

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

Kalasin University Journal of
Science Technology and Innovation



ISSN : 2821-9406 (Online)

ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2566)
Vol.2 No.2 (Jul - Dec 2023)

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
Kalasin University Journal of Science Technology and Innovation
 ISSN: 2821-9406 (Online)

ข้อมูลเกี่ยวกับวารสาร

ประเภทของบทความ:

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ เป็นวารสารที่เผยแพร่ผลงานทางวิชาการซึ่งตีพิมพ์รูปแบบระบบวารสารอิเล็กทรอนิกส์ โดยรับตีพิมพ์บทความคุณภาพสูงทั้งบทความภาษาไทยและภาษาอังกฤษ โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ บทความวิจัยและบทความวิชาการ

กำหนดการเผยแพร่:

ปีละ 2 ฉบับ

ฉบับที่ 1 (มกราคม - มิถุนายน)

ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม)

ขอบเขตของวารสาร:

ขอบเขตเนื้อหาของผลงานวิชาการที่จะได้รับการพิจารณาตีพิมพ์เป็นบทความวิจัยและบทความทางวิชาการ 4 สาขา ได้แก่

1. วิทยาศาสตร์กายภาพ (Physical Science) ได้แก่ เคมี ฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ สถิติ และสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
2. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ (Biological Science) ได้แก่ ชีววิทยา สัตววิทยา พฤกษศาสตร์ พันธุศาสตร์ เกษตรศาสตร์ อุตสาหกรรมเกษตร เทคโนโลยีชีวภาพ และสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
3. วิทยาศาสตร์สุขภาพ (Health Science) ได้แก่ สาธารณสุขศาสตร์ อนามัยสิ่งแวดล้อม สุขภาพ สิ่งแวดล้อม วิทยาศาสตร์การกีฬา อาชีวอนามัยและความปลอดภัย โภชนาการ และสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
4. วิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ (Engineering and Architecture) ได้แก่ วิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมโยธา วิศวกรรมอุตสาหการ วิศวกรรมชลประทาน วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ การผังเมือง สถาปัตยกรรมศาสตร์ และสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการตีพิมพ์บทความ:

บทความที่จะได้รับการพิจารณาตีพิมพ์จะต้องผ่านกระบวนการพิจารณาจากกองบรรณาธิการและผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง (Peer Review) ดังนี้

1. เมื่อกองบรรณาธิการได้รับบทความเข้าสู่ระบบแล้ว ทำการตอบรับบทความเข้าสู่ระบบวารสารออนไลน์ ผ่านทางกระดานสนทนาของระบบ ThaiJO หรือช่องทางอื่น

2. กองบรรณาธิการจะตรวจสอบบทความเบื้องต้น ว่าอยู่ในขอบเขตเนื้อหาวารสาร และตรวจสอบความซ้ำซ้อนของบทความ ตรวจสอบรูปแบบของบทความให้เป็นไปวารสารที่กำหนด

3. ในกรณีที่กองบรรณาธิการพิจารณาเห็นควรรับบทความไว้พิจารณาตีพิมพ์ กองบรรณาธิการจะดำเนินการส่งบทความเพื่อกลั่นกรองต่อไป โดยจะส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง อย่างน้อย 3 คน ซึ่งมาจากต่างสถาบัน ประเมินคุณภาพของบทความว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมจะลงตีพิมพ์หรือไม่ ซึ่งกระบวนการกลั่นกรองนี้ทั้งผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เขียนจะไม่ทราบข้อมูลซึ่งกันและกัน (Double-blind peer review)

4. เมื่อผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความแล้ว กองบรรณาธิการจะตัดสินใจโดยอิงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ บทความนั้น ๆ ดังนี้

- 1) รับผิดชอบโดยไม่มีการแก้ไข
- 2) รับผิดชอบโดยมีการแก้ไข และส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินอีกครั้ง
- 3) รับผิดชอบโดยมีการแก้ไข และส่งให้บรรณาธิการพิจารณา
- 4) ปฏิเสธการตีพิมพ์

วารสารจะแจ้งผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิให้ผู้เขียนรับทราบโดยเร็ว เมื่อผู้เขียนได้รับผลการพิจารณา ให้ถือว่าผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวถือเป็นที่สุด

5. กรณีบทความเข้าสู่กระบวนการพิจารณาคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว ไม่สามารถถอนบทความได้ หรือส่งบทความไปตีพิมพ์ที่วารสารอื่นได้

ที่ปรึกษา:

รองศาสตราจารย์ จิระพันธ์ ห้วยแสน
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิษุทธ จันทะรี
 รองศาสตราจารย์ ดร.กตัญญู แก้วหานาม
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์ลิขิต แก้วหานาม
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติมา นรโศก

อธิการบดีมหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
 รองอธิการบดี มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
 ผู้ช่วยอธิการบดี มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
 ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
 รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
 มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

บรรณาธิการ:

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรรณิการ์ ห้วยแสน

มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

ผู้ช่วยบรรณาธิการ:

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณางค์ รัตนานิคม
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนัชพงษ์ วังคำหาญ

มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

กองบรรณาธิการ:

ศาสตราจารย์ ดร.อลงกลด แทนอมทอง
 รองศาสตราจารย์ ดร.อนุสรณ์ เชิดทอง
 รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร สุทธิปาก
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยเอก ดร.คงเดช พะสีนาม
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พจนา สีขาว
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกยูร ดวงอุปมา
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญณรงค์ ชมนาวัง
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชชาภรณ์ วันโย
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑามาศ เจียมสาธิต
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทิมา ทิฆะ
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัมปนาจ เกสัชชา
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลักษณา ดูปาส
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพนธ์พัทธ์ เมืองโคตร
 อาจารย์ ดร.รณกร สร้อยนาค
 อาจารย์ ดร.เกษรรา สิริโชค
 อาจารย์ ดร.แก้วตา สุตรสุวรรณ

มหาวิทยาลัยขอนแก่น
 มหาวิทยาลัยขอนแก่น
 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
 มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
 มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
 มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
 มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
 มหาวิทยาลัยนครพนม
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
 มหาวิทยาลัยพะเยา
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (กำแพงแสน)
 มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

ผู้ทรงคุณวุฒิประจำวารสาร

รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีชัย อวยพรกชกร
 รองศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แวนรัมย์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พลากร สืบสำราญ
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีดา ปราการกมานันท์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ ทิพอุเทน
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชนีเพ็ญ พลเยี่ยม
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะทิพย์ ประดุงพรม
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณธิดา ยลวิลาศ
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญณรงค์ ทรงคาศรี
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนัชพงษ์ วังคำหาญ
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรรมนุญ ปัญญาทิพย์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารีรัตน์ ปานสุขวัชร
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสกสรรค์ พลศรี
 อาจารย์ ดร.ธานี จินตสุทธิตกดี
 อาจารย์ นพ.พนธกร บุญเจริญ
 อาจารย์ ดร.สุมาลี ชัยสิทธิ์
 อาจารย์ ดร.นิคม ศรีกะชา
 อาจารย์ ดร.ชานนท์ สุนทรา
 อาจารย์ ดร.นภาพร วงษ์วิชิต
 อาจารย์ ดร.วรกร วิชัยโย
 อาจารย์ ดร.ธนกร ญาณกาย

พิสูจน์อักษรภาษาอังกฤษ:

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศาสตรา สหัสทัศน์
 Mr.Jonathan Wary
 อาจารย์นฤตา หงษ์ชา

ผู้ออกแบบปกวารสาร:

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประพนธ์ เนียมสา

ผู้ประสานงาน:

นางสาวนภัทรธิดา พรหมดีราช

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
 มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
 มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
 มหาวิทยาลัยบูรพา
 มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
 มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
 มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
 มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา
 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตสกลนคร
 มหาวิทยาลัยขอนแก่น
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์
 มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
 มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
 มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
 มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

สถานที่ติดต่อ:

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

62/1 ถนนเกษตรสมบูรณ์ ตำบลกาฬสินธุ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ 46000

บทบรรณาธิการ

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ ได้รวบรวมบทความเพื่อตีพิมพ์ ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 จำนวน 7 บทความ ดังนี้ 1) เรื่อง ผลของการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าวต่อ คุณค่าทางโภชนาการ ผู้แต่ง นพรัตน์ ผกาเชิด, ทิพย์สุดา บุญมาทัน, ธนิตพันธ์ พงษ์จงมิตร, ณัฐวัฒน์ ตันพล และ จิตติมา นรโภค 2) เรื่อง การพัฒนาต้นแบบเครื่องรดน้ำผักสวนครัวผ่านสมาร์ตโฟน ผู้แต่ง ไพศาล สีนครุฑ, อธิ โชติ สดจิตต์, ธนพงศ์ นิตยประภา และ ธงรบ อักษร 3) เรื่อง การศึกษาการปรับแต่งช่องทางประชาสัมพันธ์ ผ่านเว็บไซต์กับสื่อสังคมออนไลน์ และความตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์วิถีชุมชน ตะวันสีทอง อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ผู้แต่ง อธิมาพร กว้างสวัสดิ์, มนูญชัย ทุมทอง, สราวุธ หิรัญสุขโชติ, ชีวาพร ลิ้มอ้อ, มัณฑนา เทียมทัด และ อังคณา จิตตามาศ 4) เรื่อง การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ของตัวแบบสำหรับการพยากรณ์โรคมะเร็งปอด ผู้แต่ง อรรถภาวูธ เรืองสวัสดิ์, อนุพงศ์ สุขประเสริฐ, ทิพา สินธุ กุญ และ ศิริลักษณ์ ไกยวินิจ 5) เรื่อง การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคัดแยกขยะขวดน้ำด้วยการเรียนรู้เชิง ลึก ผู้แต่ง อธิภัทร จรเชื้อ และ แสงดาว นพพิทักษ์ 6) เรื่อง ระบบสร้างแบบทดสอบไม่ซ้ำกัน พร้อมตรวจและ รายงานผล เรื่อง คำคุณศัพท์เพื่อบอกลำดับที่ของนาม ในรายวิชาภาษาอังกฤษ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและบุคคลทั่วไป ผู้แต่ง เมธิชัย บุญยังรอด และ พงษ์เทพ รักผกาวงศ์ 7) เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพของโมเดลเพื่อทำนาย ความเครียดหลังการระบาดของ COVID-19 ของนักศึกษาหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัย ผู้แต่ง กัลยรัตน์ ทรัพย์วิบูลพงษ์ ปรีดิภัทร ละม้ายแก้ว พิระพัฒน์ วิศิษฐ์ศรี และ สุภาพร บรรดาศักดิ์ บทความในฉบับนี้มาจาก นักวิจัยและนักวิชาการที่มีความหลากหลายสังกัด โดยทุกบทความทั้งหมดได้ผ่านการกลั่นกรองและพิจารณา จากผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Reviewers) จำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มาจากหลากหลายหน่วยงานเป็นผู้ พิจารณาเพื่อตรวจสอบคุณภาพของบทความ และมอบให้ผู้พิมพ์นำบทความไปปรับปรุงแก้ไขให้เป็นการเรียบร้อย ก่อนเข้าสู่กระบวนการเผยแพร่ของวารสาร

ในโอกาสนี้ ขอขอบคุณคณาจารย์ นักวิชาการ นักศึกษา และผู้สนใจทุกท่านที่ให้ความสนใจร่วมส่ง บทความเผยแพร่ในวารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ และขอขอบคุณ กองบรรณาธิการ คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิประเมินและตรวจสอบบทความทุกท่านมา ณ โอกาสนี้



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรรณิการ์ ห้วยแสน)

บรรณาธิการ

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2566)

ข้อมูลเกี่ยวกับวารสาร	ก
กองบรรณาธิการ	ค
บทบรรณาธิการ	ฉ
 บทความวิจัย	
ผลของการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าวต่อคุณค่าทางโภชนา	1-8
นพรัตน์ ผกาเขต, ทิพย์สุดา บุญมาทัน, ธนิตพันธ์ พงษ์จงมิตร, ณัฐวัฒน์ ตันพล และ จูติมา นรโภค	
การพัฒนาต้นแบบเครื่องรดน้ำผักสวนครัวผ่านสมาร์ทโฟน	9-21
ไพศาล สีนครุฑ, อีร์โชติ สุดจิตต์, ธนพงศ์ นิตยประภา และ ธงรบ อักษร	
การศึกษาการปรับแต่งช่องทางประชาสัมพันธ์ผ่านเว็บไซต์กับสื่อสังคมออนไลน์ และความตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์วิถีชุมชนตะวันตก อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	22-38
อัมมาพร กว้างสวัสดิ์, มนัญชัย ทุ่มทอง, สราวุธ หิรัญสุขโชติ, ชีวาพร ลิ่มอ้อ, มณฑนา เทียมทัด และ อังคณา จัดตามาศ	
การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบสำหรับการพยากรณ์โรคมะเร็งปอด	39-52
อรรศภาวุธ เรืองสวัสดิ์, อนุพงศ์ สุขประเสริฐ, ทิพา สันธัญญ และ ศิริลักษณ์ ไกยวินิจ	
การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคัดแยกขยะขวดน้ำด้วยการเรียนรู้เชิงลึก	53-65
ธีรภัทร์ จรเชื้อ และ แสงดาว นพพิทักษ์	
ระบบสร้างแบบทดสอบไม่ซ้ำกัน พร้อมตรวจและรายงานผล เรื่องคำคุณศัพท์เพื่อบอกลำดับที่ของนาม ในรายวิชาภาษาอังกฤษระดับมัธยมต้นและบุคคลทั่วไป	66-79
เมธิชัย บุญยังรอด และ พงษ์เทพ รักผกาวงศ์	

การศึกษาประสิทธิภาพของโมเดลเพื่อทำนายความเครียดหลัง

80-94

การระบาดของ COVID-19 ของนักศึกษาหลังกลับมาเรียนใน
มหาวิทยาลัย

กัลยรัตน์ ทรัพย์วิบูลพงษ์ ปรีติภัทร ละม้ายแก้ว พิระพัฒน์ วิศิษฐ์ศรี
และ สุภาพร บรรดาศักดิ์

บทความวิจัย (Research Article)

ผลของการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าวต่อคุณค่าทางโภชนา

Effects of fermenting cassava peel with rice straw
on its nutritive value

นพรัตน์ ผกาเชิด^{1*}, ทิพย์สุดา บุญมาทัน¹, ธนิตพันธ์ พงษ์จงมิตร¹, ณัฐวัฒน์ ตันพล¹ และ จิตติมา นรโกศ¹
Noppharat Phakachoe^{1*}, Thipsuda Boonmatan¹, Tanitpan Pongjongmit¹, Nathawat Tanpol¹
and Thitima Norrapoke¹

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

¹ Faculty of Agricultural Technology, Kalasin University

* Corresponding author email: noppharat.ph@ksu.ac.th

วันที่รับบทความ (Received)
2 เมษายน 2566

วันที่ได้รับบทความฉบับแก้ไข (Revised)
31 พฤษภาคม 2566

วันที่ตอบรับบทความ (Accepted)
12 มิถุนายน 2566

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าวต่อคุณค่าทางโภชนา การวางแผนการทดลองแบบ 2x7 factorial in Completely Randomized Design ทำการทดลอง 14 ทรีทเมนต์คอมมิเนชัน ๆ ละ 3 ซ้ำ โดยมีปัจจัย A คือ ระยะเวลาในการหมัก 21 และ 35 วัน และปัจจัย B คือ สัดส่วนของการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าว 7 สัดส่วน ได้แก่ 0 : 100, 20 : 80, 40 : 60, 50 : 50, 60 : 40, 80 : 20 และ 100 : 0 โดยทุกสัดส่วนมีการเติมกากน้ำตาล 3% และยูเรีย 3% ของวัตถุดิบแห้ง ผลการทดลองพบว่า ระยะเวลาในการหมักและสัดส่วนของเปลือกมันสำปะหลังและฟางข้าวไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อคุณค่าทางโภชนาของเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าว ($P>0.05$) และระยะเวลาในการหมักที่ 21 และ 35 วัน ไม่มีผลต่อคุณค่าทางโภชนาของเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าว ($P>0.05$) แต่การเพิ่มสัดส่วนของเปลือกมันสำปะหลังมีผลทำให้ วัตถุดิบแห้ง เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (NDF) และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (ADF) ของเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าวลดลงตามสัดส่วนของเปลือกมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้น ($P<0.05$) และการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าวมีผลทำให้ระดับโปรตีนหยาบสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับฟางข้าว (0:100) ($P<0.05$) ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าวที่มีการเติมกากน้ำตาลและยูเรียที่ระดับ 3 % สามารถปรับปรุงคุณภาพแหล่งอาหารหยาบได้

คำสำคัญ : การหมัก, เปลือกมันสำปะหลัง, ฟางข้าว, คุณค่าทางโภชนา

Abstract

The objective of this study was to examine the effects of fermenting cassava peel with rice straw on its nutritive value. The experiment followed a 2 x 7 factorial arrangement in a completely

randomized design. Factor A represented ensiling times (21 and 35 days), while factor B consisted of 7 ratios of cassava peel to rice straw: 0:100, 20:80, 40:60, 50:50, 60:40, 80:20 and 100:0, each replicated three times. All ratios of cassava peel with rice straw were supplemented with 3% molasses and 3% urea of dry matter. The findings revealed no significant interaction effect ($P>0.05$) between ensiling times and the ratio of cassava peel to rice straw on the nutritive values of fermented cassava peel with rice straw. The ensiling times of 21 and 35 days had no significant impact on the nutritional value of the fermented cassava peel with straw ($P>0.05$). Increasing the proportion of cassava peel resulted in a decrease of dry matter, neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) of the fermented cassava peel with rice straw ($P<0.05$). However, fermenting cassava peel with rice straw led to an increase of crude protein of fermented cassava peel ($P<0.05$) when compared to rice straw fermentation alone (0:100). In conclusion fermenting cassava peel with rice straw, along with the addition of 3% molasses and 3% urea can enhance the quality of roughage sources.

Keywords: Fermentation, cassava peel, rice straw, nutritive value

บทนำ

ในสภาวะวัตถุดิบอาหารสัตว์มีแนวโน้มปรับราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ต้นทุนการเลี้ยงสัตว์สูงขึ้นตามราคาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งต้นทุนค่าอาหารคิดเป็น ประมาณ 60-70 % ของต้นทุนทั้งหมดในการเลี้ยงสัตว์ ส่งผลให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์จำเป็นต้องปรับตัวหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการเลี้ยง และการลดต้นทุนการผลิตลง โดยหาวัตถุดิบที่มีปริมาณมากและมีราคาถูกเพื่อเลี้ยงสัตว์ ซึ่งเปลือกมันสำปะหลังเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ เปลือกมันสำปะหลังเป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลังที่มีราคาถูก และมีปริมาณมากในเขตจังหวัดกาฬสินธุ์ เปลือกมันสำปะหลังยังมีแหล่งของคาร์โบไฮเดรตสูงประมาณ 86.2% แต่มีปริมาณโปรตีนต่ำ 4.51% [1] จึงต้องมีการปรับปรุงเพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนในเปลือกมันสำปะหลังให้มากขึ้นโดยใช้วิธีการหมักด้วยจุลินทรีย์ เช่น ยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) [2] และรา (*Aspergillus oryzae*) [3] นอกจากนี้ในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น โคเนื้อ โคนม และกระบือ นิยมใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหลัก ฟางข้าวเป็นเศษเหลือจากการทำนาที่มีปริมาณมากและราคาถูก แต่ในฟางข้าวจะมีระดับโปรตีนต่ำ มีเยื่อใยสูงส่งผลทำให้การย่อยได้ และการใช้ประโยชน์ได้ต่ำ ทั้งเปลือกมันสำปะหลังและฟางข้าวมีระดับโปรตีน 2.1 และ 2.3% ตามลำดับ [4] การปรับปรุงคุณภาพของเปลือกมันสำปะหลังและฟางข้าวก่อนนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารหลักในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องจึงเป็นอีกหนึ่งวิธีในการเพิ่มระดับโปรตีนในอาหารหยาบ เพื่อลดระดับการใช้อาหารชั้นในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องที่ไม่ส่งผลกระทบต่อการให้ผลผลิต [5] พบว่า การหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับยูเรีย 3% และกากน้ำตาล 3% มีผลทำให้ระดับโปรตีนหยาบของเปลือกมันสำปะหลังหมักสูงขึ้น จาก 3.58% เป็น 11.10% และการหมักฟางข้าวร่วมกับยูเรีย 3% ทำให้ระดับโปรตีนเพิ่มขึ้น จาก 2.5% เป็น 5.4% [4] ซึ่งการรายงานข้อมูลการปรับปรุงคุณภาพการใช้เปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าวเพื่อเป็นอาหารหยาบสัตว์เคี้ยวเอื้องยังมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้น

ในงานวิจัยในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นการปรับปรุงคุณภาพเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าวก่อนนำมาใช้เป็นอาหาร
หยาบ เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าวต่อคุณค่าทางโภชนาการเพื่อใช้ในการเลี้ยงสัตว์

วิธีดำเนินการวิจัย

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2x7 factorial in Completely Randomized Design ทำการทดลอง 14 ทรีท
เมนต์คอมมิเนชัน ๆ ละ 3 ซ้ำ โดยมีปัจจัย A คือ ระยะเวลาในการหมัก 21 และ 35 วัน และปัจจัย B คือ สัดส่วนของ
การหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าว 7 สัดส่วน ได้แก่ 0 : 100, 20 : 80, 40 : 60, 50 : 50, 60 : 40, 80 : 20
และ 100 : 0 โดยทุกสัดส่วนเติมกากน้ำตาล 3 % และยูเรีย 3 % ของวัตถุดิบ

การหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าว

1. ชั่งฟางข้าวที่ผ่านการสับด้วยเครื่องสับมีชิ้นขนาด 5-10 เซนติเมตร ตามสัดส่วนที่กำหนด (10, 8, 6, 5, 4,
2 และ 0 กิโลกรัมตามลำดับ) แล้วนำลงใส่กระบะผสม
2. ชั่งเปลือกมันสำปะหลังสด (มีความชื้น 27.02%) ตามสัดส่วนที่กำหนด (0, 7.40, 14.80, 18.50, 22.20,
29.60 และ 37.00 กิโลกรัม ตามลำดับ) แล้วนำลงใส่กระบะผสม
3. ผสมกากน้ำตาล 3% (300 กรัม) และ ยูเรีย 3% (300 กรัม) ของวัตถุดิบ ในน้ำสะอาด (10, 8, 6, 5, 4,
2 และ 1 กิโลกรัม ตามลำดับ) ผสมให้เข้ากัน แล้วนำมาผสมกับเปลือกมันสำปะหลังและฟางข้าว ทำการผสมโดยใช้
พลั่วและจอบ ใช้เวลาผสม 5 นาที
4. นำเปลือกมันปะหลังและฟางข้าวที่ผสมแล้วมาบรรจุใส่ถุงพลาสติกแบบหนา ขนาด 24*12 นิ้ว ทำการดูด
อากาศด้วยเครื่องดูดฝุ่น และรัดปากถุงให้แน่น เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและไม่โดนแดด หมักที่ระยะเวลา 21 วัน และ 35
วัน

การเก็บตัวอย่าง

หลังการหมักที่ 21 และ 35 วัน ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าวในแต่ละถุง
โดยสุ่มเก็บ 3 จุด คือ ส่วนบน ส่วนกลาง และส่วนล่างของถุงหมัก หลังจากนั้นนำตัวอย่างเข้าห้องปฏิบัติการเพื่อการ
วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีแบบประมาณ (Proximate analysis) ในการวิเคราะห์จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ
ส่วนที่ 1 ทำการวิเคราะห์วัตถุดิบ (Dry matter, DM) โดยการนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 °C [6] และส่วนที่ 2 นำไปอบ
ที่อุณหภูมิ 65 °C นาน 72 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำตัวอย่างไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1.0 มิลลิเมตร สำหรับวิเคราะห์
โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) [6] และการวิเคราะห์เยื่อใยนั้นจะใช้วิธี Detergent fiber analysis ได้แก่ เยื่อใย
ที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (Neutral detergent fiber, NDF) และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด
(Acid detergent fiber, ADF) [7]

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ตามแผนการทดลอง factorial in Completely Randomized Design (CRD) และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีตเมนต์ ด้วยวิธี Least Significant Differences (Lsd) ($P=0.05$) [8]

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการทดลองพบว่า ระยะเวลาในการหมักและสัดส่วนของเปลือกมันสำปะหลังและฟางข้าวไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อคุณค่าทางโภชนาการของเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าว ($P>0.05$) และระยะเวลาในการหมักที่ 21 และ 35 วัน ไม่มีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการของเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าว ($P>0.05$) แต่สัดส่วนการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าวมีผลต่อ วัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด ของเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าว ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลของระยะเวลาในการหมักและสัดส่วนการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมฟางข้าวต่อคุณค่าทางโภชนาการ

Treatment		Nutritive value (%)			
		DM	CP	NDF	ADF
Time (A)	21 day	30.91	10.51	52.64	33.68
	35 day	30.70	10.47	52.56	33.26
cassava peel : rice straw ratio					
Ratio (B)	T1 (0:100)	48.67 ^a	5.31 ^b	73.24 ^a	44.22 ^a
	T2 (20:80)	35.95 ^b	11.36 ^a	59.51 ^b	38.93 ^b
	T3 (40:60)	31.05 ^c	11.42 ^a	54.15 ^c	35.83 ^c
	T4 (50:50)	28.80 ^d	11.24 ^a	51.58 ^d	34.63 ^d
	T5 (60:40)	27.20 ^e	11.27 ^a	48.66 ^e	29.55 ^e
	T6 (80:20)	22.87 ^f	11.54 ^a	44.50 ^f	28.44 ^f
	T7 (100:0)	21.08 ^g	11.30 ^a	36.57 ^g	22.69 ^g
SEM		0.66	0.73	1.21	0.76
P-Value	A	0.42	0.65	0.81	0.13
	B	0.0001	0.0001	0.001	0.0001
	A * B	0.95	0.62	0.98	0.86

หมายเหตุ ^{a-g} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$), DM = วัตถุแห้ง, CP = โปรตีนหยาบ, NDF = เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง, ADF = เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด

ผลการศึกษาสัดส่วนการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าวในสัดส่วน 0 : 100, 20 : 80, 40 : 60, 50 : 50, 60 : 40, 80 : 20 และ 100 : 0 ต่อคุณค่าทางโภชนาการเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าว ระยะเวลาการหมักที่ 21 วัน แสดงในตารางที่ 2 พบว่า สัดส่วนเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าวมีผลต่อโปรตีนหยาบ

เท่ากับ 5.46, 11.39, 11.29, 11.21, 11.28, 11.52 และ 11.43% ตามลำดับ ซึ่งการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมฟางข้าวที่มียูเรีย 3% และกากน้ำตาล 3% มีผลทำให้ระดับโปรตีนหยาบสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับหมักฟางข้าว 100:0 ($P<0.05$) และพบว่า สัดส่วนของเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าวมีผลต่อ วัตถุแห้ง เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด ($P<0.05$) โดยสัดส่วนของเปลือกมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้วัตถุแห้ง เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรดลดลงตามสัดส่วนของเปลือกมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าวัตถุแห้ง เท่ากับ 48.78, 36.06, 30.81, 28.91, 27.37, 23.19 และ 21.24% ตามลำดับ ($P<0.05$) เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง เท่ากับ 73.32, 59.68, 54.07, 51.67, 48.32, 44.71 และ 36.74% ตามลำดับ ($P<0.01$) และ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด เท่ากับ 44.40, 39.03, 36.07, 35.17, 29.35, 28.77 และ 22.98% ตามลำดับ ($P<0.01$)

ตารางที่ 2: ผลของการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมฟางข้าวที่ระยะเวลาการหมัก 21 วัน ต่อคุณค่าทางโภชนา

Treatment	Nutritive value (%)			
cassava peel : rice straw ratio	DM	CP	NDF	ADF
T1 (0:100)	48.78 ^a	5.46 ^b	73.32 ^a	44.40 ^a
T2 (20:80)	36.06 ^b	11.39 ^a	59.68 ^b	39.03 ^b
T3 (40:60)	30.81 ^c	11.29 ^a	54.07 ^c	36.07 ^c
T4 (50:50)	28.91 ^d	11.21 ^a	51.67 ^d	35.17 ^d
T5 (60:40)	27.37 ^e	11.28 ^a	48.32 ^e	29.35 ^e
T6 (80:20)	23.19 ^f	11.52 ^a	44.71 ^f	28.77 ^f
T7 (100:0)	21.24 ^g	11.43 ^a	36.74 ^g	22.98 ^g
SEM	0.66	0.73	1.21	0.76
P-Value	0.0001	0.0001	0.001	0.0001

หมายเหตุ ^{a-g} ตัวอักษรที่ต่างกันในตัวอักษรเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$), DM = วัตถุแห้ง, CP = โปรตีนหยาบ, NDF = เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง, ADF = เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด

ผลการศึกษาสัดส่วนการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าวในสัดส่วน 0 : 100, 20 : 80, 40 : 60, 50 : 50, 60 : 40, 80 : 20 และ 100 : 0 ต่อคุณค่าทางโภชนาเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าว ระยะเวลาการหมักที่ 35 วัน แสดงในตารางที่ 3 พบว่า สัดส่วนเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าวมีผลต่อโปรตีนหยาบ เท่ากับ 5.17, 11.33, 11.56, 11.27, 11.25, 11.55 และ 11.18% ตามลำดับ ซึ่งการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมฟางข้าวที่มียูเรีย 3% และกากน้ำตาล 3% มีผลทำให้ระดับโปรตีนหยาบสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับหมักฟางข้าว 0:100 ($P<0.05$) และพบว่า สัดส่วนของเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าวมีผลต่อวัตถุแห้ง เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด ($P<0.05$) โดยสัดส่วนของเปลือกมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้วัตถุแห้ง เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรดลดลงตามสัดส่วนของเปลือกมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าวัตถุแห้ง เท่ากับ 48.58, 35.48, 31.30, 28.69, 27.02, 22.54 และ 20.93% ตามลำดับ ($P<0.05$) เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลางเท่ากับ 73.15, 59.34, 54.23, 51.51, 49.00,

44.30 และ 36.41% ตามลำดับ ($P<0.05$) และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด เท่ากับ 44.04, 38.83, 35.60, 34.10, 29.76, 28.11 และ 22.40% ตามลำดับ ($P<0.05$)

ตารางที่ 3: ผลของการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมฟางข้าวที่ระยะเวลาการหมัก 35 วัน ต่อคุณค่าทางโภชนา

Treatment	Nutritive value (%)			
cassava peel : rice straw ratio	DM	CP	NDF	ADF
T1 (0:100)	48.58 ^a	5.17 ^b	73.15 ^a	44.04 ^a
T2 (20:80)	35.48 ^b	11.33 ^a	59.35 ^b	38.83 ^b
T3 (40:60)	31.30 ^c	11.56 ^a	54.23 ^c	35.60 ^c
T4 (50:50)	28.69 ^d	11.27 ^a	51.51 ^d	34.10 ^d
T5 (60:40)	27.02 ^e	11.25 ^a	49.00 ^e	29.76 ^e
T6 (80:20)	22.54 ^f	11.55 ^a	44.30 ^f	28.11 ^f
T7 (100:0)	20.93 ^g	11.18 ^a	36.41 ^g	22.40 ^g
SEM	0.66	0.73	1.21	0.76
P-Value	0.0001	0.0001	0.001	0.0001

หมายเหตุ ^{a-g} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$), DM = วัตถุแห้ง, CP = โปรตีนหยาบ, NDF = เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง, ADF = เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด

จากผลการทดลองพบว่า การหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมฟางข้าวทุกสัดส่วนที่มียูเรีย 3% และกากน้ำตาล 3% ที่ระยะเวลาการหมัก 21 และ 35 วัน สามารถเพิ่มระดับโปรตีนหยาบได้ เมื่อเปรียบเทียบกับหมักฟางอย่างเดียว (0:100) โดยเปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมฟางข้าวมีระดับโปรตีนอยู่ในช่วง 11.21–11.52% ซึ่งเป็นไปได้ว่าการใช้เปลือกมันสำปะหลังหมักร่วมกับฟางข้าวสามารถเก็บไนโตรเจนจากยูเรียได้มากกว่าการหมักฟางข้าวเพียงอย่างเดียว ซึ่งสอดคล้องกับ นพรัตน์ [9] รายงานว่าระยะเวลาที่ใช้ในการหมักเปลือกมันสำปะหลัง 21 และ 35 วัน ไม่มีผลต่อคุณค่าทางโภชนาของเปลือกมันสำปะหลังหมัก มีค่าโปรตีนหยาบระหว่าง 10.33–11.49% นอกจากนี้ นพรัตน์ [5] พบว่า ระยะเวลาการหมักที่ 21 และ 35 วัน ไม่มีผลต่อคุณค่าทางโภชนาของเปลือกมันสำปะหลังหมัก แต่การหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับยูเรีย 3% และกากน้ำตาล 3% มีผลทำให้ระดับโปรตีนหยาบของเปลือกมันสำปะหลังหมักสูงขึ้น จาก 3.58% เป็น 11.10% การหมักฟางข้าวร่วมกับยูเรียเป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงคุณภาพของฟางข้าวได้ โดยจากงานทดลองในครั้งนี้ พบว่า การหมักฟางข้าวร่วมกับยูเรีย 3% มีผลทำให้ระดับโปรตีนสูงขึ้นมีค่าเท่ากับ 5.46% สอดคล้องกับ Gunun [4] พบว่า การหมักฟางข้าวร่วมกับยูเรีย 3% ทำให้ระดับโปรตีนเพิ่มขึ้น จาก 2.5% เป็น 5.4% และ ณรณมล [10] พบว่า การหมักฟางข้าวร่วมกับยูเรีย 6% สามารถเพิ่มระดับโปรตีนฟางข้าวได้ โดยมีระดับโปรตีนอยู่ในช่วง 5.81–6.70% เมฆ [11] ศึกษาการผลิตอาหารหยาบหมักจากผลพลอยได้ทางการเกษตรโดยใช้เปลือกมันสำปะหลัง และกากมันสำปะหลัง ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40% ร่วมกับเปลือกข้าวโพด กากเปียร์ ยูเรีย และกากน้ำตาล สามารถเพิ่มระดับโปรตีนอยู่ในช่วง 13.0–14.7 % การศึกษารุ่นนี้ชี้ให้เห็นว่าเปลือกมันสำปะหลัง สามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมของอาหารหยาบหมักได้ โดยเฉพาะสำหรับประเทศไทยที่มักขาดแคลนหญ้าสดในฤดูแล้ง ดังนั้นการปรับปรุงคุณภาพอาหารหยาบที่มีคุณภาพต่ำก่อนนำมาเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องจึงเป็นอีกหนึ่ง

ทางเลือกเพื่อใช้เป็นอาหารหยาบในช่วงที่ขาดแคลนหญ้าสด หรือเป็นแนวทางในการลดต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง

สรุปผล

ระยะเวลาในการหมักและสัดส่วนของเปลือกมันสำปะหลังและฟางข้าวไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อคุณค่าทางโภชนา และระยะเวลาในการหมักที่ 21 และ 35 วัน ไม่มีผลต่อคุณค่าทางโภชนา การเพิ่มสัดส่วนการหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าวมีผลทำให้วัตถุดิบแห้ง และเยื่อของใยของเปลือกมันสำปะหลังร่วมกับฟางข้าวลดลง แต่การหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมฟางข้าวทุกสัดส่วนสามารถเพิ่มระดับโปรตีนหยาบได้

ดังนั้น การหมักเปลือกมันสำปะหลังร่วมฟางข้าวที่มีการเติมกากน้ำตาลและยูเรีย 3% จึงสามารถปรับปรุงคุณภาพแหล่งอาหารหยาบได้

เอกสารอ้างอิง

1. Ferreira, G.D.G. Oliveira, R.L. Cardoso, E.C. Magalhães and A.L.R. Brito. Nutritive value of cassava by-products. Rev. Bras. Saúde Prod. 2007; 4: 364–374.
2. จักรกริช หอมขาว. การเพิ่มโปรตีนในผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังโดยใช้จุลินทรีย์ และผลการใช้ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังหมักทดแทนอาหารชั้นในโคเจาะกระเพาะต่อการหมักย่อยในกระเพาะหมัก (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี; 2555.
3. สุภัตรา โอกระโทก. ผลของการใช้กากมันสำปะหลังหมักด้วยเชื้อรา *Aspergillus oryzae* เพื่อเป็นอาหารในไก่ไข่ (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี; 2555.
4. Gunun, P., A. Cherdthong, P. Khejornsart, M. Wanapat, S. Polyorach, W. Kaewwongsa and N. Gunun. Replacing Concentrate with Yeast- or EM-Fermented Cassava Peel (YFCP or EMFCP): Effects on the Feed Intake, Feed Digestibility, Rumen Fermentation, and Growth Performance of Goats. Animals. 2023; 13: 1-9.
5. นพรัตน์ ผกาเชิด ทิพย์สุตา บุญมาทัน ธนิตพันธ์ พงษ์จงมิตร และ ฐิติมา นรโกศ. ผลของการเสริมยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) และลูกแป้งข้าวหมากต่อคุณค่าทางโภชนาของเปลือกมันสำปะหลังหมัก. เกษตร. 2562. 47 (ฉบับพิเศษ 2): 819-824.
6. AOAC. Official Methods of Analysis. 14th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC. 1995.
7. Van Soest, P. J., Robertson, J. B., and A. B., Lewis. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal Dairy Science. 1991, 74(10): 3583-3597.
8. SAS. SAS/STAT User's Guide: Version 6. 4th Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC. 1998.

9. นพรัตน์ ผกาเขต ครรชิต ปัตตาศรี อีระพงษ์ เรืองช่อ ศราวุฒิ ภูปาทา ทิพย์สุตา บุญมาทัน และธนิตพันธ์ พงษ์จงมิตร. ผลของระดับยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ต่อคุณค่าทางโภชนาของเปลือกมันสำปะหลังหมัก. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 2560, 48 (2) (พิเศษ) : 659-665.
10. ณรงมล เล่าห์รอดพันธ์ วิโรจน์ ลิขิตตระกูลวงศ์ ประวิทย์ ห่านใต้ ทศพร อินเจริญ บุญทริกา ปลั่งสูงเนิน และ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ. การเปรียบเทียบวิธีการปรับสภาพฟางข้าวปิ้งแต่งด้วยยูเรียที่แตกต่างกัน ต่อองค์ประกอบทางเคมี และการย่อยสลายในหลอดทดลอง. วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์. 2562, 1: 83-92.
11. เมฆ ขวัญแก้ว พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์ และวิศิษฐ์พร สุขสมบัติ. การใช้เปลือกมันสำปะหลังและกากมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมในการผลิตอาหารหยาบหมัก. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 2556, 12(3): 92-103.

