

STJ

RMUTK
SCIENCE AND
TECHNOLOGY
JOURNAL

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.กรุงเทพ



ISSN 2392-5647

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
SCIENCE AND TECHNOLOGY
RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP

NEW NORMAL KEEP DISTANCING



SciTech⁺
Positive Thinking
Lifelong Learning
Unity
Scientific



2021

JANUARY-DECEMBER

ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม - ธันวาคม 2564

NEW NORMAL KEEP DISTANCING



SciTech⁺
Positive Thinking
Lifelong Learning
Unity
Scientific





ISSN 2392-5647

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
SCIENCE AND TECHNOLOGY
RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY KRUNGTHEP
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.กรุงเทพ (STJ)

เป็นวารสารที่มุ่งเน้นเผยแพร่ผลงานวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร สถาปัตยกรรมและการออกแบบ เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมเกษตร การบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีร่วมกับศาสตร์ต่างๆ ที่หลากหลาย รวมถึงวิชาการขั้นสูงที่เกี่ยวกับธุรกิจและอุตสาหกรรม

สาขาวิชาที่เปิดรับบทความ

- สาขาวิทยาศาสตร์
- สาขาวิทยาศาสตร์ประยุกต์
- สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
- สาขาสถาปัตยกรรมและการออกแบบ
- สาขาอุตสาหกรรมเกษตร
- สาขาการจัดการนวัตกรรมและเทคโนโลยี
- สาขาความรู้ทางวิชาการขั้นสูงที่เกี่ยวข้องกับการบริหารธุรกิจ
- สาขาเทคโนโลยีการศึกษา

กำหนดการเผยแพร่วารสาร

กำหนดออก (เผยแพร่): ปีละ 2 ฉบับ
ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม - มิถุนายน
ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม - ธันวาคม

การเผยแพร่

มอบให้สถาบันการศึกษาและหน่วยงานของรัฐ และ www.stj.sci.rmutk.ac.th

ติดต่อสอบถาม

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.กรุงเทพ (STJ)
สถานที่ออกแบบและจัดพิมพ์
สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ โทร: 02 287 9600 ต่อ 7555, 7556
Email: sjt@mail.rmutk.ac.th

NEW NORMAL KEEP DISTANCING



SciTech⁺
Positive Thinking
Lifelong Learning
Unity
Scientific



ความเป็นมา

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.กรุงเทพ (RMUTK Science and Technology Journal) ได้ดำเนินการจัดทำครั้งแรกประมาณปี พ.ศ. 2553 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการหรืองานวิจัยที่เป็นองค์ความรู้ใหม่ หรือนวัตกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของคณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งนี้การดำเนินการจัดทำวารสารฯ ได้ขาดช่วงลงไประยะเวลาหนึ่ง เนื่องจากปัญหาในด้านบุคลากรและงบประมาณ การกลับมาดำเนินการจัดทำวารสารฯ ครั้งนี้ เป็นการดำเนินการจัดพิมพ์เผยแพร่หลังจากยุติการดำเนินการมาเป็นระยะเวลา 4 ปี และเนื่องในโอกาสครบรอบ 10 ปีนับจากการดำเนินการจัดทำวารสารฯ ในครั้งแรกจึงมีการรื้อฟื้นจัดทำวารสารฯ เพื่อเพิ่มช่องทางการเผยแพร่ผลงานวิชาการหรืองานวิจัยของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและเป็นไปตามนโยบายของ คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ได้แสดงต่อบุคลากรของคณะฯ ในช่วงการสรรหาคณบดี ซึ่งต้องการให้คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ มีความเข้มแข็งทางวิชาการและการวิจัย ตลอดจนสามารถเป็นที่พึ่งทางวิชาการของสังคม ให้สมกับการเป็นมหาวิทยาลัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของประเทศ ดังนั้นวารสารฯ นี้จึงขอเป็นสื่อกลางเพื่อเผยแพร่บทความ โดยมุ่งเน้นการนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสถาปัตยกรรมและการออกแบบ เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมเกษตร การบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีร่วมกับศาสตร์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย รวมถึงวิชาการขั้นสูงที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจและอุตสาหกรรม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศและสังคมอย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.กรุงเทพ เป็นวารสารที่มุ่งเน้นเผยแพร่ผลงานทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สถาปัตยกรรมและการออกแบบ อุตสาหกรรมเกษตร รวมทั้งการบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีร่วมกับศาสตร์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย รวมถึงวิชาการขั้นสูงที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจและอุตสาหกรรม

นโยบายการรับบทความ

กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพ มีความยินดีที่จะรับบทความจากนักวิจัยทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการในสาขาวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาปัตยกรรมและการออกแบบ อุตสาหกรรมเกษตร การจัดการนวัตกรรมและเทคโนโลยี รวมถึงการประยุกต์ความรู้ทางวิชาการขั้นสูงที่เกี่ยวข้องกับการบริหารธุรกิจ หรือการศึกษา ที่เขียนเป็นภาษาไทย ซึ่งผลงานวิชาการที่ส่งมาต้องไม่เคยได้รับการเผยแพร่และต้องไม่อยู่ในระหว่างการพิจารณาของวารสารอื่น การละเมิดลิขสิทธิ์ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้ส่งบทความโดยตรง บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ต้องผ่านการพิจารณากลั่นกรองคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิและได้รับความเห็นชอบจากกองบรรณาธิการข้อความที่ปรากฏอยู่ในแต่ละบทความที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการเล่มนี้ เป็นความคิดเห็นส่วนบุคคลของผู้เขียนแต่ละท่าน ไม่เกี่ยวข้องกับวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพแต่อย่างใด ความรับผิดชอบด้านเนื้อหาและการตรวจร่างบทความเป็นของผู้เขียนแต่ละท่าน หากมีความผิดพลาดใด ๆ ผู้เขียนแต่ละท่านจะต้องรับผิดชอบต่อบทความของตนแต่ผู้เดียว

กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์มิให้นำเนื้อหาหรือข้อคิดเห็นใด ๆ ของบทความในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.กรุงเทพ ไปเผยแพร่ก่อนได้รับอนุญาต จากกองบรรณาธิการอย่างเป็นทางการ เป็นลายลักษณ์อักษร ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์ ถือเป็นลิขสิทธิ์ของวารสาร

รายละเอียดการส่งบทความและคำแนะนำ

www.stj.sci.rmutk.ac.th

สามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมที่ : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. กรุงเทพฯ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ พุ้มหามเมฆ สาทรกรุงเทพฯ10120

