกรมที่ใช้งานจริงอยู่อย่างมีนัยสำคัญทั้งร้อยละและอัตราการบีบอัด

8. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

บทความวิจัยนี้นำเสนอขั้นตอนวิธีใหม่สำหรับการบีบอัดข้อความภาษาไทยด้วยรูปแบบการประสมคำที่ครบทั้งพยัญชนะ สระ วรรณยุกต์ ตัวสะกด การันต์ โดยไม่อนุญาตให้มีการสูญเสียข้อมูลระหว่างการบีบอัดและคลายบีบอัด กลไกของขั้นตอนวิธีได้ออกแบบขั้นตอนวิธีส่วนเตรียมการประมวลผลเพื่อนำรูปแบบการสร้างคำของภาษาไทยเก็บไว้ในพจนานุกรมแบบใหม่โดยอาศัยรูปแบบการประสมคำครบถ้วนสมบูรณ์ตามรูปแบบคำที่มีในภาษาไทย จากนั้นใช้ขั้นตอนวิธีที่พัฒนาขึ้นมา (WFTTCA) เพื่ออ่านข้อมูลที่จะบีบอัดโดยอ้างอิงรูปแบบคำจากพจนานุกรม แล้วแทนรูปแบบการบีบอัดแต่ละเป็นบิตก่อนเขียนลงสู่แฟ้มที่ถูกบีบอัด และยังสามารถคลายข้อมูลด้วยขั้นตอนวิธีการคลายข้อมูล (WFTTDA) ที่พัฒนาขึ้นตามแนวทางนี้ได้แบบไม่มีการสูญเสียข้อมูลระหว่างการบีบอัด ผลการทดลองทางทฤษฎีและในเชิงเปรียบเทียบชี้ให้เห็นว่า ขั้นตอนวิธีที่พัฒนาขึ้นใหม่สามารถบีบอัดข้อมูลได้ด้วยประสิทธิภาพสูงมากอย่างมีนัยสำคัญ ตั้งแต่ร้อยละ 78.09 ถึง 91.11 ด้วยอัตราการบีบอัดมากที่สุดถึง 4.56 ถึง 11.30 เท่า แม้ทดสอบบีบอัดเพิ่มหลายขนาดตั้งแต่ 1 กิโลไบต์ถึง 100 กิโลไบต์ก็ยังคงมีประสิทธิภาพสูงทั้งในมุมมองของร้อยละการบีบอัดและอัตราส่วนการบีบอัด

ข้อเสนอแนะสำหรับพัฒนางานวิจัยต่อไป มีข้อควรพิจารณา คือเมื่อปริมาณข้อความมีขนาดมากขึ้นแนวโน้มของร้อยละการบีบอัดจะลดลงบ้าง ดังนั้นหากจะพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ควรศึกษาลักษณะของคำภาษาไทยที่มีรูปแบบแตกต่างกันในการบีบอัด เพื่อจะได้ทำให้ทราบถึงความเหมาะสมในการนำไปพัฒนาขั้นตอนวิธีให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกประการคือ น่าจะขยายแนวคิดและขีดความสามารถของขั้นตอนวิธีไปสู่การบีบอัดข้อมูลภาษาอื่นๆ ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] Z. Karim Zia, D. Fayzur Rahman, and C. Mofizur Rahman. Two-Level Dictionary-Based Text Compression Scheme . Proceedings of 11th International

- Conference on Computer and Information Technology (ICCIT 2008) 25-27 December, 2008, Khulna, Bangladesh, 13-18.
- [2] W. Wen-Yen and J. W. Mao-Jiun, "Two-dimensional object recognition through two-stage string matching," *Image Processing, IEEE Transactions on*, vol. 8, 978-981, 1999.
- [3] F. Amar Mukherjee. Data Compression Using Encrypted Text Robert. Proceedings of ADL '96, 1996, 130-138.
- [4] G. Hwee Ong and S. Ying Huang. A Data Compression Scheme for Chinese Text Files Using Huffman Coding and a Two-Level Dictionary. *INFORMATION SCIENCES* 84, 85 99 (1995) 85-99.
- [5] A. A. Sharieh. An enhancement of Huffman coding for the compression of multimedia file. *Transactions of Engineering Computing and Technology*, Vol. 3, No. 1, 2004, 303-305.
- [6] C. Khancome. Bit-level Text Compression Algorithm Using Position of Characters. 2010 2nd International Conference on Information and Multimedia Technology (ICIMT 2010). Vol. 1-242, 2010, 242-245.
- [7] C. Khancome. New Full Text Compression Algorithm Based on Position of Character. 2010 3rd International Conference on Computer and Electrical Engineering (ICCEE 2010). IEEE Conference, Vol. 5, 2010, 631-634.
- [8] ประหยัด เลวัน ชาวัดิต ชันคำ, "ขั้นตอนวิธีการบีบอัดข้อความภาษาไทยด้วยรูปแบบสระ" The 15th National Conference on Information Technology (NCIT2023), เชียงราย, ประเทศไทย, 2566, หน้า 50-55.
- [9] สัจฉกร วุฒิสัทกุลกิจ, สุวิทย์ นาคพิระยุทธ, ปิณฑิตร สุทธาโรจน์ และ สมภพ โขกชัยธรรม. เทคโนโลยีการบีบอัดข้อมูลเบื้องต้น, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพฯ, 2549.
- [10] M. Crochemore, and W. Rytter, (2023, March, 18). Text Algorithms. Available: <http://monge.univ-mlv.fr/~mac/REC/text-algorithms.pdf>.
- [11] A. Mofat, and R.Y.K. Isal. Word-based text compression using the burrows-wheeler transform. *Information Processing and Management*, Vol. 41, No. 5, 2005, 1175-1192.
- [12] J. Adiego, and P. de. la Feunte, On the use of words as source alphabet symbols in PPM. In *Proceedings of Data Compression Conference, IEEE*, 2006, 435.
- [13] J. Lánský and M. Žemlička. Text compression: Syllables. In *Proceedings of the DATESO Workshop on Database, Texts, Specifications and Objects*, 2005, 32-45.
- [14] H. Al-Bahadili and S. M. Hussain. An adaptive character wordlength algorithm for data compression. *Computers & Mathematics with Applications*, Vol. 55, No. 6, 2008, 1250-1256.
- [15] S. Nofal. Bit-level text compression. In *Proceedings of the 1st International Conference on Digital Communications and Computer Applications*, Irbid, Jordan, 2007, 486-488.
- [16] A. Rababáa. An Adaptive Bit-Level Text Compression Scheme Based on the HCDC Algorithm. M.Sc., dissertation, Amman Arab University for Graduate Studies, Amman, Jordan, 2008.
- [17] H. Al-Bahadili and S. M. Hussain. A Bit-level Text Compression Scheme Based on the ACW Algorithm. *International Journal of Automation and Computing*, Vol. 7 No. 1, 2010, 123-131.
- [18] C. Khancome. Text Compression Algorithm Using Bits for Character Representation. *International Journal of Advanced Computer Science*. Vol. 1, No. 6, 2010, 215-219.
- [19] เสกสิทธิ์ พงมารและจวี ทองคำ "การเปรียบเทียบขั้นตอนวิธีการบีบอัดข้อมูลแบบไม่สูญเสียข้อมูลบนเว็บแอปพลิเคชัน" *RMUTT JOURNAL Science and Technology* Vol.13 No. 3, pp 120-133, Sep-Dec. 2020.
- [20] ชนาภา ศิลาวงษ์และธนภัทร์ อนุศาสน์อมรรกุล "การศึกษาเปรียบเทียบวิธีบีบอัดข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับแต่ละประเภทข้อมูล" *วารสารวิศวกรรม มก.* ฉบับที่ 91 ปีที่ 28 หน้า 83-92 มกราคม-มีนาคม 2558.
- [21] บรรพต ดลวิทยา "ศึกษการบีบอัดเอกสารเอชทีเอ็มแอลบนฝั่งเซิร์ฟเวอร์ด้วยการขั้นตอนวิธีแบบ Huffman"

- วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร 2550.
- [22] ทีมงานทรูปลูกปัญญา, หลักการสร้างคำในภาษาไทย, (Access 4 ธ.ค. 66), [Online] Available: <https://www.trueplookpanya.com/learning/detail/34513>.
- [23] รัฐบาลไทย-ข่าวทำเนียบรัฐบาล. (Access 4 ธ.ค. 66), [Online] Available: <https://www.thaigov.go.th/news/contents/details/31431>.

การพัฒนาแอปพลิเคชันติดตามแคลอรีการบริโภคอาหารบนอุปกรณ์พกพา
The Development of Calories Tracker Application on Mobile Device

วีรวุฒิ ชัยยะสมบูรณ์ และ วราพร จิระพันธุ์ทอง*

*Weerawut Chaiyasomboon and Waraporn Jirapanthong**

วิทยาลัยครีเอทีฟดีไซน์ แอนด์ เอ็นเตอร์เทนเมนต์เทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

College of Creative Design and Entertainment Technology, Dhurakij Pundit University

Received: June 22, 2024; Revised: June 24, 2024; Accepted: June 28, 2024; Published: June 30, 2024

ABSTRACT – According to the study on health of Thai people [1], it is found that one third of Thai people are overweight and one tenth of Thais are considered obese. Moreover, the research [1] claimed that during 1991-2009, the rate of Thais aged 15 years and over was overweight double (from 17.2 percent to 34.7 percent of all Thais) and considered obese increased almost three times (from 3.2 percent to 1 percent). The problem of overnutrition, especially in early childhood and school-aged children, is an important health issue that all parties must be aware of and cooperate to solve. This research aims to initiate and develop a tool that can support Thais to take care of their health sustainably and effectively. In this research, the researchers presented the development of the application named “HealthMe” The objectives are to monitor the nutrition and calories which a user consumes at each meal and assist the user to control the amount of consuming calories each day. Consumption data is recorded and analyzed along with other health data. The data can be then analyzed along with exercise data to analyze in-depth and broad health information. In this article, the design and development of the application are presented. It can also provide recommendation about healthy food and exercise methods that are appropriate to the user's health information. There is also a community of users using this application to take care of their health and food consumption. They can communicate and share information about nutrients intake to guide one's own diet. The application is developed using the SwiftUI framework connected to the Firebase database (using Authentication, Cloud Firestore, and Cloud Storage), which is only supported on iPhones running on iOS 16.4 or later. The authors propose the development of App on iOS platform. and Firebase. Additionally, we collected and analyzed functional and quality requirements from 78 Thai people aged 18-65 years. Our work include the design of user experience and user interface (UX/UI). The experimental results are claimed that the accuracy in term of functions was 100 percent and the user satisfaction was 93 percent.

KEYWORDS: Calories, Health, Exercise, Mobile application, iPhone, iOS, Firebase

บทคัดย่อ -- จากการศึกษาเบื้องต้นของสุขภาพประชาชนในประเทศไทย [1] พบว่าจำนวนหนึ่งในสามของคนไทยมีภาวะน้ำหนักเกินและจำนวนหนึ่งในสิบของคนไทยจัดอยู่ในภาวะอ้วน จากงานวิจัย [1] พบว่า ช่วงปี 2534-2552 คนไทยที่มีอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป มีอัตราของภาวะน้ำหนักเกินเพิ่มขึ้น 2 เท่า (จากร้อยละ 17.2 เป็นร้อยละ 34.7ของคนไทยทั้งหมด) และภาวะอ้วนเพิ่มขึ้นเกือบ 3 เท่า (จากร้อยละ 3.2 เป็นร้อยละ 1) ทั้งนี้ปัญหาโภชนาการเกิน โดยเฉพาะในเด็กปฐมวัยและเด็กวัยเรียน เป็นวาระทางสุขภาพสำคัญที่ทุกฝ่าย ต้องตระหนักและร่วมมือแก้ไข งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบหรืออุปกรณ์ที่สามารถสนับสนุนให้คนไทยสามารถดูแลสุขภาพได้อย่างยั่งยืนและมีประสิทธิภาพ ในงานวิจัยนี้นักวิจัยได้

*Corresponding Author: waraporn.jir@dpu.ac.th

นำเสนอการออกแบบและการพัฒนาแอปพลิเคชัน ชื่อว่า “HealthMe” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบรายการอาหารที่บริโภคเข้าไปในแต่ละมื้อ ว่ามีปริมาณแคลอรี ที่มากเกินไปจนอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพหรือไม่ และปริมาณแคลอรีที่บริโภคในแต่ละวันเข้าไป ข้อมูลของการบริโภคจะถูกบันทึกและวิเคราะห์ประกอบกับข้อมูลด้านสุขภาพอื่นๆอีกต่อไปได้ และสามารถนำข้อมูลจากแอปพลิเคชันไปวิเคราะห์ควบคู่กับข้อมูลการออกกำลังกายเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลสุขภาพเชิงลึกและกว้าง และเป็นประโยชน์ต่อการดูแลสุขภาพของผู้ใช้ต่อไปได้ ในบทความนี้ได้นำเสนอการออกแบบและพัฒนา แอปพลิเคชันที่ตรวจสอบปริมาณสารอาหารและแคลอรีที่ผู้ใช้ได้บริโภคในแต่ละวัน พร้อมทั้งแนะนำอาหารสุขภาพ และวิธีการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับข้อมูลสุขภาพของผู้ใช้ นอกจากนี้ยังมีชุมชนของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันนี้เพื่อดูแลสุขภาพการบริโภคอาหาร สามารถให้ข้อมูลเชิงวัดผลเปรียบเทียบของการบริโภคสารอาหารเพื่อเป็นแนวทางของตนเองได้ การพัฒนาแอปพลิเคชันนี้ใช้ SwiftUI framework ต่อกับฐานข้อมูล Firebase (ใช้ Authentication, Cloud Firestore, และ Cloud Storage) ซึ่งจะสนับสนุนเฉพาะ iPhone ที่ Run บน iOS 16.4 ขึ้นไป ผู้พัฒนานำเสนอแนวคิดในการพัฒนาบน iOS platform และ Firebase นักวิจัยได้รวบรวมและวิเคราะห์ความต้องการทั้งในด้านฟังก์ชันและคุณภาพจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 78 คน ที่มีอายุในช่วง 18-65 ปี รวมทั้งมีการออกแบบส่วนติดต่อประสานและประสบการณ์ของผู้ใช้ ผลการทดสอบโดยกลุ่มตัวอย่างได้ พบว่าความถูกต้องของฟังก์ชันเป็นร้อยละ 100 และความพึงพอใจในการใช้งานของผู้ใช้คิดเป็นร้อยละ 93

คำสำคัญ: แคลอรี, สุขภาพ, ออกกำลังกาย, แอปพลิเคชันมือถือ, ไอโฟน, iOS, Firebase

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

จากงานวิจัย [2] พบว่า ความอ้วนมีแนวโน้มแปรผันตามระดับการพัฒนาประเทศและคุณภาพชีวิต ความหนาแน่นของประชากรที่อยู่ในภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนของคนไทยกำลังเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยที่หญิงไทยมีแนวโน้มจะอ้วนมากกว่าชายไทยในหลายตัวชี้วัด หากเปรียบเทียบในระดับภูมิภาคปัจจุบันคนไทยอ้วนมากเป็นอันดับ 2 ใน 10 ประเทศอาเซียน รองจากประเทศมาเลเซีย ซึ่งหากแยกดูตามเพศ ชายไทยอ้วนเป็นอันดับที่ 4 ขณะที่หญิงไทย อ้วนเป็นอันดับที่ 2 งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ริเริ่มจัดทำและพัฒนาเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่สามารถสนับสนุนให้คนไทยสามารถดูแลสุขภาพได้อย่างยั่งยืน และมีประสิทธิภาพ ในงานวิจัยนี้นักวิจัยได้นำเสนอการออกแบบและการพัฒนาแอปพลิเคชัน ชื่อว่า “HealthMe” เพื่อที่ผู้ใช้จะสามารถตรวจสอบรายการอาหารที่บริโภคเข้าไปในแต่ละมื้อ ว่ามีปริมาณแคลอรี ที่มากเกินไปจนอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพหรือไม่ และให้ข้อมูลสุขภาพด้านการออกกำลังกาย การคิดต่อระหว่างชุมชนเพื่อเรียนรู้ร่วมกันและแนวทางปฏิบัติของผู้ใช้ จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า ในปัจจุบัน

- มีเครื่องมือไม่เพียงพอใช้ในการติดตามการบริโภคอาหารเข้าไปในแต่ละมื้อว่ามีแคลอรี มากเกินไปจนอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพหรือไม่และอย่างไร
- ผู้ใช้ต้องการเครื่องมือที่สะดวกต่อการใช้งาน ผู้ใช้จะได้สามารถใช้งานได้ตลอดเวลา
- แอปพลิเคชันที่มีอยู่มีความซับซ้อนและรองรับภาษาอังกฤษเป็นส่วนใหญ่
- แอปพลิเคชันที่มีอยู่มีค่าใช้จ่ายในการใช้หรือติดตั้ง
- แอปพลิเคชันที่ใช้งานได้แบบไม่เสียค่าใช้จ่าย ขาดฟังก์ชันตามความต้องการผู้ใช้ ส่วนใหญ่จำเป็นต้องติดตั้งเป็นแบบ In-app purchase
- ไม่มีแอปพลิเคชันที่รวบรวมข้อมูลอาหารในท้องถิ่นของคนไทยที่ดีต่อสุขภาพ และวิธีการออกกำลังกายที่เหมาะสม
- ไม่มีแอปพลิเคชันที่กลุ่มผู้ใช้ที่มีความสนใจด้านการรักษาสุขภาพสามารถเข้าไปแชร์ข้อมูลอาหารที่ตนบริโภคเข้าไปในแต่ละมื้อ

1.2 วัตถุประสงค์

- ศึกษาความต้องการ วิเคราะห์และพัฒนาเครื่องมือในการติดตามการบริโภคอาหารเข้าไปในแต่ละมื้อว่ามีแคลอรี

มากขึ้นความจำเป็นของผู้ใช้ในแต่ละวันหรือไม่และอย่างไร โดยต้องสามารถใช้งานง่ายได้กับผู้ใช้ทุกวัย และเป็นแอปพลิเคชันที่ใช้งานได้แบบไม่มีค่าใช้จ่าย

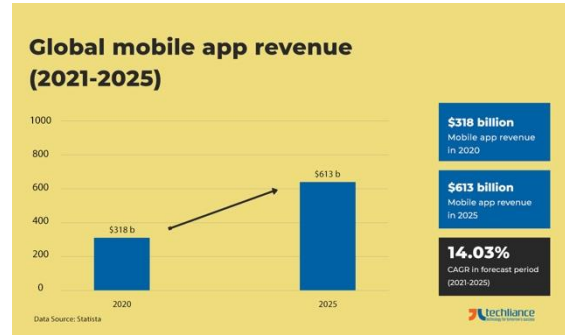
- พัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถแนะนำรายการอาหารสุขภาพ และแนะนำวิธีในการออกกำลังกายแบบต่างๆให้ผู้ใช้ได้
- พัฒนา แอปพลิเคชันที่สามารถเก็บข้อมูลผู้ใช้ในฐานข้อมูลกลาง ซึ่งผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลของตนเองได้โดยข้อมูลไม่มีการสูญหาย ถ้ามีการเปลี่ยนอุปกรณ์มือถือหรือเข้าใช้ในอุปกรณ์เครื่อง และทำให้ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลอาหารของผู้ใช้ท่านอื่นที่บริโภคไปได้

2. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาแอปพลิเคชันในงานวิจัยนี้ จะพัฒนาสำหรับอุปกรณ์มือถือ iPhone (iOS platform) เป็นหลัก (โดยใช้ SwiftUI framework ในการพัฒนา) โดยจะมีการต่อกับฐานข้อมูล Firebase ทั้งนี้จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยพบว่า Apple platform นั้นประกอบไปด้วย iPadOS และ macOS ด้วย งานวิจัยนี้ออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ iOS เพื่อรองรับการใช้งานแอปพลิเคชันทั้ง บนอุปกรณ์อันได้แก่ iPadOS และ macOS เนื่องจาก SwiftUI framework ที่ใช้ในการพัฒนานั้นสามารถพัฒนาต่อยอดเป็น Apple Cross Platform Device ได้ ทั้งนี้แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

2.1 การพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์มือถือในปัจจุบัน

ในปัจจุบันมี Mobile Operating System ในตลาดอยู่ 2 ค่าย คือ Android Platform และ iOS Platform และจากรูปที่ 1 จะเห็นว่ารายรับของ Mobile App จะมีมูลค่า \$613 billion ในปี ค.ศ. 2025 นี่จึงเป็นอีกเหตุผลที่ผู้วิจัยเลือกที่จะพัฒนาแอปพลิเคชันนี้ในอุปกรณ์พกพาหรือมือถือ



รูปที่ 1. แสดง Global mobile app revenue (2021-2025) [3].