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาต้นแบบเครื่องรดน้ำผักสวนครัวผ่านสมาร์ทโฟน
Development of a prototype of a home-grown vegetable watering machine
through a smartphone

ไพศาล สีนรคุช¹, ธีรโชติ สุดจิตต์¹, ธนพงศ์ นิตยประภา^{1*} และ ธงรบ อักษร¹

Phaisan Seenorakut¹, Theerachot Sudjit¹, Thanapong Nitayapapha^{1*} and Thongrob Auxorn¹

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

¹Faculty of Science and Technology Pibulsongkram Rajabhat University

*Corresponding author email: thanapong.n@psru.ac.th

วันที่รับบทความ (Received)

14 มีนาคม 2566

วันที่ได้รับบทความฉบับแก้ไข (Revised)

7 พฤษภาคม 2566

วันที่ตอบรับบทความ (Accepted)

24 พฤษภาคม 2566

บทคัดย่อ

จากปัญหาภาวะค่าครองชีพที่มีแนวโน้มสูงขึ้น ทำให้ผู้มีรายได้น้อยถึงปานกลางจำเป็นต้องลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือน ซึ่งปัญหาค่าใช้จ่ายสำหรับการบริโภคในครัวเรือนก็เป็นหนึ่งในปัญหาหลัก หากลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ได้ จะช่วยบรรเทาค่าใช้จ่ายลงได้ส่วนหนึ่ง การปลูกผักไว้บริโภคในครัวเรือนก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง อย่างไรก็ตามการปลูกผักในครัวเรือนจำเป็นต้องมีการดูแล เช่น การรดน้ำ ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) ศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบเครื่องรดน้ำผักสวนครัวผ่านสมาร์ทโฟน 2) ออกแบบและพัฒนาเครื่องรดน้ำผักสวนครัวผ่านสมาร์ทโฟนโดยการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง หรือ IoT มาประยุกต์ใช้เข้ากับการปรับค่าความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักสวนครัวแต่ละชนิด ใช้เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินส่งค่าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์จากนั้นควบคุมค่าความชื้นผ่านสมาร์ทโฟน โดยใช้ Blynk Platform ซึ่งสามารถใช้งานได้กับหลายอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยี IoT ได้ เช่น Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, ESP32, Particle, และอื่น ๆ โดยจะทำการตั้งค่าความชื้นที่เหมาะสมในพืชสวนครัวแต่ละชนิดไว้ หากค่าความชื้นที่วัดได้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ได้ตั้งค่าไว้ ระบบจะสั่งให้ปั้มน้ำทำงานทันที เพื่อความง่ายต่อการควบคุมและใช้งาน โดยได้ทำการทดลองกับผัก 3 ชนิด คือ ผักชี กะเพรา และพริกขี้หนู อย่างละ 10 ครั้ง ผลปรากฏว่าระบบสามารถใช้งานได้ดี โดยมีข้อผิดพลาดเล็กน้อยเนื่องมาจากสัญญาณอินเทอร์เน็ต

คำสำคัญ : อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, ผักสวนครัว, ค่าความชื้นที่เหมาะสม

Abstract

Due to the increasing cost of living, people with low to middle incomes need to reduce their household expenses. One of the main problems is the cost of household consumption. If this cost can be reduced, it will alleviate some of the expenses. Growing vegetables for household consumption is one possible solution. However, vegetable cultivation requires care, such as watering.

Therefore, the objectives of this research are: 1) to study and analyze the components of a home-grown vegetable irrigation system through a smartphone application. 2) To design and implement a home-grown vegetable irrigation system through a smartphone application. This system will be done by applying Internet of Things (IoT) technology to adjust the appropriate moisture level for the growth of each type of home-grown vegetable. A soil moisture sensor will be used to send data to a microcontroller which will control the moisture level through a smartphone application using the Blynk Platform. This platform can be used with various IoT devices such as Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, ESP32, Particle, and others. The appropriate moisture level for each type of home-grown vegetable will be set. If the measured moisture level is lower than the set standard, the system will immediately activate the water pump for ease of control and use. The system was tested with three types of vegetables, coriander, basil, and bird's eye chili, ten times each. The results showed that the system was functional with minor errors due to internet connectivity issues.

Keywords: Internet of Things, home-grown vegetable, suitable humidity

บทนำ

ในปัจจุบันพืชผักผลไม้มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างมากไม่ว่าจะเป็นการใช้เพื่อบริโภค หรือนำมาประกอบธุรกิจต่าง ๆ และในปัจจุบันได้มีโรค Covid - 19 ทำให้คนส่วนมากต้องการประหยัด จึงทำให้หลายคนหันมาปลูก พืช ผักสวนครัว เพื่อที่จะแบ่งเบาภาระค่าใช้จ่ายในครัวเรือน และปลอดภัยจากสารพิษมากยิ่งขึ้นเมื่อปลูกเอง โดยผักสวนครัวที่นิยมปลูกกันมากที่สุด 9 ชนิด ได้แก่ กะเพรา ผักบุ้ง ปวยเล้ง ผักสลัด ต้นหอม กวางตุ้ง ผักชี พริก และมะกรูด [1] ซึ่งเป็นผักสวนครัวที่ใช้ในชีวิตประจำวันทั้งสิ้น และเมื่อทำการเริ่มปลูกด้วยตนเองแล้วจะเจอปัญหาในการปลูกพืช เช่น บางคนไม่มีเวลาดูแลเพราะทำงานเลิกงานดึกเกินไป บางคนอาจจะดูแลรดน้ำไม่ทั่วถึงหรือบางครั้งอาจจะรดน้อยเกินไปหรือมากเกินไป ซึ่งจะส่งผลเสียให้พืชที่ปลูกได้ เช่น บางต้นได้รับน้ำไม่เพียงพอต่อปริมาณที่ควรจะได้รับในแต่ละวันจะทำให้ไม่เจริญเติบโตได้ดี บางต้นรดน้ำมากเกินไปทำให้รากเน่า ทำให้พืชไม่ได้ผลผลิตตามต้องการ

ในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาพัฒนาคุณภาพชีวิตมากขึ้นเพื่อความง่าย สะดวกสบาย และการทำงานอย่างเป็นระบบ ซึ่งในด้านการเกษตรได้มีการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ มาใช้เพื่อช่วยให้เกษตรกรง่ายต่อการทำงานให้ได้มากที่สุด และช่วยในด้านการเพิ่มผลผลิตทางด้านเกษตร เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากขึ้น เช่น นำระบบเซ็นเซอร์มาใช้ในการตรวจวัด หรือวัดค่าต่าง ๆ ที่จำเป็นจะต้องรู้ ด้วยการส่งและรับข้อมูลต่าง ๆ จากทุกสิ่งทุกอย่างที่เชื่อมต่อเข้าหากัน โดยตัวอย่างการใช้งาน คือ เซ็นเซอร์วัดความชื้น (Soil Moisture Sensor) ที่สามารถตรวจวัดค่าความชื้นในดินต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เพื่อใช้ในการยืนยันค่าความชื้นในดิน [2] ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ทำหน้าที่สั่งการว่าควรทำสิ่งใดต่อไปเมื่อรับค่ามาแล้ว เมื่อเซ็นเซอร์วัดค่าความชื้นส่งข้อมูลมาว่าค่าความชื้นต่ำกว่าที่กำหนดไว้ ระบบก็จะสั่งให้ทำงานทันที เมื่อเซ็นเซอร์วัดค่าความชื้นได้ความชื้นตามที่ต้องการแล้ว ก็จะส่งข้อมูลไปยัง ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เพื่อทำการปิดน้ำ เป็นต้น

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาเครื่องรดน้ำผักสวนครัวผ่านสมาร์ทโฟน โดยสามารถปรับความชื้นที่เหมาะสมต่อผักสวนครัวทั้ง 9 ชนิดที่ครัวเรือนนิยมปลูก โดยค่าความชื้นจะถูกตั้งค่าไว้ตามความ

เหมาะสมของพืชแต่ละชนิดที่ได้ไปทำการศึกษามา เพื่อให้ง่ายต่อผู้ใช้งานให้ได้มากที่สุด และยังสามารถปรับค่าความชื้นตามผู้ใช้งานต้องการได้ เพื่อให้สามารถใช้งานได้หลากหลายและสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบเครื่องรดน้ำผักสวนครัวผ่านสมาร์ทโฟน
2. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องรดน้ำผักสวนครัวผ่านสมาร์ทโฟน

ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐพล คำแหวน และคณะ (2561) ได้จัดทำระบบ Internet of Things สำหรับการบริหารจัดการน้ำระยะไกล เนื่องจากการบริหารจัดการน้ำ ตั้งแต่ส่วนหน้าบ้าน โรงเรือน ไร่อะไรขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่ มีวิธีการรดน้ำโดยการจับเวลา 10-30 นาที ซึ่งเมื่อเป็นพื้นที่ขนาดเล็กอาจจะทำให้น้ำมากเกินไป หรือหากเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่อาจทำให้น้ำน้อยเกินไป สำหรับ พืช ผัก หรือต้นไม้ที่เราทำการรดน้ำ การนำค่าความชื้นมาเป็นตัวแปรหรือตัวตัดสินใจจะช่วยให้การรดน้ำ มีประสิทธิภาพมากขึ้น การที่เราติดตั้งเซ็นเซอร์วัดค่าความชื้นเป็นอีกหนึ่งวิธีการที่ช่วยให้การรดน้ำต้นไม้ ผ่านระบบอัตโนมัติ มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งผลการวิจัยพบว่าระบบ Internet of Things สามารถควบคุมการจ่ายน้ำในแต่ละจุดเองได้ ควบคุมระยะไกลสุดได้ถึง 500 เมตร และสามารถควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติแต่ละจุดโดยประเมินค่าจากการวัดความชื้นได้ [3]

จากงานวิจัยดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินมาใช้กำหนดค่าความชื้นในการเปิดปิดน้ำ

อนุวัฒน์ โคตรพรม และปภัสนล เมฆเสน (2564) ได้จัดทำระบบสมาร์ตการ์เด้นท์ ระบบรดน้ำอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งปัญหาที่พบส่วนใหญ่คือ ไม่มีเวลาการดูแล รดน้ำ หรือ อาจจะมีเวลาดูแล แต่ พืช ผักไม่ได้รับน้ำเพียงพอต่อความต้องการ หรืออาจจะน้อยเกินไป จึงได้นำระบบ Internet of Things (IoT) มาประยุกต์ใช้ โดยการที่นำเอาเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน เซ็นเซอร์วัดปุ๋ยในดิน และ เซ็นเซอร์วัดความชื้นในอากาศ นำมาประกอบ รวมกันกับ ระบบ IoT เพื่อสั่งการรดน้ำอัตโนมัติผ่านระบบผลการวิจัยพบว่าระบบสามารถใช้งานได้จริง และได้ทำการทดลองแล้วมีประสิทธิภาพเพียงพอต่อผู้ใช้งาน [4]

จากงานวิจัยดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้นำระบบ Internet of Things หรือ IoT มาประยุกต์ใช้ ในการแก้ปัญหาของการปลูกผักสวนครัว โดยนำเอาเทคโนโลยีเซ็นเซอร์ต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการตรวจวัด

สุปรียา มะโนมัน และไพสิฐ พูลเพิ่ม (2553) ได้จัดทำระบบเครื่องรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ เนื่องจาก ทางหน่วยงานภาครัฐและเอกชนจึงมีการรณรงค์ให้ทุกภาคส่วนทุกคนช่วยกันปลูกต้นไม้ และในปัจจุบัน มนุษย์ส่วนใหญ่ไม่ค่อยมีเวลาว่าง เนื่องจากการทำงาน เพื่อที่จะอำนวยความสะดวกต่อการรดน้ำต้นไม้ ทางผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำเซ็นเซอร์วัดค่าความชื้นมาวัด รับค่า และประมวลผลผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อตัดสินใจว่าจะทำการรดน้ำหรือไม่ อีกทั้งยังสามารถทำงานโดยการตั้งเวลา เปิด-ปิด น้ำ ตามเวลาที่กำหนดไว้ จะควบคุมผ่านโซลินอยด์วาล์ว ผลการทดสอบพบว่าเครื่องรดน้ำต้นไม้ทำงานตามระบบที่ตั้งไว้ หากความชื้นในดินมีค่าน้อยเครื่องจะทำงาน และ ถ้าหากว่าค่าความชื้นในดินมีมากเครื่องจะไม่ทำงาน [5]

จากงานวิจัยดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้ในการควบคุมการเปิดปิดน้ำ โดยการใช้ค่าความชื้นเป็นเกณฑ์ในการเปิดปิดน้ำ

นราธิป ทองปาน และธนาพัฒน์ เทียงภักดิ์ (2561) ได้จัดทำระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ปัจจุบันมีการเพาะปลูกพืช ผลทางเกษตรมากขึ้น ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อพืชผลคือการรดน้ำให้พืชอย่างสม่ำเสมอ และเพียงพอต่อความต้องการ ไม่มากหรือน้อยจนเกินไปแต่ในปัจจุบันเกษตรกรที่ทำการปลูกผลผลิต มีภาระหน้าที่หลายอย่างเลยไม่มีเวลาเพียงพอที่จะรดน้ำพืชผล จึงทำให้ พืชผลได้รับน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการ ผู้วิจัยจึงจะพัฒนาระบบเครือข่ายไร้สาย พร้อมทั้งระบบเซ็นเซอร์ตรวจวัดความชื้นในดิน และส่งค่าค่าส่งเพื่อประมวลผลในการตรวจสอบระดับความชื้นในดิน เพื่อส่งค่าค่าส่งไปยังวาล์วน้ำไฟฟ้า ให้ปิด-เปิด ตามที่ตรวจสอบระดับความชื้นของเซ็นเซอร์ เพื่อให้ได้ พืชผล ตามที่ต้องการผลการวิจัยพบว่าระบบสามารถทำงานได้ดี ถ้ามีสิ่งกีดขวางจะทำงานได้ในระยะ 20-120 เมตร แต่ในระยะ 140-200 เมตร ไม่สามารถทำงานได้ ระยะการทำงานระบบรดน้ำอัตโนมัติแบบไม่มีสิ่งกีดขวาง โดยการส่งเปิด-ปิดวาล์วน้ำ ระยะ 20-200 เมตร [6]

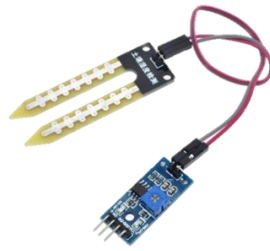
จากงานวิจัยดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาตัวควบคุมระดับความชื้นบนสมาร์ตโฟนผ่านเครือข่ายไร้สาย ซึ่งจะทำให้สามารถควบคุมดูแลได้จากระยะไกล

นิมิตร อมฤทธิธำ และคณะ (2561) ได้จัดทำระบบเครื่องโปรแกรมเวลาสำหรับการรดน้ำต้นไม้ จากการทำการเกษตรแบบดั้งเดิมไปสู่การเกษตรสมัยใหม่ ที่เน้นการบริหารจัดการและใช้เทคโนโลยีหรือ Smart Farming โดยที่เกษตรกรต้องร่ำรวยขึ้น ปัจจัยที่จะประสบความสำเร็จได้ส่วนหนึ่ง คือ การลดต้นทุน เช่น การจ้างแรงงานคนงาน และการใช้น้ำในการรดน้ำ พืชที่ปลูกไว้มีความหลากหลาย เช่น พืชกระถาง พืชลงดินการให้น้ำมีรูปแบบไม่เหมือนกันเช่น ให้น้ำแบบใช้สปริงเกอร์ แบบพ่นหมอก แบบให้น้ำไหลเฉพาะจุดปล่อยน้ำลงมาตรงเครื่องโปรแกรมเวลาสำหรับการรดน้ำต้นไม้เมื่อถึงกำหนดเวลา รีเลย์จะจ่ายพลังงานให้กับมอเตอร์ปั้มน้ำโดยน้ำจะผ่านโซลินอยล์วาล์วที่สามารถเลือกช่องการจ่ายน้ำได้หลายหัวจ่ายเพื่อจ่ายน้ำให้กับพืชผักต่อไป และเมื่อถึงกำหนดเวลารีเลย์จะตัดกระแสไฟฟ้ามอเตอร์ปั้มน้ำหยุดจ่ายน้ำ [7]

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำระบบเครื่องโปรแกรมเวลาสำหรับการรดน้ำต้นไม้ มาประยุกต์ใช้ในการวิจัยเครื่องรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ

2. ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

Soil Moisture Sensor Module เป็นเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน โดยใช้หลักการทำงานในการวัดค่าความต้านทานระหว่างขาคีเล็กโทรด ขุดโลหะกันการสีกหล่อ จากนั้นจะมีวงจรเปรียบเทียบแรงดันโดยใช้ออปแอมป์ LM393 เทียบแรงดัน สามารถให้ output ทั้งในแบบ analog และ digital โดยปรับการส่งข้อมูลโดยใช้ Trim pot ถ้าดินแห้ง คือจะได้ค่าความต้านทานมาก จะทำการเปิดการรดน้ำ ถ้าดินชื้น คือจะได้ค่าความต้านทานน้อย จะทำการปิดการรดน้ำ สามารถครอบคลุมพื้นที่ได้เพียง 20-30 ซม. เซ็นเซอร์วัดความชื้นดินจะมีขนาดตัววัดกว้าง x ยาว เท่ากับ 2.0 x 6.0 ซม. และขนาดตัวขยายสัญญาณขนาดกว้าง x ยาว เท่ากับ 1.5 x 4.0 ซม. [8] ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน Soil Moisture Sensor Module

NodeMCU ESP8266 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ ESP8266 เป็น CPU สำหรับประมวลผลโปรแกรมต่าง ๆ ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์มีขนาดเล็ก มีพื้นที่เขียนโปรแกรมลงไปมาก และสามารถเชื่อมต่อกับ WiFi ได้ บนไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นนี้ใช้ ESP8266 12E มีพื้นที่หน่วยความจำรวมสูงถึง 4MB เพียงพอต่อการเขียนโปรแกรมขนาดใหญ่ อีกทั้งภายในยังเป็น ARM ขนาดย่อม ๆ ใช้ความถี่สูงถึง 40MHz ทำให้สามารถประมวลผลโค้ดโปรแกรมได้อย่างรวดเร็ว เหมาะมากสำหรับงาน Smart Home และ IoT สามารถเขียนโปรแกรมลงไปในชิพ และสามารถต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ ได้ง่าย [9] ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: NodeMCU ESP8266

2 Channel 5V Relay Module เป็นโมดูลที่ใช้ควบคุมโหลดได้ทั้งแรงดันไฟฟ้า DC และ AC ซึ่งโหลดสูงสุด (Maximum Load) คือ AC 250V/10A, DC 30V/10A โดยใช้สัญญาณในการควบคุมการทำงานด้วยสัญญาณลอจิก TTL ทำงานด้วยสัญญาณแบบ Active Low กระแสขับรีเลย์ (Drive Current) 15-20mA มีการออกแบบให้เป็น Isolate ด้วย Optocoupler มี LED แสดงสถานะ Relay สามารถนำไปประยุกต์ใช้งาน PLC Control, บ้านอัจฉริยะ, ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม หรืองานอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับการเขียนโปรแกรมและการต่อใช้งานภายนอก สามารถต่อใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi, Arduino, ARM, MCS-51, AVR, PIC, 8051, DSP, MSP430, TTL logic [10] ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: 2 Channel 5V Relay Module

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเครื่องรดน้ำผักสวนครัวผ่านสมาร์ทโฟน แบ่งขั้นตอนออกเป็น 1) การศึกษาและวางแผน 2) ขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบระบบ และ 3) ขั้นตอนการพัฒนา ระบบ แสดงดังนี้

1. ขั้นตอนการศึกษาและวางแผนระบบ

1.1 ในขั้นตอนนี้จะเป็นการศึกษาหาพืชผักสวนที่นิยมปลูก โดยได้ทำการศึกษาจากเอกสารและรายงานผลการปลูกผักสวนครัวยอดนิยมสรุปได้ว่าผักสวนครัวที่นิยมปลูก 9 อันดับ ได้แก่ กะเพรา ผักบุ้ง ปวยเล้ง ผักสลัด ต้นหอม กวางตุ้ง ผักชี พริก และมะกรูด เนื่องจากผู้คนส่วนใหญ่นิยมใช้ในการประกอบอาหารในครัวเรือนมากที่สุด

1.2 จากนั้นได้ทำการศึกษาหาความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชจากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ สรุปได้ว่าระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่พืชสามารถรับได้จะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังนี้

- ความชื้นสัมพัทธ์ 80%RH – 100%RH : สภาวะอันตรายต่อพืช ถ้ามีความชื้นสูงในระดับนี้เป็นเวลานาน มีโอกาสสูงมากที่จะทำให้รากเน่า หรือเกิดเชื้อราขึ้นได้

- ความชื้นสัมพัทธ์ 70%RH – 79%RH : สภาวะดินแฉะ หากไม่ควบคุมให้ดี หรือปล่อยเป็นเวลานานก็อาจเข้าสู่สภาวะอันตรายได้

- ความชื้นสัมพัทธ์ 50%RH - 69%RH : สภาวะที่พืชชอบ เนื่องจากพืชจะมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในสภาวะนี้

- ความชื้นสัมพัทธ์ 40%RH – 49%RH : สภาวะแห้ง ควรเพิ่มความชื้นให้แก่ดินเพื่อให้พืชเจริญเติบโตได้

- ความชื้นสัมพัทธ์ 0%RH – 39%RH : สภาวะวิกฤติ สามารถทำให้พืชแห้งและเหี่ยวเฉาตายได้ [11]

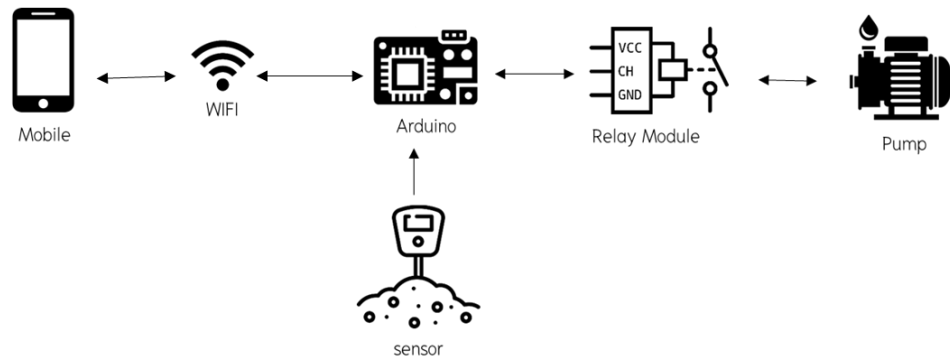
1.3 จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้ง 9 ชนิด พบว่าค่าความชื้นที่พืชต้องการแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ พืชที่ต้องการความชื้นสูง และพืชที่ต้องการความชื้นกลาง จากการศึกษาระดับความชื้นสัมพัทธ์ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดระดับความชื้น ดังนี้ พืชที่ต้องการความชื้นสูงค่าความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ 60%RH - 70%RH และพืชที่ต้องการความชื้นกลางค่าความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ 50%RH – 60%RH โดยอ้างอิงจากช่วงสภาวะที่พืชชอบและมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด สำหรับการทดลองในงานวิจัยนี้เลือกผักสวนครัว 3 จาก 9 ชนิด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: แสดงความชื้นที่เหมาะสมต่อพืชแต่ละชนิด

ชนิด	ความชื้น	ระดับค่าความชื้น
กะเพรา	สูง	60%RH - 70%RH
ผักชี	กลาง	50%RH - 60%RH
พริกชี้หนู	สูง	60%RH - 70%RH

ที่มา: (Onpreya.C., 2564)

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบระบบ



ภาพที่ 4: การออกแบบระบบ

จากภาพที่ 4 เป็นกระบวนการทำงานของเครื่องรดน้ำผักสวนครัวผ่านสมาร์ทโฟน ซึ่งประกอบไปด้วย เซ็นเซอร์วัดค่าความชื้น (Soil Moisture Sensor Module) ทำหน้าที่ตรวจวัดค่าความชื้นในดิน ในการทดลองนี้ใช้ เซ็นเซอร์วัดค่าความชื้น จำนวน 1 ตัว เนื่องจากมีรัศมีครอบคลุมแปลงทดลอง ซึ่งมีขนาด 20–30 cm จากนั้นจะทำให้ การส่งค่าความชื้นในดินที่วัดได้ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino NodeMCU V3 Lua WIFI Module ESP8266) ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำหน้าที่เปรียบเทียบกับระดับที่ตั้งไว้แล้วส่งสัญญาณไปที่ รีเลย์ (Relay Module) เพื่อ ควบคุมการ ปิด-เปิด ของปั้มน้ำ เพื่อให้ปั้มน้ำเริ่มทำงานรดน้ำเมื่อความชื้นในดินต่ำ และหยุดทำงานเมื่อเซ็นเซอร์ ตรวจวัดค่าความชื้นในดินเหมาะสมกับพืช ซึ่งระบบทั้งหมดจะถูกควบคุมผ่านสัญญาณไวไฟโดยมีการกำหนดให้ ระยะห่างระหว่างจุดปล่อยสัญญาณไวไฟกับตัวอุปกรณ์ ระยะห่างไม่เกิน 20–200 เมตร เนื่องจากห่างไกลกว่านั้น ระบบจะไม่สามารถควบคุมผ่านสมาร์ทโฟนได้

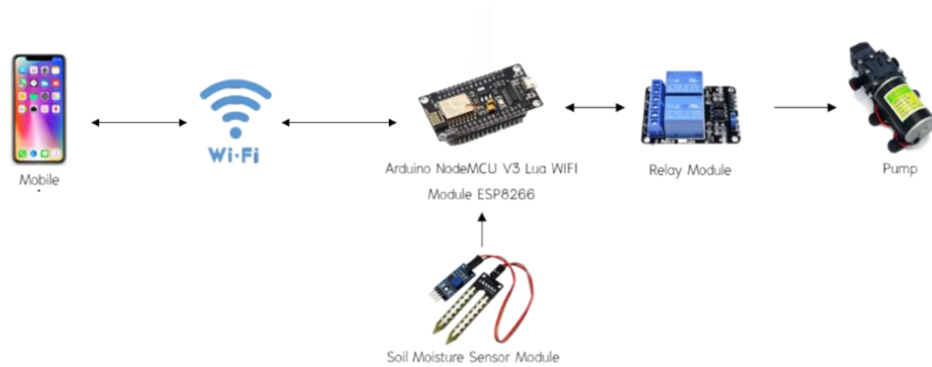
3. ขั้นตอนการพัฒนาารบบ

พัฒนาระบบควบคุมเครื่องรดน้ำผักสวนครัวผ่านสมาร์ทโฟนโดยใช้ Blynk Platform ซึ่งเป็นแพลตฟอร์ม open source ที่สามารถนำมาใช้ในการเขียนซอร์สโค้ดเพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการ เขียนซอร์สโค้ดในการเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 จากนั้นทำการกำหนดเงื่อนไขที่ใช้ ในการสั่งเปิด/ปิดปั้มน้ำลงในโปรแกรมที่ใช้ควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

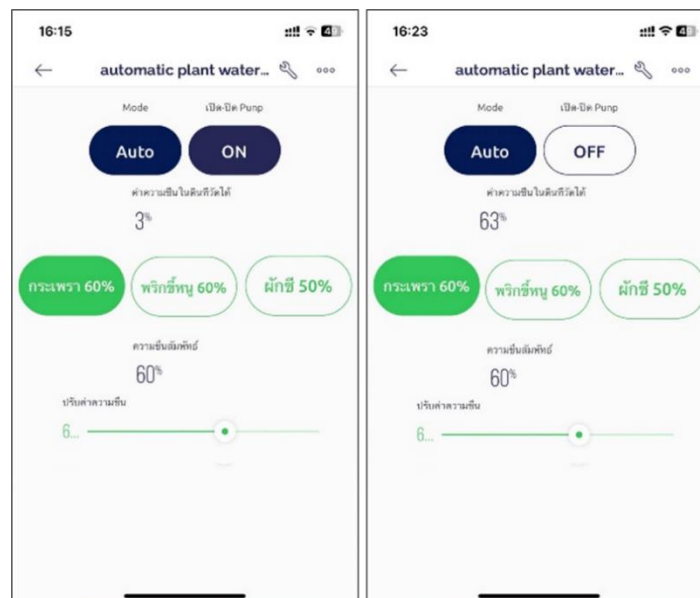
1. ผลการพัฒนาารบบ

จากผลการศึกษาและพัฒนาเครื่องรดน้ำผักสวนครัวผ่านสมาร์ทโฟน แบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนของการ ควบคุม ตรวจสอบความชื้นที่เหมาะสมในการรดน้ำ และส่วนของหน้าจอควบคุมบนสมาร์ทโฟน



ภาพที่ 5: ภาพจำลองเครื่องรดน้ำผักสวนครัวผ่านสมาร์ทโฟน

จากภาพที่ 5 แสดงถึงแบบจำลองการควบคุมการเปิดปิดน้ำตามค่าความชื้นที่กำหนดไว้ เมื่อผู้ใช้งานต้องการเปิดปิดหรือตั้งค่าความชื้นเครื่องรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติจะต้องส่งผ่านสมาร์ทโฟน ซึ่งสมาร์ทโฟนจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งได้มีการเขียนคำสั่งตั้งค่าความชื้นไว้ หากค่าความชื้นต่ำกว่าที่ได้กำหนดไว้ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้สวิตซ์รีเลย์ทำการเปิดปั๊ม และหากสูงกว่าค่าที่กำหนดจะสั่งให้ปั๊มปิดการทำงาน และตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะเก็บข้อมูลสถานะของคำสั่งไว้เพื่อที่จะแสดงสถานะไปยังสมาร์ทโฟน

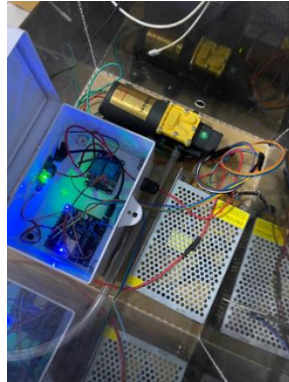


ภาพที่ 6: หน้าจอควบคุมการทำงานของระบบ

จากภาพที่ 6 แสดงหน้าจอบนสมาร์ทโฟน ประกอบไปด้วยสถานะการทำงานของปั๊ม โหมดที่ใช้ในการควบคุมความชื้น ซึ่งโหมดที่ใช้ในการควบคุมความชื้นแบบอัตโนมัติ ได้ทำการตั้งค่าตามความชื้นที่เหมาะสมไว้แล้ว และถ้าหากต้องการปรับค่าความชื้นด้วยตัวเองก็สามารถปรับโหมดเป็นแบบปรับด้วยตัวเองได้และสามารถเลื่อนแถบความชื้นได้ตามต้องการ

2. ผลการทดสอบเครื่องรดน้ำผักสวนครัวผ่านสมาร์ทโฟน

การทดสอบการใช้งานเครื่องรดน้ำผักสวนครัวผ่านสมาร์ทโฟนได้ทำการนำอุปกรณ์ไปติดตั้งและให้ระบบทำงานโดยอัตโนมัติ ดังภาพที่ 7 และภาพที่ 8



ภาพที่ 7: แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานของระบบ



ภาพที่ 8: แสดงการทำงานของเครื่องรดน้ำผักสวนครัวผ่านสมาร์ทโฟน

จากนั้นทำการทดสอบด้วยผักสวนครัว 3 ชนิด ได้แก่ ผักชี พริกขี้หนู กะเพรา โดยจะทำการทดสอบการทำงานของระบบว่าเป็นไปตามที่ได้ตั้งค่าไว้ ซึ่งได้ทำการเก็บค่าการทำงานของระบบทั้งหมด ชนิดละ 10 ครั้ง แยกเป็นทีละรายการแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ผลการทดสอบสถานะของระบบการรดน้ำ กรณีศึกษาผักชี

ครั้งที่	สถานะการทำงานของปั้มน้ำ	
	เกณฑ์ความชื้น < 50%RH	เกณฑ์ความชื้น > 60%RH
1	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
2	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
3	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
4	เปิดปั้มน้ำ	ผิดปกติ
5	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
6	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
7	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
8	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
9	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
10	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ

จากตารางที่ 2 ซึ่งเป็นการทดสอบสถานะของระบบการรดน้ำ กรณีศึกษา ผักชี ซึ่งผักชีนั้นความชื้นที่เหมาะสมอยู่ในระดับกลาง เป็นระดับความชื้นอยู่ในระหว่าง 50%RH - 60%RH โดยระบบรดน้ำจะทำการควบคุมให้ความชื้นคงอยู่ในระดับนี้เท่านั้น โดยมีข้อผิดพลาด 1 ครั้ง ในช่วงการทดลองครั้งที่ 4 เมื่อระดับความชื้นเกิน 60%RH แล้วระบบควบคุมไม่สั่งให้ปั้มน้ำปิดการทำงาน ซึ่งเกิดมาจากอินเทอร์เนตที่เชื่อมต่ออุปกรณ์อยู่ไม่สามารถส่งสัญญาณได้ทำให้ระบบการรดน้ำและการควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับการปลูกผักสวนครัวผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ไม่สามารถเข้าไปเช็คเกณฑ์ที่ตั้งค่าไว้ในอุปกรณ์เคลื่อนที่ได้ จึงเกิดข้อผิดพลาด

ตารางที่ 3: ผลการทดสอบสถานะของระบบการรดน้ำ กรณีศึกษาพริกชี้หนู

ครั้งที่	ค่าความชื้นที่เหมาะสม	
	เกณฑ์ความชื้น < 60%RH	เกณฑ์ความชื้น > 70%RH
1	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
2	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
3	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
4	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
5	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
6	เปิดปั้มน้ำ	ผิดปกติ
7	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
8	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
9	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
10	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ

จากตารางที่ 3 ซึ่งเป็นการทดสอบสถานะของระบบการรดน้ำ กรณีศึกษา พริกชี้หนู ซึ่งความชื้นที่เหมาะสมอยู่ในระดับมาก เป็นระดับความชื้นอยู่ในระหว่าง 60%RH - 70%RH โดยระบบรดน้ำจะทำการควบคุมให้ความชื้นคงอยู่ในระดับนี้เท่านั้น โดยมีข้อผิดพลาด 1 ครั้ง ในช่วงการทดลองครั้งที่ 6 เมื่อระดับความชื้นเกิน 70%RH แล้วระบบควบคุมไม่สั่งให้สั่งให้ปั้มน้ำปิดการทำงานซึ่งเกิดมาจากอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมต่ออุปกรณ์อยู่ไม่สามารถส่งสัญญาณได้ทำให้ระบบการรดน้ำและการควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับการปลูกผักสวนครัวผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ไม่สามารถเข้าไปเช็คเกณฑ์ที่ตั้งค่าไว้ในอุปกรณ์เคลื่อนที่ได้ จึงเกิดข้อผิดพลาด

ตารางที่ 4: ผลการทดสอบสถานะของระบบการรดน้ำ กรณีศึกษากะเพรา

ครั้งที่	ค่าความชื้นที่เหมาะสม	
	เกณฑ์ความชื้น < 50%RH	เกณฑ์ความชื้น > 60%RH
1	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
2	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
3	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
4	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
5	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
6	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
7	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
8	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
9	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ
10	เปิดปั้มน้ำ	ปิดปั้มน้ำ

จากตารางที่ 4 ซึ่งเป็นการทดสอบสถานะของระบบการรดน้ำ กรณีศึกษา กะเพรา ซึ่งความชื้นที่เหมาะสมอยู่ในระดับมาก เป็นระดับความชื้นอยู่ในระหว่าง 60%RH - 70%RH โดยระบบรดน้ำจะทำการควบคุมให้ความชื้นคงอยู่ในระดับนี้เท่านั้น ซึ่งผลที่ได้ไม่เกินข้อผิดพลาด ระบบรดน้ำสามารถทำงานได้ปกติ

สรุป

การศึกษาในครั้งนี้ ได้นำเทคโนโลยีมาควบคุมการทำงานของระบบรดน้ำผักสวนครัวผ่านสมาร์ตโฟน พบว่าสามารถควบคุมความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้ทำการทดลองนำไปใช้ในการรดน้ำผักสวนครัว 3 ชนิด ได้แก่ ผักชี กะเพรา พริกขี้หนู หลังจากทดลองไม่เกิดสภาวะต่าง ๆ ที่อาจมีผลกระทบต่อพืช เช่น สภาวะอันตรายต่อพืช สภาวะดินแฉะ สภาวะแห้ง และสภาวะวิกฤติ ดังนั้นจึงสามารถนำไปใช้ได้ และจากสาเหตุที่มีอาการผิดปกติ 2 ครั้งที่เกิดขึ้นในการทดลอง เป็นข้อผิดพลาดที่เกิดจากสัญญาณอินเทอร์เน็ตจากผู้ให้บริการสัญญาณอินเทอร์เน็ต ซึ่งสามารถแก้ปัญหาได้โดยการสั่งปิดปั้มน้ำที่หน้าจอบุคลากรเคลื่อนที่อีกครั้ง จึงทำให้ไม่เกิดผลกระทบต่อผักสวนครัวที่ได้ทำการทดสอบ

อภิปรายผลการวิจัย

จากปัญหาค่าครองชีพที่มีแนวโน้มสูงขึ้น ทำให้ผู้มีรายได้น้อยถึงปานกลางจำเป็นต้องลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือน ซึ่งปัญหาค่าใช้จ่ายสำหรับการบริโภคในครัวเรือนก็เป็นหนึ่งในปัญหาหลัก หากลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ได้ จะช่วยบรรเทาค่าใช้จ่ายลงได้ส่วนหนึ่ง การปลูกผักไว้บริโภคในครัวเรือนก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง อย่างไรก็ตามการปลูกผักในครัวเรือนจำเป็นต้องมีการดูแล เช่น การรดน้ำ จากปัญหาการวิจัยที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นจึงได้พัฒนาต้นแบบเครื่องรดน้ำผักสวนครัวผ่านสมาร์ตโฟน จากผลการออกแบบต้นแบบเครื่องรดน้ำผักสวนครัวผ่านสมาร์ตโฟนในภาพที่ 4 และผลการทดลองในตารางที่ 2 ตารางที่ 3 และตารางที่ 4 ต้นแบบเครื่องรดน้ำผักสวนครัวผ่านสมาร์ตโฟนสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ ซึ่งช่วยในการรดน้ำผักสวนครัวผ่านสมาร์ตโฟนได้ และยังสามารถควบคุมได้จากระยะไกล ทั้งนี้ต้นแบบเครื่องรดน้ำผักสวนครัวผ่านสมาร์ตโฟนยังมีข้อจำกัดด้านการสื่อสารผ่านระบบอินเทอร์เน็ตสำหรับตรวจสอบเช็คข้อมูลค่าความชื้นที่เหมาะสม ซึ่งข้อมูลเหล่านี้อยู่บนสมาร์ตโฟน เมื่อระบบอินเทอร์เน็ตขัดข้องจะทำให้ไมโครคอนโทรเลอร์ไม่สามารถเชื่อมต่อกับสมาร์ตโฟนได้

เอกสารอ้างอิง

- 1 Onpreya C. ปลูกผักสวนครัวกินเองได้ในคอนโดพื้นที่จำกัด. [internet]. 2564 [สืบค้นวันที่ 25 ตุลาคม 2564]. จาก: <https://thinkofliving.com/ไอเดียตกแต่งปลูกผักสวนครัวกินเองได้ในคอนโดพื้นที่จำกัด-705363/>
- 2 factomart. หลักการทำงานของ Humidity Sensor. [internet]. 2561 [สืบค้นวันที่ 25 ตุลาคม 2564]. จาก: <https://mall.factomart.com/principle-of-humidity-sensor/>
- 3 ณัฐพล คำแหวน, ธนพนธ์ วงศ์จักร, และอนุสรณ์ ยอดใจเพชร. ระบบ Internet of Things สำหรับการบริหารจัดการน้ำระยะไกล. วารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม. 2561; 2(2): 15-23.