โทรศัพท์ 0 2287 9600 ต่อ 7555, 7556

โทรศัพท์เคลื่อนที่ 085 357 1153

website : www.stj.sci.rmutk.ac.th

ผู้ทรงคุณวุฒิ

รองศาสตราจารย์ ดร.ธวัช พะยั้ม
รองศาสตราจารย์ ดร.อรรรณพ หมันสกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษา อินทร์ประสิทธิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉียบวุฒิ รัตนวิไลสกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา อัจฉริยจิต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐกานต์ ภาคพรต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณธ์ เหล็กเพชร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิพล มหศักดิ์สกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุเมธ ใจเย็น
อาจารย์ ดร.เกษม มานะรุ่งวิทย์
อาจารย์ ดร.บุรินทร์ นรินทร์
อาจารย์ ดร.เชมทิน เหลืองวัฒนะพงค์
อาจารย์ ดร.สุดารัตน์ ศรีมา
อาจารย์ ดร.ณรงค์ศักดิ์ แสงป้อม
อาจารย์ ดร.ณรงค์ พันธุ์คง

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

NEW NORMAL KEEP DISTANCING



SciTech⁺

Positive Thinking
Lifelong Learning
Unity
Scientific



สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
ความเป็นมา	ค
รายละเอียดส่งบทความ	ฅ
ผู้ทรงคุณวุฒิ	ง
สารบัญ	ฉ
การพัฒนารูปแบบกระเป๋าสตรีจากผ้าปาเต๊ะ The Development of Lady's Batik Bags.	1
ระบบตรวจจับนับผู้เข้า-ออกด้วยกล้องเว็บแคม PEOPLE COUNT SYSTEM WITH WEB CAMERA	7
การผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เทคนิคพิเศษในการลำดับภาพและเสียง Production of Electronics Books a Special Technique in Sequence Images and Sound	16
การใช้น้ำมันกรดที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองเป็นสารตั้งต้น ในการผลิตไบโอดีเซลด้วยกระบวนการแบบ 3 ขั้นตอน Acid oil obtained from soybean oil production process as feedstock for biodiesel production using three-step process	21
ระบบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บเพื่อสำรองการใช้ห้องและอุปกรณ์ กรณีศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการความปลอดภัยของอาหาร Web Application for Laboratory and Equipment Reservation: A Case Study on Requirements from Food Safety Management and Technology Department	33

NEW NORMAL KEEP DISTANCING



SciTech+
Positive Thinking
Lifelong Learning
Unity
Scientific



การพัฒนาารูปแบบกระเป๋าสตรีจากผ้าปาเต๊ะ The Development of Lady's Batik Bags.

วิไลลักษณ์ บินดาร^{1*}, สุทธญาณ์ สุขเกษม²

^{1,2} สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ภาควิชาเทคโนโลยีสื่อสารและอุตสาหกรรม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษารูปแบบกระเป๋า 2) เพื่อพัฒนารูปแบบกระเป๋าสตรีจากผ้าปาเต๊ะ 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจรูปแบบกระเป๋าสตรีจากผ้าปาเต๊ะ กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ 5 คน และสุภาพสตรีวัยทำงาน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ, ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) กระเป๋าสตรีมีรูปแบบร่วมสมัย สามารถใช้งานได้ในชีวิตประจำวัน 2) รูปแบบกระเป๋าสตรีจากผ้าปาเต๊ะ ประกอบด้วย กระเป๋าถือ กระเป๋าสะพาย และกระเป๋าตังค์ นำมาพัฒนารูปแบบและผสมผสานการตัดเย็บด้วยผ้าปาเต๊ะ โดยวิเคราะห์ตามหลักการออกแบบ ได้แก่ หน้าที่ใช้สอย ความสวยงามน่าใช้ ความสะดวกสบายในการใช้งาน ความแข็งแรง และวัสดุ 3) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ มีความพึงพอใจรูปแบบที่ 1 มากที่สุด อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.13$, S.D.=0.59) กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.07$, S.D.=0.57)

คำหลัก: การพัฒนา กระเป๋าสตรี ผ้าปาเต๊ะ

Abstract

The objectives of this research project on the study and development of batik bags are 1) to study on lady's bags; 2) to study on styles of lady's bags from batik fabric; and 3) to evaluate users' satisfaction towards batik bags. The samples of this research are experts in designing and working women. The tool used in this research project is a satisfaction questionnaire. Statistics used for analyzing the attained data are percentages, means and standard deviations. The findings from the research show that 1) Lady's batik bags are contemporary and can used in everyday life; 2) Lady batik bags include handbags, purses and wallets, which are made of batik fabric to look creative and modern, the design principles are used to analyze the functions, the beauty, the comfort, the constructions and the materials; 3) The experts satisfaction assessment results to the overall feature of the designed product is in the 'high' level ($\bar{X}=4.13$, S.D.=0.59) and the 30 people' satisfaction towards the overall feature of the designed product is in the 'high' level ($\bar{X}=4.07$, S.D.=0.57).

Keywords: Development, Lady's Bag, Batik Fabric

^{1,2} สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ภาควิชาเทคโนโลยีสื่อสารและอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ E-mail: Wilailak.c@mail.rmutk.ac.th

1. บทนำ

ภาคใต้ของไทยเป็นเมืองท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงระดับโลก เนื่องจากมีความอุดมสมบูรณ์และความหลากหลายทางวัฒนธรรม เชื้อชาติและศาสนา อาทิ ไทยพุทธ ไทยจีน และไทยมุสลิม ซึ่งมีรูปแบบ ด้านเครื่องแต่งกายโดยเฉพาะ ผ้าปาเต๊ะที่สตรีนิยมสวมใส่ทั้งในชีวิตประจำวันและการออกงานสังคม [1] ผ้าปาเต๊ะ หรือ ผ้าบาติก ได้รับอิทธิพลมาจากประเทศอินโดนีเซียเข้าสู่ชายแดนภาคใต้ เป็นการสร้างสรรค์ลวดลายศิลปะบนผืนผ้าผ่านฝีมืออันประณีตงดงาม ด้วยสีสันแตกต่างกันตามจินตนาการของช่างแต่ละคน ทำให้ผ้าปาเต๊ะกลายเป็นเอกลักษณ์ของภาคใต้มาจนถึงปัจจุบัน [2] ประกอบกับลักษณะรูปแบบลวดลายศิลปะบาติก มีสีจัดจ้านร้อนแรงตามความเชื่อที่ว่า การสวมใส่ผ้าบาติกที่มีลักษณะพิเศษทั้งสีและลวดลายที่กำหนดไว้อย่างประณีต จะช่วยรักษาโรคภัยไข้เจ็บได้ [3]