สำหรับเครื่องมือและภาษาที่นิยมใช้ในปัจจุบันมีดังต่อไปนี้

- Android Native platform พัฒนาโดยใช้ภาษา Kotlin/Java
- iOS Native platform พัฒนาโดยใช้ภาษา Swift/Objective-c
- Cross platform พัฒนาโดยใช้ภาษา React-Native
- Cross platform พัฒนาโดยใช้ภาษา Flutter(Dart)
- Cross platform อื่นๆ เช่น Xamarin, Ionic, etc.

2.2 iOS platform

จากงานศึกษา [4] ได้นำเสนอจุดเด่นของ iOS platform โดยสรุปได้ดังนี้

- ผลตอบแทนการลงทุน (ROI – Return On Investment) – Apple เป็นผู้นำในเรื่องลูกค้าที่ยอมจ่ายซื้อ App มากกว่า Android platform
- การพัฒนา App มีประสิทธิภาพมากกว่า – ผู้พัฒนาสำหรับ Android platform ต้องคำนึงถึงอุปกรณ์ Android ที่มีหลากหลาย แต่สำหรับ Apple platform ผู้พัฒนาเพียงพัฒนาสำหรับ iPhone และ iPad เท่านั้น นอกจากนี้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2020, Apple ผลิต Mac ที่เป็น Apple Silicon chip ซึ่งทำให้ App native iOS สามารถทำงานบน Mac ได้ด้วย ซึ่งทำให้การพัฒนา App ใน Apple platform มีต้นทุนต่ำและใช้เวลาน้อยกว่าถ้าเทียบกับ Android platform ที่มีความหลากหลายของอุปกรณ์
- ความปลอดภัย - มีการพยากรณ์ว่าภายในปี ค.ศ. 2021 ภัยทางไซเบอร์ (Cybercrime) จะมีมูลค่าถึง 6 พันล้านดอลลาร์ต่อปี ซึ่งทำให้ผู้ใช้ระวังและกังวลเรื่องความปลอดภัยใน App ที่เรียกใช้ ข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับการจ่ายเงินและข้อมูลส่วนบุคคล สำหรับเรื่องเหล่านี้ Apple ขึ้นชื่อมาแต่เนิ่นนานเรื่องความปลอดภัยในอุปกรณ์ต่างๆของตน รวมทั้ง

ผู้พัฒนา App ใน Apple platform ต้องมีการส่ง App ที่พัฒนาเพื่อ Review ก่อน ส่งถึงมือผู้ใช้ ทำให้ผู้ใช้เชื่อมั่นใน App ต่างๆของ Apple platform มากกว่า

- การใช้งานและประสบการณ์ผู้ใช้ – Apple มีข้อกำหนดด้านรูปแบบของ App มากกว่า Android ซึ่งทำให้รูปแบบส่วนต่อผู้ใช้มีคุณภาพมากกว่า ซึ่ง iOS platform ทำให้ผู้ใช้งานมั่นใจได้ว่า App จะใช้งานได้ง่ายและสร้างประสบการณ์ให้ผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี ซึ่งทำให้บริษัทหลายแห่งทำ App ใน Apple platform เพื่อเป็นหน้าเป็นตาให้กับบริษัท
- ชื่อเสียงของ Apple – Apple เป็นบริษัทที่มีชื่อเสียงระดับโลก ทำให้ Apps ใน App Store มีชื่อเสียงอยู่ในระดับสูงเมื่อเทียบกับ Android apps, iPhone รุ่นแรกทำให้เกิดอุตสาหกรรมใหม่สำหรับ Smartphone รวมทั้งตอนที่ Apple นำเสนอ iPad ทำให้มีการผลิต Tablets ต่างๆ แข่งขัน จึงกล่าวได้ว่า Apple มีชื่อเสียงในด้านนวัตกรรม ซึ่งผู้ใช้งานทั้งหมดทราบดีสำหรับสิ่งเหล่านี้

2.3 Native (SwiftUI) เปรียบเทียบ Cross platform

จากการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการพัฒนาแอปพลิเคชันแบบ Native (SwiftUI) และ cross platform [4][5][6] สามารถสรุปได้ดังนี้

- มีสมรรถนะดีกว่า - เนื่องด้วยเราพัฒนาด้วย Native language (Swift) และ Native framework (SwiftUI) ทำให้ App มีสมรรถนะดีกว่า เร็วกว่า และตอบสนองต่อผู้ใช้ได้ดีกว่า การพัฒนาด้วย Cross platform ที่ต้องแปลง codes เป็น Native
- มีความปลอดภัยดีกว่า - เพราะ Native app เข้าถึง Built-in security features
- UX มีคุณภาพ – Native app ให้ประสบการณ์กับผู้ใช้ได้ดีกว่า เพราะ UI/UX ทำตาม Design guidelines จาก Native OS platform ซึ่งทำให้ App มีความเป็นธรรมชาติในการใช้งานได้มากกว่า
- สามารถเข้าถึงทุกส่วนของ Device – Native app สามารถเข้าถึง Hardware/Services ทุกส่วนของ Device ทำให้ App มี Features ทุกอย่างที่มี ซึ่งเพิ่มประสบการณ์ของผู้ใช้
- มีข้อผิดพลาดที่น้อย – Native app สร้างด้วย Native SDKs ทำให้การพัฒนาข้อผิดพลาดที่น้อยกว่า ผู้พัฒนาจะได้รับ SDKs ที่มีการแก้ไขและ/หรือเพิ่มคุณสมบัติได้ทันที

2.4 SwiftUI เทียบกับ UIKit

ก่อนหน้านี้ SwiftUI framework, การพัฒนาแอปพลิเคชันบน iOS Platform ใช้ UIKit framework [6]ในการพัฒนา และต่อไปก็คือเหตุผลที่ควรเลือกใช้ SwiftUI framework over UIKit framework ผู้พัฒนาแอปด้วย SwiftUI สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันได้อย่างง่ายและรวดเร็วมากกว่า UIKit เนื่องด้วย SwiftUI เป็นแบบ Declarative syntax ผู้พัฒนาสามารถกำหนด UI ได้เลย โดยไม่ต้องเขียน Code แบบเป็นลำดับขั้นเหมือน UIKit

- SwiftUI เป็น Apple Cross Platform Devices ผู้พัฒนาสามารถพัฒนาแอปพลิเคชันได้ทุก Apple Devices ทำให้ลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการพัฒนา
- อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของ SwiftUI คือสนับสนุนได้ตั้งแต่ iOS 13 ขึ้นไป และรวมทั้ง SwiftUI เป็น framework ที่ยังคงใหม่อยู่ ยังไม่ Maturity เหมือน UIKit แต่อย่างไรก็ตามเราสามารถ Integrate UIKit view to SwiftUI ได้

2.5 Firebase platform [7]

Firebase [7] เป็น NoSQL Database (Firestore database) ซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถเก็บข้อมูลได้จำนวนมากและยังคงมีสมรรถนะที่ดี รวมทั้งมีคุณสมบัติยืดหยุ่นและสามารถขยายฐานข้อมูลได้ (Flexible and Scalable) นักวิจัยได้ทดสอบใช้งานพบว่า แอปพลิเคชันที่ใช้ร่วมกับ Firebase สามารถพัฒนาได้อย่างรวดเร็ว – Firebase มีคุณสมบัติของ Backend อยู่ในตัว ทำให้สามารถเชื่อมต่อ Frontend ไปที่ Firebase ได้โดยตรง ทำให้ลดเวลาในการพัฒนาอย่างมาก รวมทั้งไม่ต้องมีการบำรุงรักษาทางด้าน Backend

Firebase สามารถเพิ่ม Google Analytics ซึ่งสามารถวิเคราะห์และ เก็บข้อมูลของผู้ใช้ ทำให้สามารถสร้าง App ที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ดีขึ้น Firebase ทำให้มีการบำรุงรักษาทางด้าน Frontend ไม่ต้องมีการพัฒนาและบำรุงรักษาทางด้าน Backend ทำให้ App สามารถออกสู่ตลาดได้เร็ว นอกจากนี้จะลดบุคลากรทางด้าน Backend แล้วนั้น ยังลดข้อผิดพลาดต่างๆ (Bugs) ในการพัฒนาด้วย

นอกจากนี้ยังมีชุมชนผู้ใช้งานขนาดใหญ่ และมี Technical documents ที่เพียงพอ และง่ายต่อการบูรณาการ (Ease of integration) – Firebase สามารถสร้าง App ได้โดยง่าย มีการ configuration/setup ที่ง่าย และ Firebase ยังมีคุณสมบัติของ Push notifications หรือ Firebase cloud messaging ทำให้ผู้พัฒนา

สามารถทำ Push notification ส่งให้ผู้ใช้ทราบถึงสิทธิประโยชน์/Promotions ต่างๆ ที่มีในเวลานั้นๆ

2.6 ทฤษฎี UX/UI

การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้และประสบการณ์ของผู้ใช้ (UX/UI) คือการออกแบบภาพรวมของผู้ใช้ต่อระบบที่ออกแบบว่าผู้ใช้มีความรู้สึกอย่างไรต่อระบบที่ออกแบบไว้ ซึ่งก็คือ UX design โดย Interface ของระบบว่ามีหน้าตาอย่างไร และมี Function อย่งไรนั่นก็คือ UI Design โดยการจะได้มาซึ่ง UX/UI เราต้องมีการวิจัยเกี่ยวกับผู้ใช้ นำมาซึ่งการกำหนดคุณสมบัติของผู้ใช้ (Persona), ความคาดหวังของผู้ใช้ (User Expectation), โครงสร้างของผลิตภัณฑ์ (Product structure) จนนำมาถึงการทำให้ Prototyping/Wireframe

3. ระเบียบวิธีวิจัย

จากกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยจำนวน 78 คน ที่มีอายุในช่วง 18-65 ปี ได้เข้าร่วมการทดสอบการใช้งานแอปพลิเคชัน (HealthMe App) และได้ประเมินผลการใช้งานในด้านความถูกต้องของฟังก์ชันที่รองรับตามวัตถุประสงค์ที่ได้ออกแบบไว้สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ รวมถึงประเมินความพึงพอใจของการใช้งานแอปพลิเคชัน โดยจากกระบวนการระบุความต้องการของระบบ (Requirement analysis) ผ่านการสัมภาษณ์และแบบสอบถาม รวมถึงการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นักวิจัยได้วิเคราะห์และออกแบบฟังก์ชันของแอปพลิเคชัน โดยแสดงในรูปแบบของ use case diagram และคำอธิบายรายละเอียด (Use case description) กิจกรรมของการใช้งานแอปพลิเคชันในรูปแบบ Activity diagram และโครงสร้างของโปรแกรมและฐานข้อมูลในรูปแบบ (Class diagram) และ ER diagram รวมทั้งจะแสดงการออกแบบส่วนต่อประสานและประสบการณ์ของผู้ใช้

3.1 ความต้องการของระบบ

ความต้องการมี 2 แบบ คือ ความต้องการตามการใช้งาน (Functional Requirement) ซึ่งก็คือความต้องการที่ระบบที่เราพัฒนาต้องทำได้ มีทั้งหมด 9 ข้อ (ตามตารางที่ 1) และความต้องการที่ไม่ใช่ตามการใช้งาน (Non-Functional Requirement) ซึ่งเป็นความต้องการที่สนับสนุนการทำงานของระบบที่เราพัฒนา มีทั้งหมด 2 ข้อ

ตารางที่ 1. แสดงความต้องการตามการใช้งาน (Functional Requirement)

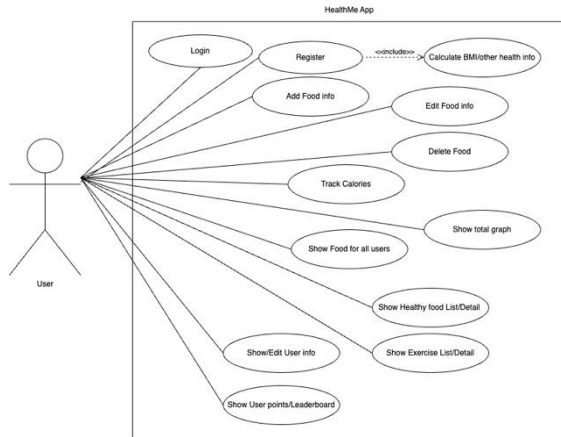
Requirement ID	Description
1	สามารถสมัครสมาชิกได้
2	สามารถคำนวณ BMI/BMR ได้
3	นำเข้ารูปอาหาร และใส่ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (สามารถแก้ไขได้ภายหลัง หรือลบออกได้)
4	สามารถติดตาม (Track) ปริมาณแคลอรีที่บริโภคไป เทียบกับที่แนะนำได้
5	แสดงกราฟปริมาณแคลอรีที่บริโภคไป และกราฟปริมาณแคลอรีที่บริโภคไป 7 วันย้อนหลัง
6	แสดงรายการอาหารสุขภาพที่แนะนำพร้อมรายละเอียด
7	แสดงรายการการออกกำลังกายที่แนะนำพร้อมรายละเอียด
8	แสดงรายละเอียดของผู้ใช้/แก้ไขได้
9	แสดงการสะสมแต้มของผู้ใช้ (Leaderboard)
10	แสดงรายการอาหารของผู้ใช้ทุกคนที่ได้เข้ามาในระบบ

สำหรับความต้องการที่ไม่ใช่ตามการใช้งาน (Non-Functional Requirement) ได้แก่

- (1) แอปพลิเคชันทำงานในระบบ iOS platform (support iPhone only)
- (2) เชื่อมต่อระบบ Firebase (Authentication/Cloud Firestore/Storage)

3.2 Use cases

Use case diagram คือ แผนภาพแสดงว่าผู้ใช้สามารถทำอะไรได้บ้างกับแอปพลิเคชัน ซึ่งในกรณีนี้ มีทั้งหมด 12 Use cases ดังรูปที่ 2 ด้านล่าง



รูปที่ 2. แสดง Use case diagram.

Use case description จะเป็นการบรรยายรายละเอียดของแต่ละ Use case ที่มี ซึ่งในกรณีนี้มีทั้งหมด 12 Use cases (แต่จะแสดงตัวอย่างรายละเอียดให้ดูตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดง Use case description UC01.