- 4 อนุวัฒน์ โคตรพรม และปัสสชล เมฆแสน. สมาร์ทการ์ดั้นระบบรดน้ำอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต). ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์, คณะวิทยาศาสตร์. มหาสารคาม; มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2564.
- 5 สุปรียา มะโนมัน และไพสิฐ พูลเพิ่ม. เครื่องรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ. (วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต). สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม, สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์. นครราชสีมา; มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี; 2553.
- 6 นราธิป ทองปาน และธนาพัฒน์ เทียงภักดี. ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย. วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม. 2561; 3(1): 35-43.
- 7 นิมิตร อมฤทธิวาทา, รุ่งโรจน์ อุตมาตร และสุริยา มณีโสภ. เครื่องโปรแกรมเวลาสำหรับการรดน้ำต้นไม้. วารสารวิจัยและนวัตกรรม สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร. 2561; 1(1): 76-82.
- 8 James Fuller. FC-28 Soil Moisture Sensor Module. [Internet]. 2022. [updated 2022; cited 2023 April 18]. Available from: <https://datasheetshub.com/fc-28-soil-moisture-sensor-module/>
- 9 เจ้าของร้าน. NodeMCU ESP8266. [internet]. 2560 [สืบค้นวันที่ 25 ตุลาคม 2564]. จาก: <https://www.allnewstep.com/article/30/nodemcu-esp8266-esp8285-arduino-1-esp8266-คือ>
- 10 IoT.Code Mobie. 2-Channel 5V Relay Module. [internet]. 2559 [สืบค้นวันที่ 24 ตุลาคม 2564]. จาก: <http://www.iot.codemobiles.com/product/14/2-channel-5v-relay-module>
- 11 บริษัท เอ็ม ดี ซีสเต็ม คอนโทรล แอนด์ เซอร์วิส จำกัด. ปัญหาความชื้นภายในโรงเรือนปลูกพืช. [internet]. 2564 [สืบค้นวันที่ 25 ตุลาคม 2564]. จาก: <https://dehum-mdthai.com>

บทความวิจัย (Research Article)

การศึกษาการปรับแต่งช่องทางประชาสัมพันธ์ผ่านเว็บไซต์กับสื่อสังคมออนไลน์ และความ
ตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์วิถีชุมชนตะวันสีทอง อำเภอหัวหิน
จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

The Study of Public Relations Channels via Website and Social Media
Optimization and Intention to Purchase Products of the Organic Agriculture
Community Enterprise for Ta Wan Si Thong Community in Hua Hin District,
Prachuap Khiri Khan Province

อชฌาพร กว่างสวาสดี¹ มนูญชัย ทุมทอง¹ สรายุทธ หิรัญสุขโขติ¹ ชีวพร ลิ้มอ้อ¹
มณฑนา เทียมทัต² และ อังคณา จิตตามาศ^{1*}

Achaporu Kwangsawad¹, Mananchai Tumthong¹, Sarayut Hiransupachod¹, Cheewaporn Lim-or¹,
Monthana Taimtad² and Aungkana Jattamart^{1*}

¹คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล

¹Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Rattanakosin

²คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล

²Faculty of Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Rattanakosin

*Corresponding author email: aungkana.jat@rmutr.ac.th

วันที่รับบทความ (Received)

15 มีนาคม 2566

วันที่ได้รับบทความฉบับแก้ไข (Revised)

11 เมษายน 2566

วันที่ตอบรับบทความ (Accepted)

24 พฤษภาคม 2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปรับแต่งช่องทางประชาสัมพันธ์ผ่านเว็บไซต์กับสื่อสังคมออนไลน์และความตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์ และเพื่อศึกษาการยอมรับในการปรับแต่งช่องทางประชาสัมพันธ์ผ่านเว็บไซต์กับสื่อสังคมออนไลน์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์วิถีชุมชนตะวันสีทอง อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้คือแบบสอบถามการยอมรับ โดยประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ใช้อินเทอร์เน็ตทั่วไป ทำการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจำนวน 400 ตัวอย่าง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ ซึ่งผลการปรับแต่งช่องทางประชาสัมพันธ์ ด้วยการสร้างเนื้อหาแบบโมชันกราฟิก อินโฟกราฟิก ให้มีคุณภาพและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ แล้วเผยแพร่ผ่านช่องทาง เว็บไซต์ เฟสบุ๊ก ยูทูบ และเทคโนโลยีจักรวาลณมิติ ทำให้มีการบอกต่อแบบปากต่อปากผ่านสื่อสังคมออนไลน์ แล้วทำการประเมินการยอมรับ ซึ่งมี 7 ด้าน ได้แก่ ด้านกราฟิกและแอนิเมชัน ด้านคำพูดและคำบรรยาย ด้านเสียงและวิดีโอ ด้านเนื้อหา ด้านความตั้งใจซื้อ ด้านเทคโนโลยีจักรวาลณมิติ และด้านพฤติกรรมการซื้อ ซึ่งสรุปผลการประเมินพบว่าในภาพรวมมีระดับการ

ยอมรับมาก ในด้านพฤติกรรมการซื้อสินค้า ($\bar{x} = 4.248$) ซึ่งมาจากการแนะนำจากเพื่อนและบอกต่อเกี่ยวกับข้อมูลสินค้าของชุมชน รองลงมาด้านเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิต ($\bar{x} = 4.197$) ในการใช้เป็นช่องทางการสื่อสารที่ทันสมัยและสามารถทำให้สินค้าของชุมชนสร้างการรับรู้ในวงกว้างมากขึ้น ด้านคำพูดและคำบรรยาย ($\bar{x} = 4.195$) และด้านความตั้งใจซื้อ ($\bar{x} = 4.193$) โดยมีความเต็มใจซื้อสินค้าของชุมชนถ้าสินค้ามีคุณภาพและราคาเหมาะสม ดังนั้นสรุปได้ว่าการปรับแต่งช่องทางประชาสัมพันธ์ผ่านเว็บไซต์และสื่อสังคมออนไลน์ ทำให้สร้างโอกาสทางการตลาดแบบปากต่อปากและเกิดการตั้งใจซื้อสินค้าของชุมชนมากขึ้น

คำสำคัญ : การปรับแต่งช่องทางประชาสัมพันธ์, ความตั้งใจซื้อ, วิสาหกิจชุมชน, เกษตรอินทรีย์

Abstract

This research aimed to study the customization of public relations channels through websites and social media and the intention to purchase the products, and to study the acceptance of tailoring public relations channels through websites and social media of the Tawan Si Thong of organic agriculture community enterprise, Hua Hin district, Prachuap Khiri Khan province. The research instrument used in this study was acceptance questionnaire. The population and sample were general 400 internet users received from using random purposive sampling. The gathered data were analyzed by descriptive statistics consisting of mean, standard deviation, and percentage. The results showed that the created content such as motion graphics and infographics for quality reached the users' needs. The content were then publicized through the website, Facebook, YouTube, and Metaverse resulting in word-of-mouth dissemination through social media. Then assess acceptance was done covering seven aspects: graphics and animation, speech and narration, audio and video length, content, intention to purchase, metaverse, and buying behavior. The result of the analysis of overall level of consumer acceptance was reported in high level. When considering each aspect, it was found that buying behavior had the mean score of 4.248 ($\bar{x} = 4.248$), which came from the recommendation of friends and word of mouth, spreads the product information of the community, the use of Metaverse had the mean score of 4.197 ($\bar{x} = 4.197$), which was used as a modern communication channel and is able to create awareness of the community's products, while the use of speech and narration had the mean score of 4.195 ($\bar{x} = 4.195$) and the intention to purchase had the mean score of 4.193 ($\bar{x} = 4.193$), with the reason that the community is willing to buy products, given its good quality and reasonable price. Therefore, using public relations channels through websites and social media possibly helped create the marketing opportunities through word of mouth and more willingness to buy products from the community.

Keywords: public relations, community enterprises, organic agriculture, metaverse

บทนำ

การปรับแต่งช่องทางประชาสัมพันธ์ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในช่องทางโซเชียลมีเดีย ให้ติดผลการค้นหาบนโซเชียลมีเดีย เป็นเทคนิคหนึ่งที่สร้างเนื้อหาให้มีคุณภาพและขึ้นชอบบกับกลุ่มผู้ใช้งานโซเชียลมีเดีย เพื่อให้มีการบอกต่อและแบ่งปันเนื้อหาต่อไป ทำให้เกิดประโยชน์ในการสร้างเนื้อหาสร้างชุมชนมากขึ้น โดยต้องสร้างเนื้อหาที่ดีมีประโยชน์เพื่อให้เกิดการแบ่งปันข้อมูลภายในแพลตฟอร์ม และไปยังแพลตฟอร์มอื่นได้ง่าย [1] ส่งผลให้มีการค้นหาข้อมูลในโซเชียลมีเดียมากขึ้น ซึ่งส่วนมากผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตจะทำการสืบค้นข้อมูลผ่านเครื่องมือค้นหา (Search Engine) โดยใช้ กูเกิล เป็นเครื่องมือค้นหา แต่ปัจจุบันโซเชียลมีเดียมีบทบาทมากขึ้น ในกลุ่มคนรุ่นใหม่ที่มีอายุอยู่ระหว่าง (16-24 ปี) นิยมใช้โซเชียลมีเดียเป็นเครื่องมือในการค้นหาข้อมูลที่ต้องการมากกว่า [2] ดังนั้นการปรับแต่งเนื้อหา (Content) ให้ติดการค้นหา (Search) ใน โซเชียลมีเดีย (Social media) ซึ่งส่วนมากใช้กับเนื้อหาที่ใช้แฮชแท็ก (Hashtag) หรือดัชนีถ้อยคำ ซึ่งสัญลักษณ์คือ # ส่วนมากจะปรากฏตามสื่อสังคมออนไลน์ต่าง ๆ เช่น เฟสบุ๊ก (Facebook) อินสตาแกรม (Instagram) ทวิตเตอร์ (Twitter) ติกต็อก (Tiktok) และ ยูทูบ (YouTube) ซึ่งแฮชแท็กเป็นเครื่องมือที่ช่วยแยกข้อมูลประเภทเดียวกันให้อยู่ด้วยกัน เมื่อผู้ใช้งานต้องการค้นหาข้อมูล จะทำการพิมพ์ # ตามด้วยข้อความที่ต้องการหา จะทำให้ค้นหาข้อมูลดังกล่าวได้เร็วขึ้น [3] ซึ่งมีหลักการใช้งานคือ ไม่สามารถเว้นวรรคระหว่างคำได้ ควรเป็นคำที่สั้นง่ายในการจดจำ ไม่ควรใช้คำเฉพาะมากเกินไป เพราะจะทำให้ค้นหาไม่พบและไม่ควรใช้แฮชแท็กมากเกินไปจะทำให้เนื้อหาไม่มีคุณภาพ และเนื้อหาทั่วไปโดยการเลือกคำหรือคีย์เวิร์ดที่เกี่ยวกับแบรนด์หรือสินค้าที่ผู้ใช้งานต้องการ แล้วทำให้เกิดการบอกต่อ เกิดการสร้างชุมชนในวงกว้างมากขึ้น [4] ทำให้เกิดการประชาสัมพันธ์ซึ่งมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อองค์กรทุกประเภท เนื่องจากเป็นเครื่องมือในการสื่อสาร ที่มีความโดดเด่น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความเชื่อถือ ภาพลักษณ์ ความรู้ และแก้ไขข้อผิดพลาดในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งการเพิ่มประสิทธิภาพช่องทางประชาสัมพันธ์จะเป็นการส่งเสริมให้การประชาสัมพันธ์สามารถเข้าถึงสาธารณชนที่เกี่ยวข้องได้มากยิ่งขึ้น ส่งผลให้มีผู้ที่รู้จักและเข้าใจในสารที่ทำการประชาสัมพันธ์เพิ่มมากขึ้น วิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์วิถีชุมชนตะวันสีทอง ตั้งอยู่ที่ 116 สะพาน 11 ตำบล หัวหิน อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็นธุรกิจชุมชนเกี่ยวกับการทำเกษตรกรรม โดยใช้วิธีเกษตรปลอดภัย (Good Agricultural Practices: GAP) เป็นวิธีปลูกพืชโดยใช้สารเคมีในกระบวนการผลิต แต่ต้องใช้ในปริมาณที่กรมหน่วยงานกำหนด ก่อนที่จะเก็บเกี่ยวต้องเว้นระยะเวลา เพื่อให้สารเคมีสลายตัวก่อนออกจัดส่งจำหน่าย และเกษตรอินทรีย์ ปลูกโดยไม่ใช้สารเคมีสังเคราะห์ทุกชนิด [5] [6] [7] ผลผลิตจากระบบการผลิตในรูปแบบต่าง ๆ เชื่อมั่นได้ว่าผลผลิตมีความปลอดภัยเหมือนกัน พืชที่ปลูกก็จะเป็นจำพวก ผักและผลไม้ ได้แก่ แคนตาลูป เมล่อน ใบสาระแน หอม ไบโระพา และผักสลัด ทำการส่งออกเป็นผักผลไม้สด ไม่มีการแปรรูป ปัญหาของชุมชน คือ ขาดการประชาสัมพันธ์ทางด้านอินเทอร์เน็ต เช่น สื่อสังคมออนไลน์ (Social Media) ส่งผลให้ชุมชนไม่ค่อยเป็นที่รู้จักในวงกว้างสำหรับคนนอกพื้นที่ ทำให้พลาดโอกาสในการขายผลผลิต ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการประชาสัมพันธ์และช่องทางการประชาสัมพันธ์ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ทันสมัย สะดวกและง่ายต่อการใช้งาน จึงได้ทำการพัฒนาสื่อโมชันกราฟิกและอินโฟกราฟิก เพื่อประชาสัมพันธ์สินค้าของชุมชน และพัฒนาช่องทางการประชาสัมพันธ์ข่าวสาร ได้แก่ เว็บไซต์, จักรวาลณภูมิ, เฟสบุ๊ก, ยูทูบ ให้ชุมชนได้นำไปใช้ประโยชน์ ส่งเสริมให้ชุมชนเป็นที่รู้จักมากขึ้น [8]

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการปรับแต่งช่องทางประชาสัมพันธ์ผ่านเว็บไซต์กับสื่อสังคมออนไลน์ และความตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์วิถีชุมชนตะวันสีทอง อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
2. เพื่อศึกษาการยอมรับในการปรับแต่งช่องทางประชาสัมพันธ์ผ่านเว็บไซต์กับสื่อสังคมออนไลน์ ของผู้เข้าชมผลิตภัณฑ์กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์วิถีชุมชนตะวันสีทอง อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินงานวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. ส่วนที่พัฒนาสื่อโฆษณากราฟิกและอินโฟกราฟิก

1.1 การกำหนดเนื้อเรื่อง (Direction Concept) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์วิถีชุมชนตะวันสีทอง เป็นชุมชนที่ทำเกษตรอินทรีย์และเกษตรปลอดภัย (Good Agricultural Practices: GAP) เกี่ยวกับการปลูกผัก ผลไม้ ได้แก่ เมล่อน แคนตาลูป มะเขือเทศ ใบสาระแหน่ ต้นหอม ใบโหระพา ผักสลัด และทำการส่งออกเป็นผักผลไม้สด แต่ยังคงขาดสื่อและช่องทางการประชาสัมพันธ์ที่ทันสมัย จึงได้จัดทำสื่อโฆษณากราฟิกเพื่อเป็นการส่งเสริมทางการตลาดของสินค้าชุมชน และสร้างโอกาสในการเพิ่มยอดขายมากขึ้น โดยจะมีเนื้อหา ดังนี้

ตารางที่ 1: เนื้อหา

เนื้อหา	รูปแบบสื่อ
1.ประวัติความเป็นมาของชุมชน	โฆษณากราฟิก ความยาว 1 นาที และอินโฟกราฟิก 3 ภาพ
2.ความรู้เกี่ยวกับ การทำเกษตรอินทรีย์ และ เกษตรปลอดภัย	โฆษณากราฟิก ความยาว 1 นาที และอินโฟกราฟิก 2 ภาพ
3.วิธีการปลูก แคนตาลูป เมล่อน ใบสาระแหน่ ต้นหอม ใบโหระพา และ ผักสลัด	โฆษณากราฟิก ความยาวเรื่องละ 1 นาที รวม 6 คลิป และอินโฟกราฟิก 6 ภาพ
4.แนวทางการพัฒนาชุมชนรูปแบบการท่องเที่ยวเชิงเกษตร สปาสมุนไพร ร้านอาหาร และ ศูนย์เรียนรู้ เกษตรปลอดภัย	โฆษณากราฟิก ความยาวเรื่องละ 1 นาที รวม 4 คลิป และ อินโฟกราฟิก 4 ภาพ

1.2 กำหนดอารมณ์ของงาน (Moodboard) เป็นส่วนสำคัญในกระบวนการออกแบบซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยสื่อสารเพื่อนำเสนอภาพรวมของสื่อประชาสัมพันธ์ ทำให้เห็นทิศทางของสื่อชัดเจนขึ้น และเข้าใจได้ง่ายขึ้น กำหนดให้อยู่ในช่วงของสีเขียวเพราะจะทำให้สื่อ ให้ความรู้สึกถึงธรรมชาติสดคล่องกับชุมชนที่ทำการเกษตรปลูกพืชผักผลไม้ได้ดี และสีโทนอ่อน ๆ ให้ความรู้สึกสบายใจ รวมถึงมีการใส่ลูกเล่นเพื่อเพิ่มความน่าสนใจของสื่อ [9] [10]

1.3 การเขียนบท (Script) จะทำการเรียบเรียงจากเนื้อหาเกี่ยวกับประวัติความเป็นมาของชุมชน ความรู้เกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ และเกษตรปลอดภัย วิธีการปลูก แคนตาลูป เมล่อน ใบสาระแหน่ ต้นหอม

ใบโพธิ์พา ผักสลัด และแนวทางการพัฒนาชุมชนรูปแบบการท่องเที่ยวเชิงเกษตร สปาสมุนไพร ร้านอาหาร รวมถึงเป็นศูนย์เรียนรู้เกษตรปลอดภัย

1.4 การออกแบบ Storyboard จะนำสคริปต์มาวาดเป็นฉาก ๆ ตามทฤษฎีการออกแบบ Storyboard เพื่อให้เข้าใจรายละเอียดต่าง ๆ ได้มากยิ่งขึ้น โดยจะทำการออกแบบผ่านโปรแกรม Adobe Illustrator

1.5 การทำภาพเคลื่อนไหว (Animate) ในขั้นตอนนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยในส่วนที่ 1 จะใช้โปรแกรม Adobe Illustrator ทำการสร้างภาพกราฟิก และอินโฟกราฟิก และในส่วนที่ 2 จะใช้โปรแกรม Adobe After Effect ในการทำให้ภาพกราฟิกที่ได้สร้างไว้ในส่วนที่ 1 สามารถขยับได้จนกลายเป็นโมชันกราฟิก

1.6 การใส่เสียง (Mix sound) จะนำวิดีโอโมชันกราฟิกมาใส่เสียงพากย์และเสียงพื้นหลัง โดยเสียงพากย์จะใช้เสียงจากบอทน้อยวอย (Botnoi Voice) เพราะใช้งานได้ง่าย และมีคุณภาพ

2. ส่วนที่พัฒนาช่องทางการประชาสัมพันธ์

2.1 ช่องทางการประชาสัมพันธ์ผ่านเว็บไซต์ (Website) โดยใช้ Wix และออกแบบให้เป็นเว็บไซต์ประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์วิถีชุมชนตะวันสีทอง ซึ่งจะเป็นช่องทางหลักในการเผยแพร่สื่อ และเชื่อมโยงกับช่องทางเผยแพร่อื่น ๆ ประกอบด้วย จักรวาลนฤมิต เฟสบุ๊ก และยูทูบ โดยเว็บไซต์ชื่อ <https://tawanceetong.wixsite.com/my-site>

2.2 ช่องทางการประชาสัมพันธ์ผ่านจักรวาลนฤมิต (Metaverse) โดยพัฒนาผ่านเว็บไซต์ Spatial เพราะเป็นพื้นที่สาธารณะสำหรับจัดนิทรรศการดิจิทัล ที่ใช้งานได้ง่าย ฟรีและมีคุณภาพ โดยจะนำเอาสื่อโมชันกราฟิกและอินโฟกราฟิก มาจัดแสดงให้ผู้ที่ใช้จักรวาลนฤมิตได้เข้ามาเข้าชมคือ

www.spatial.io/s/Tawans-3D-Place-3985dda0ec80e0001c821e9?share=8987700781567064446

2.3 ช่องทางการประชาสัมพันธ์ผ่านเฟสบุ๊ก (Facebook) พัฒนาเป็นแฟนเพจเฟสบุ๊ก เพื่อเผยแพร่สื่อโมชันกราฟิกและอินโฟกราฟิก www.facebook.com/tawanceetong

2.4 ช่องทางการประชาสัมพันธ์ผ่านยูทูบ (Youtube) โดยทำการสร้างช่องยูทูบขึ้นมาเพื่อเผยแพร่สื่อโมชันกราฟิก www.youtube.com/@tawanceetong

3. ส่วนของการยอมรับ

การยอมรับ เป็นเครื่องมือในการประเมินการยอมรับเทคโนโลยี (The Technology Acceptance Model :TAM) โดยจะเน้นศึกษาเกี่ยวกับปัจจัย 7 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านกราฟิกและแอนิเมชัน (Graphics and Animation) 2) ด้านคำพูดและคำบรรยาย (Speech and Narration) 3) ด้านเสียงและวิดีโอ (Audio and Video Length) 4) ด้านเนื้อหา (Content) 5) ด้านพฤติกรรมการซื้อ (Buying Behavior) 6) ด้านเทคโนโลยี จักรวาลนฤมิต (Metaverse) และ 7) ด้านความตั้งใจซื้อ (Intention to Purchase) ซึ่งเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต (Likert Rating scale) โดยมีข้อคำถามด้านละ 5 ข้อ รวมทั้งหมด 35 ข้อ

4. วิธีการศึกษา

4.1 แบบสอบถาม

4.1.1 แบบสอบถามส่วนที่ 1 คือ ข้อมูลส่วนบุคคล มีข้อความถาม ได้แก่ เพศ อายุ การศึกษา อาชีพ สื่อโฆษณาประชาสัมพันธ์ โซเชียลมีเดีย ประสบการณ์ในการซื้อสินค้าของชุมชน และ ค่าใช้จ่ายในซื้อสินค้าต่อครั้ง ลักษณะของแบบสอบถามเลือกตอบ (Checklist)

4.1.2 แบบสอบถามส่วนที่ 2 แบบประเมินการยอมรับ ประกอบด้วย 7 ด้าน ได้แก่ ด้านกราฟิกและแอนิเมชัน (Graphics and Animation) ด้านคำพูดและคำบรรยาย (Speech and Narration) ด้านเสียงและวิดีโอ (Audio and Video Length) ด้านเนื้อหา (Content) ด้านพฤติกรรมการซื้อ (Buying Behavior) ด้านเทคโนโลยีจักรวาลเสมือน (Metaverse) และด้านความตั้งใจซื้อ (Intention to Purchase) ลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert Scale)

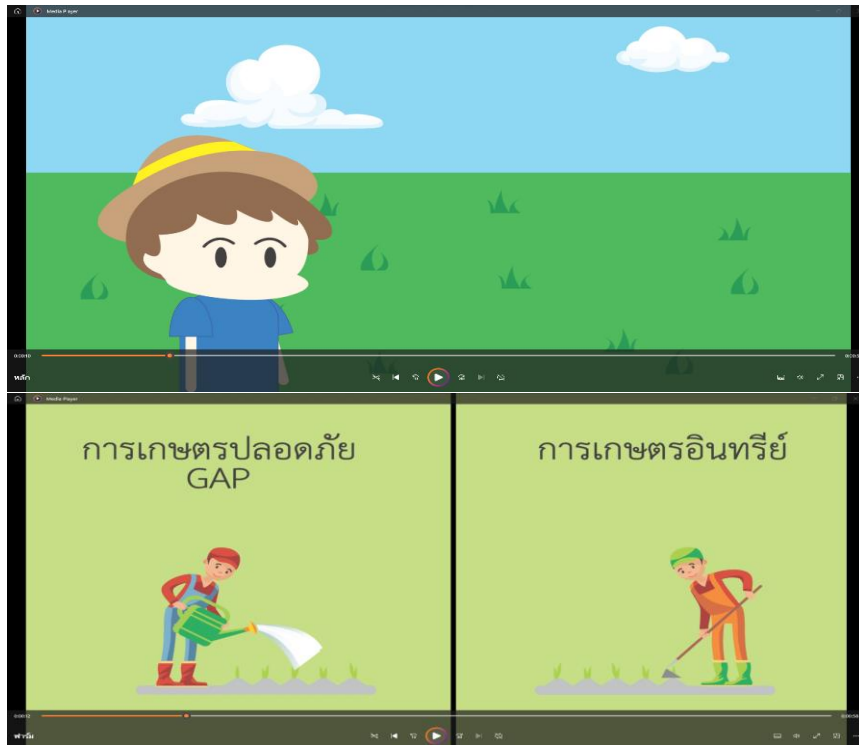
4.1.3 แบบสอบถามส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

ซึ่งได้ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือแบบสอบถาม จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อหาความเที่ยงตรง (Validity) ตรวจสอบความถูกต้องเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ด้วยการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างประเด็นข้อความถามกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา (Index of item objective congruence : IOC) นำแบบสอบถามไปทดลองกับประชากรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 ตัวอย่าง แล้วนำมาวิเคราะห์ โดยมีค่า IOC รายข้ออยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 0.5 ถือว่าใช้ได้ และมีการตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินซึ่งได้ค่า Cronbach's Alpha อยู่ที่เท่ากับ 0.951 แสดงว่าแบบสอบถามมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก แล้วนำแบบสอบถามไปเก็บข้อมูล

กลุ่มประชากร คือ ผู้ใช้อินเทอร์เน็ตทั่วไป โดยทำการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 400 คน ซึ่งเก็บข้อมูลโดยแบบสอบถามการยอมรับ ในช่วงระหว่างเดือน ตุลาคม ถึง พฤศจิกายน 2565 โดยใช้แบบสอบถามออนไลน์ ด้วยการแชร์ในช่องทางโซเชียลมีเดีย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการพัฒนาสื่อสื่อโมชันกราฟิกและอินโฟกราฟิก เป็นสื่อโมชันกราฟิก ได้แก่ ประวัติความเป็นมาของชุมชน ความรู้เกี่ยวกับการทำการเกษตรอินทรีย์ และ เกษตรปลอดภัย วิธีการปลูก แคนตาลูป เมล่อน ใบบัวบก หอม ใบบัวบก ใบบัวบก ผักสลัด และแนวทางการพัฒนาชุมชนรูปแบบการท่องเที่ยวเชิงเกษตร สปาสมุนไพร ร้านอาหาร รวมถึงเป็นศูนย์เรียนรู้เกษตรปลอดภัย ความยาว แต่ละวิดีโอใช้เวลา 1 นาที และเป็นสื่ออินโฟกราฟิก จำนวน 10 คลิป และในส่วนของ อินโฟกราฟิก จำนวน 15 ภาพ



ภาพที่ 1: ตัวอย่าง Motion graphic



ภาพที่ 2: ตัวอย่าง Infographic

5.2 ผลการพัฒนาช่องทางการประชาสัมพันธ์สื่อ

5.2.1 ช่องทางการประชาสัมพันธ์ผ่านเว็บไซต์ (Website) ในเนื้อหาข้อมูลแบบข้อความ รูปภาพ โมชันกราฟิก และ อินโฟกราฟิก สร้างความน่าเชื่อถือให้กับชุมชนวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์วิถีชุมชนตะวันสีทอง อ.ห้วยหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์ <https://tawanceetong.wixsite.com/my-site>

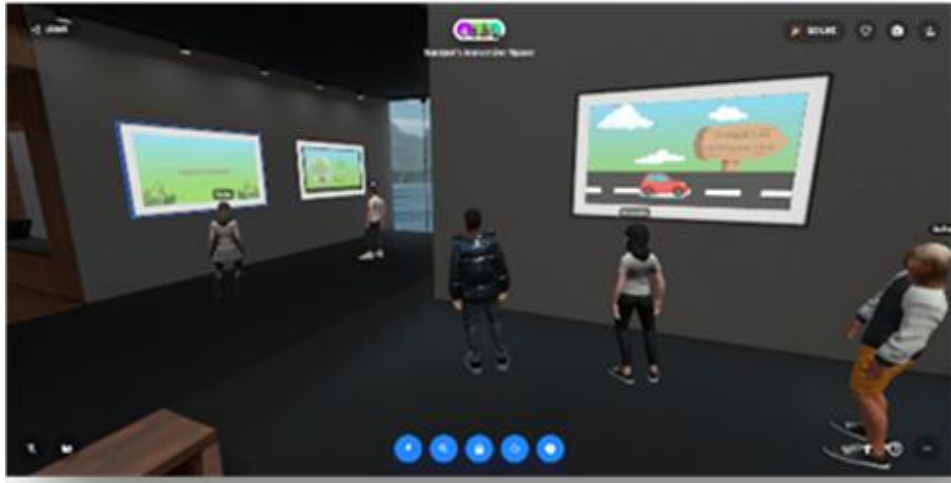


ประโยชน์ของ ผักกาด LETTUCE



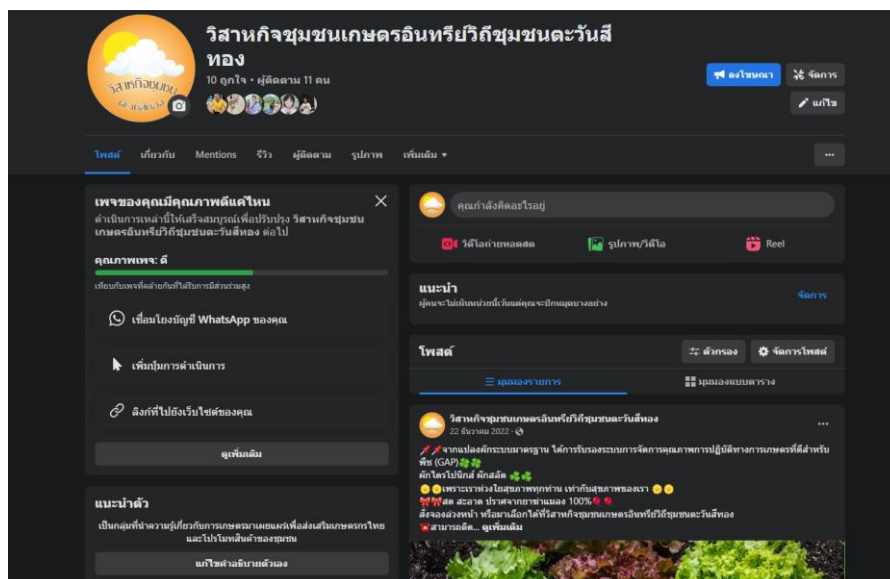
ภาพที่ 3: ตัวอย่าง Website

5.2.2 ช่องทางการประชาสัมพันธ์ผ่านจักรวาลนฤมิต (Metaverse) สำหรับสร้างการรับรู้ข่าวสารชุมชนวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์วิถีชุมชนตะวันตก อ.ห้วยหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์ในกลุ่มผู้ใช้งานจักรวาลนฤมิต ได้มาเดินชมนิทรรศการเสมือนจริง สร้างความเพลิดเพลินลักษณะโมชันกราฟิก ผ่าน <https://www.spatial.io/s/Tawans-3D-Place-63985dda0ec80e0001c821e9?share=8987700781567064446>



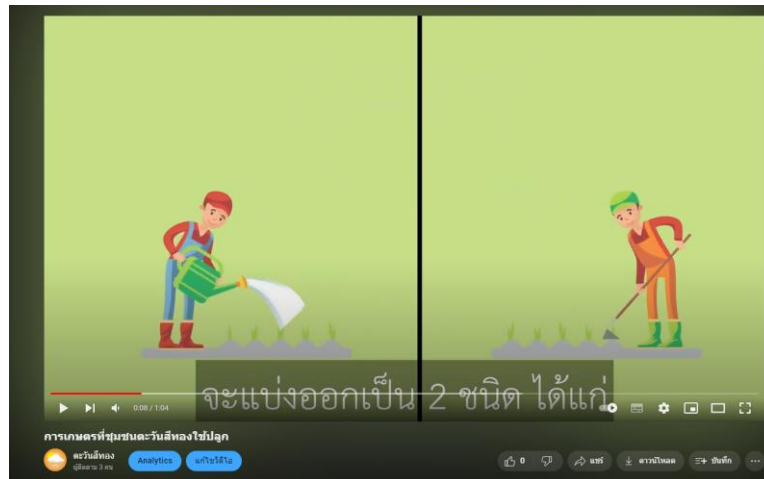
ภาพที่ 4: Metaverse

5.2.3 ช่องทางการประชาสัมพันธ์ผ่านเฟสบุ๊ค (Facebook) เป็นช่องเผยแพร่ข้อมูลของวิสาหกิจชุมชน เกษตรอินทรีย์วิถีชุมชนตะวันสีทอง สำหรับกลุ่มลูกค้าโซเซียลมีเดียเพื่อติดตามข้อมูลข่าวสารของชุมชน <https://www.facebook.com/tawanceetong>



ภาพที่ 5: Fan page Facebook

5.2.4 ช่องทางการประชาสัมพันธ์ผ่านยูทูบ (YouTube) โดยนำเสนอสื่อโมชันกราฟิกของชุมชน วิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์วิถีชุมชนตะวันสีทอง อ.ห้วยหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์ สำหรับเข้าชมเนื้อหาข้อมูลผ่านช่องทางนี้ อีกทั้งสามารถบอกต่อด้วยการแชร์ลิงก์ให้กับผู้อื่นได้ คือ <https://www.youtube.com/@tawanceetong>



ภาพที่ 6: YouTube

5.3 ผลการศึกษาการยอมรับ

แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1. ข้อมูลส่วนบุคคล 2. แบบประเมินการยอมรับสื่อโมชันกราฟิก นำเสนอ วิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์วิถีชุมชนตะวันออก ซึ่งแบ่งออกเป็น 7 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านกราฟิก และแอนิเมชัน (Graphics and Animation) 2) ด้านคำพูดและคำบรรยาย (Speech and Narration) 3) ด้านคำพูดและคำบรรยาย (Audio and Video Length) 4) ด้านเนื้อหา (Content) 5) ด้านพฤติกรรมการซื้อ (Buying Behavior) 6) ด้านเทคโนโลยีจักรวาลอนาคต (Metaverse) และ 7) ด้านความตั้งใจซื้อ (Intention to Purchase) ลักษณะแบบสอบถาม เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ของ ลิเคิร์ต ซึ่งแปลความหมายคะแนนการยอมรับ ดังนี้ อยู่ในช่วงคะแนน 1.00-1.50 หมายถึง ระดับยอมรับน้อยที่สุด 1.51-2.50 ระดับยอมรับน้อย 2.51-3.50 ระดับยอมรับปานกลาง 3.51-4.50 ระดับยอมรับมาก 4.51-5.00 ระดับยอมรับมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ผลจากการศึกษาข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 55.5) มีอายุระหว่าง 15-24 ปี (ร้อยละ 44.25) การศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษา ปวช. (ร้อยละ 30.75) มีอาชีพเป็นนักเรียน นิสิต นักศึกษา (ร้อยละ 41.25) เคยเห็นโฆษณาผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชนบ่อย (ร้อยละ 45.25) นิยมใช้โซเชียลมีเดียเป็น Facebook เป็นส่วนมาก (ร้อยละ 48.75) เคยมีประสบการณ์ในการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ต่อเดือน 1-2 ครั้ง ร้อยละ 31.25) ค่าใช้จ่ายในการซื้อผลิตภัณฑ์เกษตรอินทรีย์เฉลี่ยต่อครั้ง 101-149 บาท (ร้อยละ 30)

ส่วนที่ 2 ประเมินการยอมรับ 7 ด้านดังนี้

ตารางที่ 2: ด้านกราฟิกและแอนิเมชัน (Graphics and Animation)

รายการ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับการยอมรับ
1. การออกแบบฉากมีความสวยงามและน่าสนใจ	4.257	0.782	มาก
2. แสงและสีในฉากมีความเหมาะสม	4.165	0.848	มาก
3. การออกแบบจัดวางองค์ประกอบของสื่อโมชันกราฟิกมีความเหมาะสมตาราง	4.142	0.833	มาก

รายการ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับการยอมรับ
4. ภาพกราฟิกที่ใช้มีความสวยงาม เหมาะสมกับเนื้อหา	4.140	0.828	มาก
5. รูปแบบสีเส้นของภาพสามารถดูได้ง่ายและชัดเจน	4.172	0.854	มาก
รวม	4.175	0.829	มาก

จากตาราง 2 พบว่า ผลการประเมินการยอมรับด้านกราฟิกและแอนิเมชัน (Graphics and Animation) โดยรวมยอมรับระดับมาก เมื่อพิจารณาในรายข้อประเมิน พบว่า การออกแบบฉากมีความสวยงามน่าสนใจ รวมถึง มีรูปแบบสีเส้นของภาพที่สามารถดูได้ง่ายชัดเจน และ มีความเหมาะสมสอดคล้องกัน

ตารางที่ 3: ด้านคำพูดและคำบรรยาย (Speech and Narration)

รายการ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับการยอมรับ
1. เนื้อหาข้อความ มีความถูกต้อง	4.233	0.748	มาก
2. เนื้อหาบรรยาย มีความน่าสนใจ	4.202	0.789	มาก
3. เนื้อหาเหมาะสมและสอดคล้องกับภาพ	4.178	0.838	มาก
4. เนื้อหาใช้คำที่เข้าใจง่าย ไม่มีความซับซ้อน	4.160	0.840	มาก
5. รูปแบบตัวอักษรและขนาดของตัวอักษร สามารถอ่านได้ง่าย และชัดเจน	4.205	0.780	มาก
รวม	4.195	0.799	มาก

จากตาราง 3 พบว่า ผลการประเมินการยอมรับด้านคำพูดและคำบรรยาย (Speech and Narration) โดยรวมยอมรับระดับมาก เมื่อพิจารณาในรายข้อ พบว่า เนื้อหาข้อความมีความถูกต้อง รวมถึง มีเนื้อหาบรรยายการที่มีความน่าสนใจ และ มีรูปแบบ ขนาดของตัวอักษรที่สามารถอ่านได้ง่ายและชัดเจน

ตารางที่ 4: ด้านของเสียงและวิดีโอ (Audio and Video Length)

รายการ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับการยอมรับ
1. เสียงบรรยายที่ใช้ประกอบเนื้อหามีน้ำเสียงที่ชัดเจน น่าฟัง	4.175	0.860	มาก
2. เสียงบรรยายมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.197	0.824	มาก
3. เสียงบรรยายสอดคล้องกับภาพและเสียงดนตรีประกอบ	4.187	0.767	มาก
4. เสียงดนตรีประกอบสร้างความน่าสนใจ ชวนติดตาม	4.190	0.781	มาก
5. เสียงดนตรีประกอบไม่สร้างความรบกวนกับเนื้อหา	4.210	0.789	มาก
รวม	4.192	0.804	มาก

จากตาราง 4 พบว่า ผลการประเมินการยอมรับด้านของเสียงและวิดีโอ (Audio and Video Length) โดยรวมยอมรับระดับมาก เมื่อพิจารณาในรายข้อ พบว่า เสียงดนตรีประกอบไม่สร้างความรบกวนกับเนื้อหา รวมถึงมีเสียงบรรยายที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหา และเสียงดนตรีประกอบที่สร้างความน่าสนใจชวนติดตาม

ตารางที่ 5: ด้านเนื้อหา (Content)

รายการ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับการยอมรับ
1. เนื้อหาที่นำเสนอมีการปรับปรุงให้เป็นปัจจุบัน	4.185	0.788	มาก
2. เนื้อหาที่นำเสนอมีความเหมาะสมกับหัวข้อเรื่อง	4.145	0.866	มาก
3. ภาษาที่ใช้ในการนำเสนอมีความถูกต้องและเหมาะสม	4.173	0.818	มาก
4. มีการสรุปเนื้อหาและหัวข้อเรื่อง อย่างชัดเจน	4.210	0.739	มาก
5. เนื้อหาที่มีปริมาณที่เหมาะสมและน่าสนใจ	4.180	0.786	มาก
รวม	4.178	0.799	มาก

จากตาราง 5 พบว่า ผลการประเมินการยอมรับด้านเนื้อหา (Content) โดยรวมยอมรับระดับ มาก เมื่อพิจารณาในรายข้อ พบว่า มีการสรุปเนื้อหาและหัวข้อเรื่องอย่างชัดเจน รวมถึงมีเนื้อหาการนำเสนอที่มีการปรับปรุงให้เป็นปัจจุบัน และมีปริมาณเนื้อหาที่เหมาะสมน่าสนใจ

ตารางที่ 6: ด้านความตั้งใจซื้อ (Intention to Purchase)