ถึงแม้ว่าปาเต๊ะจะเป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรมของภาคใต้ แต่ก็ปฏิเสธไม่ได้ว่าอิทธิพลของวัฒนธรรมร่วมสมัยและการนำนวัตกรรมเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามามีบทบาทต่อการดำรงชีวิต มุ่งเน้นความเรียบง่าย ส่งผลให้วัฒนธรรมแบบดั้งเดิมเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา ทำให้จารีตและธรรมเนียมทางด้านวัฒนธรรมการแต่งกายด้วยผ้า ถูกกลืนหายไป ด้วยอิทธิพลของนวัตกรรมสมัยใหม่ไปที่สุดในที่สุด [4] การนำปาเต๊ะมาสร้างสรรค์เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้สอยได้ในชีวิตประจำวันจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ปาเต๊ะไม่เลือนหายไปกับกาลเวลา

ทว่าเมื่อนึกถึงสิ่งที่จำเป็นในชีวิตประจำวันตั้งแต่ช่วงวัยเด็กจนถึงช่วงวัยผู้สูงอายุต้องมีกระเป๋าในการเก็บสิ่งของสำคัญที่ต้องการนำติดตัวไปด้วย เช่น โทรศัพท์มือถือ กระเป๋า สตางค์ เครื่องสำอาง เป็นต้น ทั้งนี้กระเป๋าเปรียบเสมือนเครื่องประดับอีกชิ้นที่มีรูปแบบหลากหลายตามหน้าที่ใช้งาน และสามารถนำไปใช้ในโอกาสต่างกันไปได้ [5] การนำผ้าปาเต๊ะมาสร้างสรรค์เป็นกระเป๋าสตรีรูปแบบร่วมสมัย ที่สามารถใช้ได้ในชีวิตประจำวัน จึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจ บวกกับสีสันและลวดลายที่เป็นเอกลักษณ์บนผืนผ้า นำมาจัดวางองค์ประกอบกระเป๋าอย่างสวยงามและลงตัวทำให้เกิดมูลค่า ช่วยส่งเสริมกระบวนการผลิตผ้าปาเต๊ะให้มีศักยภาพสูงขึ้น เป็นที่นิยมของผู้บริโภค ส่งผลให้กลุ่มผู้ผลิตในชุมชนมีรายได้เพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งเสริมสร้างกระบวนการ

สร้างอาชีพ สร้างงาน ที่มีคุณภาพและมีรายได้ ความเป็นอยู่ดีและมั่นคงขึ้น ตลอดจนช่วยอนุรักษ์สืบสานภูมิปัญญาท้องถิ่นให้ยั่งยืนต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษารูปแบบกระเป๋าสตรีจากผ้าปาเต๊ะ
2. เพื่อพัฒนารูปแบบกระเป๋าสตรีจากผ้าปาเต๊ะ
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจรูปแบบกระเป๋าสตรีจากผ้าปาเต๊ะ

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แนวทางในการพัฒนารูปแบบกระเป๋าสตรีจากผ้าปาเต๊ะ
2. ได้รูปแบบกระเป๋าสตรีจากผ้าปาเต๊ะ
3. ได้ผลประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบกระเป๋าสตรีจากผ้าปาเต๊ะ

4. นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1. กระเป๋าสตรี หมายถึง กระเป๋าแบบต่างๆ ที่ออกแบบมาสำหรับสุภาพสตรีวัยทำงาน สามารถใส่สิ่งของต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้ และสามารถเพิ่มความมั่นใจประกอบด้วย กระเป๋าถือ กระเป๋าสะพายข้าง และกระเป๋าต่างค์
2. ผ้าปาเต๊ะ หมายถึง ผ้าบาติก ที่มีลวดลายสวยงามและสีสันสดใส สะท้อนถึงวิถีชีวิต วัฒนธรรม และเป็นเอกลักษณ์เฉพาะถิ่นภาคใต้ โดยนำมาเป็นวัสดุหลักในการออกแบบกระเป๋าสตรี

5. กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษาและพัฒนากกระเป๋าสตรีจากผ้าปาเต๊ะ ใช้กรอบแนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์ของ วัชรินทร์ จรุงจิตสุนทร [6] จำนวน 5 ด้าน ตามลำดับดังนี้

1. หน้าที่ใช้สอย
2. ความสวยงามน่าใช้
3. ความสะดวกสบายในการใช้งาน
4. ความแข็งแรง
5. วัสดุ

6. ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

- 1.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผ้าปาเต๊ะ
- 1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับกระเป๋
- 1.3 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้กระเป๋ของสตรีวัยทำงาน

2. ขอบเขตของการออกแบบ

- 2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับทฤษฎีการออกแบบ
- 2.2 ต้นแบบกระเป๋ จำนวน 3 รูปแบบ ประกอบด้วย กระเป๋สะพาย กระเป๋ถือ และ กระเป๋สตางค์

3. ขอบเขตของประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัย ได้กำหนดขอบเขตของกลุ่มตัวอย่างในการตอบแบบประเมินผลความพึงพอใจที่มีต่อการพัฒนารูปแบบกระเป๋สตรีจากผ้าปาเต๊ะ ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 5 คน และสุภาพสตรีวัยทำงาน ในเขตสาทร กรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน โดยเลือกใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้แบบมีโครงสร้าง (Rating Scale) 5 ระดับ โดยเกณฑ์ในการให้คะแนนของแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบกระเป๋สตรีจากผ้าปาเต๊ะ แบ่งเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ใช้เกณฑ์การให้คะแนน มีระดับคะแนน ดังนี้ [7]

- 5 หมายถึง ระดับความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง ระดับความเหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง ระดับความเหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง ระดับความเหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง ระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

7. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ข้อมูลเกี่ยวกับผ้าปาเต๊ะ กระเป๋ และพฤติกรรมของผู้บริโภค จากหนังสือ วารสาร งานวิจัย บทความ รวมทั้งตำราที่เกี่ยวข้อง

2. วิเคราะห์ สังเคราะห์ ข้อมูล โดยใช้หลักการและทฤษฎีการออกแบบเพื่อนำมาเป็นแนวทางการพัฒนารูปแบบกระเป๋สตรีจากผ้าปาเต๊ะ

3. ข้อมูลจากแบบประเมินรูปแบบกระเป๋สตรีจากผ้าปาเต๊ะ โดยหาความเหมาะสมของรูปแบบที่ดีที่สุดพร้อมกระบวนการผลิต

4. ประเมินผลความพึงพอใจที่มีต่อการพัฒนารูปแบบกระเป๋สตรีจากผ้าปาเต๊ะ

8. วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นตอนการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย จากหนังสือ, วารสาร, งานวิจัย, บทความ, รวมทั้งตำราที่เกี่ยวข้องแล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผลการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบกระเป๋สตรีจากผ้าปาเต๊ะ

2. ขั้นตอนการพัฒนารูปแบบกระเป๋สตรีจากผ้าปาเต๊ะ จำนวน 3 รูปแบบ โดยแต่ละรูปแบบประกอบด้วย กระเป๋สะพาย กระเป๋ถือ และกระเป๋สตางค์ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ 5 คน เลือกรูปแบบที่ดีที่สุด จากนั้นนำไปพัฒนาเพิ่มเติมก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตต้นแบบต่อไป