Use case number	UC01
Use case name	ลงทะเบียน (Register)
Pre-condition	ผู้ใช้ที่ยังไม่เคยลงทะเบียน
Primary Actor	ผู้ใช้งานแอป
Scenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้งาน Download App 2. App แสดงหน้า Login และผู้ใช้ยังไม่เคยลงทะเบียนมาก่อน ให้กดปุ่ม Sign Up 3. App แสดงหน้า Create Account

4. ผู้ใช้กรอกข้อมูลตาม Fields ต่างๆ (App มีการ Validating fields ต่างๆ จะแสดงให้ผู้ใช้ทราบ)

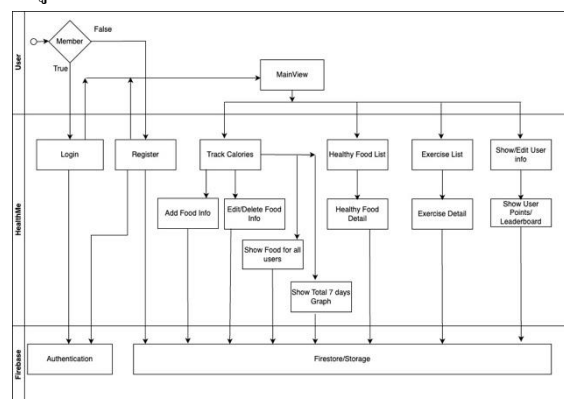
5. ผู้ใช้กดปุ่ม Sign Up ระบบจะสร้างข้อมูลของผู้ใช้ ซึ่งรวมทั้งระบบ Authentication (ใช้ Email/Password ของผู้ใช้) และข้อมูลของผู้ใช้ โดยระบบจะมีการคำนวณค่า BMI/BMR แล้วเก็บในฐานข้อมูล Firebase

6. App จะนำผู้ใช้เข้าสู่หน้าหลักของ App โดยอัตโนมัติ (หน้า Calories Tracker)

7. เมื่อผู้ใช้กลับมาใช้ App อีกครั้ง ระบบจะยังคงให้ผู้ใช้เข้าใช้งานหน้าหลักได้เลย (ระบบมีการเก็บ user session ไว้) นอกจากผู้ใช้ได้ทำการ Sign Out ออกจากระบบ (ปุ่ม Sign Out อยู่ในหน้า Profile) กรณีนี้ App จะนำผู้ใช้ไปสู่นำหน้า Login ซึ่งผู้ใช้จะต้องทำการ Login ด้วย Email/Password ที่ลงทะเบียนไว้

3.3 Activity Diagram

เป็นการแสดง Work flow ของระบบที่ผู้ใช้มีการตอบสนองด้วย ซึ่งรูปที่ 3 แสดงองค์รวมทั้งทั้งหมดของระบบ



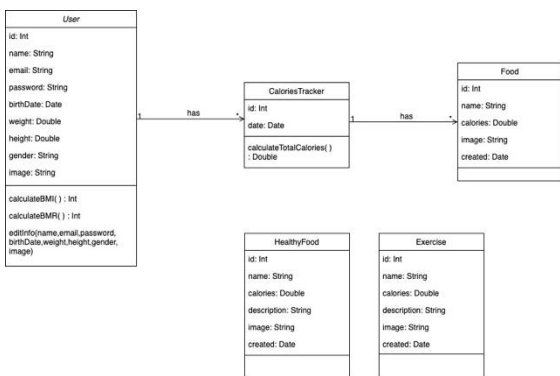
รูปที่ 3. แสดง Activity Diagram

3.4 Class Diagram

เป็นการแสดงโครงสร้างของระบบ ตามแผนรูปที่ 4 ประกอบไปด้วย

- User class
- CaloriesTracker class
- Food class
- HealthyFood class
- Exercise class

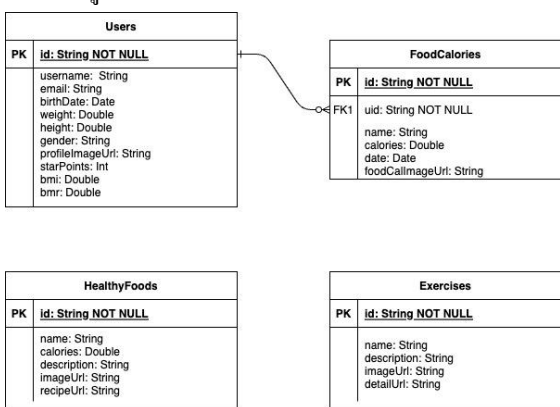
โดย User class มีความสัมพันธ์แบบ One-to-Many กับ CaloriesTracker class ซึ่งมีความสัมพันธ์แบบ One-to-Many กับ Food class ส่วน HealthyFood class กับ Exercise class ไม่มีความสัมพันธ์กับ class ใดๆ เพราะเป็นเพียงแสดงข้อมูลในระบบเท่านั้น



รูปที่ 4. แสดง Class Diagram.

3.5 ER Diagram

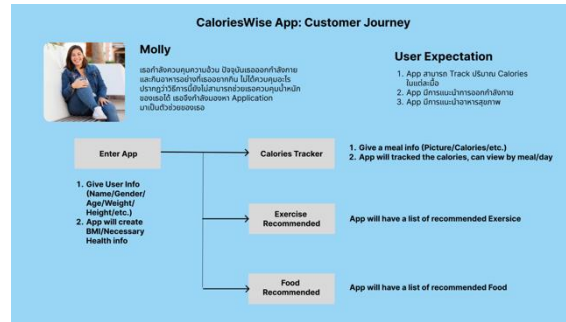
ER diagram หรือ Entity Relationship diagram แสดงโครงสร้างของ Database โดยแสดงเป็น Diagram ดังรูปที่ 5 ซึ่งจะเห็นได้ว่า Users Entity มีความสัมพันธ์แบบ One-to-Many กับ FoodCalories Entity สำหรับ HealthyFoods Entity กับ Exercises Entity ไม่มีความสัมพันธ์กับ Entity ใด เนื่องมาจากการแสดงข้อมูลในระบบเท่านั้น



รูปที่ 5. แสดง ER Diagram

3.6 UX/UI design

ในเรื่องต้นนักวิจัยได้ทำ Customer Journey ของ App มีการ Setup Persona ของผู้ใช้ App และ Expectation ของผู้ใช้ ดังแสดงรายละเอียด ตามรูปที่ 6 ด้านล่าง (ในขณะนั้นตั้งชื่อว่า CaloriesWise App และมาเปลี่ยนชื่อในภายหลังเป็น HealthMe App)



รูปที่ 6. แสดง Customer Journey

Persona สำหรับ App นี้ที่วิเคราะห์ไว้ นั่นคือ เป็นผู้หญิงวัยทำงานที่มีรูปร่างเข้าเนื้อ แต่ไม่อ้วน ซึ่งต้องการควบคุมน้ำหนัก ซึ่งเธอมีการออกกำลังกายเป็นประจำ แต่ไม่ได้มีการควบคุมอาหารแต่อย่างใด ซึ่งวิธีการออกกำลังกายอย่างเดียวของเธอไม่สามารถทำให้เธอควบคุมน้ำหนักได้ เธอจึงต้องการหาตัวช่วยโดยการหาเครื่องมือให้เธอช่วยในการควบคุมปริมาณอาหารที่เธอบริโภคเข้าไป จึงเกิดเป็นแนวคิดของ App นี้ นั่นเอง

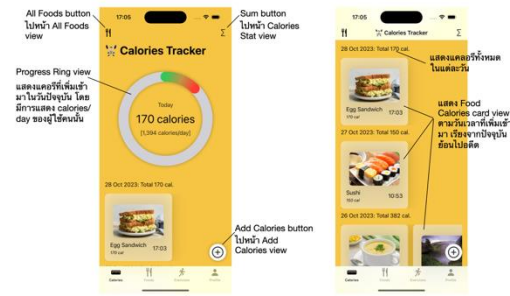
โดย Expectation ของ App นี้คือ

- (1) App สามารถ Track ปริมาณแคลอรี ที่บริโภคอาหารเข้าไปในแต่ละมื้อ
- (2) App มีการแนะนำการออกกำลังกาย
- (3) App มีการแนะนำอาหารสุขภาพ

ส่วน UI design ในเบื้องต้น ได้ทำการออกแบบโดยใช้ Figma ซึ่งมีแนวคิดคร่าวๆ ของ App คือ เป็นแอปที่เป็นกันเองไม่เป็นทางการมากนัก ผู้ใช้แล้วควรจะรู้สึกสนุกกับการใช้ และอยากกลับมาใช้แอปอยู่ตลอด จึงออกแบบแอปโดยใช้ 3 สี คือ สีเหลือง สีขาว และสีดำ เป็นโทนสีหลักของแอป ตามรูปที่ 7 แสดงตัวอย่าง UI ที่ออกแบบไว้เบื้องต้นใน Figma



รูปที่ 7. แสดง Login screen and Register screen



รูปที่ 9 แสดงหน้าจอ Calories Tracker view

3.7 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

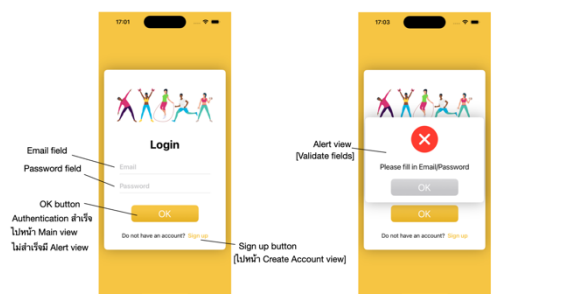
- ใช้ SwiftUI framework ในการพัฒนา
- ใช้ภาษา Swift ในการพัฒนา
- ใช้ Xcode เป็น IDE ในการพัฒนา
- ใช้ Firebase เป็นระบบฐานข้อมูล (CloudFirestore/Cloud Storage) รวมทั้งระบบ Firebase Authentication (โดยใช้ Email/Password)

4. ผลการวิจัย

ในส่วนนี้จะแสดงผลของการพัฒนาแอปพลิเคชัน โดยประยุกต์ใช้แนวทางของการพัฒนาตามกระบวนการซอฟต์แวร์แบบ Agile method และดำเนินกระบวนการตามมาตรฐาน ISO29110 [8] โดยแสดง User Interface ของแอปพลิเคชันที่พัฒนา ฐานข้อมูล Firebase ที่สร้างขึ้น และผลการทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้น

4.1 User Interface

แสดงตัวอย่าง User Interface ของแอปพลิเคชันที่พัฒนาสำเร็จ ตามรูปที่ 8 และ 9



รูปที่ 8. แสดงหน้าจอ Login view

4.2 ฐานข้อมูล Firebase

สำหรับ Firebase ผู้พัฒนาใช้งาน ในแอปพลิเคชันอยู่ 3 ส่วนคือ

- (1) Authentication with Email/Password
- (2) Cloud Firestore เก็บข้อมูลเป็น Collections โดยเก็บข้อมูลตาม Data Model ที่ได้ออกแบบไว้ (ภาพที่ 3.4 ER Diagram)
- (3) Cloud Storage ใช้เก็บข้อมูลรูปภาพต่างๆ แล้วเก็บ Link ของรูปภาพนั้นไว้ที่ Cloud Firestore

4.3 การทดสอบระบบ

ในการทดสอบ นักวิจัยได้ทำการแยกเป็นกรณีทดสอบทั้งหมด 33 กรณี ดังในแสดงในตารางที่ 3 พบว่ากลุ่มผู้ร่วมทดสอบทั้งหมด สามารถใช้งานตามกรณีทดสอบได้ทุกกรณี และสามารถใช้งานแอปพลิเคชันได้ครบถ้วน ผลการทดสอบใช้งานแอปพลิเคชันตามกรณีพบว่าแอปพลิเคชันสามารถทำงานได้ครบถ้วนและถูกต้องร้อยละ 100

ตารางที่ 3 แสดง รายละเอียด Test cases

Test case number	Test case title	Related Use case
TC01	การลงทะเบียนผู้ใช้ใหม่ (Create new user account) - ใส่ข้อมูลครบและถูกต้อง	UC01 ลงทะเบียน (Register)
TC02	การลงทะเบียนผู้ใช้ใหม่ (Create new user account) - ใส่ข้อมูลไม่ครบ	UC01 ลงทะเบียน (Register)

TC03	การลงทะเบียนผู้ใช้ใหม่ (Create new user account) - ใส่ข้อมูลไม่ถูกต้อง	UC01 ลงทะเบียน (Register)
TC04	การเข้าใช้งาน (Login) - ใส่ข้อมูลครบและถูกต้อง	UC12 การเข้าใช้งาน (Login with Email/Password)
TC05	การเข้าใช้งาน (Login) - ใส่ข้อมูลไม่ครบ	UC12 การเข้าใช้งาน (Login with Email/Password)
TC06	การเข้าใช้งาน (Login) - ใส่ข้อมูลไม่ถูกต้อง	UC12 การเข้าใช้งาน (Login with Email/Password)
TC07	เพิ่มข้อมูลอาหารและรายละเอียด (Add food calories info) - ใส่ข้อมูลครบ	UC02 เพิ่มข้อมูลอาหารที่รับประทาน (Add food info)
TC08	เพิ่มข้อมูลอาหารและรายละเอียด (Add food calories info) - ใส่ข้อมูลไม่ครบ	UC02 เพิ่มข้อมูลอาหารที่รับประทาน (Add food info)
TC09	เพิ่มข้อมูลอาหารและรายละเอียด (Add food calories info) - โดยกดปุ่ม Search	UC02 เพิ่มข้อมูลอาหารที่รับประทาน (Add food info)
TC10	แก้ไขข้อมูลอาหารที่เพิ่มเข้าไปแล้ว (Edit food calories info) - ใส่ข้อมูลครบ	UC03 แก้ไขข้อมูลอาหารที่รับประทานที่เพิ่มไปแล้ว (Edit Food info)
TC11	แก้ไขข้อมูลอาหารที่เพิ่มเข้าไปแล้ว (Edit food calories info) - ใส่ข้อมูลไม่ครบ	UC03 แก้ไขข้อมูลอาหารที่รับประทานที่เพิ่มไปแล้ว (Edit Food info)
TC12	แก้ไขข้อมูลอาหารที่เพิ่มเข้าไปแล้ว (Edit food calories info) - โดยกดปุ่ม Search	UC03 แก้ไขข้อมูลอาหารที่รับประทานที่เพิ่มไปแล้ว (Edit Food info)

TC13	ลบข้อมูลอาหารที่เพิ่มเข้าไปแล้ว (Delete food calories info)	UC04 ลบข้อมูลอาหารที่รับประทานที่เพิ่มไปแล้ว (Delete Food)
TC14	แสดงข้อมูลอาหารที่เพิ่มไว้แล้วในหน้า Calories Tracker view	UC05 แสดงข้อมูลอาหารที่ Track Calories
TC15	แสดงข้อมูลแคลอรีรวมแต่ละวัน ย้อนหลัง 7 วัน	UC06 แสดงข้อมูลแคลอรีรวมในแต่ละวัน ย้อนหลัง 7 วัน แบบกราฟแท่ง (Show Total Graph)
TC16	แสดงข้อมูลแคลอรีและอาหารที่ผู้ใช้ทั้งหมดเพิ่มไว้ในระบบ	UC07 แสดงข้อมูลแคลอรีและอาหารที่ผู้ใช้ทั้งหมดได้ทำการเพิ่มไว้ในระบบ (Show Food For All Users)
TC17	แสดงข้อมูลอาหารสุขภาพที่แนะนำพร้อมรายละเอียด	UC08 แสดงข้อมูลอาหารสุขภาพที่แนะนำ (Show Healthy Food List/Detail)
TC18	แสดงข้อมูลการออกกำลังกายที่แนะนำพร้อมรายละเอียด	UC09 แสดงข้อมูลการออกกำลังกายที่แนะนำ (Show Exercise List/Detail)
TC19	แสดงข้อมูลผู้ใช้ (Profile view)	UC10 แสดงข้อมูลผู้ใช้/แก้ไข (Show/Edit User Profile View)
TC20	แสดงหน้า Edit Profile view - ใส่ข้อมูลครบและถูกต้อง	UC10 แสดงข้อมูลผู้ใช้/แก้ไข (Show/Edit User Profile View)
TC21	แสดงหน้า Edit Profile view - ใส่ข้อมูลไม่ครบ	UC10 แสดงข้อมูลผู้ใช้/แก้ไข

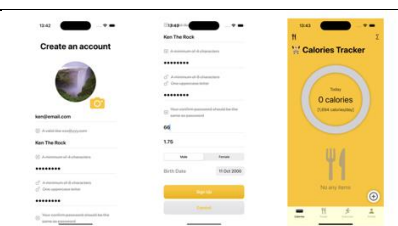
		(Show/Edit User Profile View)
TC22	แสดงหน้า Edit Profile view - ใส่ข้อมูลไม่ถูกต้อง	UC10 แสดงข้อมูลผู้ใช้/แก้ไข (Show/Edit User Profile View)
TC23	แสดงลำดับผู้ติดตามเต็มสะสม (Show Leaderboard)	UC11 แสดงลำดับของผู้ใช้ทั้งหมดที่มีเต็มสะสมเรียงจากมากไปน้อย (Show Leaderboard)
TC24	แสดงหน้าอาหารที่ผู้ใช้แต่ละคนเพิ่มไว้	UC11 แสดงลำดับของผู้ใช้ทั้งหมดที่มีเต็มสะสมเรียงจากมากไปน้อย (Show Leaderboard)
TC25	ทดสอบใส่ค่าน้ำหนักที่ไม่สามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ในหน้า CreateAccountView	UC01 ลงทะเบียน (Register)
TC26	ทดสอบใส่ค่าส่วนสูงที่ไม่สามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ในหน้า CreateAccountView	UC01 ลงทะเบียน (Register)
TC27	ทดสอบใส่ค่า Username เป็นภาษาไทยในหน้า CreateAccountView	UC01 ลงทะเบียน (Register)
TC28	ทดสอบใส่ค่า Calories field ที่ไม่สามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ในหน้า AddCaloriesView	UC02 เพิ่มข้อมูลอาหารที่รับประทาน (Add food info)
TC29	ทดสอบใส่ค่า Calories field ที่ไม่สามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ในหน้า EditCaloriesView	UC03 แก้ไขข้อมูลอาหารที่รับประทานที่เพิ่มไปแล้ว (Edit Food info)

TC30	ทดสอบใส่ค่า Name field เป็นภาษาไทยในหน้า AddCaloriesView	UC02 เพิ่มข้อมูลอาหารที่รับประทาน (Add food info)
TC31	ทดสอบใส่ค่า Name field เป็นภาษาไทยในหน้า EditCaloriesView	UC03 แก้ไขข้อมูลอาหารที่รับประทานที่เพิ่มไปแล้ว (Edit Food info)
TC32	ทดสอบเลือกอาหารภาษาไทยในหน้า Select your calories โดยกดปุ่ม Search ในหน้า AddCaloriesView หรือ EditCaloriesView [แสดงตัวอย่างที่หน้า AddCaloriesView]	UC02 เพิ่มข้อมูลอาหารที่รับประทาน (Add food info) และ UC03 แก้ไขข้อมูลอาหารที่รับประทานที่เพิ่มไปแล้ว (Edit Food info)
TC33	Sign out ออกจากระบบ	UC12 การเข้าใช้งาน (Login with Email/Password)

และตารางที่ 4 คือตัวอย่างรายละเอียดและผลของแต่ละ Test case โดยทั้งหมดทำบน Test Environment คือ iPhone 15 Pro iOS 17.0.1 (Simulator) แต่ระบบที่รองรับคือ iOS 16.4 ขึ้นไป

ตารางที่ 4. TC01 การลงทะเบียนผู้ใช้ใหม่ (Create new user account) – ใส่ข้อมูลครบและถูกต้อง

Test case no.	TC01
Test case title	การลงทะเบียนผู้ใช้ใหม่ (Create new user account) - ใส่ข้อมูลครบและถูกต้อง
Precondition	Download App
Test steps	<ol style="list-style-type: none"> 1. กดปุ่ม Sign up ในหน้า Login 2. ระบบนำสู่หน้า Create user account 3. ผู้ใช้กรอกข้อมูลครบถ้วน และถูกต้อง 4. ระบบ Create user account ใน Firebase Authentication และ user ใน users collection ใน Cloud Firestore