รายการ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับการยอมรับ
1. เต็มใจที่จะจ่ายเงินเพิ่มขึ้น หากปรับปรุงคุณภาพและคุณสมบัติสูงขึ้น	4.222	0.731	มาก
2. จะยังซื้อสินค้าถึงแม้ไม่มีการส่งเสริมทางการตลาด เช่น การลดราคา	4.185	0.798	มาก
3. ซื้อสินค้านี้โดยไม่คำนึงถึงราคา ซื้อเพราะชอบใจพอใจกับการบริการ	4.180	0.799	มาก
4. ซื้อเพราะชอบทดลองของใหม่ ๆ	4.177	0.736	มาก
5. ซื้อสินค้านี้เพราะหาซื้อได้ง่าย และไม่ต้องค้นหาข้อมูลมากนัก	4.200	0.782	มาก
รวม	4.193	0.769	มาก

จากตาราง 6 พบว่า ผลการประเมินการยอมรับด้านความตั้งใจซื้อ โดยรวมยอมรับระดับมาก เมื่อพิจารณาในรายข้อ พบว่า ผู้บริโภคเต็มใจที่จะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นหากมีการปรับปรุงคุณภาพและคุณสมบัติให้สูงขึ้น รวมถึงหาซื้อสินค้านี้ได้ง่ายไม่ต้องค้นหาข้อมูลมาก และจะยังซื้อสินค้าถึงแม้จะไม่มีการส่งเสริมทางการตลาด เช่น การลดราคา

ตารางที่ 7: ด้านเทคโนโลยี จักรวาลนฤมิต (Metaverse)

รายการ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับการยอมรับ
1. ท่านคิดว่าท่านมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ จักรวาลนฤมิตมากน้อยเพียงใด	4.230	0.820	มาก
2. ท่านคิดว่าท่านรู้จักชุมชนมากขึ้นจากช่องทาง ประชาสัมพันธ์ทางจักรวาลนฤมิต มากขึ้น	4.220	0.789	มาก
3. ท่านคิดว่าจักรวาลนฤมิต สามารถสร้างการ เข้าถึงสื่อประชาสัมพันธ์ในผลิตภัณฑ์ของวิสาหกิจ ชุมชนเกษตรอินทรีย์ได้	4.210	0.795	มาก
4. ท่านคิดว่าจักรวาลนฤมิต สามารถนำมาใช้ในการ นำเสนอสินค้าในรูปแบบเสมือนจริงได้	4.182	0.781	มาก
5. ท่านคิดว่าจักรวาลนฤมิต สามารถยกระดับ ผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์ที่แปลกใหม่ และมีความน่าสนใจ	4.143	0.808	มาก
รวม	4.197	0.798	มาก

จากตาราง 7 พบว่า ผลการประเมินการยอมรับด้านเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิต (Metaverse) โดยรวมยอมรับ ระดับ มาก เมื่อพิจารณาในรายข้อ พบว่า ผู้บริโภคมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ จักรวาลนฤมิต รวมถึง รู้จักช่องทางใน การใช้งาน และคิดว่า จักรวาลนฤมิต สามารถสร้างการเข้าถึงของผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์ได้

ตารางที่ 8: ด้านพฤติกรรมการซื้อ (Buying Behavior)

รายการ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับการยอมรับ
1. การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบสื่อ Motion Graphics ทำให้ผู้ชม มีความอยากซื้อผลิตภัณฑ์ เกษตรอินทรีย์ภายในชุมชนมากขึ้น	4.250	0.757	มาก
2. ท่านคิดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์จากวิสาหกิจชุมชน เกษตรอินทรีย์จากสื่อ Motion Graphics ใน กระบวนการทำเกษตรปลอดสารเคมีของ ผลิตภัณฑ์มากขึ้นในอนาคต	4.230	0.789	มาก
3. ท่านมีความตั้งใจที่จะใช้ผลิตภัณฑ์วิสาหกิจ ชุมชนเกษตรอินทรีย์มากขึ้นในอนาคต	4.240	0.720	มาก
4. ท่านจะแนะนำเพื่อนและครอบครัวให้ซื้อ ผลิตภัณฑ์จากวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์นี้	4.267	0.753	มาก
5. โดยรวมแล้วท่านจะตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ วิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์ในอนาคต	4.255	0.745	มาก
รวม	4.248	0.752	มาก

จากตาราง 8 พบว่า ผลการประเมินการยอมรับด้านพฤติกรรมการใช้ โดยรวมยอมรับระดับ มาก เมื่อพิจารณาในรายข้อ พบว่า ผู้บริโภคจะแนะนำเพื่อนและครอบครัวให้ซื้อผลิตภัณฑ์จากวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์นี้ รวมถึงมีความคิดที่จะตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์ในอนาคต และมีความรู้สึกว่าการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบสื่อโมชันกราฟิก ทำให้ผู้ชมมีความอยากซื้อผลิตภัณฑ์เกษตรอินทรีย์ภายในชุมชนมากขึ้น

2. อภิปรายผล

การศึกษาการปรับแต่งช่องทางประชาสัมพันธ์ผ่านเว็บไซต์กับสื่อสังคมออนไลน์ และความตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์วิถีชุมชนตะวันตก อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ผู้วิจัยสามารถจำแนกผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ผลจากการพัฒนาสื่อเพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานของโซเชียลมีเดีย แล้วส่งผลให้เกิดการบอกต่อ หรือแบ่งปันข้อมูลเกี่ยวกับสินค้าของชุมชนในวงกว้างมากขึ้น โดยพัฒนาเนื้อหาในรูปแบบโมชันกราฟิก และ อินโฟกราฟิก เนื้อหาเกี่ยวกับ ประวัติความเป็นมาของชุมชน ความรู้เกี่ยวกับการทำการเกษตรอินทรีย์ และ เกษตรปลอดภัย วิธีการปลูก แคนตาลูป เมล่อน ใบสาระแหน่ ต้นหอม ใบโหระพา ผักสลัด และแนวทางการพัฒนาชุมชนรูปแบบการท่องเที่ยวเชิงเกษตร สปาสมุนไพร ร้านอาหาร รวมถึงเป็นศูนย์เรียนรู้เกษตรปลอดภัย แล้วดำเนินการเผยแพร่ในช่องทางโซเชียลมีเดีย เช่น เฟสบุ๊ก ยูทูบ เว็บไซต์ และจักรวาลนฤมิต

2. ผลการวิเคราะห์การยอมรับ ซึ่งประเมิน 7 ด้าน พบว่ามีคะแนนการยอมรับมาก ด้านพฤติกรรมการซื้อสินค้า (Buying Behavior) ซึ่งมีในภาพรวมมีระดับการยอมรับมาก ($\bar{X} = 4.248$) โดยเมื่อพิจารณารายข้อแล้วพบว่า เมื่อได้รับรู้ข้อมูลข่าวสารของชุมชนแล้วจะแนะนำเพื่อนและครอบครัวให้ซื้อผลิตภัณฑ์จากวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์ อีกทั้งจะตัดสินใจซื้อสินค้าของชุมชนมากขึ้นในอนาคต การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบสื่อโมชันกราฟิก ทำให้ผู้ชมมีความอยากซื้อผลิตภัณฑ์ชุมชนมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ดวงตา อ่อนเวียง. (2022).[11] ที่ได้อธิบายว่าการจะทำการซื้อขายออนไลน์จะต้องมีสื่อที่แสดงสินค้าที่สามารถเพิ่มความต้องการหรือความอยากซื้อสินค้าได้ จะทำให้ผู้บริโภคมีโอกาสที่จะสั่งซื้อสินค้านั้น ๆ เพิ่มขึ้น ระดับการยอมรับรองลงมาคือ ด้านเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิต (Metaverse) โดยรวมยอมรับมาก ($\bar{X} = 4.197$) ในประเด็นที่ว่า มีความเข้าใจเกี่ยวกับจักรวาลนฤมิต รู้จักชุมชนมากขึ้นจากช่องทางการใช้งานจักรวาลนฤมิต อีกทั้งคิดว่าจักรวาลนฤมิต สามารถสร้างการเข้าถึงสื่อประชาสัมพันธ์ในผลิตภัณฑ์ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ RakGun and MinKyung. (2022).[12] ได้ถูกนำมาใช้ในเรื่องชีวิตประจำวันรวมถึงการทำธุรกิจจักรวาลนฤมิต ทำให้ผู้บริโภคออนไลน์ส่วนมากศึกษาและเข้ามาใช้งานจักรวาลนฤมิตเพื่อดูแนวทางการพัฒนาต่อไปในอนาคต สำหรับในด้านคำพูดและคำบรรยาย (Speech and Narration) ของสื่อประชาสัมพันธ์ในภาพรวม มีระดับการยอมรับมาก ($\bar{X} = 4.195$) ในเรื่องเนื้อหาที่มีความถูกต้อง มีเสียงบรรยายน่าสนใจ ใช้คำที่เข้าใจง่าย และรูปแบบตัวอักษรและขนาดตัวอักษรอ่านง่าย เนื้อหาเหมาะสมและสอดคล้องกับภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Azahari, N. A. et al. (2020) [13] คำอธิบายที่ดี ควรจะมีขนาดและสีที่ให้อ่านได้ง่าย และเขียนได้ถูกต้อง จะทำให้ผู้อ่านมีความรู้สึกที่สามารถอ่านได้อย่างสิ้นไหล ในส่วนด้านความตั้งใจซื้อ (Intention to Purchase) ในภาพรวมมีระดับการยอมรับมาก ($\bar{X} = 4.193$) ในเรื่องมีความเต็มใจที่จะจ่ายเงินเพิ่มหากชุมชนมีการปรับปรุงคุณภาพสินค้าและคุณประโยชน์ที่สูงขึ้น อีกทั้งซื้อสินค้าของชุมชนเพราะหาซื้อได้ง่ายโดยไม่ต้องค้นหาข้อมูลมาก รวมไปถึงจะยังซื้อสินค้าของชุมชนถึงแม้จะไม่มีส่งเสริมทางการตลาด เช่น การลด

ราคา สอดคล้องกับงานวิจัยของ พชร จิรติก และคณะ.(2564). [14] ได้ศึกษาแรงจูงใจและพฤติกรรมการซื้อสินค้าชุมชนของผู้บริโภคในตลาดออนไลน์ โดยส่วนมากผู้บริโภคจะให้ความสำคัญเรื่องคุณภาพประโยชน์ของสินค้า ราคาที่เหมาะสมกับคุณภาพสินค้าในด้านเนื้อหา (Content) โดยรวมมีระดับการยอมรับมาก ($\bar{X} = 4.178$) ในเรื่องการสรุปเนื้อหาและหัวข้อเรื่องในการนำเสนอข้อมูลในส่วนของอินโฟกราฟิก และ โฆษณารูปภาพอย่างชัดเจน และเนื้อหาที่นำเสนอมีการปรับปรุงให้ทันสมัย รวมไปถึงปริมาณเนื้อหาที่มีความเหมาะสมน่าสนใจ และใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hanif (2020).[15]. ได้สรุปว่าประสิทธิภาพของวิดีโอ และโฆษณารูปภาพนั้นต้องมีเนื้อหาที่น่าสนใจและทันสมัย จะช่วยให้สร้างการรับรู้ข้อมูลขององค์กรได้ดีและมีประสิทธิภาพมากขึ้น และงานวิจัยของ Sagala, S, et al.(2020).[16] ได้ศึกษาการใช้โฆษณารูปภาพสำหรับผลิตภัณฑ์โฆษณาประชาสัมพันธ์สินค้าทำให้สร้างความเพลิดเพลินได้ และในส่วนทางด้านกราฟิกและแอนิเมชัน (Graphics and Animation) ภาพรวมมีระดับการยอมรับมาก ($\bar{X} = 4.175$) เมื่อพิจารณาารายข้อแล้วพบว่า การออกแบบของโฆษณารูปภาพ อินโฟกราฟิก มีความสวยงามและน่าสนใจ รูปแบบสีของภาพมีความเหมาะสมกับเนื้อหา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Vahidreza, et al.(2020).[17] ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความตั้งใจซื้อสินค้าของลูกค้า ซึ่งเนื้อหาที่น่าสนใจ รวมถึงช่องทางในการประชาสัมพันธ์ รวมถึงวิธีการในการสื่อสารข้อมูลข่าวสารที่อยู่ในรูปแบบเสมือนจริง ส่งผลให้สร้างความสนใจกับลูกค้า สอดคล้องกับงานวิจัยของ Nusawat, P, et al.(2020).[18] ได้นำเสนอข้อมูลการท่องเที่ยวด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม ทำให้นักท่องเที่ยวต้องการมายังสถานที่ท่องเที่ยวจริง ด้วยสื่อกราฟิกแอนิเมชันที่ดีควรมีภาพประกอบที่สวยงาม ดึงดูดความสนใจของผู้ชมได้

สรุปผล

การศึกษาการปรับแต่งช่องทางประชาสัมพันธ์ผ่านเว็บไซต์กับสื่อสังคมออนไลน์ และความตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์วิถีชุมชนตะวันสีทอง อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยพัฒนาสื่อโฆษณารูปภาพ อินโฟกราฟิก แล้วเผยแพร่ผ่านเว็บไซต์ เฟสบุ๊ก ยูทูบ และ จักรวาลนฤมิต ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการประชาสัมพันธ์ได้มากขึ้น และมีการบอกต่อ รวมถึงแบ่งปันข้อมูล ผ่านเว็บไซต์ และ สื่อสังคมออนไลน์ ส่งผลให้เกิดการรับรู้ข้อมูลของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์วิถีชุมชนตะวันสีทอง ดังนั้นการปรับแต่งช่องทางประชาสัมพันธ์ผ่านเว็บไซต์และสื่อสังคมออนไลน์ ทำให้สร้างโอกาสทางการตลาด ส่งผลให้เกิดการซื้อสินค้าของชุมชนมากขึ้น และเป็นที่ยอมรับในโซเชียลมีเดียเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- 1 Ballings, M., Van den Poel, D., & Bogaert, M.. Social media optimization: Identifying an optimal strategy for increasing network size on Facebook. Omega, 2016; 59, 15-25.
- 2 Sahai, S., Goel, R., Malik, P., Krishnan, C., Singh, G., & Bajpai, C.. Role of social media optimization in digital marketing with special reference to Trupay. International Journal of Engineering & Technology.2018; 7(2.11), 52-57.
- 3 Farivar, S., & Wang, F.. Effective influencer marketing: A social identity perspective. Journal of Retailing and Consumer Services. 2022; 67, 103026.

- 4 Zuhdi, S., Daud, A., Hanif, R., Nguyen, P. T., & Shankar, K. Role of social media marketing in the successful implementation of business management. *International Journal of Recent Technology and Engineering*. 2019; 8(2), 3841-3844.
- 5 อภิชาต พุกสวัสดิ์, ภาณุฤทธิ์ สารสมบัติ. ประสิทธิภาพการให้บริการประชาสัมพันธ์ สำนักประชาสัมพันธ์จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์. *วารสารวิชาการการจัดการภาครัฐและเอกชน*. 2565; 1(3): 135-141.
- 6 ธิญญธณม์ สุขเสงี่ยม, กุลกนิษฐ์ ทองเงา. การจัดทำอินโฟกราฟิกบนแพลตฟอร์มโซเชียลมีเดีย เช่น เฟสบุ๊ก จะช่วยเพิ่มการรับรู้ภารกิจและภาพลักษณ์องค์กรของกระทรวงกลาโหม สยามคอมมิวนิเคชั่นปริทัศน์. *วารสารนิเทศสยามปริทัศน์*. 2564; 20(2): 102-113.
- 7 อินทราภรณ์ อินทรประจบ, สมศักดิ์ จันทอง, ธรรมรัตน์ โพธิสุวรรณปัญญา และชูเกียรติ ผลาผล. การพัฒนาเกษตรปลอดภัยของกลุ่มปลูกผักอินทรีย์บ้านนาฝาย อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ. *วารสารการพัฒนารการเรียนรู้ยุคใหม่*. 2565; 7(1): 357-371.
- 8 อัมพาพร กว้างสวัสดิ์, อังคณา จิตตามาศ. การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสื่อสารทางการตลาดออนไลน์ผ่านแอปพลิเคชันไลน์ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าโอท็อป. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*. 2565; 17 (1), 20-28.
- 9 สุทธิพงษ์ คล่องดี, นลินี ชนะมูล. การพัฒนาสื่อโมชันกราฟิก แนะนำสถานที่ท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ชุมชนชนมแปลงริมคลองหนองบัว จังหวัดจันทบุรี. *วารสารวิชาการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ*. 2564; 7(2): 75-83
- 10 ชลลดา ม่วงธัญ, วิมลวรรณ วงศ์ศิริ. อิทธิพลของสีโทนร้อนและสีเย็นที่มีต่อการออกแบบโปสเตอร์สำหรับบทความวิชาการ. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*. 2563; 8(1): 36-47
- 11 ดวงตา อ่อนเวียง. ความตั้งใจในการซื้อสินค้าออนไลน์ของผู้บริโภค. *วารสาร มจร อุบลปริทัศน์*. 2565.7; (2): 809-820.
- 12 RakGun Hwang, MinKyung Lee. The Influence of Music Content Marketing on User Satisfaction and Intention to Use in the Metaverse: A Focus on the SPICE Model. *Businesses*. 2022; 2(2): 141-155.
- 13 Azahari, N. A., Ali, W. N. W., Yaakob, T. K. S. T., Manaf, A. R. A. and Yusoff, N. I. K. M. (2020, April). Used of Motion Graphics to Create Awareness on Handling Stress. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol.1529, No.2, p. 022002). IOP Publishing.
- 14 พัชร จิรติลก, สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์, และเนตรนภา รักษายศ. แรงจูงใจและพฤติกรรมการซื้อสินค้าชุมชนของผู้บริโภคในตลาดออนไลน์. *กรณีศึกษาผลิตภัณฑ์จักสานกระจูด*. *วารสารวิเทศศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*. 2564; 11(2): 249-279.
- 15 Hanif, Muhammad. The Development and Effectiveness of Motion Graphic Animation Videos to Improve Primary School Students' Sciences Learning Outcomes. *International Journal of Instruction*. 2020; 13(3): 247-266.
- 16 Sagala, S. H., Nugraha, I., and Siskandar, R. Pembuatan Motion Graphics SOP Produksi Berita sebagai Media Promosi di PT Bintang Advis Multimedia. *Jurnal Sains Indonesia*. 2020; 1(3): 152-161.

- 17 Vahidreza Mirabi, Hamid Akbariyeh, Hamid Tahmasebifard. A study of factors affecting on customers purchase intention. Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST). 2015; 2(1).
- 18 Nusawat, P., Kwangsawad, A., & Saikatikorn, N. (2019, December). Cultural tourism web service via augmented reality for public relations in prachuapkhirikhan province. In 2019 4th Technology Innovation Management and Engineering Science International Conference (TIMES-iCON) (pp. 1-5). IEEE.

บทความวิจัย (Research Article)

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบสำหรับการพยากรณ์โรคมะเร็งปอด
Comparison of Predictive Models for the Prognosis of Lung Cancer

อรรศภาวธ เรืองสวัสดิ์¹ อนูปงศ์ สุขประเสริฐ^{1*} ทิพา สินธุภูมิ¹ และ ศิริลักษณ์ ไกยวินิจ¹
Atsawadut Ruangsawud¹, Anupong Sukprasert^{1*}, Thiwa Sinthukoot¹ and Sirilak Kaiwinit¹

¹คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

¹Maharakham Business School, Maharakham University

*Corresponding author email: anupong.s@acc.msu.ac.th

วันที่รับบทความ (Received)

15 มีนาคม 2566

วันที่ได้รับบทความฉบับแก้ไข (Revised)

29 เมษายน 2566

วันที่ตอบรับบทความ (Accepted)

24 พฤษภาคม 2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเทคนิคเหมืองข้อมูล โดยการสร้างตัวแบบเพื่อพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคมะเร็งปอด จำนวนข้อมูลทั้งหมด 310 แถว 16 ตัวแปร และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามมาตรฐานในการทำเหมืองข้อมูล (CRISP-DM) การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ผู้วิจัยทำการแบ่งชุดข้อมูลจำนวน 2 กลุ่ม ด้วยวิธีการ 10-fold Cross Validation สำหรับข้อมูลสอนและข้อมูลทดสอบ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลทั้งหมด 4 เทคนิคประกอบด้วย เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (k-Nearest Neighbors) เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เทคนิคต้นไม้ป่าสุ่ม (Random Forest) และทำการเพิ่มประสิทธิภาพของตัวแบบด้วยเทคนิควิธีการรวมกลุ่ม (Vote Ensemble) วิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ด้วยวิธีด้านวิวัฒนาการ (Evolutionary Algorithms) เพื่อค้นหาค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับชุดของพารามิเตอร์ในแต่ละตัวแบบและทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยค่าความแม่นยำ (Accuracy) ค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) ค่าความไว (Sensitivity) ค่าจำเพาะ (Specificity) และค่าทำนายผลบวก (Positive Predictive Value) โดยใช้โปรแกรม RapidMiner Studio Version 10 ในการสร้างตัวแบบและการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า เทคนิควิธีการรวมกลุ่ม เป็นเทคนิคความเหมาะสมมากที่สุดในการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคมะเร็งโดยค่าความแม่นยำ มากที่สุดถึง 91.57% อยู่ระดับสูงมาก ค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 60.61% อยู่ระดับปานกลาง ค่าความไว เท่ากับ 51.67% อยู่ระดับปานกลาง และค่าจำเพาะ เท่ากับ 97.42% อยู่ระดับสูงมาก ค่าทำนายผลบวก เท่ากับ 73.08% อยู่ระดับสูง ซึ่งผลการวิจัยนี้สามารถนำไปสร้างเป็นระบบสารสนเทศเพื่อพยากรณ์ผู้ป่วยมะเร็งปอด โดยเป็นการคัดกรองข้อมูลผู้ป่วยเบื้องต้นก่อนถึงมือแพทย์

คำสำคัญ : การเพิ่มประสิทธิภาพ, การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ, เหมืองข้อมูล, โรคมะเร็งปอด

Abstract

The purpose of this research is to examine the efficiency of data mining techniques by creating a model to predict the likelihood of lung cancer. In the research procedure, the 310 rows 16 variables data was analyzed under the Cross Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) and divided into two groups (teaching and testing data) using the 10-fold cross-validation method. Four data mining techniques consist of k-Nearest Neighbors, Decision Tree, Random Forest, and Vote Ensemble to evaluate algorithms for optimization value for each set of parameters in the model and compare the data classification performance by Accuracy, F-measure, Sensitivity, Specificity and Positive Predictive Value with RapidMiner Studio Version 10. The results show that technique of grouping method is the most suitable technique to build a model for trend prediction of cancer with the highest accuracy of 91.57%, which is very high level. The efficiency value is 60.61%, which is moderate level. The sensitivity is 51.67%, which is moderate level. And the specific value is 97.42%, which is very high level. The positive predictive is 73.08%, which is high level. Finally, the results of this research can be used to build a trend prediction for lung cancer patients. It is a preliminary screening of patient information before reaching the doctor.

Keywords: Optimization, Performance Comparison, Data mining, Lung Cancer

บทนำ

ปัจจุบันโรคมะเร็งปอดเป็นสาเหตุในการเสียชีวิต โรคมะเร็งปอดติดอยู่ใน 5 อันดับของโรคมะเร็งทั้งหมดทั่วโลก [1-2] ในปี 2561 จากการสำรวจสถิติโรคมะเร็งโดยสถาบันมะเร็งแห่งชาติพบว่า มีจำนวนผู้ป่วยโรคมะเร็งปอดเพศชาย 14% เพศหญิง 4.8% ในอนาคตอาจมีผู้ป่วยโรคมะเร็งปอดเพิ่มสูงขึ้นและเสียชีวิตจากโรคมะเร็งปอดเพิ่มสูงขึ้น ผู้ป่วยมักถูกวินิจฉัยว่าเป็นระยะแพร่กระจายสถาบันมะเร็งแห่งชาติรายงานอัตราการเสียชีวิตของผู้ป่วยมะเร็งปอดที่ 5 ปีสูงถึง 78% [3] และในระยะเวลาที่ผ่านมา เทคนิคการรักษาผู้ป่วยมะเร็งปอดมีการพัฒนามากขึ้น โดยเฉพาะการรักษาแบบจำเพาะต่อเซลล์ (Targeted therapy) ต่อยีนก่อมะเร็ง Epidermal Growth Factor Receptor (EGFR) ที่มีการกลายพันธุ์ใน exon 19 หรือ exon 21 [4-6] แต่อัตราการเสียชีวิตจากโรคมะเร็งปอดอาจจะสอดคล้องกับปัจจัยอื่น ๆ [7]

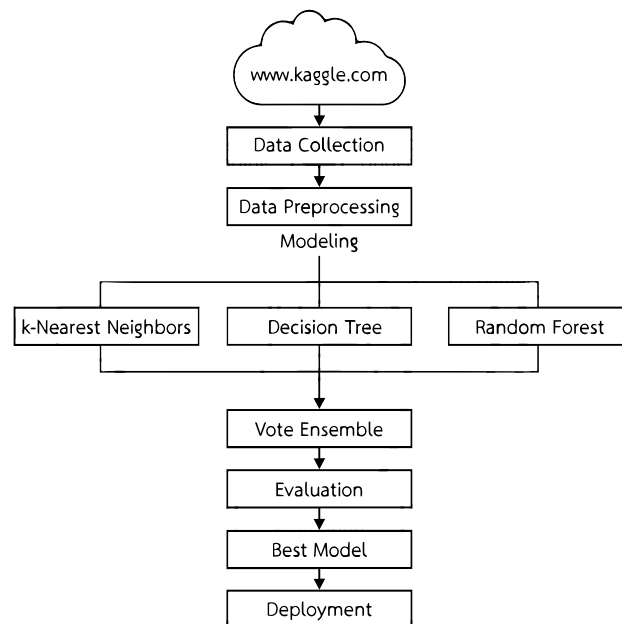
ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาตัวแบบสำหรับการคัดกรองผู้ป่วยโรคมะเร็งปอดเบื้องต้นด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล เพื่อไปสร้างตัวแบบพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคมะเร็งปอด เพื่อช่วยลดภาระของแพทย์ในการคัดกรองผู้ป่วยโรคมะเร็งปอดในประเทศไทย อีกทั้งยังสามารถนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศเพื่อใช้ในการพยากรณ์โอกาสที่จะเป็นมะเร็งปอดเบื้องต้นได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคมะเร็งปอด
2. เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบที่ใช้สำหรับพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคมะเร็งปอด
3. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพตัวแบบที่ใช้สำหรับพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคมะเร็งปอด

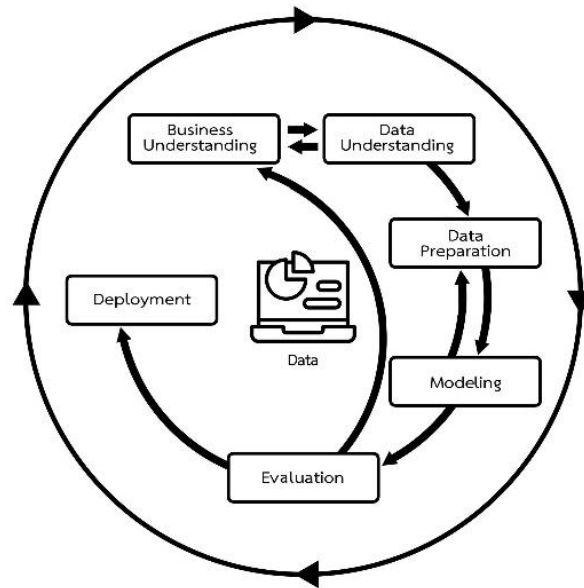
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีกรอบแนวคิดสำคัญเพื่อสร้างตัวแบบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคเหมืองข้อมูลที่ใช้สำหรับการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคมะเร็งปอด เพื่อช่วยคัดกรองผู้ป่วยที่มีโอกาสเกิดโรคมะเร็งปอดเบื้องต้น โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้



ภาพที่ 1: ขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัย

ข้อมูลที่ผู้วิจัยได้นำชุดข้อมูลมาวิเคราะห์ตามมาตรฐานในการทำเหมืองข้อมูล (Cross Standard Process for Data Mining: CRISP-DM) สำหรับการสร้างตัวแบบ การเพิ่มประสิทธิภาพของตัวแบบและเปรียบเทียบเทคนิคเหมืองข้อมูลสำหรับการพยากรณ์โอกาสเกิดโรคมะเร็งปอด ซึ่งประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 2: กระบวนการมาตรฐานการทำเหมืองข้อมูล (CRISP-DM)

1. การทำความเข้าใจปัญหา (Business Understanding)

ผู้วิจัยทำการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุของการเป็นโรคมะเร็งปอดเกิดจากฝุ่นละอองขนาด PM2.5 ซึ่งเป็นปัญหาต่อสุขภาพร่างกาย โดยมีแหล่งเกิดจากควันรถยนต์ โรงงานอุตสาหกรรม ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการรับเอาฝุ่นละอองขนาด PM2.5 เข้าไปในร่างกายปริมาณมากอาจจะส่งผลเสียต่อการแข็งตัวของเลือด การทำงานของเซลล์เยื่อหลอดเลือด ทำให้เกิดโรคเรื้อรัง ผลต่อระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง เช่น มีอาการไอ อาการเจ็บหน้าอก หายใจไม่สะดวก และอาจส่งผลก่อให้เกิดโรคมะเร็งปอด งานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาตัวแบบที่สามารถนำมาใช้สำหรับการพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคมะเร็งปอดของผู้ป่วยด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล ซึ่งผลการศึกษาค้นคว้าสามารถนำไปสร้างเป็นระบบสารสนเทศเพื่อคัดกรองผู้ป่วยมะเร็งปอดเบื้องต้นก่อนถึงมือแพทย์ได้

2. การทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูล (Data Understanding)

งานวิจัยนี้นำชุดข้อมูลการทำนายโรคมะเร็งปอดจาก TETSUYA SASAKI [8] จำนวนข้อมูลทั้งหมด 310 แถว 16 ตัวแปร โดยอยู่ในรูปแบบไฟล์ CSV เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ ซึ่งมีรายละเอียดดัง ตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1: ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

No	Attribute	Description	Values	Type
1	GENDER	เพศ (M=54%, F=46%)	M = ชาย, F = หญิง	Binominal
2	AGE	อายุ (ค่าจริง)	ค่าจริง	Integer
3	SMOKING	การสูบบุหรี่ (1=44%, 2=56%)	1 = ไม่ใช่, 2 = ใช่	Binominal
4	YELLOW_FINGERS	นิ้วเหลือง (1=44%, 2=56%)	1 = ไม่ใช่, 2 = ใช่	Binominal
5	ANXIETY	ความวิตกกังวล (1=50%, 2=50%)	1 = ไม่ใช่, 2 = ใช่	Binominal
6	PEER_PRESSURE	แรงกดดันจากคนรอบข้าง	1 = ไม่ใช่, 2 = ใช่	Binominal

No	Attribute	Description	Values	Type
		(1=50%, 2=50%)		
7	CHRONIC DISEASE	โรคเรื้อรัง (1=49%, 2=51%)	1 = ไม่ใช่, 2 = ใช่	Binominal
8	FATIGUE	ความเหนื่อยล้า (1=35%, 2=65%)	1 = ไม่ใช่, 2 = ใช่	Binominal
9	ALLERGY	โรคภูมิแพ้ (1=45%, 2=55%)	1 = ไม่ใช่, 2 = ใช่	Binominal
10	WHEEZING	การหายใจถี่ (1=45%, 2=55%)	1 = ไม่ใช่, 2 = ใช่	Binominal
11	ALCOHOL CONSUMING	การบริโภคแอลกอฮอล์ (1=45%, 2=55%)	1 = ไม่ใช่, 2 = ใช่	Binominal
12	COUGHING	อาการไอ (1=42%, 2=58%)	1 = ไม่ใช่, 2 = ใช่	Binominal
13	SHORTNESS OF BREATH	การหายใจไม่สะดวก (1=64%, 2=36%)	1 = ไม่ใช่, 2 = ใช่	Binominal
14	SWALLOWING DIFFICULTY	ความยากลำบากในการกลืน (1=45%, 2=55%)	1 = ไม่ใช่, 2 = ใช่	Binominal
15	CHEST PAIN	อาการเจ็บหน้าอก (1=53%, 2=47%)	1 = ไม่ใช่, 2 = ใช่	Binominal
16	LUNG_CANCER	การเป็นโรคมะเร็งปอด (YES =87%, NO =13%)	YES = เป็น NO =ไม่เป็น	Binominal

3. การเตรียมข้อมูล (Data Preparation)

ขั้นตอนเตรียมข้อมูลเป็นขั้นตอนที่ทำให้เกิดความเชื่อมั่นในคุณภาพข้อมูลที่จะนำมาใช้ แสดงถึงความเชื่อมั่นของข้อมูลก่อนจะนำไปสร้างตัวแบบการพยากรณ์ในครั้งนี้ โดยผู้วิจัยได้ทำการเตรียมข้อมูลกับชุดข้อมูลทั้งหมด 2 ขั้นตอนดังนี้

3.1 การคัดเลือกข้อมูล (Data Selection)

ผู้วิจัยได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลทำให้เกิดการเป็นโรคมะเร็งปอด ผู้วิจัยจึงได้ทำการคัดเลือกตัวแปรจากชุดข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 1 จำนวน 15 ตัวแปร ประกอบด้วย 1. เพศ 2. อายุ 3. การสูบบุหรี่ 4. นั้วเหลือง 5. ความวิตกกังวล 6. แรงกดดันจากคนรอบข้าง 7. โรคเรื้อรัง 8. ความเหนื่อยล้า 9. โรคภูมิแพ้ 10. การหายใจถี่ 11. การบริโภคแอลกอฮอล์ 12. อาการไอ 13. การหายใจไม่สะดวก 14. ความยากลำบากในการกลืน 15. อาการเจ็บหน้าอก ซึ่งตัวแปรทั้ง 15 ตัวนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

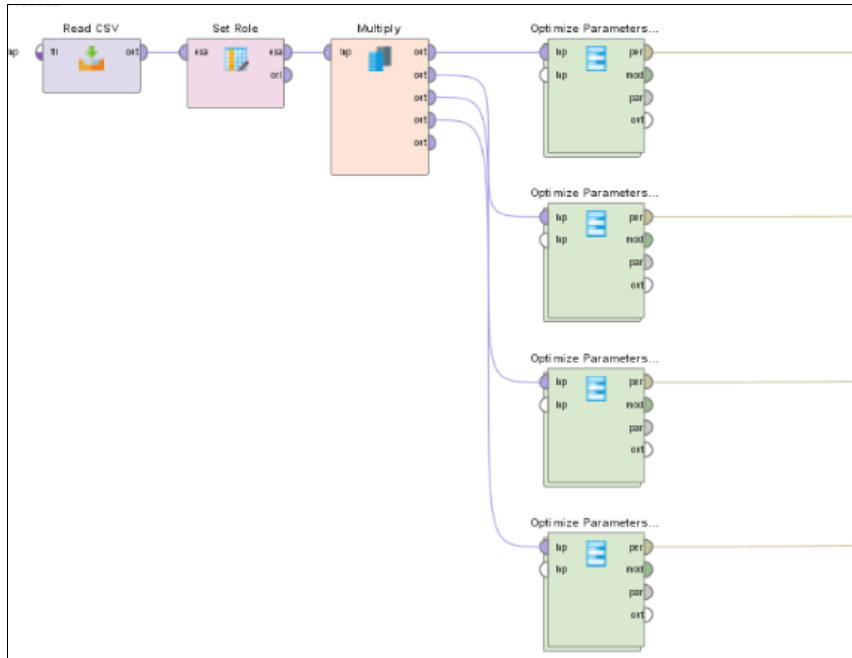
3.2 กำหนดหน้าที่ให้กับตัวแปร

ผู้วิจัยได้กำหนดหน้าที่ให้กับตัวแปรที่ 16 การเป็นโรคมะเร็งปอด (LUNG_CANCER) กำหนดหน้าที่เป็น “Label” หรือตัวแปรตาม (Dependent Variable) เพื่อระบุผลลัพธ์ของการพยากรณ์โอกาสการเป็นโรคมะเร็งปอด

4. การสร้างแบบจำลอง (Modeling)

ขั้นตอนนี้เป็นการสร้างแบบจำลอง ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม RapidMiner Studio Version 10 [9] มาทำการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคมะเร็งปอด ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล 4 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (k-Nearest Neighbors) เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เทคนิคต้นไม้ป่าสุ่ม (Random Forest) และทำการเพิ่มประสิทธิภาพของตัวแบบด้วยเทคนิควิธีการรวมกลุ่ม (Vote Ensemble) วิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ด้วยวิธีด้านวิวัฒนาการ (Evolutionary Algorithms) เพื่อค้นหาค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับชุดของพารามิเตอร์ในแต่ละตัวแบบ โดยทำการหาค่า k ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเทคนิคเพื่อน

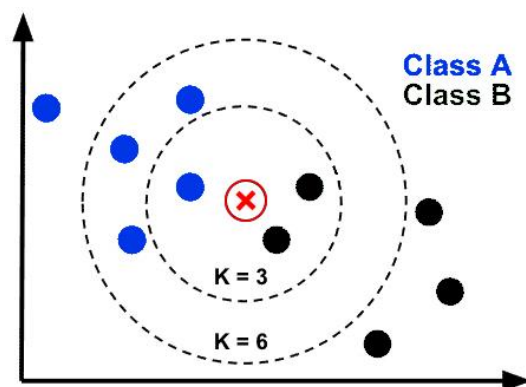
บ้านใกล้ที่สุด และการหาค่าความลึกของต้นไม้แต่ละต้น ที่ดีที่สุดสำหรับเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ และหาจำนวนต้นไม้ที่เหมาะสมที่สุด สำหรับเทคนิคต้นไม้ป่าสุ่ม ในการสร้างตัวแบบและเพิ่มประสิทธิภาพ แสดงดังภาพ 3



ภาพที่ 3: ขั้นตอนการสร้างตัวแบบและการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับตัวแบบโดยใช้โปรแกรม RapidMiner Studio

4.1 เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (k-Nearest Neighbors)

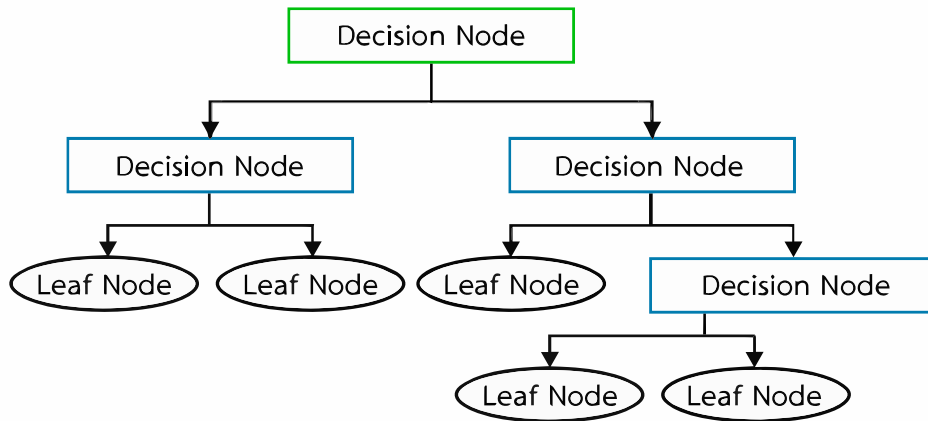
เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดเป็นเทคนิคที่มีวิธีไม่ซับซ้อนเข้าใจได้ง่ายที่ใช้ในการจำแนกประเภทข้อมูล โดยจะใช้หลักการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันของข้อมูลที่เลือกกับข้อมูลอื่น ๆ ว่ามีความคล้ายคลึงหรือใกล้เคียงกับข้อมูลใดมากที่สุด k ตัว จากนั้นจะทำพยากรณ์ว่าคำตอบของข้อมูลที่เลือกนั้นควรเป็นคำตอบเดียวกับข้อมูลที่อยู่ใกล้ที่สุดของ k [9] แสดงดังภาพ 4



ภาพที่ 4: ตัวอย่างการทำงานของเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (k-Nearest Neighbors)