3. ขั้นตอนการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการพัฒนารูปแบบกระเป๋สตรีจากผ้าปาเต๊ะ กลุ่มสตรีวัยทำงานในเขตสาทร กรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน โดยเลือกใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง จากนั้นวิเคราะห์ผลและสรุปผลอภิปรายการวิจัย ตามลำดับ

9. สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการพัฒนารูปแบบกระเป๋สตรีจากผ้าปาเต๊ะ เกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ พบว่าเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 100 เป็นอาจารย์ คิดเป็นร้อยละ 80 ระดับการศึกษาปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 80 และมีความเชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ 15 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 80

2. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบที่มีต่อการพัฒนารูปแบบกระเป๋สตรีจากผ้าปาเต๊ะ (โดยภาพรวม) ดังตาราง

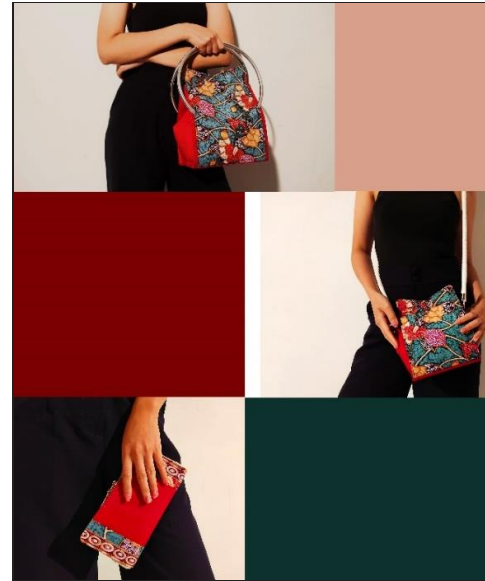
ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบที่มีต่อการพัฒนารูปแบบ กระเป๋าสตรีจากผ้าปาเต๊ะ (โดยภาพรวม)

รูปแบบ กระเป๋าสตรี จากผ้าปาเต๊ะ	ระดับความพึงพอใจ			อันดับ
	\bar{X}	S.D.	แปลผล	
 รูปแบบที่ 1	4.13	0.59	มาก	1
 รูปแบบที่ 2	3.86	0.73	มาก	2
 รูปแบบที่ 3	3.13	0.43	ปานกลาง	3

จากตารางที่ 1 พบว่า ความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบที่มีต่อการพัฒนารูปแบบกระเป๋าสตรีจากผ้าปาเต๊ะ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยจากสูงไปต่ำ ได้ดังนี้ รูปแบบที่ 1 มีระดับความพึงพอใจมาก (\bar{X} =4.13, S.D. =0.59) รองลงมา คือ รูปแบบที่ 1 มีระดับความพึงพอใจปานกลาง (\bar{X} =3.86, S.D. =0.73) และรูปแบบที่ 3 มีระดับความพึงพอใจปานกลาง (\bar{X} =3.13, S.D. =0.43) ตามลำดับ



รูปที่ 1 แสดงภาพต้นแบบกระเป๋าสตรีจากผ้าปาเต๊ะ ที่มา : นางสาวสุทธญาณ์ สุขเกษม (ออกแบบ)



รูปที่ 2 แสดงภาพการใช้งานกระเป๋าสตรีจากผ้าปาเต๊ะ ที่มา : นางสาวสุทธญาณ์ สุขเกษม (ออกแบบ)

3. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ที่มีต่อการพัฒนารูปแบบกระเป๋าสตรีจากผ้าปาเต๊ะ เกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่าเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 100 สุภาพสตรีวัยทำงานที่มีช่วงอายุระหว่าง 25-34 ปี คิดเป็นร้อยละ 50 และช่วงอายุระหว่าง 35-44 ปี คิดเป็นร้อยละ 50 ระดับการศึกษาปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 60 และอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 40 พนักงานบริษัท คิดเป็นร้อยละ 80 และมีรายได้ต่อเดือน 15,000-30,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 63 ตามลำดับ

4. ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการพัฒนารูปแบบกระเป๋าสตรีจากผ้าปาเต๊ะ (โดยภาพรวม) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการพัฒนารูปแบบกระเป๋า สตรีจากผ้าปาเต๊ะ (โดยภาพรวม)

การพัฒนารูปแบบ กระเป๋าสตรี จากผ้าปาเต๊ะ	ระดับความพึงพอใจ			ลำดับ
	\bar{X}	S.D.	แปลผล	
หน้าที่ใช้สอย	4.03	0.83	มาก	3
ความสวยงามน่าใช้	4.48	0.58	มาก	1

ตารางที่ 2 (ต่อ)

การพัฒนา รูปแบบ กระเป๋าสตรี จากผ้าปาเต๊ะ	ระดับความพึงพอใจ			ลำดับ
	\bar{X}	S.D.	แปลผล	
ความสะดวก สบายในการใช้ งาน	3.94	0.59	มาก	4
ความแข็งแรง	3.80	0.57	มาก	5
วัสดุ	4.13	0.50	มาก	2
รวม	4.07	0.57	มาก	

จากตารางที่ 2 พบว่า ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการพัฒนารูปแบบกระเป๋าสตรีจากผ้าปาเต๊ะ อยู่ในระดับมาก (\bar{X} =4.07, S.D.=0.57) ซึ่งสามารถอธิบายในแต่ละด้าน จากค่าเฉลี่ยสูงไปต่ำ ได้ดังนี้ อันดับหนึ่ง คือ ด้านความสวยงามน่าใช้ มีระดับความพึงพอใจมาก (\bar{X} =4.48, S.D.=0.58) รองลงมา คือ ด้านวัสดุ มีระดับความพึงพอใจมาก (\bar{X} =4.13, S.D.=0.50) ด้านหน้าที่ใช้สอย มีระดับความพึงพอใจมาก (\bar{X} =4.03, S.D.=0.83) ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน มีระดับความพึงพอใจมาก (\bar{X} =3.94, S.D. =0.59) และด้านความแข็งแรง มีระดับความพึงพอใจมาก (\bar{X} =3.80, S.D.=0.57) ตามลำดับ