	5. App นำผู้ใช้ไปหน้า Main view (Calories Tracker view)
Test data	1. Profile image 2. Email (A valid like xxx@yyy.com): ken@email.com 3. Username (Minimum 4 characters): Ken The Rock 4. Password (Minimum 8 characters/One uppercase letter): 1234567A 5. Confirm Password (Same as Password): 1234567A 6. Weight(kg) (if not fill, default 50 kg): 66 7. Height(m) (if not fill, default 1.65 m): 1.75 8. Choose between Male or Female: Male 9. Birthdate (default is Today): Oct 11, 2000
Expected result	ระบบสร้าง User ใน Firebase Authentication/Cloud Firestore และนำผู้ใช้เข้าสู่หน้า Main view (Calories Tracker View)
Actual result	ระบบสร้าง User ใน Firebase Authentication/Cloud Firestore และนำผู้ใช้เข้าสู่หน้า Main view (Calories Tracker View)
Status	Passed
Result Screens	

4.4 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้

นักวิจัยได้ออกแบบการทดสอบโดยกำหนดให้มีการบันทึกวิธีโอของผู้ร่วมทดสอบขณะที่มีการใช้งานแอปพลิเคชัน และใช้แบบสำรวจประเมินความพึงพอใจพร้อมทั้งแสดงความเห็นใน Google Form โดยสาระสำคัญของแบบสำรวจ ได้แก่ เพศของผู้ร่วมทำการทดสอบและประเมินผล อายุของผู้ร่วมทำการทดสอบและประเมินผล ความพึงพอใจด้านส่วนติดต่อประสานและประสบการณ์ของผู้ใช้ และความพึงพอใจต่อฟังก์ชันของแอปพลิเคชัน ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลการสำรวจความพึงพอใจ

เพศ	ชาย	หญิง	
ร้อยละ 66.7	ร้อยละ 33.3		
อายุของผู้ตอบแบบสอบถาม:	18-35 ปี	35-60 ปี	
ร้อยละ 66.7	ร้อยละ 33.3		
ความพึงพอใจด้านส่วนติดต่อประสานและประสบการณ์ของผู้ใช้	พึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 16.7	พึงพอใจมาก ร้อยละ 75	พึงพอใจปานกลาง ร้อยละ 8.3
ความพึงพอใจคือฟังก์ชันของแอปพลิเคชัน	พึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 33.3	พึงพอใจมาก ร้อยละ 50	พึงพอใจปานกลาง ร้อยละ 16

5. บทสรุป การอภิปราย และข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ นักวิจัยได้ศึกษาถึงปัญหาและความต้องการของการมีเครื่องมือสนับสนุนเพื่อส่งเสริมให้คนไทยได้มีสุขภาพที่ดีขึ้น โดยในบทความนี้ได้นำเสนอการวิเคราะห์ ออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพาเพื่อติดตามแคลอรีของการบริโภคอาหารของผู้ใช้ โดยใช้ SwiftUI framework ต่อกับฐานข้อมูล Firebase รองรับบนอุปกรณ์ iPhone iOS 16.4 ขึ้นไป โดยมุ่งหวังให้การออกแบบความต้องการและรูปแบบการใช้งานเป็นที่เหมาะสมและสอดคล้องกับการใช้งานของประชากรในไทย มีการเก็บข้อมูลผ่าน Firebase และยืนยันตัวตนในการใช้ด้วยอีเมลและรหัสผ่าน พร้อมทั้งเก็บรูปภาพ ใน Cloud Storage มีการทดสอบตามกรณีทดสอบฟังก์ชัน และสำรวจความพึงพอใจในการใช้งาน

การต่อขยายการดำเนินงานวิจัยจากนี้ จะมีการพัฒนาแอปพลิเคชันนี้โดยจะพัฒนาเพิ่มเติมฟังก์ชันอื่น ๆ เพื่อส่งเสริมสุขภาพ อาทิเช่น สามารถตั้งเป้าหมายการบริโภคแคลอรีโดยผู้ใช้ ผู้ใช้สามารถเมนูได้จากการแสกนภาพ การแลกของรางวัลสำหรับผู้ใช้ในชุมชนที่ทำได้บรรลุเป้าหมาย เป็นต้น นอกจากนี้ในส่วน User Interface ให้รองรับ iPad ด้วย และต่อขยายแอป

พลิเคชันเพื่อให้รองรับ Android platform ต่อไป ซึ่งอาจใช้การพัฒนาแบบ Native (Kotlin) หรือ Cross platform โดยใช้ Flutter หรือ React-Native และสามารถใช้งานข้อมูล Firebase เดียวกันกับที่ได้พัฒนาไว้แล้ว

Retrieved from <https://li01.ci-thaijo.org/index.php/sehs/article/view/257969>

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานสำรวจสุขภาพประชาชนไทย (สสท.). ม.ป.ป.. รายงานการสำรวจสุขภาพ ประชาชนไทยโดยการตรวจร่างกาย ครั้งที่ 4 ปี 2551-2552. นนทบุรี: บริษัท เดอะกราฟิโก ซิสเต็มส์ จำกัด.
- [2] World Health Organization (WHO). 2013. World Health Statistics 2013. Geneva: WHO.
- [3] Techliance, “Best Mobile App Development Tools, Frameworks & Platforms”, Techliance Blog. <https://blog.techliance.com/mobile-app-development-tools/> (Accessed: Oct 27,2023)
- [4] Quantilus, “Why Your Business Should Develop An iOS App”, Quantilus innovation. <https://quantilus.com/article/why-your-business-should-develop-an-ios-app/> (Accessed: Oct 27,2023)
- [5] Jacob Schmitt, “Native vs cross-platform mobile app development”, Circleci Blog. <https://circleci.com/blog/native-vs-cross-platform-mobile-dev/> (Accessed: Oct 27,2023)
- [6] Mayank Pratap, “SwiftUI vs UIKit: Which one to choose for your iOS app”, Supersourcing. <https://supersourcing.com/blog/swiftui-vs-uikit-which-one-to-choose-for-your-ios-app/#portfolio> (Accessed: Oct 27,2023)
- [7] Bogdan Guriev, “Firebase Pros and Cons: When you should and shouldn’t use Firebase”, OSDB. <https://osdb.io/firebase-pros-and-cons-when-you-should-and-shouldnt-use-firebase-osdb/> (Accessed: Oct 27,2023)
- [8] Jirapanthong, W. (2023). Toward traceability model between ISO/IEC 29110 artefacts and agile process. Science, Engineering and Health Studies, 17, 23040006.

ประสิทธิภาพการจำแนกโรคพืชที่แสดงลักษณะทางใบด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม
แบบคอนโวลูชันร่วมกับอัลกอริทึมการเพิ่มประสิทธิภาพและฟังก์ชันกระตุ้น
**Efficiency of plant diseases classification by convolutional
neural network
with optimization algorithm and activation function**

อนัญญา พรหมโคตร

A-nanya Promkot

สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

*Department of Thai traditional medicine, Faculty of Natural Resources, Rajamangala University of
Technology Isan*

Received: February 6, 2024; Revised: June 25, 2024; Accepted: June 28, 2024; Published: June 30, 2024

ABSTRACT – Plant diseases are a problem that has a huge impact on farmers. Detection of plant diseases at an early stage to effectively control the spread of germs Therefore, it plays an important role in the agricultural industry. However, traditional approach requires extensive knowledge of the expert. It is expensive and requires a lot of labor. Nowadays, with the advancement of information technology, machine learning and deep learning has been applied to automatic identification of plant disease. Currently, convolutional neural network methods is a method that has been recognized for its efficiency in image classification. The objective of this research is to find appropriate values for the ResNet50 method with optimization algorithms, including AdaDelta, AdaGrad, Adam, RMSprop, and SGD, and activation functions including ReLU, Sigmoid, and Tanh ,for plant disease classification by using plant leave image. Evaluated performance of plant disease classification by using the PlantVillage dataset. The results showed that the ResNet50 method with RMSprop optimizer and Sigmoid activation function gave the highest Accuracy value of 0.94, Precision value of 0.94, Recall 0.93, and F -measure is equal to 0.93. Therefore, it can be concluded that in selecting a model for learning to achieve the most efficient results should consider additional factors including algorithms to increase the efficiency of the model and stimulation functions

KEYWORDS: Image Classification, Image Processing, Convolution Neural Network, Plant Disease

บทคัดย่อ -- โรคพืชเป็นปัญหาที่สร้างผลกระทบต่อเกษตรกรเป็นอย่างมาก การตรวจหาโรคพืชตั้งแต่ระยะเริ่มต้น เพื่อควบคุมการแพร่กระจายของเชื้อโรครวมถึงประสิทธิภาพ จึงมีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมเกษตร อย่างไรก็ตามการตรวจหาดังกล่าวต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับเชื้อโรครวมถึงความรู้ที่กว้างขวาง มีค่าใช้จ่ายสูงและต้องใช้แรงงานมาก ปัจจุบันด้วยความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จึงได้มีการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากการเรียนรู้ของเครื่อง และวิธีการการเรียนรู้เชิงลึก สำหรับการระบุลักษณะโรคพืชที่แสดงอาการทางใบพืชอย่างอัตโนมัติ ปัจจุบันวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional neural network) เป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับถึงประสิทธิภาพการจำแนกรูปภาพ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์การค้นหาค่าที่เหมาะสมสำหรับแบบจำลองวิธีเรียนรู้เชิงลึก ResNet50 สำหรับการจำแนกรูปภาพโรคพืช

ที่แสดงลักษณะทางใบ ซึ่งเป็นวิธีที่พัฒนาจากพื้นฐานวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ที่ทำงานร่วมกับอัลกอริทึมในการเพิ่มประสิทธิภาพของโมเดล ประกอบด้วย AdaDelta AdaGrad Adam RMSprop และ SGD และการใช้ฟังก์ชันกระตุ้น (Activation function) ได้แก่ ReLU, Sigmoid และ Tanh ทดสอบประสิทธิภาพการจำแนกโรคพืชด้วยชุดข้อมูล PlantVillage ผลการทดลองพบว่า วิธี ResNet50 ที่ใช้ Optimizer RMSprop และฟังก์ชันกระตุ้น Sigmoid ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) สูงสุดคือ 0.94 ค่าความแม่นยำ (Precision) 0.94 ค่าอัตราการจำแนกถูกต้องเมื่อข้อมูลเป็นจริง (Recall) 0.93 และค่า F-measure เท่ากับ 0.93 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าในการพิจารณาเลือกแบบจำลองสำหรับการเรียนรู้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดควรพิจารณาเลือกปัจจัยเพิ่มเติม ได้แก่ อัลกอริทึมในการเพิ่มประสิทธิภาพของโมเดล และฟังก์ชันกระตุ้น เป็นต้น

คำสำคัญ: การจำแนกภาพ, การประมวลผลภาพ, โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน, โรคพืช

1. บทนำ

ด้วยสถานการณ์โลกในปัจจุบันมนุษย์ต้องเผชิญกับปัญหาและความท้าทายที่ส่งผลต่อการดำรงชีวิตมากมาย ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม อุบัติการณ์โรคระบาด ความรุนแรงในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ และอัตราจำนวนประชากรโลกที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยคาดการณ์ว่าในปี พ.ศ. 2593 จำนวนประชากรโลกจะเพิ่มขึ้นเป็น 10 พันล้านคน และส่งผลต่อปริมาณความต้องการทางด้านอาหารสูงเพิ่มมากขึ้น [1] อุตสาหกรรมเกษตรทั้งระดับรายย่อยและรายใหญ่ต่างพยายามผลิตสินค้าเกษตรเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่จำนวนเพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามเกษตรกรผู้ปลูกพืชต้องเผชิญกับปัญหาโรคพืช ซึ่งผลกระทบต่อผลผลิตที่ได้ออกจำหน่ายเป็นอย่างมาก ศัตรูพืชและโรคพืชทำให้ผลผลิตสูญเสียมากกว่า 20 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ [2] โดยแบคทีเรียไวรัส และเชื้อราเป็นสาเหตุของการติดเชื้อโรค จากปัจจัยและโรคที่หลากหลายเหล่านี้ จึงเป็นความท้าทายอย่างยิ่งสำหรับเกษตรกรในการตรวจหาและควบคุมการติดเชื้อโรคเหล่านี้ ในปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงใช้วิธีตรวจหาโรคพืชด้วยตาเปล่าโดยใช้แรงงาน [3] ซึ่งต้องใช้ความรู้ความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับโรคพืชและค่าใช้จ่ายสูง

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นจึงมีงานวิจัยมากมายที่ประยุกต์เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์สำหรับการติดตามกระบวนการผลิตอย่างอัตโนมัติ วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน เป็นหนึ่งในวิธีที่นิยมสำหรับงานประมวลผลภาพมีความสามารถในการสกัดคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องอย่างอัตโนมัติ มี

งานวิจัยที่ผ่านมาได้แสดงประสิทธิภาพการจำแนกโรคพืชโดยเรียนรู้จากลักษณะรูปภาพใบพืช ด้วยวิธีการต่างๆ [4] และแสดงประสิทธิภาพของแต่ละวิธี สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ในการค้นหาที่เหมาะสมสำหรับแบบจำลองวิธีเรียนรู้เชิงลึก ResNet50 สำหรับการจำแนกรูปภาพโรคพืชที่แสดงลักษณะทางใบ ซึ่งเป็นวิธีที่พัฒนาจากพื้นฐานวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน โดยนำมาทำงานร่วมกับอัลกอริทึมในการเพิ่มประสิทธิภาพของโมเดล 5 วิธี ประกอบด้วย AdaDelta AdaGrad Adam RMSprop และ SGD พร้อมทั้งเปรียบเทียบการใช้ฟังก์ชันกระตุ้น (Activation Function) ได้แก่ ReLU, Sigmoid และ Tanh ทดสอบประสิทธิภาพการจำแนกโรคพืชด้วยชุดข้อมูล PlantVillage ซึ่งเป็นชุดข้อมูลรูปภาพใบพืชที่สมบูรณ์และใบพืชที่มีอาการของโรคพืช

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน

วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน หรือชื่อย่อ CNN คือประเภทของโครงข่ายประสาทเทียมที่พัฒนาขึ้น จัดอยู่ในกลุ่ม Bio-inspired มีการจำลองการมองเห็นของมนุษย์ที่มีการมองสิ่งต่างๆ เป็นพื้นที่ย่อยๆ หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลพื้นที่ย่อยๆ มารวมกันเพื่อสรุปว่าสิ่งที่มองเห็นนั้นคืออะไร หลักการทำงานของวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ประกอบด้วย 4 ชั้น [5] ดังนี้

2.1.1 Convolution layer

เป็นชั้นที่รับข้อมูลนำเข้าเพื่อสกัดให้ได้คุณสมบัติที่สำคัญจากรูปภาพ โดยแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ Image pixel กำหนด Feature detector หรือ Convolution kernel มาเพื่อสแกนเพื่อแยกองค์ประกอบต่างๆ ของรูปภาพ ได้แก่ ลักษณะรูปทรงของเส้นขอบ สีและความเข้มของสี โดยกำหนดขนาดรูปภาพให้เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด $W \times W \times M$ โดยที่ W คือความสูงและความกว้างของรูปภาพ และ M คือมิติของรูปภาพ เช่น ภาพสี RGB จะกำหนดให้ $M = 3$ เป็นต้น หลังจากนั้นคำนวณแบบ dot product และเก็บผลลัพธ์ไว้ที่ Feature map ในขั้นตอนนี้จะทำให้ทราบคุณสมบัติที่สำคัญที่ใช้จำแนกประเภทรูปภาพ

2.1.1 Pooling layer

เป็นขั้นตอนการลดมิติของข้อมูลใน Feature map โดยยังคงรายละเอียดสำคัญเอาไว้ วิธีการ Pooling มี 2 วิธีด้วยกัน ได้แก่ Max pooling และ Mean pooling เป็นต้น

2.1.3 Fully connected layer

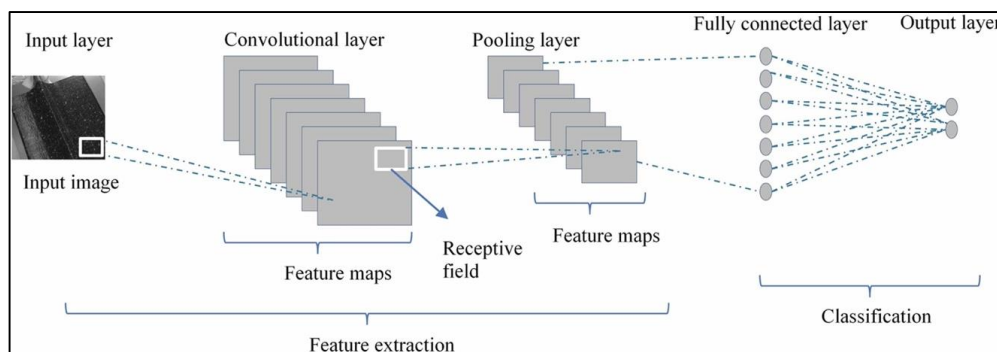
เป็นขั้นสุดท้ายของวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ในขั้นนี้จะรับข้อมูล Feature map ซึ่งมีรูปแบบเป็นข้อมูลเวกเตอร์ 1 มิติ ที่ได้จากขั้นตอน Flattening หลังจากนั้นนำมาคำนวณด้วย Activate function ได้แก่ Softmax ReLU และ Tanh เป็นต้น ผลลัพธ์ที่ได้ในชั้น Fully connected layer นี้จะเป็นค่าความน่าจะเป็นของการจำแนกข้อมูลในแต่ละคลาส

2.2 Deep residual Network

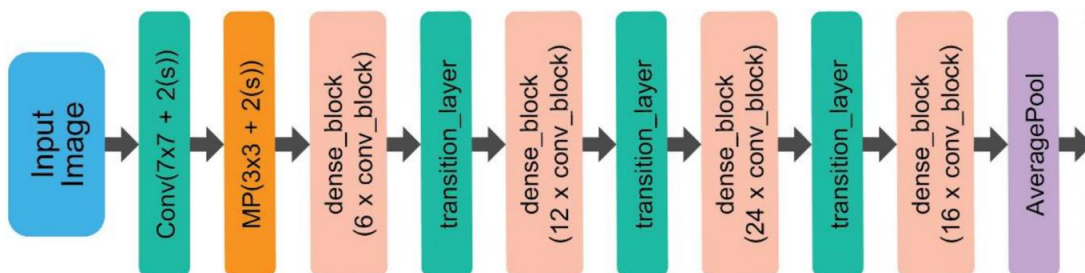
Deep residual Network หรือชื่อย่อ ResNet หรือ ResNet50 ถูกนำเสนอในปี ค.ศ. 2015 พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหา Vanishing gradient โครงสร้างสถาปัตยกรรม ResNet50 ดังแสดงในรูปภาพที่ 2 ResNet50 มีการใช้ Residual block เป็นการนำผลลัพธ์ของชั้นก่อนหน้ามารวมกับผลลัพธ์ของชั้นที่กำลังทำการประมวลผลอยู่ ภายใน Residual block มีการใช้ Skip connection ช่วยดึงค่า Gradient จากชั้นก่อนหน้ามาใช้เพื่อลดเวลาในการเชื่อมกันของแต่ละชั้น ช่วยลดระยะเวลาในการประมวลผลโดยที่ประสิทธิภาพยังคงเดิม และนำเทคนิค Global average มาใช้ในชั้น Fully connected layer ทำให้ ResNet50 มีความลึก 50 ชั้น