4.2 เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

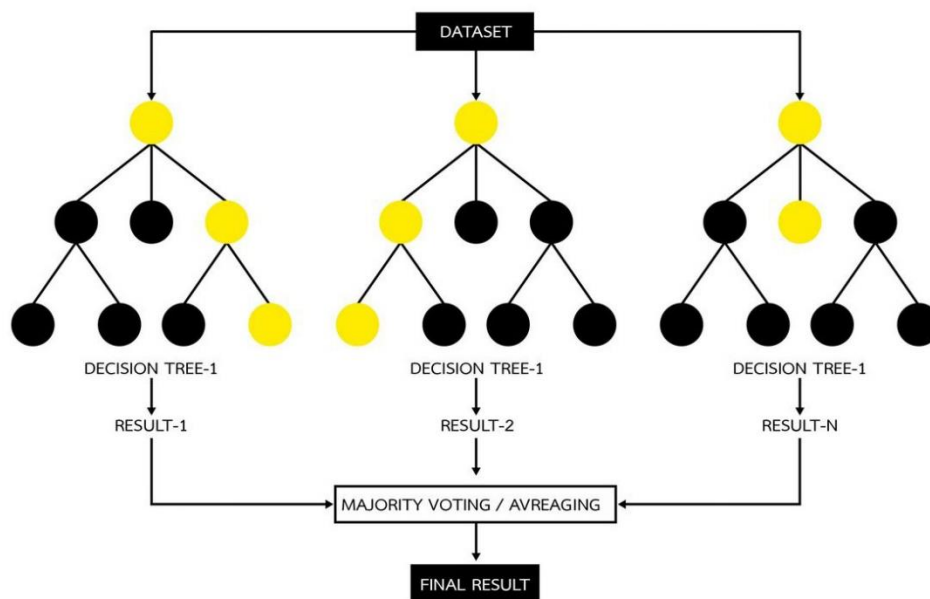
เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้วิเคราะห์เหตุการณ์ หรือสถานการณ์เพื่อการตัดสินใจได้อย่างเป็นระบบและรวดเร็ว ซึ่งจะแสดงออกมาในรูปแบบของโครงสร้างต้นไม้โดยประกอบไปด้วยกฎในทางรูปแบบ “ถ้าเงื่อนไข แล้ว คำตอบ” โดยโครงสร้างต้นไม้มีคุณลักษณะคล้ายคลึงกับต้นไม้กลับด้าน โดยโหนดแรกสุดซึ่งเป็นรากต้นไม้ (Root node) โดยโหนดแสดงคุณลักษณะ (Attribute) ก็จะแสดงค่าผลทดสอบและโหนดใบ (Leaf node) โดยคลาสกำหนด [9] แสดงดังภาพ 5



ภาพที่ 5: ตัวอย่างแผนภาพต้นไม้ของเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

4.3 เทคนิคต้นไม้ป่าสุ่ม (Random Forest)

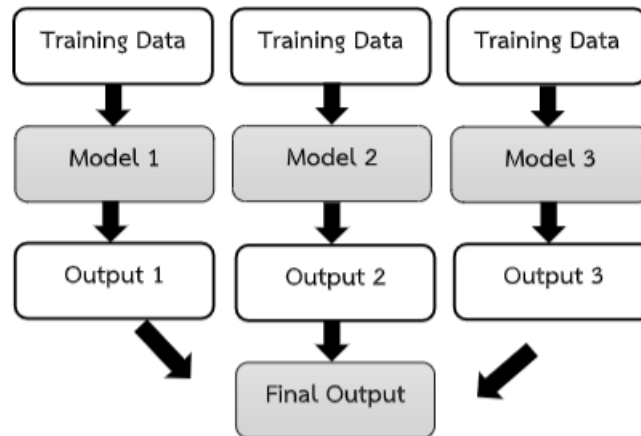
เทคนิคต้นไม้ป่าสุ่ม เป็นเทคนิคพัฒนาต่อยอดมาจาก เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ โดยจะมีการเพิ่มจำนวนต้นไม้ (Tree) เป็นหลาย ๆ ต้น แต่ละต้นจะได้รับคุณลักษณะ (Feature) และข้อมูล (Data) ที่ไม่เหมือนกันทั้งหมด เพื่อให้ได้ต้นไม้ที่มีหลายรูปแบบ และอิสระต่อกันมาก ทำให้ประสิทธิภาพของการทำนายสูงขึ้น องค์ประกอบของเทคนิคการสุ่มป่าไม้จะถูกกำหนดด้วย 3 ส่วนดังนี้ 1) ต้นไม้ทุกต้นจะฝึกสอน (Train) ด้วยวิธีการนำข้อมูลมาย่อยของข้อมูลหลัก 2) เมื่อต้นไม้เริ่มมีขนาดใหญ่มากขึ้นก็จะสามารถค้นหาโหนด (Node) ในแต่ละโหนดที่อยู่ในกิ่งที่ดีมากที่สุดโดยใช้หลักวิธีสุ่ม เลือกคุณลักษณะ N 3) ต้นไม้ทุกต้นจะไม่ทำการทิ้ง แต่จะทำให้ต้นไม้มีขนาดใหญ่มากขึ้นไปเรื่อย ๆ จนได้คำตอบที่ดีมากที่สุดหลังการสร้างป่า จากนั้นจะทำการให้คะแนน (Vote) โดยต้นไม้ในป่า หากต้นไม้ใดได้คะแนนมากที่สุดก็นำต้นไม้มาสร้างเป็นตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ต่อไป [10] ดังแสดงดังภาพ 6



ภาพที่ 6: ตัวอย่างการทำงานของเทคนิคต้นไม้ป่าสุ่ม (Random Forest)

4.4 เทคนิควิธีการรวมกลุ่ม (Vote Ensemble)

เทคนิคการรวมกลุ่มเป็นวิธีการหนึ่งของเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง Machine Learning ซึ่งแนวความคิดเกิดจากการรวมกลุ่มของเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลตั้งแต่ 2 เทคนิคหรือมากกว่า เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดมาช่วยในการหาผลลัพธ์ เพื่อแก้ปัญหาเดียวกันและผลที่ได้จะมีความแม่นยำมากกว่าการใช้โมเดลแบบเดี่ยว ๆ โดยทั่วไปประสิทธิภาพการรวมกลุ่มจะขึ้นอยู่กับความแม่นยำและรูปแบบที่หลากหลายของเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลที่ใช้ ซึ่งเทคนิควิธีการรวมกลุ่มนั้น สามารถสร้างได้หลากหลายและลดความบกพร่องที่จะเกิดจากความแปรปรวนได้ สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลจำนวน 3 เทคนิคในการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์โอกาสการเป็นโรคมะเร็งปอดด้วยเทคนิควิธีการรวมกลุ่ม ได้แก่ เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ และเทคนิคต้นไม้ป่าสุ่ม และทำการเลือกค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับตัวแบบการจำแนกประเภทข้อมูล เพื่อให้เทคนิควิธีการรวมกลุ่มมีประสิทธิภาพสูงขึ้น [9] ดังแสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7: รูปแบบการทำงานของเทคนิควิธีการรวมกลุ่ม (Vote Ensemble)

5. การประเมินผล (Evaluation)

ผู้วิจัยทำการแบ่งชุดข้อมูลจำนวน 2 กลุ่ม ด้วยวิธีการ 10-fold cross validation โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 10 กลุ่มเท่า ๆ กัน เพื่อใช้สำหรับเป็นข้อมูลในการสอนและข้อมูลที่ใช้สำหรับการทดสอบตัวแบบ และทำการทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบด้วยค่าความแม่นยำ (Accuracy) ค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) ค่าความไว (Sensitivity) ค่าจำเพาะ (Specificity) และค่าทำนายผลบวก (Positive predictive value) [9] ดังสมการที่ 1-5 ดังนี้

5.1 ค่าความแม่นยำ (Accuracy) คือ ค่าที่ตัวแบบสามารถพยากรณ์ผู้ป่วยที่จะเกิดโรค และไม่เกิดโรคของข้อมูลทั้งหมดอย่างถูกต้อง ดังสมการที่ 1

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

5.2 ค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) คือ ค่าที่กำเนิดจากการเปรียบเทียบโดย ค่า Precision และ ค่า Recall ในคลาสเป้าหมาย ดังสมการที่ 2-3

$$\text{F-measure คลาสเป้าหมาย YES} = \frac{(2 * \text{Precision(YES)} * \text{Recall (YES)})}{(\text{Precision(YES)} + \text{Recall (YES)})} \quad (2)$$

$$\text{F-measure คลาสเป้าหมาย NO} = \frac{(2 * \text{Precision(YES)} * \text{Recall (YES)})}{(\text{Precision(YES)} + \text{Recall (YES)})} \quad (3)$$

5.3 ค่าความไว (Sensitivity) คือ ค่าที่ตัวแบบที่สามารถนำไปพยากรณ์ข้อมูลของผู้ป่วยที่เกิดโรคได้ถูกต้องต่อผู้ป่วยที่เกิดเป็นโรคจริง ดังสมการที่ 4

$$\text{Sensitivity} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (4)$$

5.4 ค่าจำเพาะ (Specificity) คือ ค่าที่ตัวแบบที่สามารถพยากรณ์ข้อมูลของผู้ป่วยที่ยังไม่เกิดโรคได้ถูกต้องต่อผู้ป่วยที่พยากรณ์สาเหตุเกิดโรค ดังสมการที่ 5

$$\text{Specificity} = \frac{\text{TN}}{\text{TN} + \text{FP}} \quad (5)$$

5.5 ค่าทำนายผลบวก (Positive predictive value) คือ ค่าของตัวแบบที่ทำนายให้ถูกต้อง คำนวณจากจำนวนข้อมูลที่ทำนายถูกในคลาสนั้น จำนวนข้อมูลทั้งหมดที่ทำนายให้ผลลัพธ์เดียวกันในคลาสนั้น ดังสมการที่ 6-7

$$\text{PPV ของคลาสเป้าหมาย YES} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FP}} \quad (6)$$

$$\text{PPV ของคลาสเป้าหมาย NO} = \frac{\text{TN}}{\text{TN} + \text{FP}} \quad (7)$$

โดยที่ True Positive (TP) คือ ค่าคลาสของเป้าหมายคือ Yes และแบบพยากรณ์ว่า Yes

False Negatives (FN) คือ ค่าคลาสของเป้าหมายคือ Yes และแบบพยากรณ์ว่า No

True Negatives (TN) คือ ค่าคลาสของเป้าหมายคือ No และแบบพยากรณ์ว่า No

False Positive (FP) คือ ค่าคลาสของเป้าหมายคือ No และแบบพยากรณ์ว่า Yes

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเพิ่มประสิทธิภาพของตัวแบบการพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคมะเร็งปอดด้วยวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ด้วยวิธีด้านวิวัฒนาการ (Evolutionary Algorithms) เพื่อค้นหาค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับชุดของพารามิเตอร์ในแต่ละตัวแบบ [11] โดยในเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด ได้ทำการหาค่าที่เหมาะสมสำหรับพารามิเตอร์ k เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ได้ทำการหาค่าที่เหมาะสมสำหรับพารามิเตอร์ค่าความลึกของต้นไม้แต่ละต้นของเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ เทคนิคต้นไม้ป่าสุ่ม ได้ทำการหาค่าที่เหมาะสมสำหรับพารามิเตอร์จำนวนต้นไม้ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเทคนิคต้นไม้ป่าสุ่ม และเทคนิควิธีการรวมกลุ่ม (Vote Ensemble) โดยผู้วิจัยทำการหาค่าที่เหมาะสมสำหรับพารามิเตอร์ของ 3 เทคนิคที่อยู่ภายในเทคนิควิธีการรวมกลุ่มด้วยวิธีการเดียวกันดังที่กล่าวมาข้างต้น

6. การนำไปใช้งาน (Deployment)

เมื่อทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐานในการทำเหมืองข้อมูล (CRISP-DM) ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า เทคนิคที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการสร้างตัวแบบการพยากรณ์โรคมะเร็งปอด คือ เทคนิควิธีการรวมกลุ่ม ซึ่งจากผลลัพธ์ของการสร้างแบบจำลองนี้สามารถนำไปใช้สำหรับการพยากรณ์โอกาสการเป็นโรคมะเร็งปอดในประเทศไทย เพื่อช่วยในการคัดกรองผู้ป่วยเบื้องต้นก่อนถึงมือแพทย์ และการวางแผนรักษาเบื้องต้นจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านโรคมะเร็งได้

ผลการวิเคราะห์

งานวิจัยนี้ได้นำข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลทำให้เกิดการเป็นโรคมะเร็งปอด 15 ตัวแปร มาทำการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์โรคมะเร็งปอดมาศึกษาตามกระบวนการมาตรฐานในการทำเหมืองข้อมูล (CRISP-DM) เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคมะเร็งปอด โดยผู้วิจัยทำการแบ่งชุดข้อมูลจำนวน 2 ส่วน ส่วนละ 10 กลุ่มเท่า ๆ กัน ด้วยวิธีการ 10-fold Cross validation สำหรับการแบ่งข้อมูลออกเป็นข้อมูลสำหรับการสร้างแบบจำลองและข้อมูลสำหรับการทดสอบตัวแบบ โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล 4 เทคนิค ประกอบด้วย เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ เทคนิคต้นไม้ป่าสุ่ม และเทคนิควิธีการรวมกลุ่ม จากนั้นทำการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยค่า 5 ค่า ได้แก่ ค่าความแม่นยำ ค่าประสิทธิภาพโดยรวม ค่าความไว ค่าจำเพาะ และค่าทำนายผลบวก เพื่อหาตัวแบบที่มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคมะเร็งปอด ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเพิ่มประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคมะเร็งปอดด้วยวิธีการหาค่าที่เหมาะสมสำหรับพารามิเตอร์ในแต่ละเทคนิค ซึ่งผลลัพธ์ของการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละเทคนิค ได้ค่าดังนี้ โดยเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด ค่า k ที่ทำให้ประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากับ 2 เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ค่าความลึกของต้นไม้แต่ละต้นของเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ที่ทำให้ประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากับ 8 เทคนิคต้นไม้ป่าสุ่ม จำนวนต้นไม้ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเทคนิคต้นไม้ป่าสุ่ม ที่ทำให้ประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากับ 6 และเทคนิควิธีการรวมกลุ่มที่มีการรวมกลุ่มของ 3 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ และเทคนิคต้นไม้ป่าสุ่ม โดยมีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับพารามิเตอร์ของ 3 เทคนิค คือ เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดค่า k ที่ทำให้ประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากับ 10 เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ค่าความลึกของต้นไม้แต่ละต้นของเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ที่ทำให้ประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากับ 6 และเทคนิคต้นไม้ป่าสุ่ม ค่าจำนวนต้นไม้ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเทคนิคต้นไม้ป่าสุ่ม ที่ทำให้ประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากับ 9 ดังแสดงผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: การเปรียบเทียบค่าทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบสำหรับการพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคมะเร็งปอด

Classification techniques	Classification performance				
	Accuracy (%)	F-measure (%)	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Positive predictive value (%)
k-Nearest Neighbors	90.28%	55.88%	49.17%	96.32%	88.89%
Decision Tree	87.66%	52.50%	54.17%	92.55%	50.33%
Random Forest	90.92%	61.11%	56.67%	95.94%	67.50%
Vote Ensemble*	91.57%	60.61%	51.67%	97.42%	73.08%

* คือ เทคนิคที่มีความเหมาะสมสำหรับนำมาสร้างตัวแบบการพยากรณ์โอกาสเกิดโรคมะเร็งปอดจาก

จากตาราง 2 พบว่า เทคนิควิธีการรวมกลุ่ม เป็นเทคนิคที่ให้ค่าความแม่นยำสูงสุด โดยมีค่าเท่ากับ 91.57% รองลงมาคือเทคนิคต้นไม้ป่าสุ่ม มีค่าความแม่นยำ เท่ากับ 90.92% และเทคนิคที่ให้ค่าความแม่นยำน้อยที่สุด คือ เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ โดยให้ค่าความแม่นยำ เท่ากับ 87.66%

ผลสรุปการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเทคนิคเหมืองข้อมูล โดยการสร้างตัวแบบเพื่อพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคมะเร็งปอด ซึ่งได้ข้อมูลจาก TETSUYA SASAKI [8] จำนวนข้อมูลทั้งหมด 310 แถว 16 ตัวแปร และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามมาตรฐานในการทำเหมืองข้อมูล (CRISP-DM) การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ผู้วิจัยทำการแบ่งชุดข้อมูลจำนวน 2 กลุ่ม ด้วยวิธีการ 10-fold Cross validation โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 10 กลุ่มเท่า ๆ กัน สำหรับข้อมูลสอนและข้อมูลทดสอบ แต่เนื่องจากข้อมูลที่ผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์เป็นข้อมูลแบบไม่สมดุล (Imbalance Data) ในปัจจุบันมีหลายวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาข้อมูลไม่สมดุล เช่น วิธี SMOTE และ Resampling เป็นต้น ซึ่งอยู่นอกขอบเขตของงานวิจัยนี้ โดยผู้วิจัยจะทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต สำหรับในงานวิจัยนี้ ส่วนข้อมูลที่เป็นข้อมูลไม่สมดุลแบบมือ (Manual) ร่วมกับวิธีการ 10-fold Cross validation โดยแยกข้อมูลที่อยู่ในกลุ่มเป็นโรค กับไม่เป็นโรค มาทำการแบ่ง 10 ส่วนแยกจากกัน แล้วนำข้อมูลมาผสมกันก่อนนำไปใช้เป็นชุดข้อมูลทดสอบป้อนให้กับโมเดลอีกครั้ง และทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลทั้งหมด 4 เทคนิคประกอบด้วย เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ เทคนิคต้นไม้ป่าสุ่ม มาใช้ในการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ และทำการเพิ่มประสิทธิภาพของตัวแบบด้วยวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ด้วยวิธีด้านวิวัฒนาการ (Evolutionary Algorithms) เพื่อค้นหาค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับชุดของพารามิเตอร์ในแต่ละตัวแบบและทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูล โดยนำผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้มาสร้างตัวแบบเพื่อพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคมะเร็งปอด เพื่อช่วยคัดกรองผู้ป่วยเบื้องต้นก่อนถึงมือแพทย์และวางแผนการรักษาจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านโรคมะเร็งต่อไป นอกจากนี้ยังสามารถนำตัวแบบที่มีความแม่นยำนี้ไปพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศเพื่อพยากรณ์ผู้ป่วยมะเร็งปอดที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า เทคนิควิธีการรวมกลุ่ม เป็นเทคนิคที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคมะเร็งปอด โดยค่าความแม่นยำมากที่สุดถึง 91.57% อยู่ระดับสูงมาก ค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 60.61% อยู่ระดับปานกลาง ค่าความไว เท่ากับ 51.67% อยู่ระดับปานกลาง และค่าจำเพาะ เท่ากับ 97.42% อยู่ระดับสูงมาก ค่าทำนายผลบวก เท่ากับ 73.08% อยู่ระดับสูง ซึ่งมีค่าสูงที่สุดเมื่อเทียบกับเทคนิคอื่น ๆ และสอดคล้องเกี่ยวกับงานวิจัยของ จิราภา เลหาหะวรรณ [12] ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลในการจำแนกและคัดเลือกแขนงวิชาสำหรับนักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มีความแม่นยำสูงถึง 86.67% และงานวิจัยของ พิษณุ พรมลา [13] ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ความพึงพอใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการวิเคราะห์ความรู้สึกโดยใช้เทคนิควิธีการรวมกลุ่มเพื่อจำแนกข้อมูล ความแม่นยำสูงถึง 89.06% ซึ่งเปรียบเทียบแล้วมีค่ามากกว่า 91.57%

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้สามารถใช้ได้เฉพาะชุดข้อมูลที่ผู้วิจัยนำมาศึกษาเท่านั้น หากมีผู้ที่สนใจศึกษาการสร้างตัวแบบนี้สำหรับการพยากรณ์โรคมะเร็งปอดต่อในอนาคต ควรมีการใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากเทคนิคที่ผู้วิจัยได้ใช้ในงานครั้งนี้ เพื่อนำไปสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ หรือเพิ่มตัวแปรอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อการเป็นโรคมะเร็งปอดที่ยังไม่ได้นำมาศึกษาในครั้งนี้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการเอื้อเฟื้อข้อมูลที่เป็นประโยชน์จาก TETSUYA SASAKI เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพนธ์พัทธ์ เมืองโคตร ที่ให้ความอนุเคราะห์ ชี้แนะแนวทางให้คำแนะนำปรึกษาตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี และคณะกรรมการบัญชีและการจัดการมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้การสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- 1 World Health Organization, Cancer fact sheets, lung cancer [อินเทอร์เน็ต]. 2020 [เข้าถึงเมื่อ 7 ธันวาคม 2565]. เข้าถึงจาก : <http://gco.iarc.fr/today/fact-sheets-cancers>
- 2 Virani S, Bilheem S, Chansaard W, Chitapanarux I, Daoprasert K, Khuanchana S, et al. National and subnational population-based incidence of cancer in thailand: Assessing cancers with the highest burdens. *Cancers (Basel)*. 2017;9(8).
- 3 National Cancer Institute. Hospital cancer registration B.E.2561.National Cancer Institute. Department of Medical Services. The Ministry of Public Health. 2019.
- 4 Non-Small Cell Lung Cancer Collaborative Group. Chemotherapy in non-small cell lung cancer: a meta-analysis using updated data on individual patients from 52 randomised clinical trials. *Bmj*, 1995, 311.7010: 899-909.
- 5 Ciuleanu T, Brodowicz T, Zielinski C et al. Maintenance pemetrexed plus best supportive care versus placebo plus best supportive care for non-small-cell lung cancer: a randomised, double-blind, phase 3 study. *Lancet* 2009; 374: 1432-1440.
- 6 Schiller JH, Harrington D, Belani CP, Langer C, Sandler A, Krook J, et al. Comparison of four chemotherapy regimens for advanced non-small-cell lung cancer. *N Engl J Med*. 2002; 346(2): 92-8.
- 7 วรลักษณ์. วิชพัฒน์, ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสียชีวิต และอัตราการรอดชีวิตในผู้ป่วยโรคมะเร็งปอดชนิดเซลล์ขนาดเล็กระยะแพร่กระจายที่ได้รับการวินิจฉัยและรักษาที่โรงพยาบาลสระบุรี. *วารสารกรมการแพทย์*, 2563, หน้า 182-192.
- 8 TETSUYA SASAKI. Survey lung cancer. [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 7 ธันวาคม 2565]. เข้าถึงจาก : https://www.kaggle.com/code/sasakitetsuya/age-allergy-yellow-fingers-lung-cancer/data?fbclid=IwAR3wFRvO3S1F2V8FxpLmmmcuKKEtgDU8_ssA2wYZ_nE1Ut88f2nDymiV2No
- 9 อนุพงศ์ สุขประเสริฐ. คู่มือการทำเหมืองข้อมูลด้วยโปรแกรม RapidMiner Studio. พิมพ์ครั้งที่ 4. สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคามมหาสารคาม, 2564, หน้า 1-366

- 10 ศรธรรม หงส์พรหม และจันตรี ผลประเสริฐ. การทำนายระดับความยากจนจากของข้อมูลสำมะโนประชากรด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง. สารนิพนธ์ วท.ม.(เทคโนโลยีสารสนเทศ), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2563, หน้า 1-99.
- 11 ภรณ์ยา อามฤรัตน์ และพยุ่ง มีสัจ, การหาค่าเหมาะสมที่สุดที่มีหลายวัตถุประสงค์ด้วยขั้นตอนวิธีด้านวิวัฒนาการ. วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ, ปีที่ 8, ฉบับที่ 2, กรกฎาคม-ธันวาคม. 2555, หน้า 73-80.
- 12 จิราภา เลหาหวรนนท์ รชต ลิมสุทธีวันภูมิ และบัณฑิต ฐานะโสภณ. การใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลในการจำแนกและคัดเลือกแขนงวิชาสำหรับนักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ. วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศลาดกระบัง, 2558, หน้า 1-9.
- 13 พิษณุะ พรหมลา และจรัญ แสนราช. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ความพึงพอใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการวิเคราะห์ความรู้สึกโดยใช้เทคนิคการรวมกลุ่มเพื่อจำแนกข้อมูล. วารสารวิจัย มข. ฉบับบัณฑิตศึกษา, ปีที่ 20, ฉบับที่ 4, ตุลาคม-ธันวาคม. 2563, หน้า 140-149.

บทความวิจัย (Research Article)

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคัดแยกขยะขวดน้ำด้วยการเรียนรู้เชิงลึก Comparison of deep learning approach for water bottle waste Classification

ธีรภัทร์ จรเชื้อ¹ และ แสงดาว นพพิทักษ์^{1*}Thiraphat Chorakhe¹ and Sangdaow Noppitak^{1*}¹คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์¹Faculty of Science, Buriram Rajabhat University

*Corresponding author email sangdaow.np@bru.ac.th

วันที่รับบทความ (Received)

15 มีนาคม 2566

วันที่ได้รับบทความฉบับแก้ไข (Revised)

10 พฤษภาคม 2566

วันที่ตอบรับบทความ(Accepted)

29 มิถุนายน 2566

บทคัดย่อ

ปัญหาขยะขวดน้ำเป็นปัญหาสำคัญส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคัดแยกขยะขวดน้ำ โดยใช้การเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning) ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolution neural network) จากชุดข้อมูลขยะขวดน้ำ (Water bottle waste dataset) จำนวน 6 คลาส จำนวนทั้งสิ้น 841 ภาพ ขั้นตอนแรกเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเพื่อหาโมเดลที่ดีที่สุดจากโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน 3 สถาปัตยกรรม ได้แก่ EfficientNetV2B0, EfficientNetV2B1 และ EfficientNetV2B3 พบว่า EfficientNetV2B1 มีค่าความถูกต้อง (Accuracy) สูงที่สุด 98.30% จากนั้นปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยการเพิ่มเลเยอร์ในโครงข่ายที่มีการเชื่อมถึงกันหมด (Fully connected layer) กับสถาปัตยกรรมทั้ง 3 แบบ พบว่า ค่าความผิดพลาด (Loss) ของทั้ง 3 สถาปัตยกรรมลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีที่ไม่เพิ่มเลเยอร์ ซึ่ง EfficientNetV2B3 ด้วยวิธีเพิ่มเลเยอร์มีค่าความถูกต้องมากที่สุด 98.59% และขั้นตอนสุดท้ายได้นำโมเดลที่ดีที่สุดคือ EfficientNetV2B3 ไปทดสอบกับข้อมูลทดสอบ (Testing set) ได้ค่าความถูกต้อง 97.16% และค่าความผิดพลาด 0.08

คำสำคัญ : ขยะขวดน้ำ, โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน, การเรียนรู้เชิงลึก

Abstract

An used plastic water bottle is an important problem affect to the ecosystem. The aim of this research is to compare the efficiency in classification from datasets of the used plastic water bottle using Convolution Neural Network (CNN). The water bottle waste dataset consisted of 6 classes with a total of 841 images. First, a performance comparison was performed to find the best model from the three CNNs (EfficientNetV2B0, EfficientNetV2B1 and Efficient NetV2B3). EfficientNetV2B1 architecture has the highest accuracy of 98.30%. Then, it improves the three architectures' performance using adding layers to the fully connected layer. The experimental

results showed that the error of all three CNNs decreased compared to the method without adding layers. The highest accuracy achieves 98.59% from EfficientNetV2B3. Furthermore, EfficientNetV2B3 that the best model from the last experiment test on the testing dataset. The result of the highest accuracy was 97.16%, and the error was 0.08

Keywords: Water bottle waste, Convolution neural network, Deep learning

บทนำ

มลพิษของเสียเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่สุดในโลกสมัยใหม่ [1] ซึ่งปัญหาสิ่งแวดล้อมหลัก ๆ เกิดจากขวดพลาสติกที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม การนำขวดพลาสติกมารีไซเคิลนั้นเกิดขึ้นได้น้อย เนื่องจากการทิ้งขวดน้ำไม่เป็นที่และไม่มีมาตรการคัดแยกขวดพลาสติกในถังขยะ จึงทำให้ขวดน้ำพลาสติกเหล่านั้นไม่ถูกนำมารีไซเคิล ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมเป็นอย่างมาก [2] หากมีเครื่องมือที่ช่วยให้การคัดแยกขยะขวดพลาสติกถูกต้องและสะดวก เช่น ตู้คัดแยกขยะขวดพลาสติกนอกจากจะช่วยลดปัญหาขยะแล้ว ยังสามารถสร้างรายได้ให้กับผู้คนจากการนำขวดพลาสติกมาคัดแยกที่ตู้คัดแยกขยะขวดน้ำ [3]

ถึงแม้ปัจจุบันการคัดแยกขยะทำโดยมนุษย์ แต่ด้านการพัฒนางานวิจัยมีนักวิจัยส่วนหนึ่งที่มุ่งเน้นพัฒนาวิธีการจำแนกขยะอัตโนมัติ โดยใช้แนวทางการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) เช่น การเปรียบเทียบแนวทางการเรียนรู้ของเครื่องสำหรับการจำแนกขยะขวดน้ำ โดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolution neural network) และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support vector machine) พัฒนาโมเดลคัดแยกขยะขวดน้ำจากชุดข้อมูลขยะขวดน้ำพลาสติก จัดเก็บจากการถ่ายภาพซึ่งมีขนาด $2,352 \times 4,160$ พิกเซล ภายในชุดข้อมูลแบ่งเป็น 10 คลาส จำนวน 1,100 ภาพ ทั้งสองเทคนิคมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน แต่เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันมีความถูกต้องมากกว่าเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน โดยมีค่าความถูกต้องที่ 99% และ 94% ตามลำดับ [4] อีกทั้งงานวิจัยของ Chazhoor et al. (2022) ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกขยะจากโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน 6 สถาปัตยกรรม ได้แก่ Resnet-50, ResNeXt, MobileNet_v2, DenseNet, ShuffleNet และ AlexNet ฝึกการเรียนรู้จากโมเดลที่ผ่านการสอนแล้ว (Pre-trained model) ด้วย ImageNet ทดลองกับชุดข้อมูล WaDaBa plastic ประกอบด้วย 5 คลาส จำนวนทั้งหมด 4,000 ภาพ จาก 6 สถาปัตยกรรม ResNeXt มีประสิทธิภาพการจำแนกสูงสุด [5] จากงานวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เป็นวิธีการที่นิยมและมีประสิทธิภาพในการจำแนกขยะ [6] และจากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันสำหรับงานด้านการจำแนก เป็นการเปรียบเทียบ 5 สถาปัตยกรรม ได้แก่ ResNet, DenseNet, EfficientNetV2, Vision Transformer, และ VGGNet ผลการจำแนกทุกสถาปัตยกรรมมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน แต่ขนาดของโมเดลของสถาปัตยกรรม EfficientNetV2 มีขนาดเล็กที่สุด ซึ่งทำให้การเรียนรู้รวดเร็วกว่าสถาปัตยกรรมแบบอื่น ๆ [7]

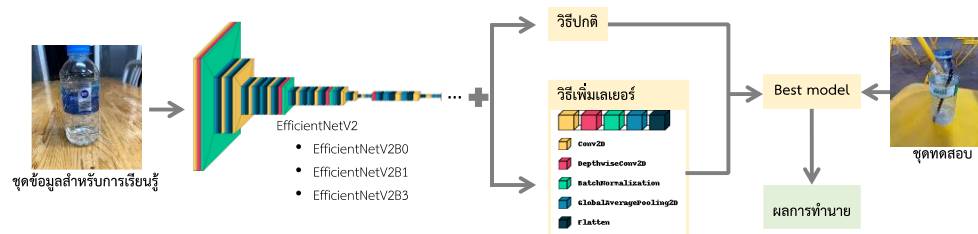
ดังนั้นงานวิจัยนี้ มุ่งเน้นเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกขยะขวดน้ำจากชุดข้อมูลขยะขวดน้ำ (Water bottle waste dataset) ด้วยสถาปัตยกรรม EfficientNetV2 [7] และปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยวิธีเพิ่มเลเยอร์ในโครงข่ายที่มีการเชื่อมถึงกันหมด (Fully connected layer) เพื่อหาโมเดลที่มีประสิทธิภาพสูงสุดที่สามารถนำไปพัฒนาเป็นเครื่องคัดแยกขยะขวดน้ำต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคัดแยกขยะขวดน้ำ โดยใช้การเรียนรู้เชิงลึกด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน

วิธีดำเนินการวิจัย

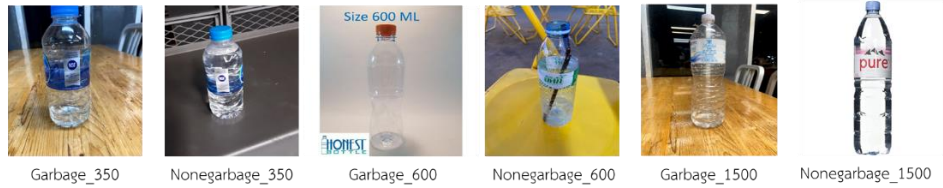
งานวิจัยนี้ เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกขยะขวดน้ำจากชุดข้อมูลขยะขวดน้ำ (Water bottle waste dataset) ที่สร้างขึ้นแบ่งเป็น 6 คลาส จำแนกด้วยสถาปัตยกรรม EfficientNetV2 ขั้นแรกเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน 3 สถาปัตยกรรมเพื่อหาโมเดลที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด จากนั้นปรับปรุงประสิทธิภาพโดยการเพิ่มเลเยอร์ในโครงข่ายที่มีการเชื่อมถึงกันหมด และทดสอบกับข้อมูลทดสอบ ดังภาพที่ 1 กรอบการวิจัยการคัดแยกขยะขวดน้ำด้วยการเรียนรู้เชิงลึก



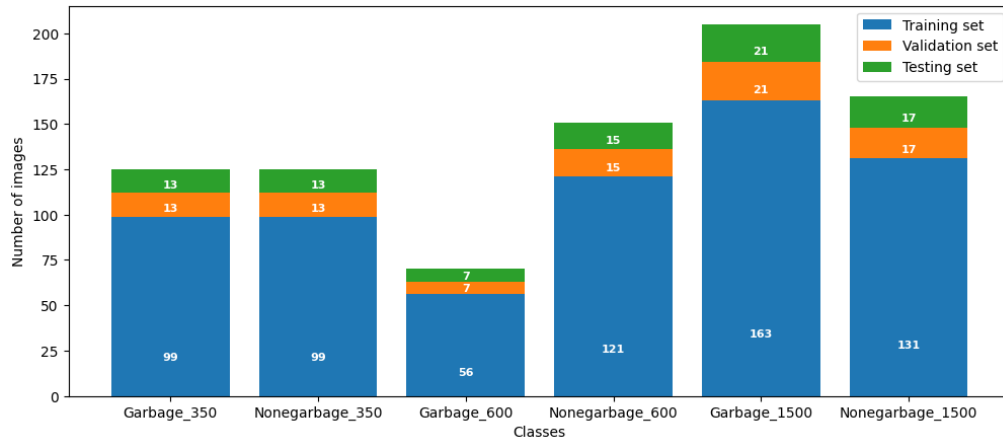
ภาพที่ 1: กรอบการวิจัยการคัดแยกขยะขวดน้ำด้วยการเรียนรู้เชิงลึก

1. สร้างชุดข้อมูล

งานวิจัยครั้งนี้ ได้สร้างชุดข้อมูลขยะขวดน้ำ (Water bottle waste dataset) จากการถ่ายภาพขวดน้ำพลาสติก โดยมีขนาดภาพ 1080×1920 พิกเซล และสับคั่นจากอินเทอร์เน็ต แบ่งออกเป็น 6 คลาส ได้แก่ คลาสที่เป็นขยะขวดน้ำขนาด 350 มิลลิลิตร (Garbage_350) คลาสที่ไม่เป็นขยะขวดน้ำขนาด 350 มิลลิลิตร (Nonegarbage_350) คลาสที่เป็นขยะขวดน้ำขนาด 600 มิลลิลิตร (Garbage_600) คลาสที่ไม่เป็นขยะขวดน้ำขนาด 600 มิลลิลิตร (Nonegarbage_600) คลาสที่เป็นขยะขวดน้ำขนาด 1500 มิลลิลิตร (Garbage_1500) และคลาที่ไม่เป็นขยะขวดน้ำขนาด 1500 มิลลิลิตร (Nonegarbage_1500) ดังภาพที่ 2 ก) รวมจำนวนทั้งหมด 841 ภาพโดยแบ่งเป็นชุดการเรียนรู้ (Training set) 80% หรือเท่ากับ 669 ภาพ และชุดสำหรับตรวจสอบ (Validation set) 10% หรือเท่ากับ 86 ภาพ และชุดทดสอบ (Testing set) 10% หรือเท่ากับ 86 ภาพ ดังภาพที่ 2 ข) การกำหนดคลาสที่เป็นขยะขวดน้ำ ใช้ภาพที่เป็นขวดเปล่าหรือมีน้ำเหลือที่ก้นขวดเพียงเล็กน้อย และคลาสที่ไม่เป็นขยะขวดน้ำเป็นภาพที่มีน้ำเหลือในขวดปริมาณมากหรือมีหลอดภายในขวด



ก)



ข)

ภาพที่ 2: ชุดข้อมูลขยะขวดน้ำ ก) ตัวอย่างภาพในแต่ละคลาส และ ข) จำนวนภาพในแต่ละคลาส

2. การวัดประสิทธิภาพของโมเดล

2.1 ค่าความถูกต้อง

งานด้านการจำแนกภาพสามารถใช้การวัดค่าความถูกต้อง (Accuracy) ซึ่งเป็นการแสดงความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลที่มีความสอดคล้องตรงกันระหว่างจุดตรวจสอบกับข้อมูลอ้างอิง กล่าวคือพิจารณาโดยรวมของทุกชั้นข้อมูลที่จำแนกแล้วแสดงเป็นค่าความถูกต้องเดียว [8] ดังสมการ (1)

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

โดย True positive (TP) คือ จำนวนข้อมูลที่โมเดลทำนายได้อย่างถูกต้อง
 True negative (TN) คือ จำนวนข้อมูลที่โมเดลนั้นทำนายว่าไม่ถูกต้อง
 False positive (FP) คือ จำนวนข้อมูลที่ไม่ถูกต้องแต่โมเดลทำนายว่าข้อมูลนั้นถูกต้อง
 False negative (FN) คือจำนวนข้อมูลที่ถูกต้องแต่โมเดลทำนายว่าข้อมูลนั้นไม่ถูกต้อง

2.2 ค่าความผิดพลาด

ค่าความผิดพลาด (Loss) คือ ค่าคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นโดยคำนวณ ได้จากการหาผลต่างของค่าที่เป็นจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์ที่เป็นจริง [9] แสดงดังสมการ (2)

$$Loss = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (A - P)^2 \quad (2)$$

เป็นภาษาระดับสูงที่รองรับเครื่องมือมากมายซึ่งทำให้ง่ายต่อการใช้งานและการอ่านและเขียนโปรแกรมภาษาไพธอนง่ายกว่ามากเมื่อเทียบกับภาษาอื่น ๆ เช่น C++, Java และ C# โดยภาษาไพธอนช่วยให้การเขียนโปรแกรมนั้นมุ่งเน้นไปที่โซลูชันของการแก้ปัญหา มากกว่าไวยากรณ์ของภาษาไพธอน [13]

3.5 TensorFlow

TensorFlow คือ ไลบรารีสำหรับการสร้างโมเดลการเรียนรู้เชิงลึกที่พัฒนาโดยบริษัทกูเกิล รองรับการทำงานแบบประมวลผลร่วมกันหลาย ๆ เครื่องและสามารถใช้ GPU ในการประมวลผลได้ มีอัลกอริทึมสำหรับการสร้างโครงข่ายประสาทเทียมและการเรียนรู้เชิงลึกที่หลากหลาย โดยมีการนำไปประยุกต์ใช้กับงานวิจัยในหลายสาขาวิชา เช่น การรู้จำเสียง การประมวลผลภาพ และสร้างหุ่นยนต์ เป็นต้น ซึ่งการทำงานของ TensorFlow จะมีการสร้างกราฟสำหรับการประมวลผล [14]