10. อภิปรายผล

จากการพัฒนารูปแบบกระเป๋าสตรีจากผ้าปาเต๊ะ จำนวน 3 รูปแบบ ได้แก่ กระเป๋าถือ กระเป๋าสะพายข้าง กระเป๋าตังค์ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ด้านหน้าที่ใช้สอย มีระดับความพึงพอใจมาก (\bar{X} =4.03, S.D.=0.83) โดยกระเป๋าทั้ง 3 รูปแบบ เน้นหน้าที่ใช้สอยในชีวิตประจำวันได้ สามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับการแต่งกายในวาระต่างๆ ได้ สอดคล้องกับ วัชรินทร์ จรุงจิตสุนทร (2548) ที่กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดจะต้องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ คือสามารถตอบสนองประโยชน์ใช้สอยตามที่ผู้บริโภคต้องการอย่างมีประสิทธิภาพ
2. ด้านความสวยงามน่าใช้ มีระดับความพึงพอใจมาก (\bar{X} =4.48, S.D.=0.58) โดยกระเป๋าทั้ง 3 รูปแบบ ออกแบบเน้นความงามด้วยสีสันและลวดลายอันเป็นเอกลักษณ์ของผ้าปาเต๊ะ ตลอดจนรูปทรงของกระเป๋าที่มีความทันสมัยและแปลกใหม่ สอดคล้องกับ วัชรินทร์ จรุงจิต

สุนทร [6] ที่กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบต้องมีรูปทรง ขนาด สีสันสวยงามน่าใช้ ตรงตามรสนิยมของกลุ่มผู้บริโภค เป้าหมายเป็นสำคัญ และสอดคล้องกับ ทองเจือ เขียดทอง [8]ที่กล่าวว่า ความสวยงามของผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมาตรงตามรสนิยมของ กลุ่มเป้าหมาย ความสวยงามจะช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์สร้างความประทับใจแรกให้แก่ผู้บริโภค

3. ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน มีระดับความพึงพอใจมาก (\bar{X} =3.94, S.D.=0.59) โดยกระเป๋าทั้ง 3 รูปแบบ เน้นการใช้งานที่สะดวกสบาย ไม่มีระบบกลไกที่ซับซ้อน มีขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมสำหรับสภาพสตรี สอดคล้องกับ วัชรินทร์ จรุงจิตสุนทร [6] ที่กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์ที่ดีต้องมีความสะดวกสบายในการใช้งาน มีขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมต่อการใช้งาน และง่ายต่อการติดตั้งและ สอดคล้องกับ

4. ด้านความแข็งแรง มีระดับความพึงพอใจมาก (\bar{X} =3.80, S.D.=0.57) โดยกระเป๋าทั้ง 3 รูปแบบ ได้ออกแบบให้มีโครงสร้างที่แข็งแรง และการตัดเย็บอย่างมีคุณภาพ ทนต่อแรงดึง สามารถใช้งานได้นาน สอดคล้องกับ วัชรินทร์ จรุงจิตสุนทร [6] ที่กล่าวว่า อายุการใช้งาน ผลิตภัณฑ์นั้นจะต้องมีความแข็งแรง คงทนต่อสภาพของการใช้งาน หรือมีอายุการใช้งานที่เหมาะสมกับลักษณะของผลิตภัณฑ์และราคาที่เหมาะสม และสอดคล้องกับ อุดมศักดิ์ สาริบุตร [9] ที่กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์ที่ดีต้องสนองต่อหน้าที่ได้ เป็นเวลานาน ตามที่กำหนดไว้ในคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ คือ สิ่งที่ต้องสร้างต้องแข็งแรงทนทาน ทั้งระบบกลไก ตลอดจนวัสดุและอุปกรณ์ที่เลือกใช้ที่ดีมีคุณภาพ

5. ด้านวัสดุ มีระดับความพึงพอใจมาก (\bar{X} =4.13, S.D.=0.50) โดยกระเป๋าทั้ง 3 รูปแบบ ได้เลือกสรรวัสดุในการออกแบบที่มีคุณภาพ ทั้งผ้าปาเต๊ะ อะไหล่กระเป๋า สนิม สายสะพายหนังแท้ ที่มีความแข็งแรงทนทาน ง่ายต่อการดูแลรักษา สอดคล้องกับ อุดมศักดิ์ สาริบุตร [9] ที่กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์ที่ดีต้องเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับงาน มีความทนทานและประหยัด และสอดคล้องกับเฟอร์โร [10] การออกแบบควรเลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันไป ต้องคำนึงถึงการดูแลรักษา เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการใช้งานที่นาน และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต, 13(2),
หน้า 312-333.

[2] ธวัชชัย ทুমทอง. (2545). ศิลปะการทำบาติกลายเขียน
ระบายสี. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์

[3] โกศล พิณกุล. (2545). รูปแบบและเทคนิคการระบายสีน้ำ.
กรุงเทพฯ : สีปประกาศา.

[4] วิกรม กรุงแก้ว. (2563). วัฒนธรรมการแต่งกายของ
สตรีชาติพันธุ์บ่า ในจังหวัดพังงาและอันดามัน. วารสาร
สถาบันวัฒนธรรมและศิลปะ, 22(1), หน้า 60-71.

[5] ปิยวิทย์ สุขทรัพย์ศรี และสุนันทา คະเนนอก. (2563).
การตัดเย็บกระเป่าจากผ้าสะท้อนน้ำ: ผ้าลายดอก
โสน. วารสารวิจัยราชภัฏภูเก็ต, 7(2), หน้า 25-32.

[6] วัชรินทร์ จรุงจิตสุนทรจारी. (2548). หลักการและ
แนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ:
แอ็ปเปิ้ลพริ้นท์ติ้ง กรุ๊ป จำกัด.

[7] นิรัช สุสังข์. (2559). ระเบียบวิธีวิจัยทางการออกแบบ.
(พิมพ์ครั้งที่ 1) กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์.

[8] ทองเจือ เขียดทอง. (2548). การออกแบบสัญลักษณ์.
กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สีปประกาศา.

[9] อุดมศักดิ์ สาริบุตร. (2549). เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์
อุตสาหกรรม.(พิมพ์ครั้งที่ 1) กรุงเทพมหานคร :
โอเดียนสโตร์.

[10] Ferro, P., Bonollo, F., & Cruz, S. A. (2021).
Product design from an environmental and critical
raw materials perspective. International Journal of
Sustainable Engineering, 14(1), 1-11. URL:
<https://www.tandfonline.com>, access on
16/05/2021.