2.3 อัลกอริทึมเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimizer)

การปรับค่าน้ำหนักให้เหมาะสมเป็นเรื่องสำคัญในการประมวลผลด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม ทำให้การประมวลผลของแบบจำลองมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยการปรับค่าพารามิเตอร์ ของโครงข่ายประสาทเทียมในระหว่างการศึกษาเพื่อหาค่า loss ลดลง อัลกอริทึมเพิ่มประสิทธิภาพสามารถนำมาทำงานร่วมกับเทคนิคอื่นๆ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของแบบจำลองให้ทำงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น [7]



รูปที่ 1. สถาปัตยกรรมวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน แหล่งที่มา: [5, 6]



รูปที่ 2. โครงสร้างสถาปัตยกรรม Deep residual Network

การเลือกใช้อัลกอริทึมเพิ่มประสิทธิภาพที่เหมาะสมขึ้นสำหรับแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลปัญหาที่ต้องการแก้ไข

2.3.1 SGD (Stochastic Gradient Descent)

SGD [7] [8] เป็นอัลกอริทึมเพิ่มประสิทธิภาพที่ใช้ลดค่าน้อยสุดของฟังก์ชันโดยการเคลื่อนที่ทีละขั้นไปยังค่าต่ำสุดของฟังก์ชัน เป็นรูปแบบหนึ่งของ Gradient Descent ที่ใช้การสุ่มข้อมูลย่อย (mini-batch) ของข้อมูลในแต่ละขั้นตอน วิธีการนี้ทำให้กระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพเร็วขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับชุดข้อมูลขนาดใหญ่ ขั้นตอนการทำงานของวิธี SGD มีขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

- การเริ่มต้น พารามิเตอร์: เริ่มต้นจากการสุ่มค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองซึ่งอาจเป็น ค่าน้ำหนัก (Weight) หรือค่าอคติ (bias)

- เลือก Mini-batch: เลือกส่วนย่อยเล็กๆ ของข้อมูลสำหรับการเรียนรู้โดยวิธีสุ่ม

- คำนวณ Gradient: คำนวณค่า Gradient ของฟังก์ชันสูญเสียโดยอิงจากพารามิเตอร์ของแบบจำลองโดยใช้ Mini-batch ที่เลือก

- ปรับพารามิเตอร์: ปรับพารามิเตอร์ของโมเดลในทิศทางตรงกันข้ามกับค่า Gradient ดังสมการ

$$\theta = \theta - \eta \cdot \nabla_{\theta} L(\theta; \mathbf{x}^{(i)}, \mathbf{y}^{(i)}) \quad (1)$$

โดยที่ η เป็น อัตราการเรียนรู้ และ $\nabla_{\theta} L(\theta; \mathbf{x}^{(i)}, \mathbf{y}^{(i)})$ คือ Gradient ของฟังก์ชันสูญเสีย L ที่คำนวณโดยใช้ mini-batch $\mathbf{x}^{(i)}, \mathbf{y}^{(i)}$

- ทำซ้ำจนกว่าจะบรรจบกัน
- การบรรจบกัน: อัลกอริทึมจะบรรจบกันเมื่อการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์น้อยลงอย่างเพียงพอหรือเมื่อฟังก์ชันสูญเสียไม่ถึงระดับที่แน่นอน

2.3.2 RMSprop (Root Mean Square Propagation)

RMSprop [7] เป็นวิธีการที่ออกแบบมาเพื่อแก้ปัญหาการลดลงอย่างรวดเร็วของอัตราการเรียนรู้ (learning rate) ของวิธี SGD หลักการของวิธี RMSprop คือการรักษาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่กำลังสอง (Squared gradient) ของพารามิเตอร์แต่ละตัว ทำให้กระบวนการเรียนรู้มีความเร็วขึ้น มีขั้นตอนดังนี้

- การคำนวณ Gradient: คำนวณ Gradient ของฟังก์ชันสูญเสีย L ตามพารามิเตอร์ θ สำหรับ Mini-batch ที่สุ่มเลือก

$$\mathbf{g}_t = \nabla_{\theta} L_{\theta}(\theta) \quad (2)$$

- การอัปเดตค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของ Squared gradient $\mathbf{E}[g^2]_t$ โดยใช้ค่าเฉลี่ยที่สะสมมาจาก Gradient ที่ผ่านมา

$$\mathbf{E}[g^2]_t = \gamma \mathbf{E}[g^2]_{t-1} + (1 - \gamma) \mathbf{g}_t^2 \quad (3)$$

โดยที่ γ เป็นพารามิเตอร์ที่กำหนดอัตราการลดลงของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยส่วนใหญ่นิยมกำหนดค่า $\gamma = 0.9$

- การปรับพารามิเตอร์: ปรับพารามิเตอร์ θ โดยใช้อัตราการเรียนรู้ที่ปรับตามค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของ Squared gradient

$$\theta_{t+1} = \theta_t - \frac{\eta}{\sqrt{\mathbf{E}[g^2]_t + \epsilon}} \mathbf{g}_t \quad (4)$$

โดยที่ η คืออัตราการเรียนรู้ และ ϵ คือค่าคงที่ขนาดเล็กที่เพิ่มเข้าไปเพื่อป้องกันการหารด้วยศูนย์ นิยมกำหนดค่า $\epsilon = 10^{-8}$

2.3.3 AdaGrad (Adaptive Gradient Algorithm)

AdaGrad [7] เป็นอัลกอริทึมการเพิ่มประสิทธิภาพที่พัฒนาขึ้นเพื่อปรับอัตราการเรียนรู้สำหรับพารามิเตอร์แต่ละตัว ในระหว่างการเรียนรู้ของแบบจำลอง ซึ่งช่วยให้การฝึกมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีขั้นตอนดังนี้

- การคำนวณ Gradient: คำนวณ Gradient ของฟังก์ชันสูญเสีย L ตามพารามิเตอร์ θ สำหรับ Mini-batch ที่สุ่มเลือก ดังสมการที่ 2

- การสะสม Squared gradient: สะสมค่า Squared gradient สำหรับแต่ละพารามิเตอร์

$$\mathbf{G}_{t,ii} = \mathbf{G}_{t-1,ii} + \mathbf{g}_{t,i}^2 \quad (5)$$

โดยที่ \mathbf{G} เป็นเมทริกซ์การสะสมของ Squared gradient และ $\mathbf{g}_{t,i}$ เป็น Gradient ของพารามิเตอร์ i ในเวลา t

- การปรับพารามิเตอร์: ปรับค่าพารามิเตอร์ θ โดยใช้อัตราการเรียนรู้ที่ปรับตามการสะสมของ Squared gradient

$$\theta_{t,1,i} = \theta_{t,i} - \frac{\eta}{\sqrt{\mathbf{G}_{t,ii} + \epsilon}} \mathbf{g}_{t,i} \quad (6)$$

2.3.4 Adam (Adaptive Moment Estimation)

Adam [7] เป็นอัลกอริทึมการเพิ่มประสิทธิภาพที่ได้รับ ความนิยมมากในงานการเรียนรู้เชิงลึก เนื่องจากมีประสิทธิภาพ สูงและสามารถปรับอัตราการเรียนรู้แบบอัตโนมัติได้ วิธีที่รวม ข้อดีของวิธี AdaGrad และ วิธี RMSProp เข้าด้วยกัน โดยใช้ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของ Gradient และ Squared gradient มีขั้นตอน ดังนี้

- การคำนวณ Gradient: คำนวณ Gradient ของฟังก์ชัน สูญเสีย L ตามพารามิเตอร์ θ สำหรับ Mini-batch ที่สุ่มเลือก ดัง สมการที่ 2

- การคำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของ Gradient: ใช้ค่าเฉลี่ย เคลื่อนที่ของ Gradient m_t

$$m_t = \beta_1 m_t + (1 - \beta_1) g_t \quad (7)$$

โดยที่ β_1 เป็นพารามิเตอร์ที่กำหนดอัตราการลดลงของ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

- การคำนวณค่าเฉลี่ย Squared gradient v_t

$$v_t = \beta_2 v_{t-1} + (1 - \beta_2) g_t^2 \quad (8)$$

โดยที่ β_2 เป็นพารามิเตอร์ที่กำหนดอัตราลดลงของค่าเฉลี่ย เคลื่อนที่

- การปรับค่าเบี่ยงเบน (Bias correction):

เนื่องจาก m_t และ v_t มีค่าเบี่ยงเบนเริ่มต้นในช่วงแรก จะต้องปรับค่าเหล่านี้

$$\hat{m}_t = \frac{m_t}{1 - \beta_1^t} \quad (9)$$

$$\hat{v}_t = \frac{v_t}{1 - \beta_2^t} \quad (10)$$

- การคำนวณการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์:

คำนวณการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ θ :

$$\Delta \theta_t = - \frac{\eta}{\sqrt{\hat{v}_t + \epsilon}} \hat{m}_t \quad (11)$$

โดยที่ η เป็นอัตราการเรียนรู้ และ ϵ เป็นค่าคงที่ขนาดเล็กที่เพิ่ม เข้าไปเพื่อป้องกันการหารด้วยศูนย์

- การปรับพารามิเตอร์: ปรับพารามิเตอร์ θ โดยใช้การ เปลี่ยนแปลงที่คำนวณได้

$$\theta_{t+1} = \theta_t + \Delta \theta_t \quad (12)$$

2.3.5 AdaDelta

AdaDelta [7] เป็นอัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไข ปัญหาบางประการของวิธี AdaGrad โดยเฉพาะการลดลงอย่าง รวดเร็วของอัตราการเรียนรู้เมื่อการสะสมของ Squared gradient มีค่ามากขึ้น AdaDelta ปรับอัตราการเรียนรู้แบบอัตโนมัติ สำหรับพารามิเตอร์แต่ละตัวโดยไม่ต้องกำหนดค่าเริ่มต้นของ อัตราการเรียนรู้ (Initial learning rate) และรักษาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ของการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์และ Gradient เพื่อรักษาอัตรา การเรียนรู้ให้มีความสมดุลมากขึ้น มีขั้นตอน ดังนี้

- การคำนวณ Gradient: คำนวณ Gradient ของฟังก์ชัน สูญเสีย L ตามพารามิเตอร์ θ สำหรับ Mini-batch ที่สุ่มเลือก ดัง สมการที่ 2

- การอัปเดตค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของ Squared gradient: อัปเดตค่าเฉลี่ยของ Squared gradient

$$E[g^2]_t = \rho E[g^2]_{t-1} + (1 - \rho) g_t^2 \quad (13)$$

โดยที่ ρ เป็นพารามิเตอร์ที่กำหนดอัตราลดลงของค่าเฉลี่ย เคลื่อนที่ โดยส่วนใหญ่จะนิยามกำหนดค่า $\rho = 0.9$

- คำนวณค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์

$$E[\Delta \theta^2]_t = \frac{\rho E[\Delta \theta^2]_{t-1} + (1 - \rho)(\Delta \theta_2)^2}{(1 - \rho)} \quad (14)$$

- การปรับพารามิเตอร์: ปรับพารามิเตอร์ θ โดยใช้การ เปลี่ยนแปลงที่คำนวณได้ ดังสมการที่ 12

2.4 ฟังก์ชันกระตุ้น (Activation function)

ฟังก์ชันกระตุ้น เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของ แบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกที่ช่วยเพิ่มความไม่เชิงเส้นให้กับ แบบจำลอง และทำให้สามารถเรียนรู้รูปแบบที่ซับซ้อนได้ ฟังก์ชันกระตุ้นที่นิยมในปัจจุบันได้แก่ Sigmoid ReLU และ Tanh [9] ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำทั้งสามวิธีมาใช้ในการทดลอง

2.4.1 ReLU (Rectified Linear Unit)

การคำนวณ ReLU ดังสมการต่อไปนี้ โดยกรณีที่ค่าของ x เป็นบวก จะให้ค่า x และกรณีที่ค่าของ x เป็นลบหรือมีค่าศูนย์ จะให้ค่า 0 ข้อดีของ ReLU คือคำนวณง่ายและรวดเร็ว แก้ไขปัญหาการหายไปของ Gradient (Vanishing gradient problem) และเพิ่มความไม่เชิงเส้นให้กับโมเดลได้ดี แต่มีข้อจำกัดคือ กรณีที่ค่า x เป็นลบตลอดเวลาจะไม่สามารถอัปเดตค่า Neuron ได้

$$f(x) = \max(0, x) \quad (15)$$

2.4.2 Sigmoid

เหมาะสำหรับการจำแนกข้อมูลประเภท Binary เพราะค่าที่คำนวณได้อยู่ในช่วง $[0,1]$ ซึ่งเป็นข้อดีเหมาะกับการใช้งานที่ต้องการความน่าจะเป็น และการจำแนกข้อมูล Binary การคำนวณดังแสดงในสมการต่อไปนี้ ข้อจำกัดคือ มีปัญหาการหายไปของ Gradient ทำให้การเรียนรู้ของแบบจำลองเป็นไปได้ช้า

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (16)$$

2.4.3 Tanh (Hyperbolic Tangent)

เป็นวิธีที่คล้ายกับวิธี Sigmoid แต่มีความแตกต่างคือค่าผลลัพธ์จะอยู่ในช่วง $[-1,1]$ การคำนวณดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$f(x) = \tanh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \quad (17)$$

การรวมการทำงานของวิธีโครงข่ายประสาทเทียม อัลกอริทึมเพิ่มประสิทธิภาพ และฟังก์ชันกระตุ้น ช่วยทำให้โครงข่ายมีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันมีนักวิจัยที่ได้นำเสนอ งานวิจัยที่ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพสำหรับงานจำแนก ลักษณะรูปภาพมากมาย [4] เพื่อจำแนกความแตกต่าง หรือการระบุลักษณะความผิดปกติหรืออาการ โรคพืชอย่างอัตโนมัติ เพื่อสนับสนุนงานด้านเกษตรกรรมให้มีประสิทธิภาพ ช่วยลดความสูญเสียจากโรคพืชได้ ดังปรากฏในงานวิจัยโครงข่าย

ประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันเป็นวิธีที่ได้รับความนิยม เนื่องจากประสิทธิภาพของแบบจำลอง งานของ [10] ีรวิวแบบจำลองการเรียนรู้ต่างๆ ที่นำมาใช้งานจำแนกโรคพืช และแสดงการทดลองเปรียบเทียบการจำแนกโรคพืชด้วยแบบจำลอง 23 วิธี ได้แก่วิธีชุดข้อมูล PlantDoc ทำนายว่ารูปภาพใบพืชที่มีอาการของโรคพืชหรือไม่ [11] ได้ทดสอบประสิทธิภาพการจำแนกโรคพืชจากรูปภาพใบพืช ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ทดสอบด้วยชุดข้อมูล PlantVillage ซึ่งเป็นชุดข้อมูลรูปภาพใบพืชจำนวน 14 ชนิด จำแนกเป็นรูปภาพใบพืชที่สมบูรณ์และใบพืชที่มีเชื้อโรคจำนวน 38 คลาส ผลการทดสอบประสิทธิภาพแสดงค่าความถูกต้องในการจำแนกเท่ากับ 98.01% และ Test accuracy เท่ากับ 94.33% นอกจากนี้ยังมีงานลักษณะคล้ายกันที่ศึกษาเทคนิควิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการจำแนกรูปภาพหนึ่งด้วยเทคนิคการเพิ่มรูปภาพ (Augmentation) ดังปรากฏในงานของ [12] และ [13] ทดสอบประสิทธิภาพการจำแนกโรคใบมะเขือเทศ ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันร่วมกับวิธีการเพิ่มจำนวนรูปภาพ โดยคัดเลือกรูปภาพใบมะเขือเทศจากชุดข้อมูล PlantVillage จำนวน 18,160 รูปภาพ ขนาด 256 x 256 พิกเซล ผลลัพธ์การทดลองมีค่าความถูกต้องเฉลี่ยรวมเท่ากับ 87.96% ด้วยอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.001 จำนวน รอบการเรียนรู้ (Epoch) 100 รอบ และงานของ [14] ได้ใช้เทคนิคการเพิ่มรูปภาพสำหรับแบบจำลองการเรียนรู้ AlexNet ResNet50 VGG16 Inception V3 และ EfficientNet ผลการทดลองสรุปว่าเทคนิคการเพิ่มรูปภาพสามารถเพิ่มประสิทธิภาพแบบจำลองการเรียนรู้ได้ นอกจากนี้ [15] ได้ประยุกต์วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันเพื่อจำแนกประเภทสมุนไพร โดยทดลองอัลกอริทึมในการเพิ่มประสิทธิภาพของโมเดล 4 วิธี และเพิ่มประสิทธิภาพด้วยเทคนิคการเพิ่มจำนวนรูปภาพโดยการกลับและปรับความสว่างของรูปภาพ ผลการทดลองสรุปว่า การใช้ optimizer AdaDelta กับฟังก์ชันกระตุ้น Tanh มีค่าความถูกต้องสูงสุดเท่ากับ 0.937 [16] ได้ปรับปรุงประสิทธิภาพวิธี ResNet18 ในการจำแนกโรคพืชจากลักษณะ ใบแอปเปิ้ล ใช้ชุดข้อมูล PlantVillage จำนวน 300 รูป ด้วยเทคนิค Convolution block attention module หรือ CBAM เปรียบเทียบกับเทคนิค Random clipping หรือ RC ผลการทดลองแสดงประสิทธิภาพของวิธี ResNet18 ทำงานร่วมกับ RC มีค่าความถูกต้องสูงสุดเท่ากับ 97.2% จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องแม้ว่าจะมีรายงานแสดง

ประสิทธิภาพการจำแนกโรคพืชไว้แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาเพื่อหาค่าหรือสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการประเมินประสิทธิภาพการจำแนกโรคพืชยังคงเป็นประเด็นที่น่าสนใจ