3.6 Keras

Keras คือ ส่วนประกอบซอฟต์แวร์สองส่วนที่สามารถสื่อสารกันได้โดยใช้โปรโตคอลเดียวกัน รองรับการสร้างโมเดลการเรียนรู้ของเครื่องในรูปแบบโครงข่ายประสาทเทียม ตลอดจนการสร้างโมเดลการเรียนรู้เชิงลึก โดยมีข้อดี คือ ง่ายต่อการเขียนและทำความเข้าใจ มีการทำงานแยกเป็นส่วน ๆ สามารถแยกส่วนประกอบต่าง ๆ ในการสร้างโมเดล เช่น Neural layers, Cost functions, Optimizers และ Activation functions ประกอบกันเป็นโมเดลใหม่ได้ โดยการพัฒนาทั้งหมดต้องใช้ภาษาไพธอนในการพัฒนา [14]

3.7 Google colab

เป็นบริการจาก Google Research เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาโปรแกรมที่อนุญาตให้ผู้ใช้สามารถเขียนซอร์สโค้ด แก้ไข และเรียกใช้จากเบราว์เซอร์ได้ ซึ่งรองรับภาษาการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาไพธอน และเน้นงานด้านปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งการทดลองของงานวิจัยนี้ ใช้บริการของ Google colab pro โดยมีหน่วยประมวลผลกลาง คือ Intel(R) Xeon(R) CPU @ 2.20 GHz หน่วยความจำขนาด 32 GB และมีหน่วยประมวลผลภาพ Tesla T4 [15]

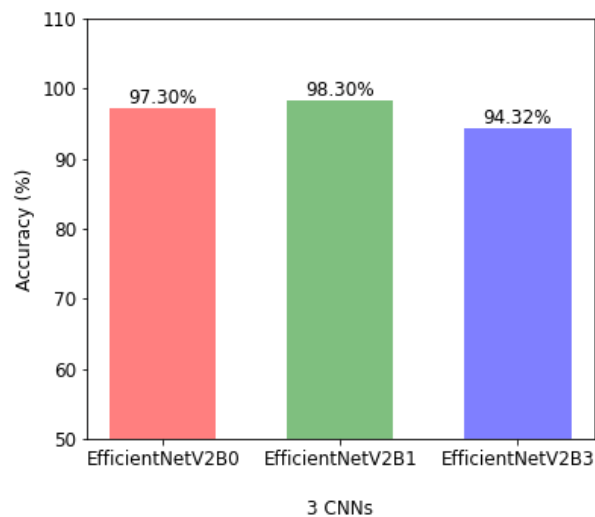
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคัดแยกขยะขวดน้ำด้วยการเรียนรู้เชิงลึก มีขั้นตอนการทดลอง 3 ขั้นตอน เริ่มจากการหาโมเดลที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดจากการเปรียบเทียบโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolution neural network: CNN) 3 สถาปัตยกรรม จากนั้นปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยการเพิ่มเลเยอร์ในโครงข่ายที่มีการเชื่อมถึงกันหมด (Fully connected layer) ของสถาปัตยกรรมทั้ง 3 แบบ และขั้นตอนสุดท้ายนำโมเดลที่ดีที่สุดไปทดสอบกับข้อมูลทดสอบ

1. ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดล

การทดลองในขั้นตอนนี้ ใช้บริการของ Google Colab [15] เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน 3 สถาปัตยกรรม ได้แก่ EfficientNetV2B0, EfficientNetV2B1 และ EfficientNetV2B3 ในการฝึกฝนโมเดลกับชุดข้อมูลขยะขวดน้ำ (Water bottle waste dataset) ด้วยชุดการเรียนรู้ (Training set) 80% และชุดสำหรับตรวจสอบ (Validation set) 10% ผ่านกระบวนการถ่ายทอดการเรียนรู้ (Transfer Learning) ด้วย ImageNet ซึ่งเป็นโมเดลที่ผ่านการสอนแล้ว (Pre-trained model) การกำหนดไฮเปอร์พารามิเตอร์สำหรับการเรียนรู้ ได้แก่ Optimizer เป็น Adam อัตราการเรียนรู้ (Learning rate) เท่ากับ 0.0001 และ Batch size มีขนาดเท่ากับ 8 และจำนวนในการฝึกฝนโมเดล (Epoch) 100 รอบ ฟังก์ชันคำนวณค่าความสูญเสีย (Loss function) กำหนดเป็น Categorical cross-entropy และฟังก์ชันกระตุ้น (Activation function) เป็น Softmax

จากการฝึกฝนโมเดลและประเมินค่าความถูกต้องกับชุดสำหรับตรวจสอบ พบว่า EfficientNetV2B1 มีค่าความถูกต้องสูงสุดที่ 98.30% ลำดับถัดมาเป็น EfficientNetV2B0 เท่ากับ 97.30% และ EfficientNetV2B3 มีค่าความถูกต้องต่ำสุด 94.32% ดังภาพที่ 4 และจากการเปรียบเทียบจำนวนพารามิเตอร์ พบว่า EfficientNetV2B3 มีจำนวนพารามิเตอร์มากที่สุด 12,930,622 ล้านพารามิเตอร์ ส่วน EfficientNetV2B0 และ EfficientNetV2B1 มีจำนวนพารามิเตอร์เท่ากันคือ 5,919,312 ล้านพารามิเตอร์ ดังตารางที่ 1



ภาพที่ 4: ประสิทธิภาพการคัดแยกขยะชนิดน้ำของ EfficientNetV2B0, EfficientNetV2B1 และ EfficientNetV2B3 ด้วยวิธีปกติ

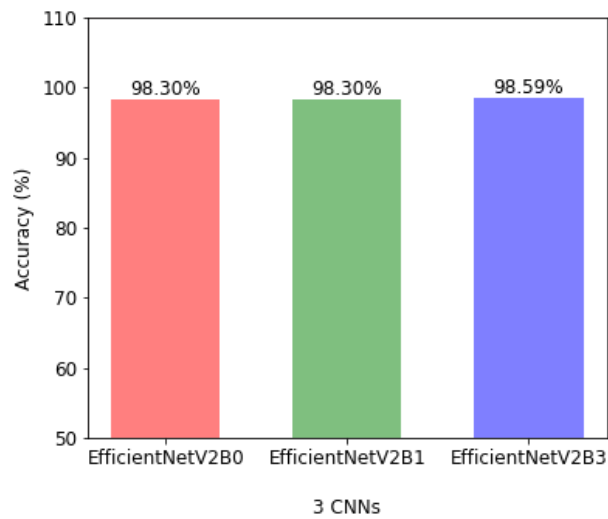
ตารางที่ 1: จำนวนพารามิเตอร์ของ EfficientNetV2B0, EfficientNetV2B1 และ EfficientNetV2B3 ด้วยวิธีปกติ

CNNs	จำนวนพารามิเตอร์ (M)
EfficientNetV2B0	5,919,312
EfficientNetV2B1	5,919,312
EfficientNetV2B3	12,930,622

2. ผลการเพิ่มประสิทธิภาพโมเดล

การทดลองในขั้นตอนนี้ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพโมเดลโดยการเพิ่มเลเยอร์ในโครงข่ายที่มีการเชื่อมถึงกันหมดของสถาปัตยกรรมทั้ง 3 แบบ เลเยอร์ที่ถูกเพิ่ม ได้แก่ Conv2D, BatchNormalization layer, DepthwiseConv2D, GlobalAveragePooling2D และ Flatten ในการฝึกฝนโมเดลใช้ภาพจากชุดการเรียนรู้ ชุดสำหรับตรวจสอบ และการกำหนดไฮเปอร์พารามิเตอร์สำหรับการเรียนรู้เหมือนกับขั้นตอนแรก

จากการฝึกฝนโมเดลและประเมินค่าความถูกต้องกับชุดสำหรับตรวจสอบ พบว่า EfficientNetV2B3 มีค่าความถูกต้องมากที่สุด 98.59% ส่วน EfficientNetV2B0 และ EfficientNetV2B1 ค่าความถูกต้องเท่ากัน 98.30% ดังภาพที่ 5 และจากการเปรียบเทียบจำนวนพารามิเตอร์ พบว่า EfficientNetV2B3 มีจำนวนพารามิเตอร์มากที่สุด 14,159,600 ล้านพารามิเตอร์ ส่วน EfficientNetV2B0 และ EfficientNetV2B1 มีจำนวนพารามิเตอร์เท่ากันคือ 6,943,490 ล้านพารามิเตอร์ ดังตารางที่ 2



ภาพที่ 5: ประสิทธิภาพการคัดแยกขยะขวดน้ำของ EfficientNetV2B0, EfficientNetV2B1 และ EfficientNetVB3 โดยการเพิ่มเลเยอร์

ตารางที่ 2: จำนวนพารามิเตอร์ของ EfficientNetV2B0, EfficientNetV2B1 และ EfficientNetVB3 ด้วยวิธีเพิ่มเลเยอร์

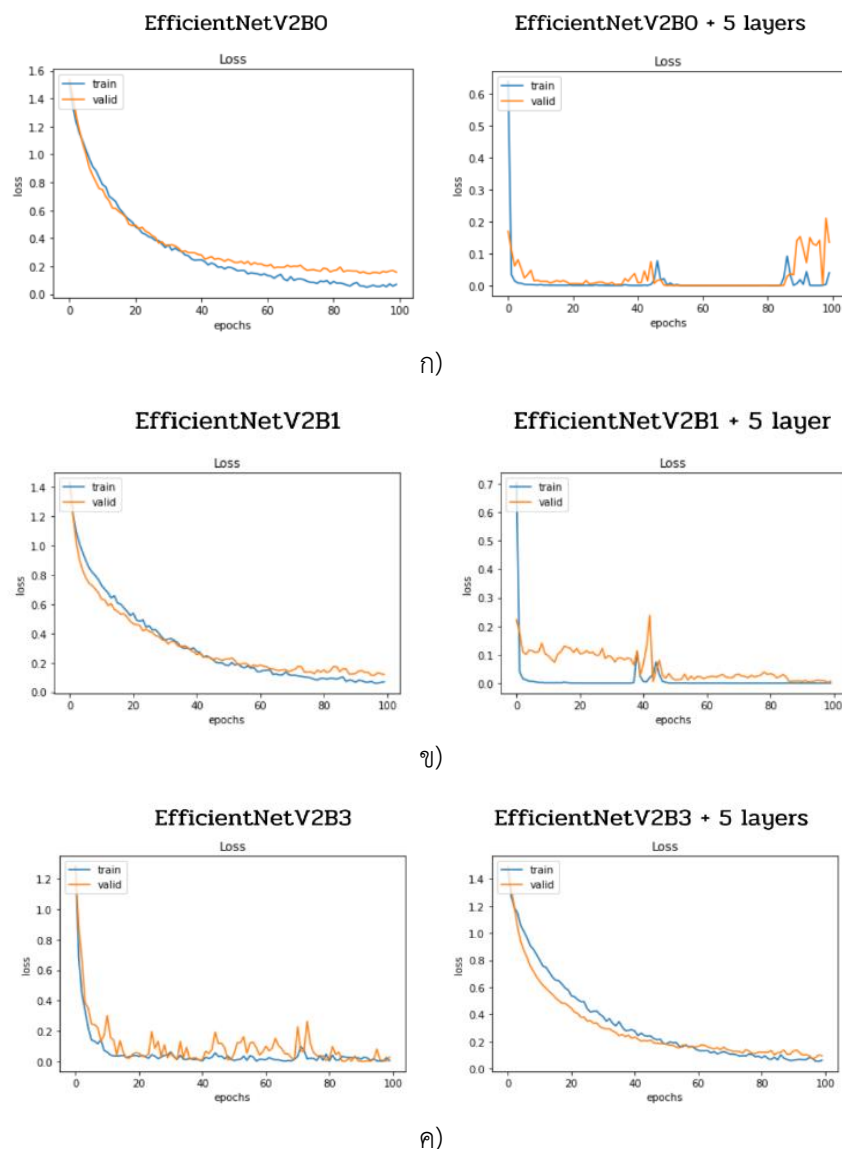
CNNs	จำนวนพารามิเตอร์ (M)
EfficientNetV2B0	6,943,490
EfficientNetV2B1	6,943,490
EfficientNetV2B3	14,159,600

ผลการทดลองด้วยวิธีการเพิ่มเลเยอร์ในโครงข่ายที่มีการเชื่อมถึงกันหมด 5 แบบ พบว่า ค่าความผิดพลาด (Loss) ของทั้ง 3 โมเดลลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีปกติ โดยค่าความผิดพลาดของ EfficientNetV2B0 จาก 0.08 ลดลงเหลือ 0.07 ค่าความผิดพลาดของ EfficientNetV2B1 จาก 0.13 ลดลงเหลือ 0.09 และค่าความผิดพลาดของ EfficientNetV2B3 จาก 0.23 ลดลงเหลือ 0.10 การใช้วิธีเพิ่มเลเยอร์ด้วย EfficientNetV2B0 มีค่าความผิดพลาดที่ต่ำสุดคือ 0.07 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ค่าความผิดพลาดระหว่างวิธีปกติและวิธีเพิ่มเลเยอร์ของ EfficientNetV2B0, EfficientNetV2B1 และ EfficientNetVB3

CNNs	ค่าความผิดพลาด	
	วิธีปกติ	วิธีเพิ่มเลเยอร์
EfficientNetV2B0	0.08	0.07
EfficientNetV2B1	0.13	0.09
EfficientNetV2B3	0.23	0.10

กราฟแสดงค่าความผิดพลาดจากการฝึกฝนโมเดลกับชุดข้อมูลการเรียนรู้และชุดข้อมูลสำหรับตรวจสอบของ 3 CNNs (EfficientNetV2B0, EfficientNetV2B1 และ EfficientNetV2B3) จากการทดลอง 2 วิธี ได้แก่ วิธีปกติ และวิธีเพิ่มเลเยอร์ในโครงข่ายที่มีการเชื่อมถึงกันหมด 5 แบบ พบว่า EfficientNetV2B0 มีค่าความผิดพลาดของวิธีเพิ่มเลเยอร์ลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีปกติ และแนวโน้มค่าความผิดพลาดของทั้ง 2 วิธีเพิ่มขึ้นเมื่อรอบการฝึกฝนเข้าใกล้ 100 ดังภาพที่ 6 ก) สำหรับ EfficientNetV2B1 มีค่าความผิดพลาดของวิธีเพิ่มเลเยอร์ลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีปกติ และค่าความผิดพลาดของวิธีเพิ่มเลเยอร์มีแนวโน้มลดลงเมื่อรอบการฝึกฝนเข้าใกล้ 100 ดังภาพที่ 6 ข) และ EfficientNetV2B3 มีค่าความผิดพลาดของวิธีปกติลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีเพิ่มเลเยอร์ และค่าความผิดพลาดของวิธีปกติมีแนวโน้มลดลงเมื่อรอบการฝึกฝนเข้าใกล้ 100 ดังภาพที่ 6 ค)

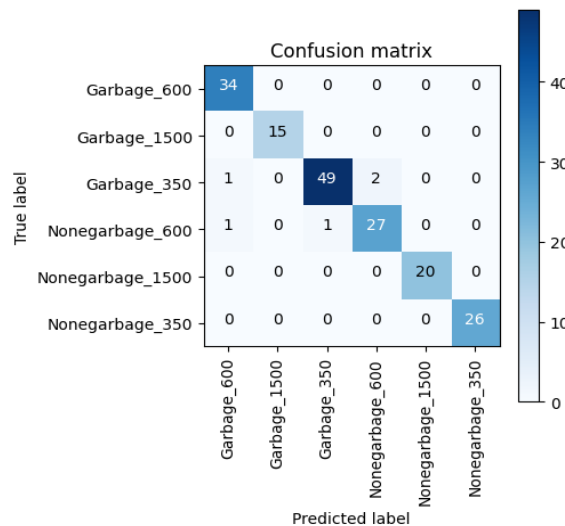


ภาพที่ 6: ค่าความผิดพลาดระหว่างวิธีปกติและวิธีเพิ่มเลเยอร์ของ EfficientNetV2B0, EfficientNetV2B1 และ EfficientNetVB3

3. ผลการประเมินประสิทธิภาพโมเดล

ผลจากการทดลองระหว่างวิธีปกติและวิธีเพิ่มเลเยอร์ในโครงข่ายที่มีการเชื่อมถึงกันหมด 5 แบบ พบว่า EfficientNetV2B3 ด้วยวิธีเพิ่มเลเยอร์มีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 98.59% เมื่อนำไปทดสอบกับชุดข้อมูลทดสอบ (Testing set) มีค่าความถูกต้อง 97.16% และค่าความผิดพลาด 0.08

แสดงผลลัพธ์การทำนายด้วย Confusion matrix ดังภาพที่ 7 พบว่า มี 2 คลาสที่ทำนายผิด คือ คลาส Nonegarbage_600 (ไม่เป็นขยะขวดน้ำขนาด 600 มิลลิลิตร) ทำนายเป็น คลาส Garbage_600 (ขยะขวดน้ำขนาด 600 มิลลิลิตร) 1 ภาพ คลาส Nonegarbage_600 (ไม่เป็นขยะขวดน้ำขนาด 600 มิลลิลิตร) ทำนายเป็นคลาส Garbage_350 (ขยะขวดน้ำขนาด 350 มิลลิลิตร) 1 ภาพ คลาส Garbage_350 (ขยะขวดน้ำขนาด 350 มิลลิลิตร) ทำนายเป็นคลาส Garbage_600 (ขยะขวดน้ำขนาด 600 มิลลิลิตร) 1 ภาพ และคลาส Garbage_350 (ขยะขวดน้ำขนาด 350 มิลลิลิตร) ทำนายเป็นคลาส Nonegarbage_600 (ไม่เป็นขยะขวดน้ำขนาด 600 มิลลิลิตร) 2 ภาพ เนื่องจากระดับน้ำในขวดน้ำมีการสะท้อนแสงและเงาในภาพ ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนไปจากรูปแบบเดิมของภาพ จึงทำให้รูปแบบของขยะขวดน้ำในแต่ละคลาสมีความคล้ายคลึงกัน



ภาพที่ 7: ประสิทธิภาพการคัดแยกขยะขวดน้ำของ EfficientNetV2B3

สรุปผล

งานวิจัยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคัดแยกขยะขวดน้ำด้วยการเรียนรู้เชิงลึก มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคัดแยกขยะขวดน้ำกับชุดข้อมูลขยะขวดน้ำ (Water bottle waste datasets) จำนวน 6 คลาส จากภาพถ่ายจำนวนทั้งสิ้น 841 ภาพ โดยใช้การเรียนรู้เชิงลึกด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน มีขั้นตอนการทดลอง 3 ขั้นตอน ได้แก่ เปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดล เพิ่มประสิทธิภาพโมเดล และการประเมินประสิทธิภาพโมเดล ขั้นแรกเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลของโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน 3 สถาปัตยกรรม ได้แก่ EfficientNetV2B0, EfficientNetV2B1 และ EfficientNetV2B3 ผลการทดลอง พบว่า EfficientNetV2B1 มีค่าความถูกต้องสูงที่สุด 98.30% และ EfficientNetV2B3 มีจำนวนพารามิเตอร์มากที่สุด 12,930,622 ล้านพารามิเตอร์ จากนั้นเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพโมเดลโดยการเพิ่มเลเยอร์ในโครงข่ายที่มีการเชื่อมถึง

กันหมดของสถาปัตยกรรมทั้ง 3 แบบ เลเยอร์ที่ถูกเพิ่ม ได้แก่ Conv2D, BatchNormalization layer, DepthwiseConv2D, GlobalAveragePooling2D และ Flatten จากการทดลองพบว่า EfficientNetV2B3 มีค่าความถูกต้องมากที่สุด 98.59% และ EfficientNetV2B3 มีจำนวนพารามิเตอร์มากที่สุด 14,159,600 ล้านพารามิเตอร์จากการผลการทดลองของทั้ง 2 วิธี พบว่า ค่าความถูกต้องสูงสุดของทั้ง 2 วิธีใกล้เคียงกัน โดยวิธีปกติ 98.30% (EfficientNetV2B1) และวิธีเพิ่มเลเยอร์ 98.59% (EfficientNetV2B3) แต่จากการเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดของทั้ง 2 วิธี พบว่า สถาปัตยกรรมทั้ง 3 แบบที่ใช้วิธีเพิ่มเลเยอร์มีค่าความผิดพลาดน้อยกว่าวิธีปกติ ซึ่ง EfficientNetV2B3 มีค่าความผิดพลาดลดลงจากวิธีปกติถึง 0.13 และ EfficientNetV2B0 ที่ใช้วิธีเพิ่มเลเยอร์มีค่าความผิดพลาดต่ำสุด 0.07 แสดงให้เห็นว่าวิธีเพิ่มเลเยอร์ไม่เหมาะสมกับทุกสถาปัตยกรรมแต่เหมาะกับสถาปัตยกรรมขนาดใหญ่ เช่น EfficientNetV2B3 แต่วิธีเพิ่มเลเยอร์ก็ทำให้จำนวนพารามิเตอร์ของทั้ง 3 สถาปัตยกรรมเพิ่มจากวิธีปกติ 1 ล้านพารามิเตอร์โดยประมาณ และในขั้นตอนสุดท้ายเป็นการประเมินประสิทธิภาพโมเดล เมื่อนำ EfficientNetV2B3 ไปทดสอบกับชุดข้อมูลทดสอบ (Testing set) มีค่าความถูกต้อง 97.16% และค่าความผิดพลาด 0.08 จากผลลัพธ์การทำนายด้วย Confusion matrix ผลการทำนายที่ผิดพลาดเกิดจากภาพขวดน้ำพลาสติกมีการสะท้อนของแสงและเงาทำให้ขนาดและลักษณะของภาพนั้นเกิดความคล้ายกันระหว่างคลาส

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยนี้สามารถคัดแยกขยะขวดน้ำกับขวดน้ำพลาสติก 3 ขนาด ได้แก่ ขนาด 350 มิลลิลิตร ขนาด 600 มิลลิลิตร และขนาด 1,500 มิลลิลิตร ไม่ได้ครอบคลุมขวดพลาสติกขนาดอื่นและขยะประเภทอื่น และเพื่อแก้ปัญหาผลการทำนายผิดพลาด งานวิจัยถัดไปอาจใช้เทคนิคการเพิ่มภาพ (Data augmentation) [16] เพื่อปรับแสงเงา, BatchNormalization [17], Weight Decay [18] และ Dropout [19]

เอกสารอ้างอิง

- 1 Majchrowska S, Mikołajczyk A, Ferlin M, Klawikowska Z, Plantykowski MA, Kwasigroch A, et al. Deep learning-based waste detection in natural and urban environments. Waste Management 2022;138:274–84. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.12.001>.
- 2 Armitage S, Awty-Carroll K, Clewley D, Martinez-Vicente V. Detection and classification of floating plastic litter using a vessel-mounted video camera and deep learning. Remote Sens (Basel) 2022;14:3425. <https://doi.org/10.3390/rs14143425>.
- 3 Sai Susanth G, Jenila Livingston LM, Agnel Livingston LGX. Garbage waste segregation using deep learning techniques. IOP Conf Ser Mater Sci Eng 2021;1012:012040. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1012/1/012040>.
- 4 Fadlil A, Umar R, Sunardi ., Nugroho AS. Comparison of machine learning approach for waste bottle classification. Emerging Science Journal 2022;6:1075–85. <https://doi.org/10.28991/ESJ-2022-06-05-011>.

- 5 Chazhoo AAP, Ho ESL, Gao B, Woo WL. Deep transfer learning benchmark for plastic waste classification. *Intelligence & Robotics* 2022;2:1–19. <https://doi.org/10.20517/ir.2021.15>.
- 6 Liu W, Ouyang H, Liu Q, Cai S, Wang C, Xie J, et al. Image recognition for garbage classification based on transfer learning and model fusion. *Math Probl Eng* 2022;2022:1–12. <https://doi.org/10.1155/2022/4793555>.
- 7 Tan M, Le Q V. EfficientNetV2: Smaller models and faster training. *Proceedings of the 38th International Conference on Machine Learning (PMLR)*, 2021;10096–10096.
- 8 ชลรวี หาญลำยวง. การคาดการณ์ดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยโดยใช้มะชินเลิร์นนิ่งเทคนิค. (สารนิพนธ์ปริญญาการจัดการมหาบัณฑิต). วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2562.
- 9 ภาณุพงษ์ ร่องอ้อ. ผลกระทบของการทำการสกัดคุณลักษณะของข้อมูลและการแทนที่ข้อมูลกับแบบจำลองพยากรณ์ฝุ่นละออง PM2.5 สำหรับบริเวณกรุงเทพมหานคร. (ปริญญาานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2562.
- 10 Zhao Z-Q, Zheng P, Xu S, Wu X. Object detection with deep learning: A review. *IEEE Trans Neural Netw Learn Syst* 2019;30:3212–32.
- 11 Simonyan K, Zisserman A. Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. *ArXiv Preprint ArXiv:14091556* 2014.
- 12 Tan M, Le Q. Efficientnet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks. *International conference on machine learning, PMLR*; 2019;6105–14.
- 13 Srinath KR. Python—the fastest growing programming language. *International Research Journal of Engineering and Technology* 2017;4:354–7.
- 14 เขียวศักดิ์ พลาคัยเลิศ, ธนิตา นุ่มนนท์. การเปรียบเทียบโมเดลการเรียนรู้ของเครื่องแบบต่าง ๆ สำหรับการทำนายราคาบิตคอยน์. *วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศลาดกระบัง* 2561;6:1–9.
- 15 Arantes PR, Polêto MD, Pedebos C, Ligabue-Braun R. Making it rain: Cloud-based molecular Simulations for everyone. *J Chem Inf Model* 2021;61:4852–6. <https://doi.org/10.1021/acs.jcim.1c00998>.
- 16 Lei C, Hu B, Wang D, Zhang S, Chen Z. A preliminary study on data augmentation of deep learning for image classification. *Proceedings of the 11th Asia-Pacific Symposium on Internetworking, New York, NY, USA: ACM*; 2019;1–6. <https://doi.org/10.1145/3361242.3361259>.
- 17 Zhu Q, He Z, Zhang T, Cui W. Improving classification performance of softmax loss function based on scalable batch-normalization. *Applied Sciences* 2020;10:2950. <https://doi.org/10.3390/app10082950>.
- 18 Bjorck J, Weinberger KQ, Gomes C. Understanding Decoupled and Early Weight Decay. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence* 2021;35:6777–85. <https://doi.org/10.1609/aaai.v35i8.16837>.

- 19 Garbin C, Zhu X, Marques O. Dropout vs. batch normalization: an empirical study of their impact to deep learning. *Multimed Tools Appl* 2020;79:12777–815. <https://doi.org/10.1007/s11042-019-08453-9>.

บทความวิจัย (Research Article)

ระบบสร้างแบบทดสอบไม่ซ้ำกัน พร้อมตรวจและรายงานผล เรื่อง คำคุณศัพท์เพื่อบอกลำดับ
ที่ของนาม ในรายวิชาภาษาอังกฤษ ระดับมัธยมต้นและบุคคลทั่วไป

Unique quiz creation system Ready to check and report results about Ordinal
Numeral Adjectives in English for Junior high school students and the public

เมธิชัย บุญยังรอด^{1*} และ พงษ์เทพ รักผกาวงศ์¹

Metichai Bunyungrod^{1*} and Phongthep Ruxpakawong¹

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

¹Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University

*Corresponding author email: metichai.b@psru.ac.th

วันที่รับบทความ (Received)

15 มีนาคม 2566

วันที่ได้รับบทความฉบับแก้ไข (Revised)

18 พฤษภาคม 2566

วันที่ตอบรับบทความ (Accepted)

12 กรกฎาคม 2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการสร้างแบบทดสอบ เรื่อง คำคุณศัพท์เพื่อบอกลำดับที่ของนาม เป็นเนื้อหาสำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมปีที่ 2 และบุคคลทั่วไป โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและสร้างแบบทดสอบ เรื่อง คำคุณศัพท์เพื่อบอก
ลำดับที่ของนาม และ 2) ตรวจคำตอบ ให้คะแนน พร้อมเฉลย แบบอัตโนมัติ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนั้นจะแบ่ง
ออกเป็น 2 ประเภท 1) ด้านฮาร์ดแวร์ คือ Laptop Asus Rog Strix G15 2) ซอฟต์แวร์ คือ 1.Google Docs
2.Google Drive 3. Google App script 4. Google Sheets 5.Google Slides และ 6. Gmail และ การดำเนินงาน
ของงานวิจัยนี้เป็นการสร้างแบบทดสอบแบบสุ่มทั้งหมด 1 ชุด ที่ประกอบด้วยโจทย์คำถามทั้งหมด 20 ข้อ โดยระบบ
จะทำการส่งแบบทดสอบไปให้ผู้ทดสอบทำการทดสอบ เมื่อสิ้นเวลาทำแบบทดสอบระบบจะปิดการแก้ไข และทำการ
ตรวจแบบทดสอบ จากนั้นจะแจ้งคะแนนหลังจากตรวจแล้วให้ผู้ทำแบบทดสอบทราบ โดยประโยชน์ที่ได้คือผู้ใช้จะได้
แบบทดสอบที่ไม่ซ้ำกันจำนวนหลาย ๆ ชุด และได้รับการตรวจอัตโนมัติโดยที่ไม่ต้องเสียเวลาตรวจด้วยตนเอง จากการ
ทดลองกลุ่มตัวอย่างจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ บุคคลทั่วไปจำนวน 101 คน และกลุ่มนักเรียนมัธยมชั้นปีที่ 2/2
จำนวน 38 คน ซึ่งบุคคลทั่วไปที่สนใจระบบใช้เวลาในการสร้างแบบทดสอบหนึ่งไฟล์ เฉลี่ย 41.46 วินาที และระบบ
ตรวจแบบทดสอบพร้อมทั้งรายงานผลคะแนนใช้เวลา เฉลี่ย 41.90 วินาที ผู้ทำแบบทดสอบมีผลคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ
30.24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.60 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 8.77 และกลุ่มตัวอย่างนักเรียนมัธยมชั้นปีที่
2/2 ระบบใช้เวลาในการสร้างทดสอบหนึ่งไฟล์เฉลี่ย 27.37 วินาที และระบบตรวจแบบทดสอบพร้อมทั้งรายงานผล
คะแนนใช้เวลาเฉลี่ย 25.94 วินาที ผู้ทำแบบทดสอบมีผลคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 25.94 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.85
และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 7.66

คำสำคัญ : แบบทดสอบ, คำคุณศัพท์บอกลำดับที่ของนาม, กูเกิลแอปสคริปต์

Abstract

This research aims to develop quizzes focusing on the topic of Ordinal Numeral Adjectives. The quizzes are designed for 8th grade students and the public. The objective is to design and develop quizzes on Ordinal Numeral Adjectives, evaluate answers, and automatically score the quizzes. Two types of tools were used during this research: Type 1) hardware: Asus Rog Strix G15 laptop and Type 2) software: 1. Google Docs, 2. Google Drive, 3. Google App Script, 4. Google Sheets, 5. Google Slides, and 6. Gmail. The research process involves generating a randomized quiz with 20 questions, which is then sent via the system to the test takers. Once the allotted time for the quiz has elapsed, the system disables the ability to edit the answers. The system then proceeds to check the quiz and notifies the test takers of their score. The main benefit of this approach is that the test takers receive multiple unique sets of quizzes, and these quizzes are automatically graded. This eliminates the need for manual evaluation, which results in saving valuable time. The experiment involved two sample groups: one group consisted of 101 individuals from the public and the other group consisted of 38 grade 2/2 junior high school students. It took the 101 individuals from the public an average of 41.46 seconds to create a single quiz file, while the system took an average of 41.90 seconds to evaluate the quiz and report the score. The average score obtained by the test takers was 30.24 points, representing a percentage of 75.60, with a standard deviation of 8.77. For the sample group consisting of grade 2/2 students, the average time to create a quiz file was 27.37 seconds. The system took an average of 25.94 seconds to evaluate the quiz and report the score. The average score obtained by these test takers was 25.94 points, representing a percentage of 64.85, with a standard deviation of 7.66.

Keywords: Quiz, Ordinal Number Adjective, Google App Script

บทนำ

ปัจจุบันภาษาอังกฤษนั้นมีความสำคัญในชีวิตประจำวัน ซึ่งผู้วิจัยได้หยิบยก เนื้อหาเรื่อง คำศัพท์บอกลำดับที่เป็นคำคุณศัพท์ประเภทหนึ่ง ในกลุ่มของคำศัพท์บอกจำนวนหรือลำดับที่ ซึ่งพบปัญหาว่ายังใช้คำบอกลำดับไม่ถูกต้องเพราะความสับสนระหว่างตัวเลขจำนวนนับ (Cardinal number) กับตัวเลขลำดับที่ (Ordinal number) วศินทิพย์ เรนวาลี และศุภสิทธิ์ ลิ้มเจริญ [1] และจากการเรียนในรายวิชาภาษาอังกฤษพื้นฐาน เนื้อหาเรื่อง คำศัพท์บอกลำดับที่ ปัญหาที่พบต่อมาก็คือประสิทธิภาพในการเรียนรู้ลดลงค่อนข้างมาก และการทดสอบวัดระดับความรู้ไม่สามารถควบคุมการลอกกันได้เนื่องจากโจทย์ที่มานั้นเหมือนกัน ทำให้ไม่เกิดกระบวนการความรู้ใหม่ ๆ เพื่อวัดการเรียนรู้ของผู้เรียน แบบทดสอบจึงเป็นส่วนหนึ่งที่นิยมใช้วัดและประเมินผลของผู้เรียน ซึ่งการออกแบบทดสอบหลาย ๆ ชุด ที่จะต้องคิดคำถามต่าง ๆ ที่ไม่ให้ซ้ำกันและการตรวจที่จะต้องใช้เวลาาน จากความสำคัญและปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบสร้างแบบทดสอบไม่ซ้ำกัน พร้อมตรวจและรายงานผล เรื่อง คำคุณศัพท์เพื่อบอกลำดับที่ของนาม ในรายวิชาภาษาอังกฤษ ระดับมัธยมต้นและบุคคลทั่วไป เพื่อให้ง่ายและสะดวกต่อผู้ทำแบบทดสอบ และ

ระยะเวลาสร้างแบบทดสอบที่ไม่ซ้ำกันและตรวจแบบทดสอบอัตโนมัติ โดยมีงานวิจัยที่สอดคล้องที่ผู้วิจัยนั้นสนใจ ได้แก่ กัลยาพร ม่วงเย็น และพงษ์เทพ รักผกาวงศ์ [2] สร้างแบบทดสอบคำเรียกสมาชิกครอบครัวรายวิชา ภาษาอังกฤษระดับประถมศึกษาจนถึงนักศึกษาระดับปริญญาตรี และ นัฐธิดา ทาใจ และพงษ์เทพ รักผกาวงศ์ [3] การสร้างแบบทดสอบไม่ซ้ำกัน เรื่องการบรรยายลักษณะของคน (ภาษาอังกฤษ)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ออกแบบและพัฒนาแบบทดสอบที่ไม่ซ้ำกัน เรื่อง คำคุณศัพท์เพื่อบอกลำดับที่ของนาม
2. ระบบตรวจคำตอบ ให้คะแนน พร้อมเฉลย อัตโนมัติสามารถทำงานได้ตามความต้องการของผู้สร้างแบบทดสอบ

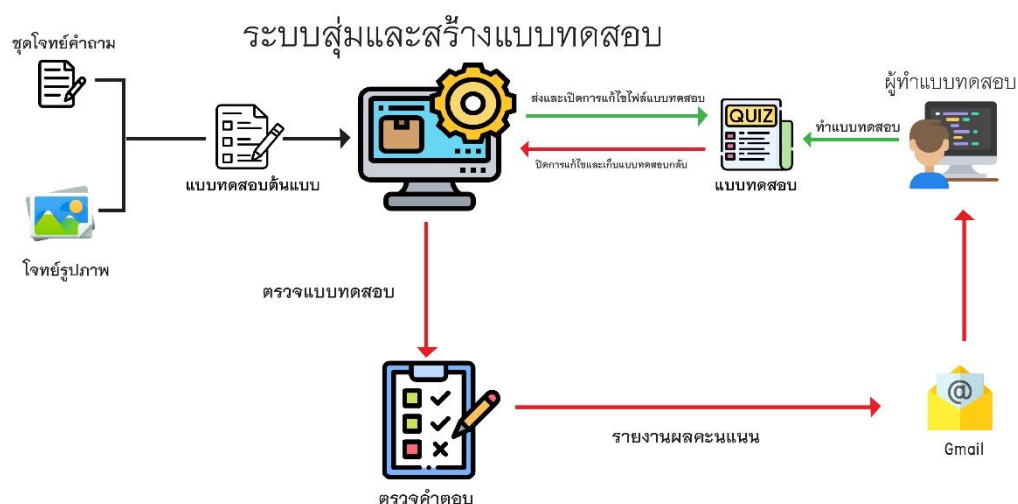
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แบบทดสอบออนไลน์ เรื่อง คำคุณศัพท์เพื่อบอกลำดับที่ของนาม สำหรับบุคคลทั่วไปที่สนใจได้ฝึกฝนการใช้คำคุณศัพท์บอกลำดับที่ของนามในภาษาอังกฤษ
2. ระบบที่สร้างขึ้นสามารถช่วยให้ประหยัดเวลาในการสร้างแบบทดสอบและตรวจคำตอบ
3. ผู้ทำแบบทดสอบได้รับการแจ้งผลการทำแบบทดสอบอย่างรวดเร็ว

วิธีการดำเนินการวิจัย

กรอบแนวคิดงานวิจัย

วิธีการทดลอง แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก คือ 1) สร้างแบบทดสอบจากการสุ่มชุดโจทย์คำถามและโจทย์รูปภาพจากแบบทดสอบต้นแบบ 2) เปิดให้ผู้ทดสอบเข้ามาแก้ไขแบบทดสอบ 3) ตรวจและรายงานผลคำตอบ



ภาพที่ 1: กรอบแนวคิดของงานวิจัย

จากภาพที่ 1 หลักการในการทำงานของระบบ คือระบบจะทำการสร้างแบบทดสอบจากแบบทดสอบต้นแบบที่ผู้สร้างได้ทำการเตรียมไว้ ซึ่งประกอบด้วยชุดโจทย์รูปภาพและชุดโจทย์คำถาม จากนั้นระบบจะทำการสุ่มโจทย์รูปภาพและโจทย์คำถามมาสร้างเป็นแบบทดสอบ และระบบจะทำการส่งแบบทดสอบให้ผู้ทำแบบทดสอบทางอีเมล (Electronic mail) ซึ่งจะมีการกำหนดเวลาในการทำว่าจะเริ่มทำตั้งแต่เมื่อใด พร้อมทั้งหมดเวลาเมื่อใด เมื่อหมดเวลาทำแบบทดสอบระบบจะทำการเก็บแบบทดสอบและตรวจคำตอบ หลังจากนั้นจะส่งผลตรวจให้แก่ผู้ทำแบบทดสอบผ่านทางอีเมล หากผู้ทำแบบทดสอบต้องการเพิ่มทักษะในการใช้คำคุณศัพท์บอกลำดับที่ สามารถฝึกฝนได้ด้วยตนเองจากการทำแบบทดสอบหลาย ๆ ชุด ที่ได้จัดเตรียมไว้ในระบบของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากการวิจัยนี้

ประชากรและกลุ่มอย่าง

ประชากร คือ บุคคลทั่วไปที่สนใจคำคุณศัพท์บอกลำดับที่ของนาม
กลุ่มตัวอย่าง คือ บุคคลทั่วไปไม่น้อยกว่า 100 คน

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

1. Laptop Asus Rog Strix G15 CPU I7-9750H RAM 16 GB

ซอฟต์แวร์ (Software)

1. กูเกิลไดรฟ์ (Google Drive)
2. กูเกิลดอคคิวเมนต์ (Google Document)
3. กูเกิลชีท (Google Sheet)
4. กูเกิลสไลด์ (Google Slide)
5. กูเกิลแอฟสคริป (Google App script)
6. กูเกิลเมล (Gmail)
7. โปรแกรมสำหรับสร้างและตกแต่งภาพ (Photo Editing Software)