ระบบตรวจนับผู้เข้า-ออกด้วยกล้องเว็บแคม PEOPLE COUNT SYSTEM WITH WEB CAMERA

รชต อาณันย์¹ กุล อภิวันชัย ยี่ถาวร² และ ศุภฤกษ์ ฉัตรธนโชติ³

^{1,2,3} สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

บทคัดย่อ

การนับจำนวนผู้เข้าร่วมงานสามารถพบได้ทั่วไปตามสถานที่ต่างๆ ที่ต้องการเก็บข้อมูลการเข้า-ออกโดยวิธีการแบบดั้งเดิมที่สามารถพบได้ทั่วไปคือการใช้อุปกรณ์เครื่องนับคน ซึ่งต้องอาศัยการติดตั้งและมีต้นทุนที่ค่อนข้างสูง โครงการนี้จึงมีแนวคิดในการใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มาใช้งานร่วมกับกล้องบันทึกภาพที่สามารถพบได้ทั่วไปในท้องตลาด มาประยุกต์ใช้ในการนับผู้เข้า-ออก โดยใช้แนวคิดของคอมพิวเตอร์วิทัศน์ซึ่งเป็นสาขาย่อยของปัญญาประดิษฐ์ และใช้เทคนิคการซ้อนภาพพื้นหลัง เพื่อทำการวิเคราะห์ภาพเคลื่อนไหวผ่านจุดที่กำหนด ในการเก็บข้อมูลผู้เข้า-ออก ซึ่งมีราคาถูกกว่าการติดตั้งอุปกรณ์แบบดั้งเดิม และยังสามารถบันทึกภาพไว้ใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ในขณะเดียวกันได้อีกด้วย และเมื่อนำมาทดสอบโดยการกำหนดสภาพแวดล้อมและจุดที่กำหนดเป็นทางผ่านแบบรายคน พบว่าสามารถใช้งานได้ดีโดยให้ค่าความถูกต้อง 92 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: ระบบนับการเข้า-ออก, คอมพิวเตอร์วิทัศน์, เทคนิคการซ้อนภาพพื้นหลัง

Abstract

A Traditional head-count equipment has been used for collecting the number of audiences. The cost of the equipment is quite high cost. This project is proposed based on a low-cost equipment that can be taken the place of the traditional ones. Computer vision, a popular technique based on artificial intelligence, is used in this project to analyse the motion of people who used the system. Background subtraction is selected for splitting off the background and foreground and applied to separate the people from unused object in images. This project is built with in Raspberry Pi, connected to the hi-resolution webcam that affordable for typical. Therefore, this software has been testing for prove the quality of used. The accuracy of testing was quite accurately at 92 percent.

Keywords People Count, Computer Vision, Background Subtraction

1. บทนำ

ในปัจจุบันมีการเก็บสถิติของผู้คนที่เข้า-ออกตามงาน นิทรรศการต่าง ๆ หรืองานจัดแสดงสินค้า ที่มีผู้คนมากมาย ผ่านเข้า-ออกภายในอาคารจำนวนมาก โดยทั่วไปใช้วิธีการนับจากเจ้าหน้าที่ หรือการเซ็นชื่อลงทะเบียนต่าง ๆ หรือที่พบได้บ่อยคือการใช้เครื่องตรวจนับคนแบบอัตโนมัติ ซึ่งสะดวกแต่มีราคาสูงและ ใช้พื้นที่จำนวนมาก วิธีต่างๆที่กล่าวถึงนั้นอาจพบปัญหาเรื่อง ขั้นตอนที่ มากเกินไป

การสูญหายของเอกสารที่ใช้ในการลงทะเบียนที่มีจำนวนมาก ซึ่งทำให้การเก็บสถิติต่าง ๆ เกิดความผิดพลาดคลาดเคลื่อน สิ้นเปลืองงบประมาณ ดังนั้นเราจึงนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการตรวจนับผู้เข้า-ออกโครงการนี้จึงนำเสนอแนวคิดนำเทคโนโลยีการตรวจนับผู้เข้าด้วยกล้องเว็บแคมมาใช้ร่วมกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ โดยติดตั้งบนอุปกรณ์ราคาเบอริ์พาย และใช้ร่วมกับกล้องเว็บแคมที่สามารถหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาดและมีราคาถูก การนำไปใช้สามารถ

^{1,2} นักศึกษาสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

³ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ E-mail: supharoek.c@mail.rmutk.ac.th

ติดตั้งได้ง่ายโดยไม่เปลืองพื้นที่ในการติดตั้ง ทั้งนี้ระบบยังจัดเก็บประวัติการเข้า-ออกไว้เพื่อให้สามารถนำไปใช้เป็นประโยชน์ได้ในอนาคต นอกจากนี้ยังพัฒนาส่วนที่ใช้ในการแจ้งเตือนกรณีที่มีคนผ่านนอกช่วงเวลาที่กำหนดได้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โนเอสคิวแอล

โนเอสคิวแอล (NoSQL) เป็นรูปแบบของฐานข้อมูลชนิดหนึ่ง เป็นฐานข้อมูลที่ไม่ใช่เชิงสัมพันธ์ ถูกนำมาใช้ในการจัดเก็บข้อมูลที่มีจำนวนมากเพื่อความรวดเร็วในการจัดเก็บและการเรียกใช้งาน ตัวอย่างของการนำไปประยุกต์ใช้ เช่น การเก็บข้อมูลในงานที่อยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบกระจาย และแบบคู่ขนาน [1] ฐานข้อมูลโนเอสคิวแอล สร้างตามวัตถุประสงค์สำหรับโมเดลข้อมูลแบบเฉพาะเจาะจง และมีแบบแผนที่ยืดหยุ่นสำหรับการสร้างแอปพลิเคชัน อันทันสมัย ฐานข้อมูลโนเอสคิวแอล เป็นที่รู้จักในการพัฒนาการทำงาน และประสิทธิภาพตามขนาดที่ต้องการ ฐานข้อมูลประเภทนี้ใช้โมเดลข้อมูลรูปแบบต่าง ๆ รวมถึงเอกสาร กราฟ และคีย์-แวลู [2]

2.2 คอมพิวเตอร์วิทัศน์

คอมพิวเตอร์วิทัศน์ เป็นสาขาหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ จุดประสงค์หลักของคอมพิวเตอร์วิทัศน์ คือการทำให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจ ภาพหรือคุณลักษณะต่าง ๆ ในภาพได้ เป้าหมายของคอมพิวเตอร์วิทัศน์ โดยทั่วไปคือ การทำให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจรูปที่รับเข้ามา โดยการแปลงจาก ภาพ (image) เป็น แบบจำลอง (model) ที่คอมพิวเตอร์สามารถรับรู้คุณสมบัติที่ต้องการได้ เช่น คุณสมบัติทางรูปร่าง เพื่อการจดจำ เพื่อการหยิบจับ เป็นต้น กระบวนการมีความเกี่ยวเนื่องตั้งแต่ การรับภาพ ซึ่งไม่ได้จำกัดอยู่เพียงแต่รูปที่รับด้วยกล้อง แต่อาจหมายถึงภาพถ่าย ความร้อน และภาพจากอุปกรณ์วัดระยะ การประมวลผลภาพ การสร้างแบบจำลองจากภาพ และการรับรู้เข้าใจของคอมพิวเตอร์จากแบบจำลอง งานที่พบเห็นทั่วไปของคอมพิวเตอร์วิทัศน์คือ การตรวจจับ แยกแยะ หาดำแหน่ง และจดจำวัตถุที่ต้องการในภาพ เช่น การจดจำหน้าคน การสร้างแบบจำลองของวัตถุ เพื่อจุดประสงค์ต่าง ๆ เช่น การใช้แขนกลหยิบจับ ตัด หรือ เพื่อการตรวจสอบ เช่น การสร้างภาพสามมิติทางการแพทย์ การสร้างแบบจำลองสามมิติของ