4. วิธีดำเนินการวิจัย

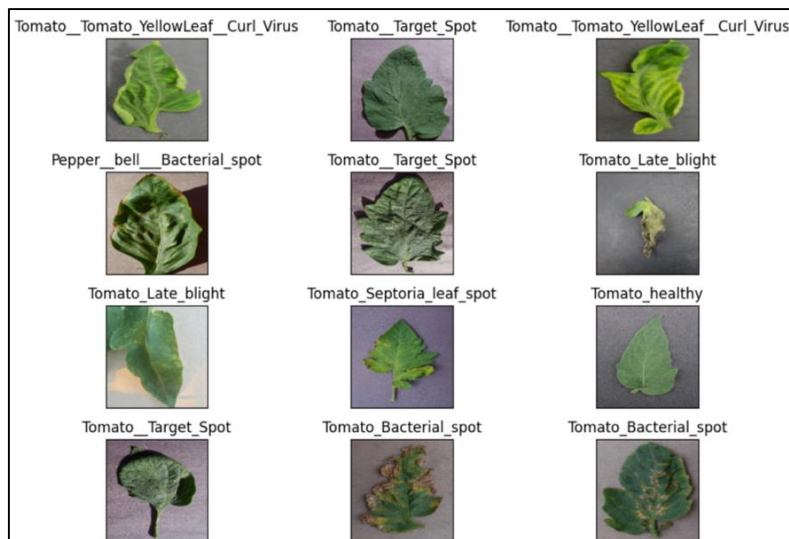
4.1 ชุดข้อมูลสำหรับการทดลอง

ในการดำเนินการทดลองผู้วิจัยใช้ข้อมูลรูปภาพใบพืชที่สมบูรณ์และใบพืชที่แสดงอาการโรคพืชทางใบจากชุดข้อมูล PlantVillage [17] ซึ่งเป็นชุดข้อมูลที่มีนักวิจัยนิยมใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพการจำแนกโรคพืช [11] [13] [16] ชุดข้อมูล PlantVillage [17] ได้รับการเผยแพร่ในปี ค.ศ. 2015 ประกอบด้วยข้อมูลรูปภาพพืชมากกว่า 50,000 รูปภาพ จากพืชจำนวน 14 ชนิด ได้แก่ แอปเปิ้ล บลูเบอร์รี่ เชอร์รี่ ข้าวโพด องุ่น ส้ม พืช พริกหยวก มันฝรั่ง ราสเบอร์รี่ ถั่วเหลือง สควอช สตอเบอร์รี่ และมะเขือเทศ แต่ละรูปภาพได้รับการระบุชื่อโรคของใบพืชโดยผู้เชี่ยวชาญ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์

เพื่อค้นหาค่าที่เหมาะสมสำหรับแบบจำลองวิธีเรียนรู้เชิงลึก ResNet50 สำหรับการจำแนกรูปภาพโรคพืชที่แสดงลักษณะทางใบ ผู้วิจัยเลือกรูปภาพใบพืชจากชุดข้อมูล PlantVillage มาใช้ในการทดลอง จำนวน 20,638 รูปภาพ ประกอบด้วยรูปภาพใบพืชที่สมบูรณ์ และรูปภาพที่มีอาการโรคพืชจำนวน 15 คลาส จากพืช 3 ชนิด ประกอบด้วย พริกหยวก มันฝรั่ง และมะเขือเทศ ซึ่งคล้ายกับงานของ Kalvakolanu และ Anjaneya Teja Sarma [18] ดังแสดงในรูปภาพที่ 3 แบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด คือ ชุดข้อมูลเรียนรู้ (Training set) 75% และ ชุดข้อมูลทดสอบ (Test set) 25%

4.2 การเตรียมชุดข้อมูล

ไฟล์รูปภาพที่ใช้มีนามสกุล JPG และมีขนาดที่แตกต่างกันสำหรับงานวิจัยนี้ดำเนินการแปลงข้อมูลรูปภาพให้อยู่ในรูปแบบพิกเซล และปรับขนาดรูปให้มีค่าเท่ากับ 100x 100 พิกเซล กำหนดคลาสของโรคใบพืชให้กับรูปภาพทุกรูป คือ ข้อมูลคลาส (class) ประกอบด้วย 15 คลาส ดังนี้



รูปที่ 3. ตัวอย่างรูปภาพที่ใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 1 รายละเอียดข้อมูลรูปภาพที่นำมาใช้ในการทดลอง PlantVillage

ลำดับที่	ชื่อพืช	ชื่อโรค	ชื่อคลาส	จำนวนรูปภาพ
1	พริกหยวก	สมบูรณ์	Pepper_bell_healthy	1,478
2	พริกหยวก	โรคใบจุดแบคทีเรีย (Bacterial leaf spot)	Pepper_bell_Bacterial_spot	997
3	มะเขือเทศ	สมบูรณ์	Tomato_healthy	1,591
4	มะเขือเทศ	โรคราก้ำมะหี (Leaf mold)	Tomato_Leaf_Mold	952

ลำดับที่	ชื่อพืช	ชื่อโรค	ชื่อคลาส	จำนวนรูปภาพ
4	มะเขือเทศ	โรคราก้ำมะหี (Leaf mold)	Tomato_Leaf_Mold	952
5	มะเขือเทศ	โรคใบหงิกเหลือง (Yellow leaf curl virus)	Tomato_Tomato_Yellow_Leaf_Cur l_Virus	3,208
6	มะเขือเทศ	โรคใบจุดแบคทีเรีย (Bacterial leaf spot)	Tomato_Bacterial_spot	2,127
7	มะเขือเทศ	โรคใบจุดวงกลม (Septoria leaf spot)	Tomato_Septoria_leaf_spot	1,771
8	มะเขือเทศ	โรคไรสองจุด (Two spotted spider mite)	Tomato_Spider_mites_Two_spotted_s pider_mite	1,676
9	มะเขือเทศ	โรคใบจุดวง (Early blight)	Tomato_Early_blight	1,000
10	มะเขือเทศ	โรคใบจุดเป้ากระสุน (Target spot)	Tomato_Target_Spot	1,404
11	มะเขือเทศ	โรคใบไหม้ (Late blight)	Tomato_Late_blight	1,909
12	มะเขือเทศ	โรคใบด่างลึบ (Cucumber mosaic virus)	Tomato_Tomato_mosaic_virus	373
13	มันฝรั่ง	สมบูรณ์	Potato_Healthy	152
14	มันฝรั่ง	โรคใบไหม้ (Late blight)	Potato_Late_blight	1,000
15	มันฝรั่ง	โรคใบจุดวง (Early blight)	Potato_Early_blight	1,000

4.3 ทดลองสร้างแบบจำลองจำแนกโรคพืช

หลังจากที่เตรียมชุดข้อมูลเรียบร้อยแล้วนำชุดข้อมูลที่ได้เข้าเรียนรู้ด้วยวิธี ResNet50 ที่ทำงานร่วมกับอัลกอริทึมในการเพิ่มประสิทธิภาพของโมเดล ประกอบด้วย AdaDelta AdaGrad Adam RMSProp และ SGD พร้อมทั้งเปรียบเทียบการใช้ฟังก์ชันกระตุ้น ได้แก่ ReLU, Sigmoid และ Tanh เพื่อค้นหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม กำหนดรอบการเรียนรู้จำนวน 10 รอบ ประกอบด้วยการทดลอง 15 รูปแบบ

4.4 การวัดและประเมินประสิทธิภาพ

การประเมินประสิทธิภาพการจำแนกประเภทโรคพืช เป็นการประเมินสัดส่วนของผลการทำนายที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องของข้อมูลทดสอบ เป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายดังปรากฏในงานวิจัยลักษณะเดียวกันนี้ [10] แทนค่าข้อมูลในเมทริกซ์ความสับสน (Confusion matrix) ประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่

True-positive (TP) หมายถึง ค่าที่แบบจำลองทำนายว่าจริง และข้อมูลนั้นเป็นจริง

False-positive (FP) หมายถึง ค่าที่แบบจำลองทำนายว่าเท็จ และข้อมูลนั้นเป็นเท็จ

True-negative (TN) หมายถึง ค่าที่แบบจำลองทำนายว่าจริง แต่ข้อมูลนั้นเป็นเท็จ

False-negative (FN) หมายถึง ค่าที่แบบจำลองทำนายว่าเท็จ แต่ข้อมูลนั้นเป็นจริง

ค่า TP FP TN และ FN ได้จากการตรวจสอบผลลัพธ์การทำนายของแบบจำลอง ตัวอย่างเช่น รูปภาพที่ทำนายคือรูปภาพใบมะเขือเทศสมบูรณ์ไม่มีโรค หากแบบจำลองทำนายว่าเป็นมะเขือเทศสมบูรณ์ไม่โรค จะนับเป็นค่า TP

นำค่าที่เหล่านี้ไปคำนวณด้วยเพื่อหาค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าอัตราการทำนายที่ถูกต้องเมื่อข้อมูลเป็นจริง (Recall) และค่า F-measure ดังสมการต่อไปนี้

4.4.1 ค่าความถูกต้อง

ค่าความถูกต้องเป็นการวัดผลรวมของการทำนายที่ถูกต้องทั้งหมด เทียบกับจำนวนการทำนายทั้งหมด

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+FP+TN+FN} \quad (18)$$

4.4.2 ค่าความแม่นยำ

ค่าความแม่นยำวัดความถูกต้องของการที่แบบจำลองทำนายตรงกับค่าคำตอบจริง โดยพิจารณาจากผลการทำงานที่ตรงกับค่าคำตอบจริง เปรียบเทียบกับผลการทำงานทั้งหมด

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (19)$$

4.4.3 ค่าอัตราการจำแนกถูกต้องเมื่อข้อมูลเป็นจริง

เป็นเครื่องมือวัดความสามารถของแบบจำลองในการทำนายข้อมูลได้ถูกต้อง

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (20)$$

4.4.4 ค่า F-measure

เป็นค่าเฉลี่ยปรับถ่วงน้ำหนักของค่าความแม่นยำและค่าอัตราการจำแนกถูกต้องเมื่อข้อมูลเป็นจริง ซึ่งช่วยการหาสมดุลระหว่างค่าความแม่นยำและค่าอัตราการจำแนกถูกต้องเมื่อข้อมูลเป็นจริง

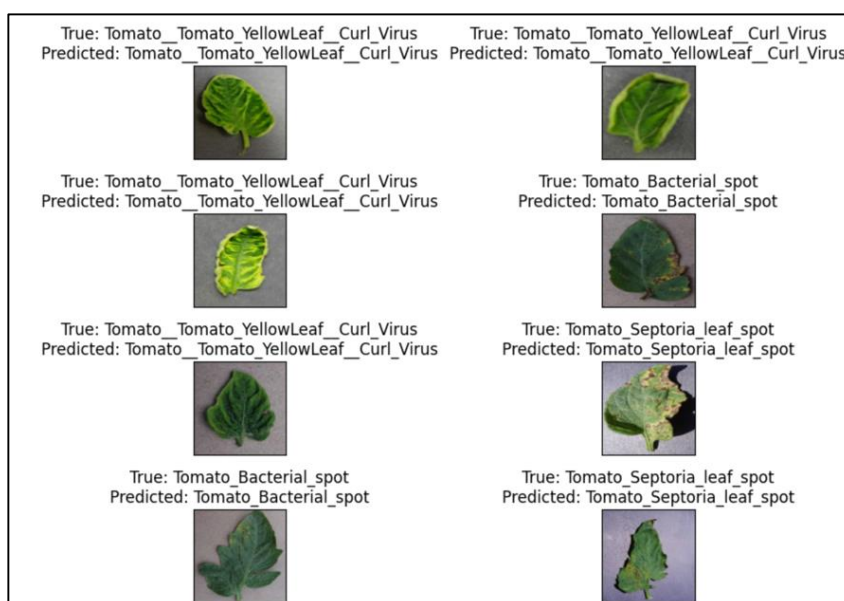
$$F1 - measure = \frac{2 \times Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (21)$$

5. ผลการวิจัย

ผลการทดลองจำแนกรูปภาพโรคพืชด้วยวิธี ResNet50 ที่ทำงานร่วมกับอัลกอริทึมในการเพิ่มประสิทธิภาพของโมเดล และฟังก์ชันกระตุ้น ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลผลการทดลอง ปรากฏว่าผลการทดลองพบว่า วิธี ResNet50 ได้รับการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม โดยใช้อัลกอริทึมเพิ่มประสิทธิภาพ RMSprop และฟังก์ชันกระตุ้น Sigmoid ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) สูงสุดคือ 0.94 ค่าความแม่นยำ (Precision) 0.94 และค่าอัตราการจำแนกถูกต้องเมื่อข้อมูลเป็นจริง (Recall) 0.93 และค่า F-measure เท่ากับ 0.93 และรูปภาพที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลการทำนายจากแบบจำลองและข้อมูลจริง

6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การจำแนกรูปภาพด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงลึกเป็นงานที่เป็นประโยชน์ต่องานต่างๆ มากมาย การพิจารณาเลือกใช้อัลกอริทึมเพิ่มประสิทธิภาพ และฟังก์ชันกระตุ้น ที่เหมาะสมกับลักษณะข้อมูลเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของแบบจำลองงานวิจัยนี้ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกรูปภาพโรคพืชด้วยวิธี ResNet50 ในกระบวนการทดลองได้สร้างแบบจำลองทำงานร่วมกับอัลกอริทึมในการเพิ่มประสิทธิภาพของโมเดล และฟังก์ชันกระตุ้น เพื่อค้นหาที่เหมาะสมสำหรับวิธี ResNet50 สำหรับการจำแนกรูปภาพโรคพืช กำหนดชุดข้อมูล



รูปที่ 4. แสดงตัวอย่างผลการทำนายโรคพืชจากลักษณะใบพืช

ตารางที่ 2 ผลการทดลองและประเมินประสิทธิภาพการจำแนกโรคพืชโดยใช้ชุดข้อมูล PlantVillage

แบบจำลอง/ วิธีการ	อัลกอริทึมเพิ่ม ประสิทธิภาพ	ฟังก์ชันกระตุ้น	Test Loss:	Accuracy	Precision	Recall	F-measure
ResNet50	Adam	ReLU	0.32545	0.92	0.91	0.89	0.90
ResNet50	SGD	ReLU	0.20043	0.93	0.93	0.91	0.92
ResNet50	RMSprop	ReLU	0.37554	0.93	0.92	0.92	0.92
ResNet50	Adadelta	ReLU	1.90761	0.43	0.35	0.31	0.29
ResNet50	Adagrad	ReLU	0.38899	0.88	0.87	0.84	0.85
ResNet50	Adam	Sigmoid	0.24063	0.92	0.92	0.92	0.92
ResNet50	SGD	Sigmoid	0.77080	0.79	0.68	0.67	0.65
ResNet50	RMSprop	Sigmoid	0.18339	0.94	0.94	0.93	0.93
ResNet50	Adadelta	Sigmoid	2.50328	0.20	0.09	0.10	0.05
ResNet50	Adagrad	Sigmoid	1.83950	0.57	0.42	0.41	0.38
ResNet50	Adam	Tanh	0.30924	0.90	0.91	0.89	0.89
ResNet50	SGD	Tanh	0.21608	0.93	0.93	0.91	0.92
ResNet50	RMSprop	Tanh	0.22305	0.93	0.92	0.92	0.92
ResNet50	Adadelta	Tanh	1.79982	0.52	0.43	0.40	0.37
ResNet50	Adagrad	Tanh	0.44325	0.88	0.87	0.83	0.85

กำหนดรอบการเรียนรู้ (Epoch) จำนวน 10 รอบ PlantVillage จำนวน 20,638 ภาพ ประกอบด้วยรูปภาพใบพืชที่สมบูรณ์ และรูปภาพที่มีอาการโรคพืช 15 คลาส ดังแสดงในตารางที่ 1 แบ่งชุดข้อมูลเป็น 2 คือ ชุดข้อมูลเรียนรู้ 75% และ ชุดข้อมูลทดสอบ 25% ผลการทดลองพบว่า วิธี ResNet50 ได้รับการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม โดยใช้ Optimizer RMSprop และฟังก์ชันกระตุ้น Sigmoid ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) สูงสุดคือ 0.94 ค่าความแม่นยำ (Precision) 0.94 และค่าอัตราการจำแนกถูกต้องเมื่อข้อมูลเป็นจริง (Recall) 0.93 และค่า F-measure เท่ากับ 0.93 ดังนั้นในการดำเนินการศึกษาการจำแนกรูปภาพใบพืชปัจจัยที่ส่งผลต่อความถูกต้องคือ การเลือกวิธีการเรียนรู้ และการปรับค่าอัลกอริทึมในการเพิ่มประสิทธิภาพของโมเดล และฟังก์ชันกระตุ้น งานวิจัยของนศพ.ชาวัฒน์ ชินปัญชรนะ [13] เป็นงานที่มีลักษณะคล้ายกันคือจำแนกข้อมูลโรคพืชในมะเขือเทศ ผู้วิจัยได้แสดงผลการทดลองแบบจำลองวิธีคอนโวลูชัน โดยใช้ฟังก์ชันกระตุ้น ReLU มีความถูกต้อง 87.96% ซึ่งสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพได้โดยการปรับค่าอัลกอริทึมในการเพิ่มประสิทธิภาพของโมเดล และฟังก์ชันกระตุ้น

แต่อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ นำข้อมูลเพียงบางส่วนจากชุดข้อมูล Plant Village ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลพืชเพียง 3 ชนิด ซึ่งคล้ายกับงานของ [18] จึงเป็นข้อจำกัดของงานวิจัยครั้งนี้ และด้วยข้อจำกัดของข้อมูลรูปภาพที่เป็นรูปภาพตัวอย่างที่เตรียมข้อมูลสำหรับการจำแนกข้อมูลโดยเฉพาะในสถานการณ์จริงรูปภาพที่รวบรวมได้อาจประกอบด้วยองค์ประกอบที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการจำแนก ดังนั้นงานวิจัยในอนาคตจึงจำเป็นต้องเสนอแบบจำลองสำหรับการจำแนกข้อมูลโดยใช้ชุดข้อมูลขนาดใหญ่ขึ้นและหลากหลายขึ้น รวมทั้งใช้ข้อมูลรูปภาพที่ถ่ายจากสถานที่จริง ที่มีองค์ประกอบครบถ้วนเพื่อให้แบบจำลองสามารถประยุกต์ใช้ได้จริง

เอกสารอ้างอิง

- [1] W. H. Organization, The State of Food Security and Nutrition in the World 2021: Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all. Food & Agriculture Org., 2021.
- [2] R. Thyagaraj, T. Y. Satheesha, and S. Bhairannawar, "Plant Leaf Disease Classification Using Modified SVM