การเก็บข้อมูล

คำศัพท์เกี่ยวกับคำคุณศัพท์เพื่อบอกลำดับที่ของนาม ข้อมูลของผู้ทำแบบทดสอบ ตัวอย่างคำถามที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบ รูปภาพสถานที่และตัวละครที่ใช้กับโจทย์รูปภาพ

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน

1. ปัญหา

ปัจจุบันการใช้คำคุณศัพท์นั้นอาจมีความไม่เข้าใจ ดังนั้นปัญหาที่เกิดจากการสับสนระหว่างตัวเลขลำดับที่ (Ordinal number) กับตัวเลขจำนวนนับ (Cardinal number) การออกแบบทดสอบหลาย ๆ ชุด ที่ต้องคิดคำถามต่าง ๆ ไม่ให้ซ้ำกันและการตรวจที่ต้องใช้เวลานาน จากปัญหาดังกล่าวจึงมีแนวคิดในการออกแบบและสร้างแบบทดสอบที่ไม่ซ้ำกัน พร้อมทั้งตรวจคำตอบ ให้คะแนน พร้อมเฉลย แบบอัตโนมัติ

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis) ศึกษาเนื้อหาสาระการเรียนรู้เกี่ยวกับคำคุณศัพท์เพื่อบอกลำดับที่ของนาม เพื่อกำหนดแบบจำลองคำถาม แบบทดสอบอัตนัย 2 ข้อใหญ่ โดยในแต่ละข้อ จะมีคำถามย่อยจำนวน 10 ข้อ ศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาแบบทดสอบและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนำไปหาคุณภาพของแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเพื่อกำหนดดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (IOC)

การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของการใช้แบบทดสอบเรื่อง คำคุณศัพท์เพื่อบอกลำดับที่ของนาม โดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่านดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ

จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบ	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum \frac{R}{N}$	ค่า IOC	แปลผล
		+1	0	-1			
1. สามารถระบุคุณลักษณะจากรูปภาพและคำศัพท์บอกลำดับที่ได้	1.Tom wears a shirt andshorts. 2.How old is the first person?	3	-	-	3/3	1.00	ใช้ได้
2. สามารถระบุบุคคลได้จากการใช้คำคุณศัพท์บอกลำดับที่	3.Who is the fourth from the left of Anny? 4.Who is the first from the left of Jasper?	3	-	-	3/3	1.00	ใช้ได้
3. สามารถบอกลำดับที่ได้จากการอ่านโจทย์คำถาม	5.Who is between the fourth person and the sixth person 6.Tom is and Blake is to the right of the woman who is wearing a blue shirt and pink shoes. 7.Tom is.....on the left of the man who is wearing an orange shirt and white shorts. 8.Blake is.....on the right of the man who is wearing a red long sleeve shirt and brown pants.	3	-	-	3/3	1.00	ใช้ได้

จุดประสงค์ การเรียนรู้	แบบทดสอบ	คะแนนของ ผู้เชี่ยวชาญ			$\sum \frac{R}{N}$	ค่า IOC	แปลผล
		+1	0	-1			
4. สามารถคำนวณ ผลต่างจากการใช้ คำคุณศัพท์เพื่อบอก ลำดับที่ได้	9. How is the age of the second person different from the age of the fourth person? Seven	3	-	-	3/3	1.00	ใช้ได้
5. สามารถคำนวณ ผลรวมจากการใช้ คำคุณศัพท์เพื่อบอก ลำดับที่ได้	10. What is the age of the second person plus the age of the fifth person?	3	-	-	3/3	1.00	ใช้ได้

3. ขั้นตอนการออกแบบ (Design) ออกแบบโครงสร้างแบบทดสอบ, รูปภาพสถานการณ์ต่าง ๆ ที่มีตัวละครใช้เป็นโจทย์, คำถามที่ใช้กับรูปภาพ

4. ขั้นตอนการพัฒนา (Development) การพัฒนานั้นจะแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนได้แก่ 1) การสร้างโจทย์รูปภาพและการใช้คำสั่งสุม์รูปภาพด้วย Google App Script 2) การสร้างโจทย์คำถามสำหรับแบบทดสอบ 3) การทำและตรวจให้คะแนนแบบทดสอบพร้อมรายงานผล

4.1 การสร้างโจทย์รูปภาพและการใช้คำสั่งสุม์รูปภาพด้วย Google App Script

4.1.1 การสร้างโจทย์รูปภาพ

การสร้างโจทย์รูปภาพสำหรับแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้ทำการใช้งานโปรแกรมสำหรับออกแบบรูปภาพในการสร้างรูปภาพสำหรับโจทย์รูปภาพสำหรับคำถาม 1 รูป และนำไปใช้งานร่วมกับกูเกิลสไลด์ (Google Slide) ในการสร้างโจทย์รูปภาพ มีดังนี้

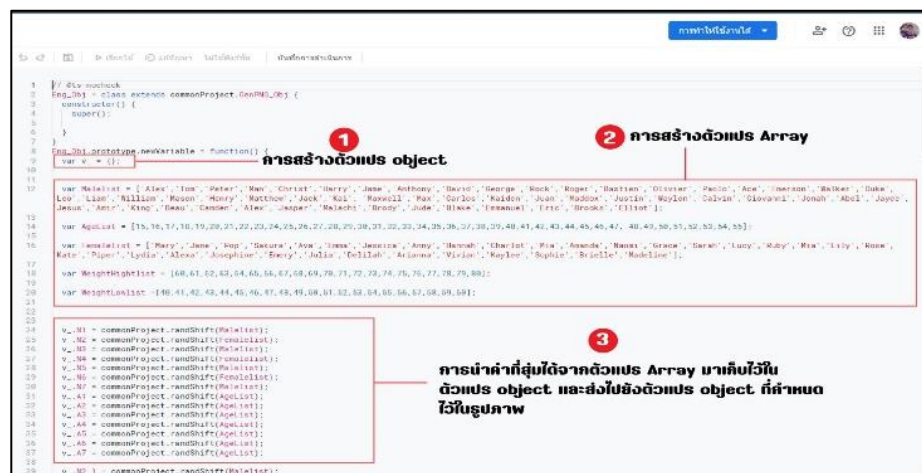
ทำการสร้างสไลด์เปล่าจากกูเกิลสไลด์ หลังจากสร้างสไลด์เปล่าเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจะทำการนำรูปภาพที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบที่ได้เตรียมไว้แล้วมาใส่ลงบนสไลด์เปล่าที่สร้างไว้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: ตัวอย่างการสร้างโจทย์รูปภาพ

1. ตัวละคร เช่น คน สัตว์ สิ่งของ เป็นต้น
 2. พื้นหลังของโครงรูปภาพที่เป็นสถานการณ์หรือสถานที่ต่าง ๆ เช่น ป้ายรถเมล์ สนามบาส ห้องเรียน เป็นต้น
 3. ตัวแปร เช่น A1 หรือ Age1 คือ อายุของคนที่ 1, A2 หรือ Age2 คือ อายุของคนที่ 2, A3 หรือ Age3 คือ อายุของคนที่ 3, N1 หรือ Name1 ชื่อคนที่ 1, N2 หรือ Name2 ชื่อคนที่ 2, N3 หรือ Name3 ชื่อคนที่ 3 เป็นต้น
- ซึ่งรูปภาพที่โจทย์ ผู้วิจัยได้เตรียมไว้นั้นมีทั้งหมด 5 รูปภาพหรือ 5 สถานการณ์

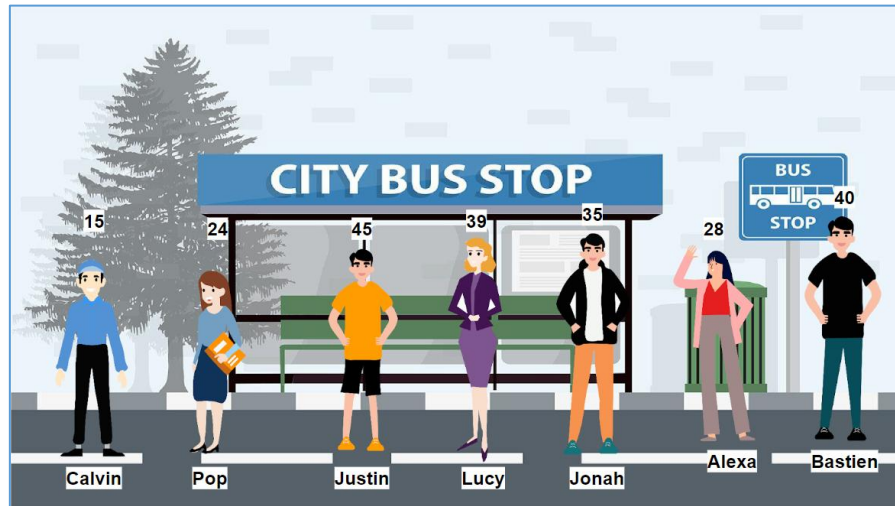
4.2 การสุ่มโครงรูปภาพด้วย Google App Script



ภาพที่ 3: การสุ่มโครงรูปภาพด้วย Google App Script

จากภาพที่ 3 จะเห็นได้ว่าผู้วิจัยนั้นแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. การสร้างตัวแปร Object ซึ่งจะเป็นค่าว่าง โดยเป็นการสร้างตัวแปร object ไว้เพื่อที่จะเข้าไปสู่ขั้นตอนที่ 3
2. การสร้างตัวแปร Array เพื่อเก็บชุดข้อมูลที่มีลักษณะข้อมูลที่อยู่ในประเภทเดียวกันไว้ใช้ในการสุ่มค่าออกมาเพื่อนำไปเก็บไว้ที่ ตัวแปร Object ในขั้นตอนที่ 3
3. การสร้างตัวแปร Object ไว้รับค่าที่สุ่มได้จากตัวแปร Array ที่อยู่ในขั้นตอนที่ 2 มาเก็บไว้เพื่อนำไปใช้ในโครงรูปภาพตามตัวแปรที่ได้กำหนดไว้



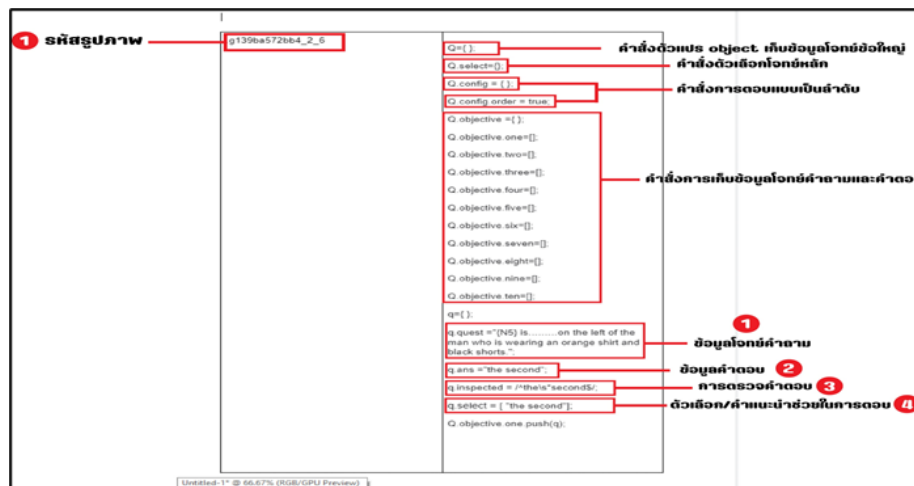
ภาพที่ 4: การสุม่โจทยรูปภพด้วย Google App Script

จากภาพที่ 4 ตัวอย่างโจทยรูปภพที่สุม่ การสุม่แต่ละครั้งคุณลักษณะของตัวละครแต่ละรูปจะแตกต่างกันออกไป เช่น ชื่อ อายุ หรือ น้ำหนัก ของตัวละคร จะมีการนำค่าตัวแปร Array มาใส่ในรูปภพ ซึ่งจะทำให้ข้อมูล ใน โจทยรูปภพนั้นแตกต่างกัน และผู้ทำแบบทดสอบจะได้โจทยภพที่ไม่ซ้ำกัน

4.3 การสร้างโจทยคำถามสำหรับแบบทดสอบ

1. การสร้างโจทยคำถาม

โดยการสร้างโจทยคำถามนั้นผู้วิจัยได้ใช้กูเกิลด็อคคิวเมนต์ (Google Document) เพื่อสร้างโจทยคำถาม



ภาพที่ 5: การสร้างโจทยคำถาม

จากภาพที่ 5 ในส่วนของการสร้างโจทยคำถาม จะประกอบด้วย 1.คอลัมด้านซ้าย คือ รหัสนี้รูปภพที่จะตั้ง โจทยรูปภพที่ทำการสุม่ด้วยคำสั่ง Google app script เสร็จเรียบร้อยแล้วมาใช้ 2.คอลัมด้านขวา คือ โจทยคำถาม ซึ่งจะประกอบด้วย

1. q.quest คือ ข้อมูลคำถาม จะมีตัวแปรที่รับค่าจากการสุ่ม ชื่อ อายุ หรือน้ำหนักของตัวละคร จาก Google app script มาใช้ เช่น {N1}
2. q.ans คือ ข้อมูลคำตอบ เช่น “the second”
3. q.inspected คือ การตรวจคำตอบ โดยการตรวจคำตอบจะใช้หลักการ Regular expression คือการตรวจคำตอบจะเป็นการนำค่ามาเปรียบเทียบกับตัวแปรคำตอบที่ถูกต้อง
4. q.selected คือ ตัวเลือก/คำแนะนำในการตอบ

4.4 การทำและตรวจให้คะแนนแบบทดสอบพร้อมรายงานผล

ไฟล์แบบทดสอบที่ผู้ทำแบบทดสอบนั้นจะได้รับ มีจำนวน 1 ไฟล์ ใน 1 ไฟล์จะประกอบด้วย โจทย์รูปภาพ 2 ภาพ และโจทย์คำถามภาพละ 10 ข้อ รวมทั้งหมด 20 ข้อ โดยผู้วิจัยจะส่งแบบทดสอบให้ผู้ทำแบบทดสอบผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบอิเล็กทรอนิกส์หรืออีเมล (Email) ผู้ทำแบบทดสอบจะได้รับข้อมูลในส่วนของเวลา ในการทำแบบทดสอบว่าเริ่มเมื่อใดและสิ้นสุดเวลาการทำแบบทดสอบเมื่อใด พร้อมทั้งได้รับลิงก์ในการเข้าไปทำแบบทดสอบ ภายในตัวแบบทดสอบ ผู้ทำแบบทดสอบมีหน้าที่อ่านพร้อมทั้งทำความเข้าใจกับแบบทดสอบ หากผู้ทำแบบทดสอบ สงสัย ผู้วิจัยได้ทำการเตรียมคลิปวิดีโอในการทำแบบทดสอบไว้ ให้ผู้ทำแบบทดสอบได้ทำความเข้าใจในเนื้อหาที่ผู้วิจัย ต้องการจะถ่ายทอดมากยิ่งขึ้น โดยแบบทดสอบที่ผู้ทำแบบทดสอบจะได้รับมีลักษณะดังภาพที่ 6 และ 7



COMP113 การเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ 1

{school}

แบบฝึก ปฏิบัติ

วัน อาทิตย์ ที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2565

เริ่มเวลา 17:30 น.

ถึง 19:00 น.



คะแนน

ข้อ 1.	20 / 20
ข้อ 2.	18 / 20
<รวม>	38 / 40
	= 95%

ผู้ทำแบบทดสอบ 6212231000 มานะ บุญยังรอด blivckronix@gmail.com วิทยาการคอมพิวเตอร์ 62 กลุ่ม 1

ชื่องาน: COMP113.ordinal number.1

จุดประสงค์:

- เพื่อให้นักศึกษาทราบคำศัพท์เรื่องลำดับที่(ภาษาอังกฤษ)

คำสั่ง

- จากรูปภาพให้ จงตอบคำถามให้ถูกต้อง

แนะนำเบื้องต้น

- คำศัพท์ที่ให้นักศึกษาได้ตัวอักษรด้านหน้าเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ เช่น Jame John Mary

[วิดีโอ อธิบายเพิ่มเติม1](#)

[วิดีโอ อธิบายเพิ่มเติม2](#)

รหัสส่งไฟล์ตรวจ (ก่อนเวลา) : TrEwzpx00n4

ภาพที่ 6: หน้าแรกของแบบทดสอบและช่องรายงานผลคะแนน

ข้อ 1

จากรูป จงตอบคำถาม ข้อ 1.1-1.10

Name	Weight (kg)
Mia	55
Jayce	61
Brody	41
Madeline	53
Jame	64
Kaylee	40
Walker	45
Christ	71

Figure 1

รายชื่อแนะนำ

the seventh, yellow, the third, the fourth, brown, Jame, green, the second

Question

Answer

1.1>	What is the weight of the second person?	sixty-one ✓ (2/2 คะแนน)
1.2>	What is the weight of the fifth person plus the weight of the eighth person?	one hundred and thirty-five ✓ (2/2 คะแนน)
1.3>	Kaylee is.....on the left of the man who has red hair and wearing purple shorts..	the second ✗the third (0/2 คะแนน)
1.4>	Mia is and Brody is to the right of the man who is wearing a red shirt and black pants.	the fourth, the second ✓ (2/2 คะแนน)
1.5>	What color of the hair is the third person to the left of Jame wearing?	yellow ✓ (2/2 คะแนน)
1.6>	The weight of the person between the sixth and the eighth person	forty-three ✓ (2/2 คะแนน)
1.7>	Christ is.....on the left of the woman who is wearing a red shirt and white shorts.	the seventh ✓ (2/2 คะแนน)
1.8>	Jayce wears a shirt andpants.	green, brown ✓ (2/2 คะแนน)
1.9>	What is the weight of an eighth person different from the weight of a sixth person?	thirty-one ✓ (2/2 คะแนน)
1.10>	Who is the fourth from the left of Mia?	Jame ✓ (2/2 คะแนน)

ภาพที่ 7: ตัวอย่างแบบทดสอบและการตรวจและให้คะแนน

จากภาพที่ 7 เมื่อหมดเวลาระบบจะทำการเก็บแบบทดสอบพร้อมทั้งทำการตรวจคำตอบ โดยการตรวจระบบจะทำการนำคำตอบมาเปรียบเทียบกับตัวแปรคำตอบที่ถูกต้อง ถ้าคำตอบถูกจะได้รับข้อละ 2 คะแนนโดยข้อที่มี 1 คำตอบจะได้รับ 2 คะแนน แต่ข้อที่มี 2 คำตอบและมีเครื่องหมายถูกหน้าคำตอบพร้อมบอกคะแนนในช่องคำตอบ แต่ถ้าผิดจะได้ 0 คะแนนหรือกรณีคำตอบนั้นมี 2 คำตอบ ถ้าถูก 1 ข้อก็ได้ 1 คะแนน แต่ถ้าผิดทั้งหมดจะได้ 0 คะแนน และมีเครื่องหมายกากบาทหน้าคำตอบพร้อมเฉลยคำตอบและบอกคะแนนในช่องคำตอบ

5. ขั้นตอนการทดสอบ (Test) ทดลองใช้แบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ทดลองโดยผู้วิจัยเพื่อหาข้อผิดพลาด และแก้ไขเบื้องต้น 2) ทดลองคล้ายกันกับกลุ่มตัวอย่าง และสอบถามข้อผิดพลาดของแบบทดสอบเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข และ 3) ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

6. ขั้นตอนการประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินผลการทดลองจากกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการนำแบบทดสอบมาหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (IOC) กับผู้เชี่ยวชาญและนำมาทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างคือบุคคลทั่วไปทั้งหมด 101 คน และ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม จำนวน 38 คน ซึ่งสามารถสร้างและตรวจแบบทดสอบได้ตามวัตถุประสงค์และผลการทดลอง ความเร็วในการสร้างแบบทดสอบที่ไม่ซ้ำกัน ระบบการตรวจแบบอัตโนมัติ และการวัดระดับความรู้ความเข้าใจของผู้ทำแบบทดสอบ

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการทดลองการใช้ระบบสร้างแบบทดสอบไม่ซ้ำกัน พร้อมตรวจและรายงานผล เรื่อง คำคุณศัพท์เพื่อบอกลำดับที่ของนาม ในรายวิชาภาษาอังกฤษ ระดับมัธยมต้นและบุคคลทั่วไปซึ่งมีกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม การพัฒนาระบบนั้นเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว ระบบสามารถสร้างแบบทดสอบที่ไม่ซ้ำกันได้ตามจำนวนของกลุ่มตัวอย่างและสามารถสร้างแบบทดสอบเพิ่มได้ตามความต้องการของผู้ใช้ การตรวจคำตอบอัตโนมัติของระบบนั้นเป็นที่น่าพอใจเมื่อนำมาทดลอง ดังนั้นประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ คือ 1) ผู้ออกแบบทดสอบที่ไม่ต้องคิดโจทย์คำถามจำนวนหลาย ๆ ชุด ไม่ต้องตรวจคำตอบเองให้เสียเวลา 2) ผู้ทำแบบทดสอบได้ทบทวนความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาในแบบทดสอบ สามารถทำแบบทดสอบที่ไหนก็ได้เพียงมีอินเทอร์เน็ต สามารถทราบผลคะแนนได้ทันทีที่ครบกำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบ

2. การพัฒนางานวิจัยนี้มีองค์ประกอบ 4 ส่วน 1) ออกแบบโจทย์รูปภาพและโจทย์คำถาม สอดคล้องกับ อรยา นวลนิล และพงษ์เทพ รักผกาวงศ์ [7] วิจัยเรื่องการออกแบบคำถามจากโจทย์รูปภาพ. การออกแบบรูปภาพสถานการณ์และออกแบบประโยคคำถามตามหลักไวยากรณ์ภาษาอังกฤษเพื่อใช้เป็นโจทย์รูปภาพต้นแบบ 2) ส่วนของการสร้างแบบทดสอบ สอดคล้องกับกับ ทิพย์สุตา เพ็ชรไทย และ พงษ์เทพ รักผกาวงศ์ [4] วิจัยเรื่อง การสร้างโจทย์คำถามจากโจทย์ต้นแบบ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบที่ไม่ซ้ำกัน. 3) ส่วนของการตรวจและให้คะแนน สอดคล้องกับ ภรภัทร อภิสารบุญมา และ พงษ์เทพ รักผกาวงศ์ [6] วิจัยเรื่อง การสร้างโจทย์แบบเติมคำถามและตรวจคำตอบอัตโนมัติ โดยใช้วิธี regular expression ตรวจคำที่เติมในช่องว่างกับตัวแปรที่สุ่มมาใช้ให้ถูกต้อง 4) ส่วนของการส่งไฟล์แบบทดสอบเพื่อทดลองและรายงานผลการทดสอบ สอดคล้องกับ พงษ์เทพ รักผกาวงศ์ และ อุไรวรรณ รักผกาวงศ์ [5] วิจัย เรื่อง การพัฒนาส่วนเสริมในกูเกิลชีท เพื่อการผสมผสานจดหมาย และส่งเมล. การส่งไฟล์แบบทดสอบและรายงานผลการทดสอบให้กับผู้ทดลอง โดยมีจดหมายต้นแบบ เพื่อระบุรายละเอียดและแนบไฟล์แบบทดสอบเฉพาะบุคคลได้

สรุปผล

จากหลักการและเหตุผลที่ผู้วิจัยกล่าวไว้ข้างต้น ระบบสามารถสร้างแบบทดสอบที่ไม่ซ้ำกันได้ โดยสรุปดังนี้

1.ออกแบบและพัฒนาแบบทดสอบที่ไม่ซ้ำกัน เรื่อง คำคุณศัพท์เพื่อบอกลำดับที่ของนาม

พัฒนาแบบทดสอบที่ไม่ซ้ำกันโดยระบบสามารถสร้างแบบทดสอบที่ไม่ซ้ำกันโดยสุ่มซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ [4] ซึ่งระบบสามารถสร้างโจทย์ไม่ซ้ำกันโดยการสุ่มได้

2.ระบบตรวจคำตอบ ให้คะแนน พร้อมเฉลย อัตโนมัติ

ระบบการตรวจคำตอบ และให้คะแนน พร้อมเฉลย อัตโนมัติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ [6] ซึ่งระบบตรวจคำตอบ ให้คะแนน พร้อมเฉลยสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์

สรุปผลการทดลองก่อนและหลังใช้งานกับกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. ก่อนใช้งานกับกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ความเร็วในการสร้างแบบทดสอบ 1 ไฟล์ กลุ่มย่อย ใช้เวลาเฉลี่ย 38.31 วินาทีและความเร็วของระบบตรวจแบบทดสอบพร้อมทั้งรายงานผลคะแนน กลุ่มย่อย จำนวนคำตอบ 600 ข้อ ใช้เวลาเฉลี่ย 42.73 วินาที ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ผลความเร็วในการสร้างแบบทดสอบและผลการตรวจและรายงานผลแบบทดสอบสำหรับกลุ่มย่อยก่อนใช้งานจริงกับกลุ่มตัวอย่าง

รายการ	จำนวนคน	จำนวนไฟล์	จำนวนคำตอบ	ความเร็วในการ สร้าง แบบทดสอบ $\bar{x}$ วินาที/ไฟล์	ความเร็วของ ระบบตรวจ แบบทดสอบ พร้อมทั้งรายงาน ผลคะแนน $\bar{x}$ วินาที/ไฟล์
กลุ่มย่อย	30	30	600	38.31	42.73

1.2 ผลคะแนนของผู้ทำแบบทดสอบเฉลี่ยจากคะแนนเต็ม 40 คะแนน กลุ่มบุคคลทั่วไป เฉลี่ยอยู่ที่ 28.83 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.07ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3: แสดงผลการทดลองการทำแบบทดสอบก่อนใช้งานจริงกับกลุ่มตัวอย่าง เรื่อง คำคุณศัพท์เพื่อบอกลำดับที่ของนาม

รายการ	จำนวนคน	คะแนน		
		$\bar{x}$ ร้อยละ	ค่าเฉลี่ย/คะแนน	S.D
กลุ่มย่อย	30	72.07	28.83	6.28

2. หลังใช้งานกับกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ความเร็วในการสร้างแบบทดสอบ 1 ไฟล์ กลุ่มบุคคลทั่วไป ใช้เวลาเฉลี่ย 41.46 วินาที และ กลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม ใช้เวลาเฉลี่ย 27.37 วินาที และ ความเร็วของระบบตรวจแบบทดสอบพร้อมทั้งรายงานผลคะแนน กลุ่มบุคคลทั่วไป จำนวน 2020 ข้อ ใช้เวลาเฉลี่ย 41.90 วินาที และ กลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม จำนวน 760 ข้อ ใช้เวลาเฉลี่ย 37.24 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4: ผลความเร็วในการสร้างแบบทดสอบและผลการตรวจและรายงานผลการทำแบบทดสอบอัตโนมัติ

รายการ	จำนวนคน	จำนวนไฟล์	จำนวนคำตอบ	ความเร็วในการสร้างแบบทดสอบ 1 ไฟล์ $\bar{x}$ วินาที/ไฟล์	ความเร็วของระบบตรวจแบบทดสอบพร้อมทั้ง รายงานผลคะแนน $\bar{x}$ วินาที/ไฟล์
กลุ่มบุคคลทั่วไป	101	101	2020	41.16	41.90
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม	38	38	760	27	37.24

2.2 ผลคะแนนของผู้ทำแบบทดสอบเฉลี่ยจากคะแนนเต็ม 40 คะแนน กลุ่มบุคคลทั่วไป เฉลี่ยอยู่ที่ 25.94 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.60 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานซึ่งอยู่ที่ 8.77 และ กลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม เฉลี่ยอยู่ที่ 30.24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.82 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานซึ่งอยู่ที่ 7.66 ดัง ตารางที่ 5

ตารางที่ 5: แสดงผลการทดลองการทำแบบทดสอบ เรื่อง คำคุณศัพท์เพื่อบอกลำดับที่ของนาม

รายการ	จำนวนคน	คะแนน		
		$\bar{x}$ ร้อยละ	ค่าเฉลี่ย/คะแนน	S.D
กลุ่มบุคคลทั่วไป	101	75.60	30.24	8.77
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม	38	64.82	25.94	7.66

ข้อเสนอแนะ

ในการนำงานวิจัยนี้ไปใช้งาน ผู้วิจัยต้องศึกษาขอบเขตเนื้อหาและการกำหนดคำตอบให้ดี ขณะทำแบบทดสอบเมื่อเป็นคำคุณศัพท์ลำดับที่จะต้องนำมาตอบจะต้องระบุให้แน่ชัดว่าเป็นตัวพิมพ์เล็กหรือพิมพ์ใหญ่และต้องเขียนให้ถูกต้องตามไวยากรณ์เพื่อไม่ให้เกิดการตรวจคำตอบมีความผิดพลาด การสร้างโจทย์คำถามต้องระมัดระวังความซับซ้อนของโจทย์รูปภาพที่เข้าใจยาก ทำการแก้ไขจะต้องสร้างโจทย์รูปภาพที่ผู้ทำนั้นเข้าใจได้ทันที

เอกสารอ้างอิง

- 1 วศินทิพย์ เรนวาลี และศุภสิทธิ์ ลิ้มเจริญ. Perfect English Grammar. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี:โอดีซีฯ; 2564. 480.
- 2 กัลยาพร ม่วงเย็น และ พงษ์เทพ รักผกาวงศ์. (2564). การสร้างแบบทดสอบคำเรียกสมาชิกในครอบครัว รายวิชาภาษาอังกฤษระดับปฐมถึง นักศึกษาปริญญาตรี. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครบรอบ 15 ปี มหาวิทยาลัยราชภัฏ. 26 พฤศจิกายน 2564. หน้า 79-94.
- 3 นัฐธิดา ทาใจ และ พงษ์เทพ รักผกาวงศ์. (2565). การสร้างแบบทดสอบไม่ซ้ำกัน เรื่องการบรรยายลักษณะของคน (ภาษาอังกฤษ) วารสารสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติ "นอร์ทเทิร์นวิจัย" ครั้งที่ 8. 29 พฤษภาคม 2565. หน้า 1110-1119.
- 4 ทิพย์สุตา เพ็ชรไทย และพงษ์เทพ รักผกาวงศ์. (2560). การสร้างโจทย์คำถามจากโจทย์ต้นแบบ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบที่ไม่ซ้ำกัน. การประชุมทางวิชาการระดับชาติ:พะเยาวิจัย ครั้งที่ 6. 26-27 มกราคม 2560. หน้า 1572-1581.
- 5 พงษ์เทพ รักผกาวงศ์ และอุไรวรรณ รักผกาวงศ์. (2560). การพัฒนาส่วนเสริมในกูเกิลชีท เพื่อการผสมผสานจดหมายและส่งอีเมล. รายงานสืบเนื่องการประชุมสัมมนาวิชาการ (Proceedings) การนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 17. 21 กรกฎาคม 2560. หน้า 2672-2680.
- 6 ภรภัทร อภิสารบุญมา และพงษ์เทพ รักผกาวงศ์. (2560). การสร้างโจทย์แบบเติมคำและตรวจคำตอบโดยอัตโนมัติ. การประชุมทางวิชาการระดับชาติ:พะเยาวิจัย ครั้งที่ 6. 26-27 มกราคม 2560. หน้า 1564-1571.
- 7 อรยา นวลนิล และพงษ์เทพ รักผกาวงศ์. (2562). การออกแบบคำถามจากโจทย์รูปภาพ. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมสัมมนาทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ครั้งที่ 12 วันที่ 26-28 มิถุนายน 2562. หน้า 357-362.

บทความวิจัย (Research Article)

การศึกษาประสิทธิภาพของโมเดลเพื่อทำนายความเครียดหลังการระบาดของ COVID-19 ของ
นักศึกษาหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัย

Studying the effectiveness of a model for predicting post COVID-19 stress
among university students upon returning to campus

กัลยรัตน์ ทรัพย์วิบูลพงษ์¹, พีรติภัทร ละม้ายแก้ว¹, พีระพัฒน์ วิศิษฐ์ศรี¹ และ สุพาพร บรรดาศักดิ์^{1*}
Kanyarath Subviboonpong¹, Peetiphat Lamaikaew¹, Peerapat Visithsri¹ and Supaporn Bundasak^{1*}

¹คณะวิทยาศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

¹Faculty of Science at Sriracha, Kasetsart University, Sriracha Campus

*Corresponding author email: supaporn.band@ku.th

วันที่รับบทความ (Received)

6 มีนาคม 2566

วันที่ได้รับบทความฉบับแก้ไข (Revised)

10 สิงหาคม 2566

วันที่ตอบรับบทความ (Accepted)

11 สิงหาคม 2566

บทคัดย่อ

เนื่องจากสถานการณ์ COVID-19 ที่ผ่านมานักศึกษาจึงต้องเรียนออนไลน์ตลอด 2 ปีที่ผ่านมา ทำให้ต้องปรับการเรียนและการสอบจากปกติที่ต้องเรียนในชั้นเรียนปรับเปลี่ยนมาเรียนในรูปแบบออนไลน์ ทำให้ไม่ได้พบปะเพื่อนและอาจารย์ การกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัยทำให้ปรับตัวไม่ทันและคุ้นชินกับการเรียนออนไลน์ไปแล้ว จึงทำให้เกิดความเครียดโดยประเมินจากแบบสอบถามจากกรมสุขภาพจิต ดังนั้นจึงได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความเครียดของนักศึกษามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลมาใช้ มีทั้งหมด 3 โมเดล คือ Decision Tree, Naïve Bayes, K-Nearest Neighbor Algorithm ผลจากการใช้โมเดลทั้ง 3 ในการทำนายความเครียดพบว่า Naïve Bayes สามารถทำนายความเครียดหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัยของนักศึกษาที่มีความถูกต้องสูงสุด โดยมีค่าประสิทธิภาพของโมเดลที่ 80%

จากผลการศึกษานี้ สถาบันการศึกษาจำเป็นต้องให้การสนับสนุนและทรัพยากรสำหรับนักศึกษาที่อาจประสบความเครียดและวิกฤติที่เกี่ยวข้องกับการระบาด COVID-19 และการเรียนออนไลน์ ซึ่งสามารถรวมถึงบริการสุขภาพจิต การปรึกษาเรื่องวิชาการ และตัวเลือกการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นได้

นอกจากนี้ยังสามารถดำเนินการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อสำรวจประสิทธิภาพของกิจกรรมและกลยุทธ์ต่าง ๆ เพื่อลดความเครียดและส่งเสริมสุขภาพนักศึกษาในช่วงวิกฤติและการขัดขวาง ซึ่งสามารถรวมถึงกิจกรรมที่เน้นการปฏิบัติตนอย่างตั้งใจ การฝึกสมาธิ การบำบัดด้วยพฤติกรรมและโปรแกรมสนับสนุนจากเพื่อนร่วมชั้น

คำสำคัญ : โควิด-19, ความเครียด, เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ, เทคนิคเบย์เขียนแบบง่าย, เพื่อนบ้าน

Abstract

Considering the COVID-19 pandemic, students have been engaged in remote learning for the past two years. This has resulted in changes in the way they learn and take exams. They have had to adapt to learning online, which has led to a lack of social interaction with peers and professors, causing elevated stress levels. Based on a survey by the Department of Mental Health, data analysis was conducted to determine the stress levels of students enrolled at Kasetsart University, Sriracha Campus using data mining techniques. Three models were used, including Decision Tree, Naïve Bayes, and K-Nearest Neighbor Algorithm. The results showed that Naïve Bayes had the highest accuracy in predicting stress levels among students after returning to university with a model efficiency of 80%. The findings of this research underline the importance for universities to provide support and resources for students who may be experiencing stress and anxiety related to the COVID-19 pandemic and remote learning. These services could include mental health services, academic guidance, and adaptable learning choices. Additionally, further research could be conducted to explore the effectiveness of different interventions and strategies for reducing stress levels and promoting well-being among university students during times of crisis and upheaval. This could include mindfulness-based practices, cognitive-behavioral therapy, and peer support initiatives.