สภาพแวดล้อม เช่น เพื่อการรับรู้ตำแหน่ง และการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ [3]

2.2.1 โอเพนซีวีคือ คลังโปรแกรม ฟังก์ชันการเขียนโปรแกรมโดยจะมีเป้าหมายไปที่ การแสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ โดยโอเพนซีวีถูกพัฒนาขึ้นโดยอินเทล (Intel) โดยโอเพนซีวีเป็นคลังโปรแกรมแบบข้ามแพลตฟอร์ม และสามารถใช้งานได้ฟรีภายใต้ลิขสิทธิ์ของบีเอสดี (BSD) แบบแหล่งข้อมูลแบบเปิด โอเพนซีวียังรองรับโครงสร้างแบบโครงข่าย การเรียนรู้เชิงลึก เช่น เทนเซอร์โฟล (TensorFlow) ทอช (Torch) ไพทอช (PyTorch) เป็นต้น โอเพนซีวีนั้นถูกเขียนขึ้นมาโดยภาษาซีพลัสพลัส (C++) อีกทั้งยังมีการรองรับภาษาไพทอน (Python) จาวา (Java) และแมทแล็บ (Mathlab) [4][6]

2.3 แบคกราวซัพแทรคชัน

แบคกราวซัพแทรคชันหรือเทคนิคการซ้อนภาพพื้นหลัง เป็นเทคนิคที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการสร้างพื้นหน้า กล่าวคือภาพของวัตถุที่เคลื่อนไหวในฉาก โดยใช้กล้องแบบคงที่ แบคกราวซัพแทรคเตอร์จะคำนวณพื้นหน้าโดยทำการลบระหว่างเฟรมปัจจุบัน และโมเดลพื้นหลังซึ่งมีส่วนที่คงที่ของฉากหรือโดยทั่วไปแล้วทุกสิ่งที่ถือได้ว่าเป็นพื้นหลังตามลักษณะของฉากที่สังเกตได้ การลบพื้นหลังเป็นขั้นตอนก่อนการประมวลผลที่สำคัญในแอปพลิเคชันที่ใช้ในการจับภาพจำนวนมาก ๆ ตัวอย่างเช่น เคาน์เตอร์ต้อนรับผู้คนที่มึนบุคคลเข้ามาติดต่อเรื่องต่าง ๆ กล้องจะถ่ายจำนวนผู้ที่เข้ามาเยี่ยมหรือออกจากห้อง หรือกล้องจราจรที่จับข้อมูลยานพาหนะที่สัญจรอยู่บนถนน เป็นต้น ในทุกกรณีเหล่านี้ก่อนอื่นต้องแยกบุคคลหรือยานพาหนะออกจากกัน ในทางเทคนิคแล้วต้องแยกส่วนภาพพื้นหน้าที่เคลื่อนไหวออกจากพื้นหลังที่คงที่อยู่ หากมีภาพพื้นหลังเพียงอย่างเดียวเช่นภาพห้องที่ไม่มีผู้มาเข้าเยี่ยม หรือภาพถนนที่ไม่มียานพาหนะถือเป็นงานที่ง่ายเพียงลบรูปที่เข้ามาใหม่ออกจากพื้นหลังจะได้รับวัตถุที่อยู่เบื้องหน้าเพียงอย่างเดียว แต่ในกรณีส่วนใหญ่อาจไม่มีภาพดังกล่าวดังนั้น จึงจำเป็นต้องแยกพื้นหลังออกจากรูปที่มี ซึ่งมีความซับซ้อนมากขึ้นเมื่อมีเงาของยานพาหนะเข้ามาเกี่ยวข้อง เนื่องจากเงาจะเคลื่อนไหวเช่นกันการลบอย่างง่ายจะทำเครื่องหมายว่าเป็นพื้นหน้าด้วย ส่งผลให้สิ่งต่าง ๆ ซบซ้อน จึงมีการนำอัลกอริทึมหลายตัวมาใช้เพื่อจุดประสงค์นี้ [5]

2.4 ราวเบอร์รี่พาย

ราวเบอร์รี่พาย เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ประมาณบัตรเครดิต สำหรับใช้ในการทดลองและการศึกษา มีพอร์ตหรือช่องต่ออุปกรณ์ ตัวแบบปีบวก (Model B+) เป็นรุ่นที่พัฒนามาจาก ตัวแบบบี (Model B) ใช้ชิป BCM8235 ของบอร์ดคอม (Broadcom) บนตระกูลกระบวนการโปรแกรมประยุกต์ของ ARM บนสถาปัตยกรรม ARM11 มีความเร็วในการทำงานที่ 700 เมกะเฮิร์ตซ์ (MHz) ใช้ชิปช่วยประมวลผลกราฟฟิกของวีดีโอ 4 แกน มีหน่วยความจำหลักขนาด 512 เมกะไบต์ (MB) และยังคงไม่มีหน่วยความจำสำรอง คือไม่มีพวกแฟลชเมมโมรี่ต่าง ๆ บนบอร์ด ใช้แหล่งจ่ายไฟผ่านคอนเน็คเตอร์ ไมโครยูเอสบี (MicroUSB) สามารถรันระบบปฏิบัติการ ราสเปียน (Raspbian) หรือระบบอื่น ๆ ได้ ใช้พอร์ตเอชดีเอ็มไอ (HDMI) แบบขนาดเต็มพอร์ตสำหรับส่วนของเสียงออกผ่านเต้ารับเสียง มีคอนเน็คเตอร์ สำหรับต่อกล้องราวเบอร์รี่พาย และส่วนแสดงผล [7][8][9]

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในโครงการเล่นนี้การเก็บสถิติ จำนวนผู้เข้า-ออกตามสถานที่ต่าง ๆ ทางผู้จัดทำได้ทำการศึกษาค้นคว้า ทหวิธีการเก็บสถิติจำนวนผู้คนที่เข้า-ออกตามสถานที่ต่าง ๆ ผ่านการเก็บข้อมูลด้วยกล้องเว็บแคมเพื่อให้ระบบนับผู้เข้า-ออกด้วยกล้องเว็บแคมที่สามารถเก็บสถิติจำนวนผู้เข้า-ออกได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ จึงได้ทำการศึกษางานวิจัยของ J. Grönman เรื่อง People Counting in a Public Event-Use Case: Free-to-Ride Bus งานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการพัฒนาระบบเก็บสถิติจำนวนผู้โดยสารที่เดินทางด้วยรถเมล์ฟรี ผ่านกล้องเว็บแคมเพื่อเก็บสถิติจำนวนผู้โดยสารที่ใช้รถเมล์ฟรี โดยแบบปกติแล้วการเก็บสถิติผู้โดยสารที่ใช้รถเมล์นั้น จะเก็บจากจำนวนตัวที่ชำระเงินแล้ว แต่ไม่ได้ให้ข้อมูลที่เพียงพอเกี่ยวกับการเดินทางจริง ตัวอย่างเช่น การเดินทางด้วยรถเมล์ฟรี ดังนั้นจึงไม่สามารถใช้วิธีการนับจำนวนผู้โดยสารที่ใช้รถเมล์ฟรีจากตัวได้ จึงได้ทำการพัฒนาระบบการเก็บสถิติผู้โดยสารที่ใช้รถเมล์ฟรีด้วยกล้องเว็บแคม [10] และงานวิจัยของ Herman Yulindoko เรื่อง Automatic Vehicle Counting Using Raspberry pi and Background Subtractions Method in The Sidoarjo