- With Post Processing Techniques," in 2023 International Conference on Applied Intelligence and Sustainable Computing (ICAISC), 16-17 June 2023 2023, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICAISC58445.2023.10201001.
- [3] Y. Kaya and E. Gürsoy, "A novel multi-head CNN design to identify plant diseases using the fusion of RGB images," *Ecological Informatics*, vol. 75, p. 101998, 2023/07/01/ 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2023.101998>.
- [4] Y. Chen et al., "Plant image recognition with deep learning: A review," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 212, p. 108072, 2023/09/01/ 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108072>.
- [5] S. B. Jha and R. F. Babiceanu, "Deep CNN-based visual defect detection: Survey of current literature," *Computers in Industry*, vol. 148, p. 103911, 2023/06/01/ 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2023.103911>.
- [6] P. Sharma, D. R. Nayak, B. K. Balabantaray, M. Tanveer, and R. Nayak, "A survey on cancer detection via convolutional neural networks: Current challenges and future directions," *Neural Networks*, vol. 169, pp. 637-659, 2024/01/01/ 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2023.11.006>.
- [7] M. A. K. Raiaan et al., "A systematic review of hyperparameter optimization techniques in Convolutional Neural Networks," *Decision Analytics Journal*, vol. 11, p. 100470, 2024/06/01/ 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2024.100470>.
- [8] D. E. Rumelhart, G. E. Hinton, and R. J. Williams, "Learning representations by back-propagating errors," *nature*, vol. 323, no. 6088, pp. 533-536, 1986.
- [9] H. H. Xiu, "Research on Activation Function in Deep Convolutional Neural Network," presented at the Proceedings of the 2020 Conference on Artificial Intelligence and Healthcare, Taiyuan, China, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/3433996.3434001>.
- [10] V. Balafas, E. Karantoumanis, M. Louta, and N. Ploskas, "Machine Learning and Deep Learning for Plant Disease Classification and Detection," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 114352-114377, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3324722.
- [11] M. Belmir, W. Difallah, and A. Ghazli, "Plant Leaf Disease Prediction and Classification Using Deep Learning," in 2023 International Conference on Decision Aid Sciences and Applications (DASA), 16-17 Sept. 2023 2023, pp. 536-540, doi: 10.1109/DASA59624.2023.10286672.
- [12] พิมพ์ ชีวาประกอบกิจ, "การปรับปรุงประสิทธิภาพในการจำแนกภาพด้วยโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน โดยใช้เทคนิคการเพิ่มภาพ," *Journal of Engineering and Digital Technology (JEDT)*, vol. 7, no. 1, pp. 59-64, 2562.
- [13] นัศพ์ชาณัน ชินปัญช์ธนะ, "การจำแนกภาพโรคใบมะเขือเทศด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน," *JOURNAL OF INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY*, vol. 13, no. 2, pp. 40-49, 2566.
- [14] Ü. Atila, M. Uçar, K. Akyol, and E. Uçar, "Plant leaf disease classification using EfficientNet deep learning model," *Ecological Informatics*, vol. 61, p. 101182, 2021/03/01/ 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2020.101182>.
- [15] มธุรส ผ่านเมือง and ชนนิกันต์ รอดมรรณี, "การจำแนกภาพใบสมุนไพรรด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันเชิงลึก," *วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*, vol. 15, no. 22, pp. 51-65, 2566.
- [16] R. Ding et al., "Improved ResNet Based Apple Leaf Diseases Identification," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 55, no. 32, pp. 78-82, 2022/01/01/ 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.11.118>.
- [17] D. Hughes and M. Salathé, "An open access repository of images on plant health to enable the development of mobile disease diagnostics," *arXiv preprint arXiv:1511.08060*, 2015.
- [18] A. T. S. Kalvakolanu, "Plant disease detection from images," *arXiv preprint arXiv:2003.05379*, 2020.



การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสนับสนุนการสืบสวนสอบสวนคดีพิเศษ

Development of Web Application to Support Special Investigations

ภูวนัย แสงพล และ วราพร จิระพันธุ์ทอง*

*Puwanai Sangphon and Waraporn Jirapanthong**

วิทยาลัยครีเอทีฟดีไซน์ แอนซ์ เอ็นเตอร์เทนเมนต์เทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

College of Creative Design and Entertainment Technology, Dhurakij Pundit University

Received: January 22, 2024; Revised: June 24, 2024; Accepted: June 28, 2024; Published: June 30, 2024

ABSTRACT – This article introduces the development of a web application designed and developed to support the investigation of special cases, particularly those with a high number of victims. The users are categorized into three groups: the general public, who are victims; special case investigators; and administrators. The system is equipped with the capability to manage case data and investigators, as well as to register victims through online forms. Additionally, it can record testimonies, generate reports, and compile relevant documents efficiently. The system also provides efficient statistical analysis and various reports.

KEYWORDS: Web Application, Special Cases, Investigation and Inquiry

บทคัดย่อ -- บทความนี้แนะนำเสนอเกี่ยวกับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสนับสนุนการสืบสวนสอบสวนคดีพิเศษ ที่ถูกออกแบบและพัฒนามาเพื่องานสืบสวนสอบสวนคดีพิเศษ โดยเฉพาะคดีที่มีผู้เสียหายจำนวนมาก ซึ่งแบ่งผู้ใช้งานออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ประชาชนผู้ได้รับความเสียหาย พนักงานสอบสวนคดีพิเศษ และผู้บริหาร โดยมีความสามารถในการจัดการข้อมูลคดีและพนักงานสอบสวน รวมถึงการรับลงทะเบียนผู้เสียหายผ่านแบบฟอร์มออนไลน์ นอกจากนี้ยังสามารถบันทึกข้อมูลคำให้การและสร้างรายงานพร้อมเอกสารที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการแสดงผลและรายงานต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เว็บแอปพลิเคชัน, คดีพิเศษ, สืบสวนสอบสวน

*Corresponding Author: waraporn.jir@dpu.ac.th

1. บทนำ

กรมสอบสวนคดีพิเศษ (DSI) มีภารกิจเกี่ยวกับการป้องกัน การปราบปราม การสืบสวนและการสอบสวนคดีความผิดทางอาญาที่ต้องดำเนินการสืบสวนและสอบสวนโดยใช้วิธีการพิเศษตามกฎหมายว่าด้วยการสอบสวนคดีพิเศษ โดยอำนาจสืบสวนสอบสวนคดีพิเศษตามพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. 2547 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ได้แก่ ความผิดอาญาตามกฎหมายที่กำหนดไว้ในบัญชีท้ายพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษฯ และที่กำหนดในกฎกระทรวงโดยการเสนอแนะของคณะกรรมการคดีพิเศษ (กคพ.) รวมถึงคดีความผิดทางอาญาอื่นตามที่คณะกรรมการคดีพิเศษ (กคพ.) มีมติด้วยคะแนนเสียงไม่น้อยกว่าสองในสามสำหรับไว้เป็นคดีพิเศษ

ปัจจุบันกรมสอบสวนคดีพิเศษมีคดีในความรับผิดชอบที่ดำเนินการสืบสวนสอบสวนนั้นมีหลากหลาย ซึ่งหลายคดีมีจำนวนผู้เสียหายที่ได้รับผลกระทบจากการกระทำความผิดนั้นมีจำนวนมาก ทำให้การรวบรวมข้อมูลค่าให้การ หรือเอกสารหลักฐานที่เกี่ยวข้องนั้นมีควมล่าช้า เนื่องจากผู้เสียหายกระจายอยู่ทั่วประเทศ อีกทั้งมีข้อจำกัดด้านสถานที่ และบุคลากรของกรมสอบสวนคดีพิเศษที่มีน้อย ทำให้กลายเป็นข้อจำกัดหนึ่งในการให้บริการ การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการสืบสวนสอบสวนคดีพิเศษจึงมีส่วนสำคัญและเป็นเครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูลผู้เสียหาย เอกสารหลักฐานต่าง ๆ ค่าให้การเบื้องต้นของผู้เสียหาย รวมถึงให้ผู้เสียหายสามารถเลือกวัน เวลา และสถานที่ที่ตนสะดวกเข้าให้ถ้อยคำต่อพนักงานสอบสวนคดีพิเศษได้ผ่านระบบอีกด้วย

จากงานวิจัยของ [1] การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการเงินกองทุนสวัสดิการชุมชน กรณีศึกษาจังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งสามารถนำมาช่วยในการบริหารจัดการข้อมูลสมาชิกกองทุน คณะกรรมการ การจัดทำบัญชีกองทุน และประมวลผลรายงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และการประเมินผลระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการเงินกองทุนสวัสดิการชุมชนโดยใช้แบบประเมินสำรวจความคิดเห็น พบว่าสมาชิกกองทุนมีความพึงพอใจด้านการออกแบบและด้านประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ งานวิจัยของ [2] การพัฒนาระบบบริหารและจัดการฐานข้อมูลอาจารย์พิเศษมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เพื่อช่วยในการอำนวยความสะดวกในการกำหนดรหัสอาจารย์และสร้างบัญชีชื่อผู้ใช้งานระบบส่งเกรดฯ ให้แก่

อาจารย์พิเศษ โดยผลการวิจัยพบว่า จากผลการประเมินประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์จากผู้เชี่ยวชาญที่มี ประสบการณ์ในการดำเนินการทางด้านการออกแบบระบบสารสนเทศ การพัฒนาระบบสารสนเทศ และนักวิชาการศึกษาที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับอาจารย์พิเศษ พบว่า ผลการทำงานโดยรวมของระบบอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมาก ($x=4.34$, S.D. = 0.48) โดยมีด้านที่อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมากที่สุด ($x=5$) จำนวน 7 ด้าน คือ 1) ระบบทำหน้าที่ได้ตามที่ตั้งไว้ 2) สามารถใช้งานได้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ 3) ทำงานได้ตรงเวลา 4) ใช้ประโยชน์ทรัพยากรร่วมกันได้ 5) มีประสิทธิภาพตามที่ได้กำหนดไว้ 6) ติดตั้งร่วมกับระบบอื่นได้ และ 7) อยู่ร่วมกับระบบอื่นได้ งานวิจัยของ [3] การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารของศูนย์เทคโนโลยีดิจิทัล มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารที่ได้พัฒนาขึ้นภายในศูนย์เทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี โดยกลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักศึกษาและบุคลากรมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ปี การศึกษา 2563 จำนวน 75 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจจากการใช้งานระบบของผู้รับบริการ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 และผู้ให้บริการอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารของศูนย์เทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานมากยิ่งขึ้น งานวิจัยของ [4] การพัฒนาระบบแจ้งข่าวสารของหน่วยงานศาลเยาวชนและครอบครัวจังหวัดยะลา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบแจ้งข่าวสารของหน่วยงานให้มีประสิทธิภาพ ลดข้อจำกัดการใช้งานผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ลดข้อผิดพลาดในการรับทราบข่าวสารของหน่วยงาน โดยผลการทดลองใช้งานพบว่า ความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ มีผลคะแนนความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อระบบที่มาช่วยแก้ไขปัญหาการสื่อสารที่เกิดขึ้น โดยผลลัพธ์ที่น่าพึงพอใจ คือช่วยในการติดตามข่าวสารย้อนหลัง ทำให้ไม่พลาดประเด็นสำคัญ สามารถสืบค้นรายละเอียดย้อนหลังได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ การเข้าใช้งานง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ลดขั้นตอน ลดระยะเวลาในการเรียนรู้ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

จากงานวิจัยดังกล่าวรวมถึงการศึกษาปัญหา และระบบงานเดิมที่ใช้งานอยู่ของกรมสอบสวนคดีพิเศษ ซึ่งมี

หลากหลาย ผู้วิจัยจึงได้ศึกษา รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ปัญหา และออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสนับสนุนการสืบสวน สอบสวนคดีพิเศษ เพื่อให้การจัดเก็บและประมวลผลข้อมูล เป็นไปในทิศทางเดียวกัน และมีรูปแบบที่ทันสมัยและเพื่อนำไปใช้ต่อขอข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ทฤษฎี

2.1 พระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. 2547)

กรมสอบสวนคดีพิเศษเป็นหน่วยงานในสังกัดกระทรวงยุติธรรม ก่อตั้งขึ้นเนื่องจากผลของการปฏิรูประบบราชการและกระบวนการยุติธรรมเมื่อ พ.ศ. 2545 ซึ่งต้องการปรับปรุงกระบวนการยุติธรรมให้มีมาตรฐานเป็นสากลและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จึงได้มีแนวคิดจัดตั้งหน่วยงานในกระบวนการยุติธรรมที่มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญ ในการดำเนินคดีที่มีความยุ่งยากซับซ้อน หรือคดีที่มีผลกระทบต่อความมั่นคงและระบบเศรษฐกิจของประเทศ โดยมีอำนาจหน้าที่ในการป้องกันปราบปราม สืบสวน และสอบสวน การกระทำความผิดอาญาที่มีลักษณะพิเศษตามที่กฎหมายบัญญัติให้มีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล ปกป้องคุ้มครองผลประโยชน์ของรัฐ ความสงบเรียบร้อยและศีลธรรมอันดีของประชาชน ซึ่งคดีพิเศษที่ต้องดำเนินการสืบสวนสอบสวนตามพระราชบัญญัตินี้ ได้แก่คดีความผิดทางอาญาดังต่อไปนี้

1) คดีความผิดทางอาญาตามกฎหมายที่กำหนดไว้ในบัญชีท้ายพระราชบัญญัตินี้ และที่กำหนดในกฎกระทรวงโดยการเสนอแนะของ กกพ. โดยคดีความผิดทางอาญาตามกฎหมายดังกล่าว จะต้องมึลักษณะอย่างหนึ่งอย่างใดดังต่อไปนี้

(1) คดีความผิดทางอาญาที่มีความซับซ้อน จำเป็นต้องใช้วิธีการสืบสวนสอบสวนและรวบรวมพยานหลักฐานเป็นพิเศษ

(2) คดีความผิดทางอาญาที่มีหรืออาจมีผลกระทบต่อความมั่นคงของประชาชน ความสงบเรียบร้อยและศีลธรรมอันดีของประชาชน ความมั่นคงของประเทศ ความสัมพันธ์ระหว่างประเทศหรือระบบเศรษฐกิจหรือการคลังของประเทศ

(3) คดีความผิดทางอาญาที่มีลักษณะเป็นการกระทำความผิดข้ามชาติที่สำคัญ หรือเป็นการกระทำขององค์กรอาชญากรรม

(4) คดีความผิดทางอาญาที่มีผู้ทรงอิทธิพลที่สำคัญเป็นตัวการ ผู้ใช้หรือผู้สนับสนุน

(5) คดีความผิดทางอาญาที่มีพนักงานฝ่ายปกครองหรือตำรวจชั้นผู้ใหญ่ซึ่งมิใช่พนักงานสอบสวนคดีพิเศษหรือเจ้าหน้าที่คดีพิเศษเป็นผู้ต้องสงสัยเมื่อมีหลักฐานตามสมควรว่าน่าจะได้กระทำความผิดอาญาหรือเป็นผู้ถูกกล่าวหาหรือผู้ต้องหา

2) คดีความผิดทางอาญาอื่นนอกจาก 1) ตามที่ กกพ. มีมติด้วยคะแนนเสียงไม่น้อยกว่าสองในสามของกรรมการทั้งหมดเท่าที่มีอยู่

พนักงานสอบสวนคดีพิเศษมีอำนาจสืบสวนและสอบสวนคดีพิเศษ และเป็นพนักงานฝ่ายปกครองหรือตำรวจชั้นผู้ใหญ่ หรือพนักงานสอบสวน ตามประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา แล้วแต่กรณี

เจ้าหน้าที่คดีพิเศษมีหน้าที่ช่วยเหลือพนักงานสอบสวนคดีพิเศษในการปฏิบัติหน้าที่เกี่ยวกับคดีพิเศษ เพียงเท่าที่พนักงานสอบสวนคดีพิเศษมอบหมาย ในการปฏิบัติหน้าที่ดังกล่าวให้เจ้าหน้าที่คดีพิเศษเป็นพนักงานฝ่ายปกครองหรือตำรวจ หรือพนักงานสอบสวนตามประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา

2.2 วงจรการพัฒนากระบวน (System Development Life Cycle : SDLC)

1) การวางแผน (Planning) เป็นขั้นตอนแรกและเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่เน้นการกำหนดทิศทาง กำหนดวัตถุประสงค์ และเป้าหมาย วางแผนด้านทรัพยากร เช่น งบประมาณ บุคลากร และเครื่องมือที่ใช้ รวมถึงการกำหนดลำดับการทำงานและการตั้งเป้าหมายต่าง ๆ

2) การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ความต้องการ (Requirement gathering and analysis) เป็นขั้นตอนการรวบรวมความต้องการซอฟต์แวร์จากลูกค้าหรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับซอฟต์แวร์ เพื่อเข้าใจความต้องการจากผู้ใช้งานและการทำงานของระบบ

3) การออกแบบซอฟต์แวร์ (Design Software) เป็นขั้นตอนที่นำผลการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้มาออกแบบให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น โดยออกแบบการทำงานของระบบทั้งหมด เช่น สถาปัตยกรรมที่เกี่ยวข้องกับฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และระบบเครือข่าย รวมถึงการออกแบบส่วนประกอบต่าง ๆ เช่น ฐานข้อมูลและความสัมพันธ์ของข้อมูล หน้าจอการทำงาน รูปแบบรายงานเพื่อให้ระบบดำเนินการตามวิธีการที่ถูกต้อง และตรงตามความต้องการของผู้ใช้มากที่สุด

4) การพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development) เป็นขั้นตอนของการเขียนโค้ดและสร้างระบบตามที่ออกแบบไว้ รวมไปถึงการติดตั้งส่วนประกอบของระบบเพื่อให้ระบบสามารถทดสอบและทำงานได้อย่างถูกต้อง

5) การทดสอบซอฟต์แวร์ (Software Testing) เป็นขั้นตอนที่สำคัญเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและประสิทธิภาพของระบบก่อนนำเสนอเริ่มใช้งานจริง ซึ่งแบ่งเป็นด้านต่าง ๆ ดังนี้

(1) ทดสอบการทำงานของระบบ (Functional Testing) เป็นการทดสอบความถูกต้องของฟังก์ชันและความสามารถทั้งหมดของระบบ