Keywords : COVID-19, stress, decision tree, naïve bayes, K-Nearest Neighbor

บทนำ

ก่อนจะเกิดโรคระบาด Covid-19 นักศึกษามีภาวะความเครียดในเรื่องของการเรียนและความกดดันในการสอบวัดผลคะแนนในแต่ละรายวิชาหรือการใช้ชีวิตในมหาวิทยาลัย การเข้าสังคมและการคบเพื่อน ความเครียดคือภาวะที่คนเรารู้สึกกดดัน, ไม่สบายใจ หรือเป็นภาวะหนึ่งที่เกิดปฏิกิริยาที่ตอบสนองต่อสิ่งที่เกิดจากสิ่งที่ยากจนทำให้วิตกกังวลคิดมาก โดยความเครียดอาจแสดงออกไม่เหมือนกัน การแสดงออกของอาการในแต่ละบุคคล แต่เป็นสิ่งที่กระตุ้นหรือคุกคามต่อร่างกายและจิตใจทำให้เกิดความไม่สบายใจได้ จึงเป็นเหตุให้เกิดการแสดงพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปได้ในที่สุด แต่ถ้าเป็นความเครียดที่อยู่ในระดับพอดีจะเป็นพลังกระตุ้นให้มีความกระตือรือร้น หรือผลักดันให้สามารถแก้ปัญหาที่จะเกิดขึ้นได้ [1], [2]

ปัจจุบันการวัดระดับความเครียดมีหลายวิธี อาทิเช่น การปรึกษาแพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญและการเข้ารักษา ซึ่งการรักษาต้องขึ้นอยู่กับระดับความเครียดว่ามีมากน้อยแค่ไหน ถึงจะรู้วิธีการรักษาที่ถูกต้อง แต่คนส่วนใหญ่จะไม่ค่อยเข้ารับการรักษา เพราะคิดว่าความเครียดไม่ได้เป็นอันตรายขนาดนั้น และบางคนไม่ทราบว่าตนเองนั้นมีภาวะความเครียดอยู่ในระดับไหน ดังนั้นกรมสุขภาพจิตได้จัดทำแบบประเมินความเครียดขึ้น เพื่อให้สามารถวัดระดับความเครียดได้ด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยได้มีการอ้างอิงแบบประเมินความเครียดของกรมสุขภาพจิตมาเป็นคำถามในการเก็บข้อมูล มีเกณฑ์การวัดอยู่ 3 ระดับ คือ เครียดน้อย เครียดปานกลาง และเครียดมากที่สุด ซึ่งแต่ละระดับความเครียดมีวิธีการรักษาหรือคำแนะนำที่เหมาะสมแตกต่างกันออกไป [3]

ดังนั้นจากปัญหาที่กล่าวมา การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเครียดหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัยของนักศึกษา โดยมีการนำปัจจัยที่จะส่งผลต่อความเครียดมาวิเคราะห์เพื่อช่วยให้ทราบว่าปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อความเครียดหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัย [4]

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อค้นหาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเครียดของนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัย
2. เพื่อมีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดล Decision Tree, Naïve bayes K-Nearest และ Neighbor Algorithm ในการทำนายความเครียดของนักศึกษาปริญญาตรีหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัย

วิธีการวิจัยหรือระเบียบวิธีวิจัย

โดยรวบรวมข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลประชากรกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา ระดับปริญญาตรี ทุกชั้นปี ทั้งหมด 5 คณะ โดยใช้ข้อมูลในการทำวิเคราะห์จำนวน 307 ชุด นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Weka 3.9.5 เพื่อวิเคราะห์ความเครียดหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัยของนักศึกษาและสรุปผลการทำเหมืองข้อมูล โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกโมเดล 3 โมเดลซึ่งเป็นที่นิยมในการวิเคราะห์ข้อมูลรูปแบบเดียวกับงานวิจัย ได้แก่ โมเดล Decision Tree, Naïve bayes K-Nearest และ Neighbor Algorithm ในการทำนายความเครียดของนักศึกษาปริญญาตรีหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัย เนื่องจากเรื่องความเครียดนั้นเป็นเรื่องเฉพาะ เป็นเหตุการณ์เฉพาะ จึงควรใช้เครื่องมือหรือหาสาเหตุปัจจัยเฉพาะที่เหมาะสมจึงจะวิเคราะห์ความเครียดได้อย่างเหมาะสมและน่าเชื่อถือ

1. ความหมายของความเครียด

เป็นภาวะอารมณ์หรือความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลต้องพบเจอกับปัญหาต่าง ๆ ทำให้รู้สึกถูกกดดัน ไม่สบายใจ ว้าวุ่นใจ กลัว วิตกกังวลตลอด เมื่อบุคคลรับรู้และประเมินปัญหาเหล่านั้นว่าเป็นสิ่งที่ส่งผลต่อจิตใจ หรืออาจทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย และส่งผลเสียต่อร่างกายและจิตใจ [5] [6]

2. สาเหตุของความเครียด

สาเหตุของความเครียดมีอยู่มากมายหลายประการ แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ว่าตัวบุคคลจะได้รับผลกระทบมากน้อยแค่ไหน ซึ่งก่อให้เกิดความเครียดในตัวบุคคล จึงมีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงสาเหตุของความเครียดไว้ดังนี้ [7], [8]

2.1 สาเหตุจากตัวบุคคล เป็นสาเหตุที่สัมพันธ์ของชีวิตบุคคล ได้แก่ โครงสร้างบุคลิกภาพ ประสบการณ์ชีวิต สุขภาพและอื่น ๆ เป็นต้น

2.2 สาเหตุจากความสัมพันธ์ เป็นสาเหตุที่เกิดจากการสังสรรค์กับคนอื่น ได้แก่ ครอบครัว เพื่อน บ้าน คู่สมรสและเพื่อน เป็นต้น

2.3 สาเหตุทางด้านจิตใจ ได้แก่ ความไม่สมหวัง กลัวสิ่งที่ไม่สำเร็จ กดดันตัวเอง หรือมีความวิตกกังวลล่วงหน้ากับสิ่งที่ยังไม่เกิดขึ้น

2.4 สาเหตุจากสภาพแวดล้อมทั่วไป เช่น มลภาวะ ได้แก่ เสียงดังที่เกินไปจากเครื่องยนตบนถนน อากาศเสียจากท่อไอเสีย น้ำเสีย ฝุ่น ละออง การอยู่กันอย่างแออัด เป็นต้น

3. ระดับความเครียด

3.2 ความเครียดระดับปานกลาง (Moderate stress) ความเครียดในระดับนี้รุนแรงกว่าระดับแรก ผลกระทบต่อบุคคลมีมากกว่า ส่วนใหญ่จะเป็นความเครียดที่เกิดจากการทำงานที่เยาะเกินไปจนเปลี่ยนจากความเหนื่อยล้าสะสมกลายเป็นความเครียด ความเจ็บป่วยที่ส่งผลกระทบต่อร่างกายเพียงเล็กน้อยและจิตใจจะตอบสนองโดยการสร้างการกระทำและอารมณ์เพื่อกำจัดสาเหตุที่ทำให้เกิดความเครียด อาจจะเป็นการทำลายสิ่งของเพื่อทำให้บุคคลรู้สึกดีขึ้นหรือมีความเครียดลดลง

4. การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)

5. การจัดจำแนกประเภทโดยใช้ (Decision Tree)

6. การจัดจำแนกโดยใช้กฎของเบย์ (Naïve bayes)

7. การจัดจำแนกโดยใช้เพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbor Algorithm)

8. โปรแกรม WEKA 3.9.5

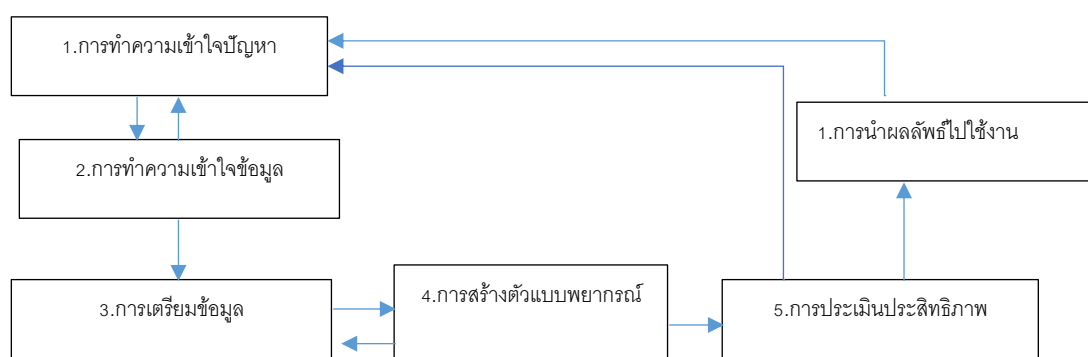
Weka ถูกพัฒนามาจากภาษาจาวาทั้งหมด ซึ่งเขียนมาโดยเน้นงานทางด้านการเรียนรู้ด้วยเครื่อง หรือ Machine Learning และการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) รวบรวมแนวคิดอัลกอริทึมมากมายซึ่งอัลกอริทึมสามารถเลือกใช้งานโดยตรงได้จาก 2 ทางคือ จากชุดข้อมูลที่มีอัลกอริทึมมาให้ หรือเลือกใช้จากอัลกอริทึมที่ได้เขียนโปรแกรมลงไปเป็นชุดเครื่องมือเพิ่มเติม

จากการศึกษาค้นคว้าเครื่องมือทฤษฎีที่ได้กล่าวมาข้างต้นได้ทำมาใช้ในการออกแบบวิจัยเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของโมเดลเพื่อทำนายความเครียดหลังการระบาดของ COVID-19 ของนักศึกษาหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัยดังรายงานในขั้นตอนการวิจัยต่าง ๆ ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการทำงาน

1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิค Data Mining



ภาพที่ 1: วิธีการดำเนินการโดยนำกระบวนการการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย CRISP-DM มาประยุกต์ใช้

จากภาพ 1 วิธีการดำเนินงานในการสร้างโมเดลการทำนายความต้องการในการกลับไปเรียนที่มหาวิทยาลัยโดยนำกระบวนการการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย CRISP-DM มาประยุกต์ใช้ดังนี้

1.2 การทำความเข้าใจปัญหา การทำความเข้าใจในปัญหาด้านความเครียดหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัยของนักศึกษา งานวิจัยนี้จึงต้องการหาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเครียดหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัยและต้องการสร้างตัวแบบพยากรณ์ความเครียดหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัยของนักศึกษา โดยพิจารณาจากปัจจัยที่เป็นสาเหตุ

1.3 การทำความเข้าใจข้อมูล มีการรวบรวมข้อมูลทำแบบสอบถามเพื่อดูว่ามีปัจจัยใดบ้างที่เป็นสาเหตุของความเครียดหลังกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัยของนักศึกษา ข้อมูลจำนวน 307 แถวข้อมูล นำมาใช้จริง จำนวน 288 แถวข้อมูล โดยจะแบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ, ชั้นปีที่ศึกษา, คณะ ส่วนที่ 2 คือ ข้อมูลพฤติกรรม ได้แก่ นอนไม่หลับหรือคิดมากกังวลใจ, ไม่อยากพบปะผู้คน, รู้สึกว่าตนเองไม่มีสมาธิ, ภาระงานเยอะอยู่ตลอดเวลา, รู้สึกว่าตนเองไม่มีคุณค่า โดยคำถามที่เลือกมานั้นสามารถสังเกตพฤติกรรมได้ง่ายจากการใช้ชีวิตประจำวัน โดยคัดข้อคำถามจากแบบวัดระดับความเครียดของกรมสุขภาพจิตบางข้อที่มีผลต่องานวิจัยนี้ด้วยแบบวัดระดับความเครียดของกรมสุขภาพจิตเป็นข้อคำถามของผู้มีความเครียดและผู้ที่เป็นโรคซึมเศร้าจึงคัดแยกข้อคำถามเฉพาะแบ่งสำหรับผู้ที่เป็นโรคเครียดเท่านั้นเพื่อให้ตรงกับกลุ่มเป้าหมายงานวิจัย

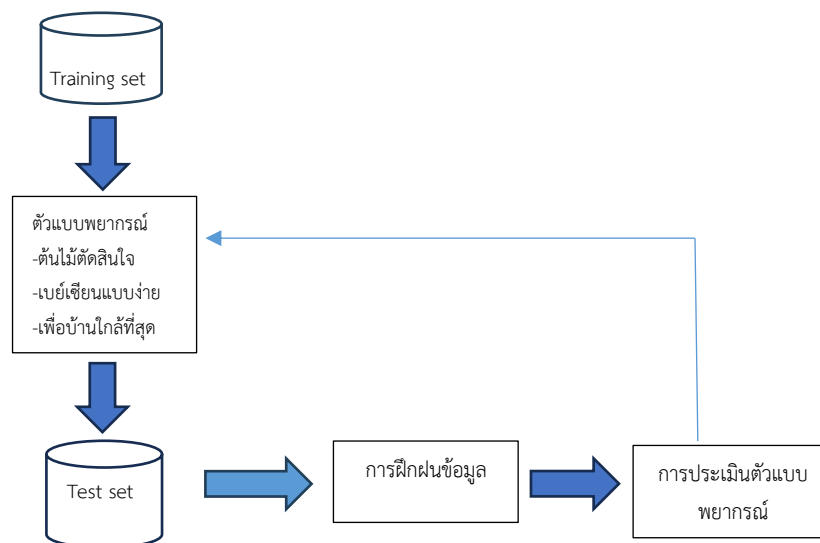
1.4 การเตรียมข้อมูล การจัดเตรียมข้อมูลที่ได้จากการ เก็บข้อมูลผ่าน Google Form ก่อนนำไป วิเคราะห์ ในโปรแกรม Weka 3.9.5

1.5 การแปลงข้อมูล จากข้อมูลที่ได้จาก Google form ซึ่งจะได้มาเป็นข้อมูลภาษาไทย ต้องทำการแปลง ข้อมูลให้เป็นภาษาอังกฤษเพื่อให้อยู่ในรูปแบบที่ Weka สามารถวิเคราะห์ได้และแปลงไฟล์ข้อมูล เป็นนามสกุล *.csv

1.6 การคำนวณหาคลาสคำตอบ คลาสคำตอบได้จากการคำนวณ โดยการทำการแปลงค่าคำตอบ ของแต่ละ ข้อคำถามจากตัวอักษรให้เป็นตัวเลขจากทั้งหมด 4 แอททริบิวต์ โดยแปลงค่าจาก แทบไม่มี (none) เป็น 0, เป็น บางครั้ง (sometime) เป็น 1, บ่อยครั้ง (often) เป็น 2 และ เป็นประจำ (regularly) เป็น 3 โดยวิธีการคำนวณอ้างอิง จากภาวะความเครียดในช่วงวิกฤตโควิด-19 ซึ่งได้จากการทำแบบประเมินความเครียดตามแบบวัดระดับความเครียด ของกรมสุขภาพจิตได้กำหนดคะแนนแต่ละข้อคำถามไว้และปรับเกณฑ์เพื่อแบ่งกลุ่มใช้ในการวิเคราะห์โดย กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน จะได้ผลลัพธ์จากการคำนวณดังนี้ คะแนนต่ำกว่า 4 คือ เครียดน้อย (Less stressed), คะแนน 5-7 คือ เครียดปานกลาง (Moderate stressed) และคะแนนมากกว่า 8 ขึ้น ไปคือ เครียดมาก (Very stressful)

1.7 คัดข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ออก นำ 9 แอททริบิวต์ไปใส่ในโปรแกรม ได้แก่ เพศ คณะ รู้สึกว่าตนเองไม่มีสมาธิ เพราะว่าใช้ต้นไม้ตัดสินใจแล้วไม่เกิดผลจึงตัดข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ออกไป ข้อมูลที่นำไปใช้คือ นอนไม่หลับเพราะคิดมาก หรือกังวลใจ ไม่อยากพบปะผู้คน รู้สึกว่าตนเองไม่มีสมาธิ กระวนกระวายอยู่ตลอดเวลาและทำการ cleaning data โดยกำจัดค่าที่เป็น outlier หรือกำจัดข้อมูลที่มีค่าว่าง กำจัดคำถามออกเนื่องจากไม่มีผลต่อการวิเคราะห์

2. การสร้างตัวแบบพยากรณ์



ภาพที่ 2: แสดงกระบวนการสร้างตัวแบบพยากรณ์

จากภาพที่ 2 เป็นรูปที่แสดงกระบวนการในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ โดยจะใช้โปรแกรม Weka และทำการ cleaning data โดยกำจัดค่าที่เป็น outlier หรือกำจัดข้อมูลที่มีค่าว่าง กำจัดคำถามออกเนื่องจากไม่มีผลต่อการวิเคราะห์ โดยข้อมูลจะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลฝึกฝน (Training Data) จำนวน 288 แถวข้อมูล และข้อมูล

ทดสอบ (Test Data) จำนวน 20 แถวข้อมูล โดยตัวแบบพยากรณ์ ได้แก่ ต้นไม้ตัดสินใจ ใช้อัลกอริทึมชนิด J48, เบย์เขียนแบบง่าย และเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดใช้อัลกอริทึมชนิด IBk [13]

3. การประเมินประสิทธิภาพ

การประเมินตัววัดประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์ในรายงานฉบับนี้ ประกอบด้วย ค่าความถูกต้อง, ค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย, ค่า Root mean squared error

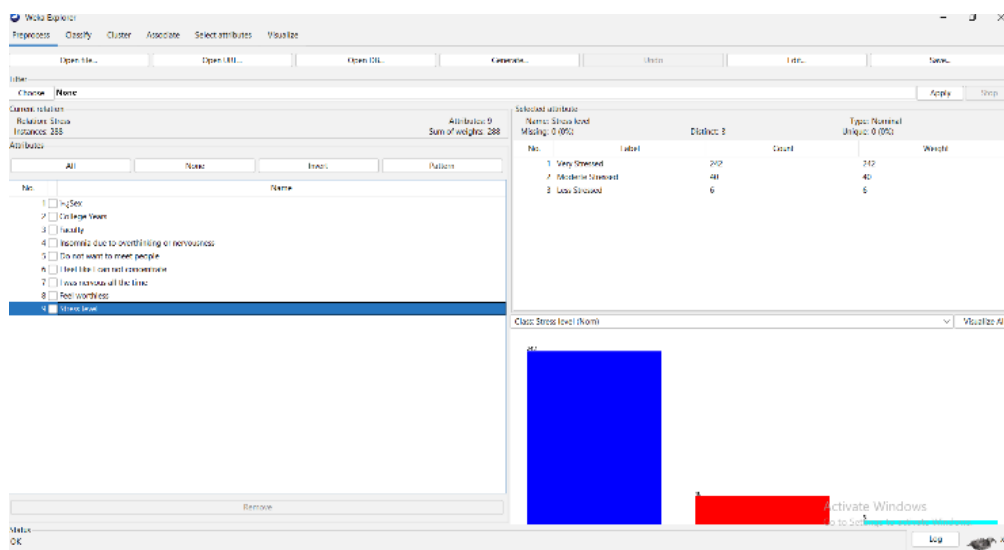
4. การนำผลลัพธ์ไปใช้งาน

ใช้ภูมิความรู้ของปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดหลังจากกลับมาเรียนในมหาวิทยาลัยของนักศึกษาเพื่อนำไปเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาความเครียดหลังจากนักศึกษากลับมาเรียน

เก็บข้อมูลโดยใช้ Google Form เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล โดยการเก็บมีทั้งหมด 8 แอททริบิวต์ดังนี้ 1. เพศ 2. ชั้นปีที่กำลังศึกษา 3. คณะ 4. นอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ 5. ไม่อยากพบปะผู้คน 6. รู้สึกว่าตัวเองไม่มีสมาธิ 7. กระวนกระวายอยู่ตลอดเวลา 8. รู้สึกว่าตัวเองไม่มีคุณค่า จำนวนทั้งหมด 307 คน โดยนำข้อมูลทั้งหมดเข้าสู่กระบวนการดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บมาใช้กับเครื่องมือ Weka



ภาพที่ 3: นำข้อมูลเข้า weka

โดยจะใช้ตัวแบบพยากรณ์ทั้งหมด 3 แบบ ได้แก่ ต้นไม้ตัดสินใจ ใช้อัลกอริทึมชนิด J48, เบย์เขียนแบบง่าย ใช้ อัลกอริทึม Naïve bayes และเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด ใช้อัลกอริทึมชนิด IBk

2. ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree J48)

ข้อมูลมีจำนวนทั้งหมด 288 แถว โดยเลือกใช้เป็น Cross-validation Folds 10

```

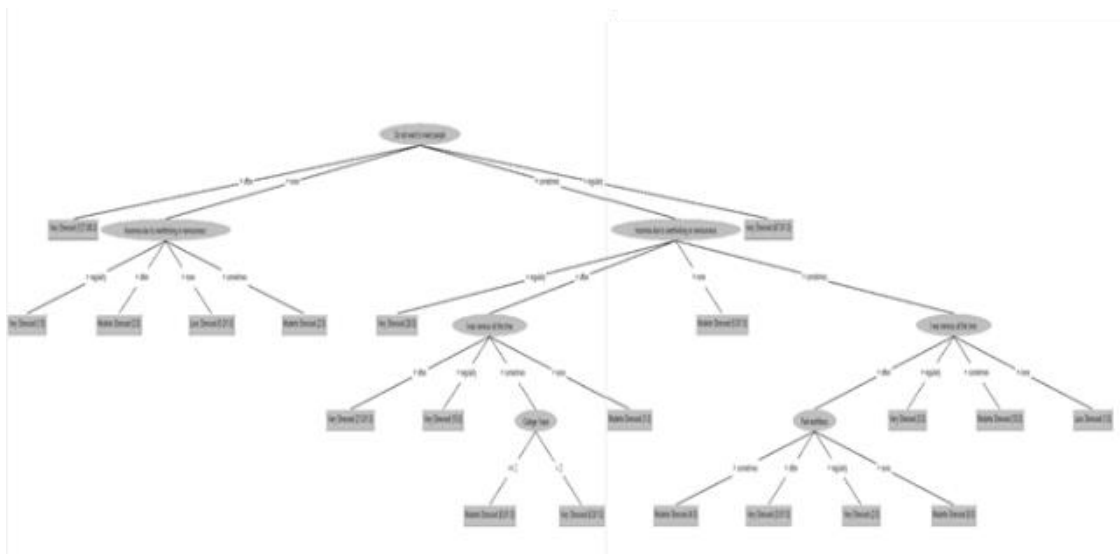
=== Stratified cross-validation ===
=== Summary ===
Correctly Classified Instances      266           92.3611 %
Incorrectly Classified Instances    22           7.6389 %
Kappa statistic                    0.6851
Mean absolute error                 0.0804
Root mean squared error             0.2218
Relative absolute error             43.2564 %
Root relative squared error         73.3442 %
Total Number of Instances          288

=== Detailed Accuracy By Class ===
          TP Rate  FP Rate  Precision  Recall  F-Measure  MCC   ROC Area  PRC Area  Class
          0.988    0.348    0.937    0.988    0.962    0.736  0.842    0.943    Very Stressed
          0.575    0.016    0.852    0.575    0.687    0.663  0.812    0.626    Moderate Stressed
          0.667    0.007    0.667    0.667    0.667    0.660  0.830    0.674    Less Stressed
Weighted Avg.   0.924    0.295    0.920    0.924    0.917    0.724  0.838    0.893

=== Confusion Matrix ===
  a  b  c  <-- classified as
239  2  1  |  a = Very Stressed
 16 23  1  |  b = Moderate Stressed
  0  2  4  |  c = Less Stressed

```

ภาพที่ 4: การทำเหมืองข้อมูลโดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ



ภาพที่ 5: โมเดลของต้นไม้ตัดสินใจ

ตัวอย่างผลกฎที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลต้นไม้ตัดสินใจ 20 กฎดังนี้

1. IF Do not want to meet people = “often” THEN Stressed = “Very Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คนเป็น บ่อย ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดมาก

2. IF Do not want to meet people = “none” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “regularly” THEN Stressed = “Very Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน ตอบ บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ ตอบ เป็นประจำ ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดมาก

3. IF Do not want to meet people = “none” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “often” THEN Stressed = “Moderate Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน ตอบ บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ ตอบ บ่อยครั้ง ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดปานกลาง

4. IF Do not want to meet people = “none” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “none” THEN Stressed = “Less Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** ไม่ ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดน้อย

5. IF Do not want to meet people = “none” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “sometimes” THEN Stressed = “Moderate Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** ไม่ ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดน้อย

6. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “regularly” THEN Stressed = “Very Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** เป็นประจำ ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดน้อย

7. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “often” AND I was nervous all the time = “often” THEN Stressed = “Very Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** บ่อยครั้ง และ กระวนกระวายอยู่ตลอดเวลา **ตอบ** บ่อยครั้ง ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดมาก

8. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “often” AND I was nervous all the time = “regularly” THEN Stressed = “Very Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** บ่อยครั้ง และ กระวนกระวายอยู่ตลอดเวลา **ตอบ** เป็นประจำ ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดมาก

9. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “often” AND I was nervous all the time = “sometimes” AND College Years = “<=2” THEN Stressed = “Moderate Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** เป็นบางครั้ง และ กระวนกระวายอยู่ตลอดเวลา **ตอบ** เป็นบางครั้ง และปีที่กำลังศึกษา น้อยกว่าหรือเท่ากับปี 2 ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดปานกลาง

10. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “often” AND I was nervous all the time = “sometimes” AND College Years = “>2” THEN Stressed = “Very Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** เป็นบางครั้ง และ กระวนกระวายอยู่ตลอดเวลา **ตอบ** เป็นบางครั้ง และปีที่กำลังศึกษา มากกว่าปี 2 ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดมาก

11. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “often” AND I was nervous all the time = “none” THEN Stressed = “Moderate Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** เป็นบางครั้ง และ กระวนกระวายอยู่ตลอดเวลา **ตอบ** ไม่ ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดปานกลาง

12. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “none” THEN Stressed = “Moderate Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** ไม่ ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดปานกลาง

13. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “sometimes” AND I was nervous all the time = “often” AND Feel worthless = “sometimes” THEN Stressed = “Moderate Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** บางครั้ง และ กระทบกระวายเป็นอยู่ตลอดเวลา **ตอบ** บางครั้ง และ รู้สึกไร้ค่า **ตอบ** บางครั้ง ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดปานกลาง

14. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “sometimes” AND I was nervous all the time = “often” AND Feel worthless = “often” THEN Stressed = “Very Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** บางครั้ง และ กระทบกระวายเป็นอยู่ตลอดเวลา **ตอบ** บางครั้ง และ รู้สึกไร้ค่า **ตอบ** บ่อยครั้ง ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดมาก

15. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “sometimes” AND I was nervous all the time = “often” AND Feel worthless = “regularly” THEN Stressed = “Very Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** บางครั้ง และ กระทบกระวายเป็นอยู่ตลอดเวลา **ตอบ** บางครั้ง และ รู้สึกไร้ค่า **ตอบ** เป็นประจำ ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดมาก

16. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “sometimes” AND I was nervous all the time = “often” AND Feel worthless = “none” THEN Stressed = “Very Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** บางครั้ง และ กระทบกระวายเป็นอยู่ตลอดเวลา **ตอบ** บางครั้ง และ รู้สึกไร้ค่า **ตอบ** ไม่ ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดปานกลาง

17. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “sometimes” AND I was nervous all the time = “regularly” THEN Stressed = “Very Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** บางครั้ง และ กระทบกระวายเป็นอยู่ตลอดเวลา **ตอบ** เป็นประจำ ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดปานกลาง

18. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “sometimes” AND I was nervous all the time = “sometimes” THEN Stressed = “Very Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน **ตอบ** บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ **ตอบ** บางครั้ง และ กระทบกระวายเป็นอยู่ตลอดเวลา **ตอบ** บางครั้ง ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดปานกลาง

19. IF Do not want to meet people = “sometimes” AND Insomnia due to overthinking or nervousness = “sometimes” AND I was nervous all the time = “none” THEN Stressed = “Very Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน ตอบ บ่อย และนอนไม่หลับเพราะคิดมากหรือกังวลใจ ตอบ บางครั้ง และ ภาระงานกระวายอยู่ตลอดเวลา ตอบ บางครั้ง ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดน้อย

20. IF Do not want to meet people = “regularly THEN Stressed = “Very Stressed”

ถ้าไม่อยากพบปะผู้คน ตอบ เป็นประจำ ดังนั้นคำตอบของความเครียดเท่ากับ เครียดมาก

3. เบย์เซียนแบบง่าย (Naïve bayes)

ข้อมูลมีจำนวนทั้งหมด 288 แถว โดยเลือกใช้เป็น Cross-validation Folds 10

```

=== Stratified cross-validation ===
=== Summary ===

Correctly Classified Instances      263          91.3194 %
Incorrectly Classified Instances    25           8.6806 %
Kappa statistic                    0.6245
Mean absolute error                 0.0785
Root mean squared error             0.2007
Relative absolute error             42.2297 %
Root relative squared error         66.3545 %
Total Number of Instances          288

=== Detailed Accuracy By Class ===

              TP Rate  FP Rate  Precision  Recall  F-Measure  MCC      ROC Area  PRC Area  Class
              0.996    0.413    0.927      0.996    0.960      0.721    0.981     0.997     Very Stressed
              0.450    0.008    0.900      0.450    0.600      0.601    0.953     0.790     Moderte Stressed
              0.667    0.014    0.500      0.667    0.571      0.567    0.970     0.736     Less Stressed
Weighted Avg.   0.913    0.348    0.914      0.913    0.902      0.701    0.977     0.962

=== Confusion Matrix ===

  a   b   c   <-- classified as
241   0   1 |   a = Very Stressed
 19  18   3 |   b = Moderte Stressed
  0   2   4 |   c = Less Stressed
  
```

ภาพที่ 6: การทำเหมืองข้อมูลโดยใช้เทคนิคเบย์เซียนอย่างง่าย

4. เพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbor Algorithm)

ข้อมูลมีจำนวนทั้งหมด 288 แถว โดยเลือกใช้เป็น Cross-validation Folds 10 และกำหนดค่า K เป็น 27

5. ทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด

```

=== Stratified cross-validation ===
=== Summary ===

Correctly Classified Instances      257          89.2361 %
Incorrectly Classified Instances     31          10.7639 %
Kappa statistic                    0.5218
Mean absolute error                 0.0789
Root mean squared error             0.2546
Relative absolute error             42.4539 %
Root relative squared error         84.1845 %
Total Number of Instances          288

=== Detailed Accuracy By Class ===

              TP Rate  FP Rate  Precision  Recall  F-Measure  MCC      ROC Area  PRC Area  Class
              0.983    0.522    0.908      0.983    0.944      0.590    0.775     0.917     Very Stressed
              0.375    0.024    0.714      0.375    0.492      0.467    0.730     0.487     Moderte Stressed
              0.667    0.004    0.800      0.667    0.727      0.725    0.797     0.542     Less Stressed
Weighted Avg.   0.892    0.442    0.879      0.892    0.877      0.576    0.769     0.849

=== Confusion Matrix ===

  a   b   c   <-- classified as
238   4   0 |   a = Very Stressed
 24  15   1 |   b = Moderte Stressed
  0   2   4 |   c = Less Stressed
  
```

ภาพที่ 7: การทำเหมืองข้อมูลโดยใช้เทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด

inst#	actual	predicted	error	prediction
1 1:?		1:Very Stressed		0.953
2 1:?		1:Very Stressed		0.953
3 1:?		3:Less Stressed		0.8
4 1:?		2:Moderte Stressed		1
5 1:?		1:Very Stressed		0.837
6 1:?		1:Very Stressed		1
7 1:?		2:Moderte Stressed		0.8
8 1:?		1:Very Stressed		0.837
9 1:?		1:Very Stressed		0.953
10 1:?		1:Very Stressed		0.837
11 1:?		1:Very Stressed		0.953
12 1:?		3:Less Stressed		1
13 1:?		1:Very Stressed		0.953
14 1:?		1:Very Stressed		0.837
15 1:?		1:Very Stressed		0.953
16 1:?		1:Very Stressed		0.953
17 1:?		2:Moderte Stressed		1
18 1:?		1:Very Stressed		0.979
19 1:?		1:Very Stressed		0.953
20 1:?		2:Moderte Stressed		1

ภาพที่ 8: แสดงผลหลังจากการทำนายของเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

จากการเปรียบเทียบผลลัพธ์การทำนายจากรูปที่ 8 กับ Unknow Data ที่รู้คลาสคำตอบรูปที่ 30 พบว่าจากการทำนายมีค่าที่ถูกทั้งหมด 15 แถวข้อมูล และค่าที่ไม่ถูกต้อง 5 แถวข้อมูล ดังนั้นประสิทธิภาพจะคิดเป็น 75%

6. ทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเทคนิคเบย์เซียนแบบง่าย

inst#	actual	predicted	error	prediction
1 1:?		1:Very Stressed		0.997
2 1:?		1:Very Stressed		0.977
3 1:?		3:Less Stressed		0.889
4 1:?		2:Moderte Stressed		0.737
5 1:?		2:Moderte Stressed		0.768
6 1:?		1:Very Stressed		0.601
7 1:?		2:Moderte Stressed		0.825
8 1:?		2:Moderte Stressed		0.514
9 1:?		1:Very Stressed		0.916
10 1:?		2:Moderte Stressed		0.623
11 1:?		1:Very Stressed		0.892
12 1:?		2:Moderte Stressed		0.583
13 1:?		1:Very Stressed		0.97
14 1:?		2:Moderte Stressed		0.623
15 1:?		1:Very Stressed		0.892
16 1:?		1:Very Stressed		0.968
17 1:?		3:Less Stressed		0.769
18 1:?		1:Very Stressed		0.462
19 1:?		3:Less Stressed		0.894
20 1:?		2:Moderte Stressed		0.63

ภาพที่ 9: แสดงผลหลังจากการทำนายของเทคนิคเบย์เซียนอย่างง่าย

ภาพที่ 9 จากการเปรียบเทียบผลลัพธ์การทำนายดังภาพภาพที่ 7 กับ Unknow Data ที่รู้คลาสคำตอบภาพที่ 8 พบว่าจากการทำนายมีค่าที่ถูกทั้งหมด 16 แถวข้อมูล และค่าที่ไม่ถูกต้อง 4 แถวข้อมูล ดังนั้นประสิทธิภาพจะคิดเป็น 80%

7. ทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbor Algorithm)

inst#	actual	predicted	error	prediction
1 1:?		1:Very Stressed		0.933
2 1:?		1:Very Stressed		1
3 1:?		1:Very Stressed		0.743
4 1:?		1:Very Stressed		0.765
5 1:?		1:Very Stressed		0.6
6 1:?		1:Very Stressed		0.896
7 1:?		1:Very Stressed		0.469
8 1:?		1:Very Stressed		0.75
9 1:?		1:Very Stressed		0.971
10 1:?		1:Very Stressed		0.649
11 1:?		1:Very Stressed		0.852
12 1:?		1:Very Stressed		0.613
13 1:?		1:Very Stressed		0.969
14 1:?		1:Very Stressed		0.649
15 1:?		1:Very Stressed		0.852
16 1:?		1:Very Stressed		0.854
17 1:?		1:Very Stressed		0.71
18 1:?		1:Very Stressed		0.774
19 1:?		1:Very Stressed		0.786
20 1:?		1:Very Stressed		0.564

ภาพที่ 10: แสดงผลหลังจากการทำนายของเทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด

จากการเปรียบเทียบผลลัพธ์การทำนายจากภาพที่ 7 กับ Unknow Data ที่รู้คลาสคำตอบภาพที่ 8 พบว่าจากการทำนายมีค่าที่ถูกทั้งหมด 10 แถวข้อมูล และค่าที่ไม่ถูกต้อง 10 แถวข้อมูล ดังนั้นประสิทธิภาพจะคิดเป็น 50%

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1: เปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวพยากรณ์ทั้ง 3 แบบ

ค่าประสิทธิภาพ	ตัวแบบพยากรณ์		
	ต้นไม้ตัดสินใจ	เบย์เซียนอย่างง่าย	เพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด
ค่าความถูกต้อง	92.36%	90.97%	85.07%
ค่าความคลาดเคลื่อน สมบูรณ์เฉลี่ย	0.08	0.09	0.13
ค่า Root mean squared error	0.22	0.21	0.26

จากตารางที่ 1 เห็นได้ว่าต้นไม้ตัดสินใจมีค่าความถูกต้อง 92.36% ค่าความคลาดเคลื่อน 0.08 ค่า Root mean squared error 0.22 เบย์เซียนอย่างง่าย มีค่าความถูกต้อง 90.97% ค่าความคลาดเคลื่อน 0.09 ค่า Root mean squared error 0.21 และเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดมีค่าความถูกต้อง 85.07% ค่าความคลาดเคลื่อน 0.13 ค่า Root mean squared error 0.26

ตารางที่ 2: เปรียบเทียบการทดสอบประสิทธิภาพตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 3 แบบ

ผลลัพธ์การทดสอบ	ตัวแบบพยากรณ์		
	ต้นไม้ตัดสินใจ	เบย์เซียนอย่างง่าย	เพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด
การทำนายมีค่าที่ถูก (คำตอบ)	15	16	10
การทำนายมีค่าที่ผิด (คำตอบ)	5	4	10
ประสิทธิภาพ	75%	80%	50%

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์จะเห็นได้ว่าค่าประสิทธิภาพที่มากที่สุดคือ เบย์เซียนอย่างง่าย 80% รองลงมาคือ ต้นไม้ตัดสินใจ 75% และเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด 50% ดังนั้นจึงควรเลือกใช้โมเดลของเบย์เซียนอย่างง่าย เพราะเนื่องจากผลลัพธ์การทดสอบของตัวพยากรณ์ เบย์เซียนอย่างง่าย มีค่าการทำนายมีความถูกต้องมากที่สุด ในทั้ง 3 แบบ

สรุปผลงานวิจัย

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า หลังจากการทดสอบประสิทธิภาพแล้ว การทำนายมีค่าที่ถูกต้อง (คำตอบ) มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือ เบย์เซียนอย่างง่ายซึ่งมีค่าประสิทธิภาพในการทำนาย 80% จึงควรเลือกใช้โมเดลของเบย์เซียนอย่างง่าย และความชุกความเครียดของนักศึกษาสูงสุดคือ ความเครียดมาก (Very Stressed) 84.03% รองลงมาคือ ความเครียดระดับปานกลาง (Moderate Stressed) 13.89% และความเครียดน้อย (Less Stressed) 2.08% การประเมินความเครียดจากแบบประเมินเพื่อวัดระดับความเครียดของกรมสุขภาพจิตที่ผู้ประเมินสามารถตรวจสอบระดับความเครียดเบื้องต้นได้นั้น ได้มีการทดสอบจากข้อมูลทางสถิติโดยรวม แต่การวิจัยครั้งนี้ต้องการวิเคราะห์ระดับความเครียดโดยหาปัจจัยจำเป็นและความแม่นยำของการวิเคราะห์จากเทคนิคเหมืองข้อมูลทำให้ได้เตรียมข้อมูลเพราะวิเคราะห์หาปัจจัยโดยนำปัจจัยต่าง ๆ มาวิเคราะห์ โดยเลือกโมเดลที่นิยมและเหมาะสมซึ่งมีแนวโน้มในการแบ่งคำตอบที่แม่นยำตามกลุ่มข้อมูลมากขึ้น จากการวิเคราะห์ปัจจัยข้อคำถาม ได้พบว่าปัจจัยสำคัญที่ระดับความเครียดคือนักศึกษามีความสัมพันธ์กับผู้อื่นหรือไม่ ซึ่งดังที่ปรากฏในกฎพบว่าถ้าไม่ยากพบปะผู้คนบ่อย เขาจะมีระดับความเครียดมาก ปัจจัยต่อมาคือการนอนไม่หลับ การกระวนกระวายใจตลอด และความรู้สึกไร้ค่า สำหรับนักศึกษาที่กำลังศึกษาจะเห็นว่าชั้นปีที่สูง ๆ จะมีระดับความเครียดมากกว่าชั้นปีต่ำคือปี 1 ปี 2 แต่ทั้งนี้ไม่ใช่ว่าจะตัดสินจากชั้นปีอย่างเดียวเพราะการที่นักศึกษาชั้นปีสูงจะเครียดก็ต้องมีปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วย หมายความว่าถ้าไม่มีปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วยนักศึกษาชั้นปีสูง ๆ ก็อาจไม่เครียดกับการเรียนในภาวะ COVID-19 มากนัก ซึ่งผลจากการวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบวิเคราะห์ พยากรณ์ความเสี่ยงถึงระดับความเครียดของนักศึกษาเพื่อแนะนำวิธีการแก้ไขและไม่ให้เกิดความเครียดอันเป็นที่มาของโรคต่าง ๆ รวมถึงโรคซึมเศร้า ซึ่งในปัจจุบันนักศึกษาเป็นกันมาก

เอกสารอ้างอิง

- 1 บุคลากรสาธารณสุขอำเภอปรางค์บอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. ภาวะความเครียดในช่วงวิกฤต โควิด-19 [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 9 ตุลาคม 2565] เข้าถึงจาก:
<https://he02.tcithaijo.org/index.php/odpc10ubon/article/view/257333/176149>
- 2 อังณาพร กว่างสวัสดิ์ และคณะ. ระบบทำนายระดับความเครียด ด้วยเทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ. Rattanakosin Journal of Science and Technology: RJST.2019, Volume 1 Issue 2: 13-26 ,Online ISSN: 2673-0553
- 3 โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่. แบบประเมินและวิเคราะห์ความเครียด (Strain). [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 9 ตุลาคม 2565] เข้าถึงจาก: https://www.manarom.com/test/strain_thai.html
- 4 พงศ์เสวก เอนกจำนงค์พร. ความเครียดของนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต.วารสารธรรมศาสตร์. 2564;ปีที่ 41 (ฉบับที่ 2):196-210.
- 5 สายฝน สีนอเพีย. รุจิรา ดวงสงค์. ภาวะซึมเศร้า ความเครียดกับการจัดการปัญหาของนักศึกษาระดับปริญญาตรี; วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2564; ปีที่14 (ฉบับที่ 3).
- 6 สาธารณสุข. ความเครียดและวิธีเผชิญความเครียดของนักศึกษา. [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 9 ตุลาคม 2565] เข้าถึงจาก:
<https://so02.tcithaijo.org/index.php/jgmcukk/article/download/240370/165142/844832>
- 7 สิริณิตย์ พรหมหาญ. บุญมี พันธุ์ไทย. กมลทิพย์ ศรีหาเศษ. ปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดในการเรียนของนักศึกษา แพทย์ชั้นปีที่ 4-6. Veridian E-Journal, Silpakorn University. 2561;ปีที่ 11 (ฉบับที่ 3): 2579-2593
- 8 วารุณี มีมุงบุญ. การศึกษาความเครียดของนักศึกษาระดับปริญญาตรี. [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 9 ตุลาคม 2565] เข้าถึงจาก:
<http://www.repository.rmutt.ac.th/dspace/handle/123456789/3796?mode=full>
- 9 ศจี วานิช. Data Mining (เหมืองข้อมูล). [อินเทอร์เน็ต].2565; [เข้าถึงเมื่อ 9 ตุลาคม 2565] เข้าถึงจาก:
<http://sajeegm301.blogspot.com/2015/11/data-mining.html>
- 10 นนทวัฒน์ บุญบา. ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree). [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 9 ตุลาคม 2565] เข้าถึงจาก: <https://www.slideshare.net/Nontawatb/05-Classification-1-Decision-Tree-And-Rule-Based-Classification>
- 11 นพมาศ ปีกเข็ม. การเรียนรู้แบบเบย์ (Bayesian Learning). [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 9 ตุลาคม 2565] เข้าถึงจาก: https://mis.sci.tsu.ac.th/tqf/files/0214346_3_20220623152142.pdf
- 12 นที ไทยธรรม. KNN หรือ K-Nearest Neighbors คืออะไร. [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 9 ตุลาคม 2565] เข้าถึงจาก: <https://www.glurgeek.com/education/knn/>
- 13 จำลักษ์ณ์ ขุนพลแก้ว. กระบวนการสากลเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล. [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 9 ตุลาคม 2565] เข้าถึงจาก: <https://www.bangkokbiznews.com/blogs/columnist/121263>



Kalasin University
Journal of Science Technology and Innovation

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม

มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

Kalasin University Journal of
Science Technology and Innovation