(2) ทดสอบประสิทธิภาพ (Performance Testing) เป็นการทดสอบการตอบสนอง ระยะเวลาประมวลผล และการรับ – ส่งข้อมูล ว่าอยู่ในระยะเวลาที่กำหนดหรือไม่

(3) ทดสอบความปลอดภัย (Security Testing) เป็นการทดสอบเพื่อตรวจสอบช่องโหว่ของระบบ เพื่อป้องกันการเข้าถึงข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง

(4) ทดสอบการประสานงาน (Integration Testing) เป็นการทดสอบความถูกต้องของการทำงานร่วมกันระหว่างหน้า หรือส่วนประกอบต่าง ๆ ในระบบ

(5) ทดสอบการกู้คืน (Recovery Testing) เป็นการทดสอบความสามารถในการกู้คืนระบบหากเกิดข้อผิดพลาดว่าเป็นไปตามระยะเวลาที่กำหนดไว้หรือไม่

(6) ทดสอบการทำงานในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง (Compatibility Testing) เป็นการทดสอบการทำงานของระบบในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย เช่น ระบบปฏิบัติการ เว็บเบราว์เซอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ

6) การบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ (Operations and Maintenance) เป็นอีกขั้นตอนที่มีความสำคัญหลังจากการนำระบบไปใช้งาน ซึ่งต้องมีการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น การนำเสนอการปรับปรุงและการพัฒนาระบบเพื่อตอบสนองความต้องการใหม่ ๆ และเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีและแนวคิดใหม่ รวมถึงการให้บริการสนับสนุนแก่ผู้ใช้งานในกรณีพบปัญหาการใช้งานหรือต้องการความช่วยเหลือ

2.3 หลักการออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน

การออกแบบเว็บแอปพลิเคชันมีหลายอย่างที่ควรคำนึงถึง ทั้งนี้ เพื่อให้ระบบหรือเว็บแอปพลิเคชันเป็นไปตามความต้องการและตอบโจทย์ผู้ใช้งานที่สุด

1) การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ (UI) ต้องประกอบไปด้วย

(1) Visibility คือ เน้นการจัดวางและการนำเสนอข้อมูลเป็นระเบียบ ไม่ทำให้ผู้ใช้สับสนมีความชัดเจน เข้าใจง่าย

(2) Development ต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการสร้างและพัฒนา UI ภายใต้อุปกรณ์ต่าง ๆ และต้องสอดคล้องกับกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ เพื่อการพัฒนาต่อยอดได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

(3) Acceptance หมายถึง การยอมรับในข้อตกลง ระเบียบและข้อบังคับต่าง ๆ ขององค์กร รวมถึงไม่ขัดต่อข้อกำหนด

2) หลักการออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน พื้นฐานประกอบด้วย

(1) Communication คือกระบวนการที่สร้างความสอดคล้องระหว่างผู้ใช้และฟังก์ชันการใช้งานของแอปพลิเคชันผ่านพฤติกรรมการใช้งานที่ตรงกับความคาดหวังที่ต้องการสื่อสาร

(2) Economization คือการลดความซับซ้อนและขั้นตอนการทำงานในแอปพลิเคชัน เพื่อเพิ่มความสะดวกและลดภาระการใช้งานของผู้ใช้

(3) Organization หมายถึง UI ควรมีโครงสร้างและนำเสนอ Concept และข้อมูลในลักษณะที่ชัดเจน เพื่อให้ผู้ใช้เข้าใจง่าย และไม่สับสน

3. การดำเนินการทดลอง

3.1 การออกแบบ

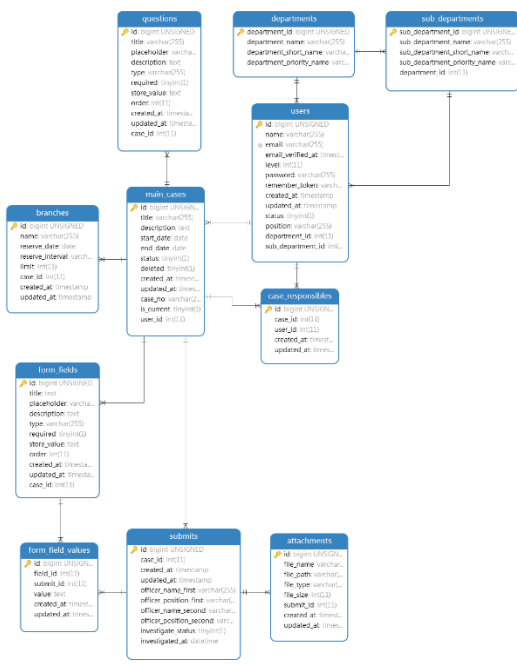
การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสนับสนุนการสืบสวนสอบสวนคดีพิเศษ ได้ออกแบบ Use case Diagram ของระบบไว้ โดยมี Actor ประกอบด้วย พนักงานสอบสวนคดีพิเศษ/เจ้าหน้าที่คดีพิเศษ ผู้บริหาร และผู้เสียหาย ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1. Use Case Diagram ของระบบ

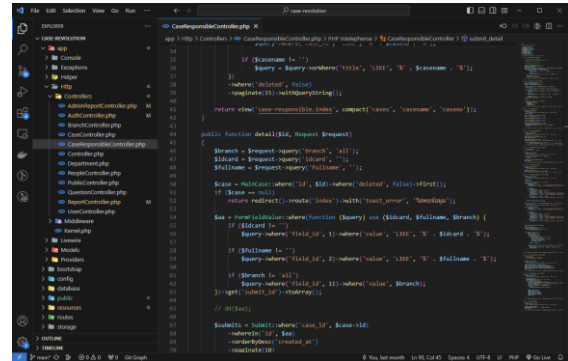
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

1) การออกแบบฐานข้อมูล ผู้วิจัยเลือกใช้ฐานข้อมูล MySQL เนื่องจากเป็นที่นิยม รวมถึงให้สอดคล้องกับระบบฐานข้อมูลที่หน่วยงานใช้งานอยู่แล้ว โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูล และแสดงได้ตาม ER Diagram ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2. ER Diagram

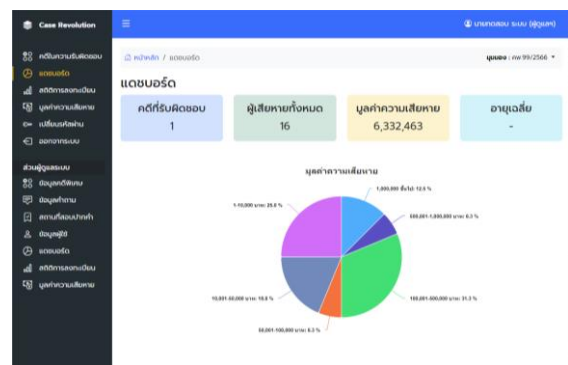
2) การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน โดยเลือกใช้โปรแกรมภาษา PHP โดยใช้ Framework ยอดนิยมหลายตัว เช่น Laravel Framework ซึ่งเป็น PHP Framework ที่ใช้สำหรับพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน Bootstrap เป็น CSS Framework ที่ได้รับความนิยมในการนำมาพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันในปัจจุบัน



รูปที่ 3. หน้าต่างของการเขียนโปรแกรม

3.3 ผลการพัฒนาระบบ

จากการวิเคราะห์และออกแบบระบบ นามาซึ่งการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อสนับสนุนการสืบสวนสอบสวนคดีพิเศษ การพัฒนาแอปพลิเคชันนี้ประยุกต์ใช้แนวทางของการพัฒนาตามกระบวนการซอฟต์แวร์แบบ Agile method และคานินกระบวนการตามมาตรฐาน ISO29110 [5] โดยการพัฒนาและทดสอบ ผู้วิจัยพัฒนาบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายฯ ลง โดยใช้โปรแกรม Xampp ในการจำลองเครื่องแม่ข่ายและใช้เว็บเบราว์เซอร์ Google Chrome ในการทดสอบ ตลอดกระบวนการทดสอบ ซึ่งหน้าจอของระบบ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4. หน้าจอระบบ

3.4 การประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบ

จากผลการสำรวจจากกลุ่มผู้ใช้งาน ทั้ง 3 กลุ่ม จำนวน 14 คน โดยแบ่งเป็น พนักงานสอบสวนคดีพิเศษหรือเจ้าหน้าที่คดีพิเศษ จำนวน 8 คน ผู้บริหารระดับหัวหน้าส่วน 1 คน และผู้ได้รับความเสียหาย 5 คน ได้ทำการทดสอบใช้งานเว็บแอปพลิเคชันสนับสนุนการสืบสวนสอบสวนคดีพิเศษ และมีความเห็นต่อการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันดังกล่าว โดยการประเมินผลพิจารณาจากความพึงพอใจในการใช้งานของกลุ่มผู้ใช้ตัวอย่างที่ได้ทำการทดลองใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และแปรผลข้อมูล โดยใช้แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจ ซึ่งกำหนดระดับความพึงพอใจไว้ 5 ระดับ คือ 5 = พอใจมากที่สุด 4 = พอใจมาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย และ 1 = พอใจน้อยที่สุด และนำมาแปรผล โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ย ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. แสดงเกณฑ์การแปรผลคะแนนความพึงพอใจ

No.	เชิงคุณภาพ	ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
1	มากที่สุด	4.51 - 5.00	มากที่สุด
2	มาก	3.51 - 4.50	มาก
3	ปานกลาง	2.51 - 3.50	ปานกลาง
4	น้อย	1.51 - 2.50	น้อย
5	น้อยที่สุด	1.00 - 1.50	น้อยที่สุด

จากการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันในด้านต่าง ๆ แล้ว ได้ผลค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันอยู่ในเกณฑ์ “พึงพอใจในระดับมากที่สุด”

4. สรุปอภิปรายผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากปัญหาการทำงานปัจจุบันในการสืบสวนสอบสวนคดีพิเศษ กรณีที่มีผู้เสียหายจำนวนมาก ทำให้การรวบรวมข้อมูล ทำให้การหรือเอกสารหลักฐานที่เกี่ยวข้องมีความล่าช้า เนื่องจากผู้เสียหายกระจายอยู่ทั่วประเทศ อีกทั้งยังมีข้อจำกัดในด้านสถานที่และบุคลากร ทำให้ปัญหาเหล่านี้กลายเป็นข้อจำกัดในการให้บริการ ด้วยข้อจำกัดและปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการทำงานในระบบการทำงานแบบเดิม เพื่อนำมา

วิเคราะห์และออกแบบระบบใหม่ ให้มีความสอดคล้องกับกระบวนการทำงานเดิมและอำนวยความสะดวกในการทำงานมากยิ่งขึ้น โดยพัฒนาเป็นเว็บแอปพลิเคชันที่ช่วยสนับสนุนการสืบสวนสอบสวนคดีพิเศษในด้านการสอบปากคำ การรวบรวมพยานหลักฐานและเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งกลุ่มผู้ใช้หลักเป็น 3 กลุ่ม คือ พนักงานสอบสวนคดีพิเศษหรือเจ้าหน้าที่คดีพิเศษ ผู้บริหาร และประชาชนผู้ได้รับความเสียหาย โดยพนักงานสอบสวนคดีพิเศษหรือเจ้าหน้าที่คดีพิเศษ สามารถบริหารจัดการคดีพิเศษ จัดการแบบฟอร์มลงทะเบียน รวมถึงข้อมูลการให้การในคดีที่ตนเองรับผิดชอบได้ รวมถึงการออกเอกสารต่าง ๆ ในระบบและเรียกดูสถิติข้อมูลในระบบได้ ผู้บริหาร สามารถดูข้อมูลภาพรวมทั้งหมดได้ อีกทั้งยังสามารถเลือกดูสถิติข้อมูลรายคดีได้ เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาสั่งการได้ทันที ประชาชนผู้ได้รับความเสียหายก็สามารถให้การผ่านแบบฟอร์มออนไลน์ได้อย่างรวดเร็ว รวมถึงการเลือกวัน เวลา และสถานที่ในการเข้าให้การต่อหน้าพนักงานสอบสวนคดีพิเศษผ่านระบบได้ทันที

ในการทดสอบการใช้งาน ผู้วิจัยได้รับความร่วมมือจากพนักงานสอบสวนคดีพิเศษและเจ้าหน้าที่คดีพิเศษ รวมถึงประชาชนที่เป็นผู้ได้รับความเสียหายรวมทั้งสิ้น 14 คน โดยแบ่งเป็น พนักงานสอบสวนคดีพิเศษหรือเจ้าหน้าที่คดีพิเศษ จำนวน 8 คน ผู้บริหารระดับหัวหน้าส่วน 1 คน และประชาชนผู้ได้รับความเสียหาย 5 คน ผลการทดสอบและประเมินความพึงพอใจในการใช้ระบบ

พบว่า ได้ผลค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันอยู่ในเกณฑ์ “พึงพอใจในระดับมากที่สุด”

ในการพัฒนาขั้นต่อไปควรพัฒนาให้รองรับการแจ้งเตือนต่าง ๆ และการเชื่อมโยงข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อลดการบันทึกข้อมูลที่ซ้ำซ้อน การออกเอกสารที่เกี่ยวข้อง ควรมีรูปแบบที่กำหนดได้ รวมถึงการเปิดช่องให้ระบบอื่น ๆ เชื่อมโยงข้อมูลได้ เพื่อการบูรณาการข้อมูลและใช้ประโยชน์จากข้อมูลได้มากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- [1] สุเมธ พิสิทธิ์และจักรพันธ์ จันทร์เขียว, “การพัฒนาแบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการเงินกองทุนสวัสดิการชุมชน กรณีศึกษาจังหวัดนครสวรรค์” วารสารวิชาการ

สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย ฉบับ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 5, 1 (ม.ค.-มิ.ย. 2559)

- [2] ไช้มุก สรรพวุธ, “การพัฒนาระบบบริหารและจัดการ
ฐานข้อมูลอาจารย์พิเศษ มจพ.” 2562
- [3] ปิยนันท์ เสนะโฮ “การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการ
บริการตามกระบวนการไอทีของศูนย์เทคโนโลยีดิจิทัล
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี” ปีที่ 19 ฉบับที่ 1 เดือน
มกราคม - มิถุนายน 2565
- [4] อะหมัด คามาอู “การพัฒนาระบบแจ้งข่าวสารของ
หน่วยงานศาลเยาวชนและครอบครัวจังหวัดยะลา” 2563
- [5] Jirapanthong, W. (2023). Toward traceability model
between ISO/IEC 29110 artefacts and agile process.
Science, Engineering and Health Studies, 17, 23040006.
Retrieved from
<https://li01.tcithaijo.org/index.php/sehs/article/view/2579>

CONTRIBUTORS' FORM

(to be modified as applicable and one signed copy attached with the manuscript)

Manuscript Title:

Author(s):

I/we certify that I/we have participated sufficiently in the intellectual content, conception and design of this work or the analysis and interpretation of the data (when applicable), as well as the writing of the manuscript, to take public responsibility for it and have agreed to have my/our name listed as a contributor. I/we believe the manuscript represents valid work. Neither this manuscript nor one with substantially similar content under my/our authorship has been published or is being considered for publication elsewhere, except as described in the covering letter. I/we certify that all the data collected during the study is presented in this manuscript and no data from the study has been or will be published separately. I/we attest that, if requested by the editors, I/we will provide the data/information or will cooperate fully in obtaining and providing the data/information on which the manuscript is based, for examination by the editors or their assignees. Financial interests, direct or indirect, that exist or may be perceived to exist for individual contributors in connection with the content of this paper have been disclosed in the cover letter. Sources of outside support of the project are named in the cover letter.

I/We hereby transfer(s), assign(s), or otherwise convey(s) all copyright ownership, including any and all rights incidental thereto, exclusively to the Journal, in the event that such work is published by the Journal. The Journal shall own the work, including 1) copyright; 2) the right to grant permission to republish the article in whole or in part, with or without fee; 3) the right to produce preprints or reprints and translate into languages other than English for sale or free distribution; and 4) the right to republish the work in a collection of articles in any other mechanical or electronic format.

We give the rights to the corresponding author to make necessary changes as per the request of the journal, do the rest of the correspondence on our behalf and he/she will act as the guarantor for the manuscript on our behalf.

All persons who have made substantial contributions to the work reported in the manuscript, but who are not contributors, are named in the Acknowledgment and have given me/us their written permission to be named. If I/we do not include an Acknowledgment that means I/we have not received substantial contributions from non-contributors and no contributor has been omitted.

	Name	Signature	Date signed	
1	_____	_____	_____	
2	_____	_____	_____	
3	_____	_____	_____	
4	_____	_____	_____	(up to 4 contributors for case report/images/review)
5	_____	_____	_____	
6	_____	_____	_____	(up to 6 contributors for original studies)

INFORMATION FOR AUTHORS

The Journal of Information Science and Technology (JIST) aims to be the forum through which researchers, faculties, graduate students and experts of the computer and information technology and other technological related fields share and discuss their high quality research work as well as innovation. Original research articles, practical applications and innovations in the broad area of computer and information technology are suitable for publication in JIST. Periodicity (Publication) is 2 issues per year (JAN - JUN and JULY - DECEMBER).

Accepted papers will be Double-blind peer reviewed by minimum 3 reviewers with "Accept" result.

1. Soft Computing
2. Human-Computer Interaction
3. Information Assurance and Security
4. Information Systems
5. Networking
6. Programming
7. Platform Technologies
8. System Integration and Architecture
9. Social and Professional Issues
10. Web Systems and Technologies
11. Multidisciplinary
12. e-Business and m-Business
13. Business and Information System
14. Social and Business Aspects of Convergence IT and Ubiquitous Computing
15. Internet of Things (IoT)
16. Cloud Computing
17. Fintech and blockchain

Manuscript Preparation Guide

The template for writing the journal is available for downloading (<https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/JIST/>). Length of the paper should be in between 8-12 pages of A4 size. Text should be typewritten or printed with double-spaced in 11-point of A4 white paper with margins of 1.5" for top, 1.25" for left, and 1" for bottom and right sides. All pages must be numbered sequentially. Here are some guidelines.

- Abstract which length 100-200 words.
- Introduction which talks about the problem and related research.
- Materials and methods use for experimentation.
- Results of the experiment.
- Discussion and Conclusion, References

Submissions (Publication Charge: Free) (Indexed by TCI tier 2)

Please submit paper in MS Word via <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/JIST/> (Online Journal Submission)

Contact Address

The Association of Council of IT Deans (CITT)
140 Moo 1, Cheumsampan Road, Nongchok
Bangkok, Thailand 10530
E-mail: jist@citt.or.th