Toll Road ทางผู้จัดทำงานวิจัยฉบับนี้ต้องการที่จะเก็บจำนวนรถยนต์ที่เพิ่มมากขึ้นบนถนนในประเทศอินโดนีเซีย เนื่องจากจำนวนยานพาหนะที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในระยะเวลาที่ผ่านมา เนื่องจากขาดระบบการขนส่งที่มีคุณภาพ ประชากรจึงเลือกใช้รถยนต์ส่วนตัวในการเดินทาง จึงมีการเก็บสถิติจำนวนรถยนต์ที่อยู่บนถนน[11] แต่ในการเก็บสถิติยานพาหนะผ่านอุปกรณ์ที่มีราคาแพงก็ยังคงเป็นอุปสรรคในการเก็บสถิติอยู่ ดังนั้นจึงต้องมีการนำเทคโนโลยีที่มีความแม่นยำที่สามารถเชื่อถือได้ สมเหตุสมผล ง่ายต่อการใช้งาน และมีราคาถูก ราวเบอร์รี่พาย เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ราคาไม่แพงแต่มีความแม่นยำที่อยู่ในระดับที่ดี และสามารถเชื่อถือได้ ไม่จำเป็นต้องมีงบประมาณที่เยอะ สามารถพัฒนาระบบการเก็บจำนวนรถยนต์บนท้องถนนได้ มีงานวิจัยจำนวนมากเกี่ยวกับราวเบอร์รี่พาย ว่าเป็นอุปกรณ์ที่รองรับในการสร้างระบบการเก็บจำนวนรถยนต์บนท้องถนนต่อกับกล้องเว็บแคม จากงานวิจัยสองฉบับนี้ทางผู้จัดทำได้สังเกตเห็นถึงแนวทางในการพัฒนาระบบตรวจนับผู้เข้า-ออก ด้วยกล้องเว็บแคม ที่ใช้งบประมาณไม่มากนักเกินไป มีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับที่ดี และสามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลได้ และเพื่อให้ระบบตรวจนับผู้เข้า-ออกด้วยกล้องเว็บแคม สามารถจับภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม่นยำ และเชื่อถือได้ ทางผู้จัดทำจึงได้ทำการศึกษางานวิจัยของ K.Rantelobo เรื่อง Monitoring Systems for Counting People using Raspberry Pi3 จากงานวิจัยฉบับนี้ได้พัฒนาระบบนับผู้เข้า-ออกด้วยกล้องเว็บแคม และราวเบอร์รี่พาย โดยใช้คลังโปรแกรมโอเพนซีวีเป็นหลักในการทำงานแบ่งการทำงานเป็น 3 ขั้นตอนคือ 1. รับภาพจากกล้องเว็บแคมจากนั้นจะใช้ฟังก์ชัน แบนคราฟฟ์แซทเทรคเตอร์ ในการตัดภาพพื้นหลังเพื่อให้เหลือแต่วัตถุที่ผ่านเข้ามาเพียงอย่างเดียว 2. ทำการตีกรอบให้กับวัตถุที่ได้ทำการตัดภาพพื้นหลังแล้วจากข้อที่แล้ว 3. ทำการติดตามเส้นทางของวัตถุ[12]

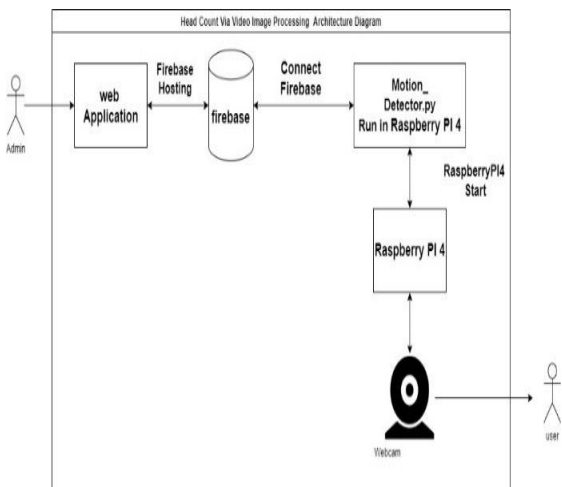
จากงานวิจัยทั้งสามฉบับนี้ทางผู้จัดทำได้สังเกตเห็นถึงแนวทางในการพัฒนาต่อยอดระบบนับผู้เข้า-ออก ด้วยกล้องเว็บแคม เมื่อนำกระบวนการ และหลักการทำงานของงานวิจัยทั้งสามฉบับมารวมกัน ทางผู้จัดทำจึงได้จัดทำ และพัฒนาระบบนับผู้เข้า-ออกด้วยกล้องเว็บแคมขึ้น

3. วิธีการดำเนินการ

ในส่วนนี้จะเป็นการอธิบายเนื้อหาในการดำเนินงานในภาพรวมของโครงการนี้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ออกแบบสถาปัตยกรรมโครงสร้างของระบบ

ในภาพรวมการออกแบบสถาปัตยกรรมโครงสร้างของระบบในส่วนนี้เป็นการออกแบบโดยเลือกนำเทคโนโลยีที่จำเป็นต่อการพัฒนาระบบมาใช้งานร่วมกัน โดยนำเสนอออกเป็นสองส่วนของกลุ่มผู้ใช้ ได้แก่ ผู้ใช้ทั่วไปที่เป็นกลุ่มเป้าหมายในการถูกนับจะใช้งานโดยการเดินผ่านจุดที่ติดตั้งอุปกรณ์และกล้องเว็บแคม และกลุ่มผู้ดูแลระบบซึ่งทำหน้าที่ในการตรวจสอบและดูแลระบบจะใช้งานผ่านหน้าเว็บแอปพลิเคชันทั้งสองส่วนเชื่อมต่อกันผ่านฐานข้อมูลบนคลาวด์ ซึ่งในงานนี้ได้เลือกใช้ฐานข้อมูลบนไฟเบสโดยภาพรวมทั้งหมดถูกนำเสนอด้วยรูปที่ 1

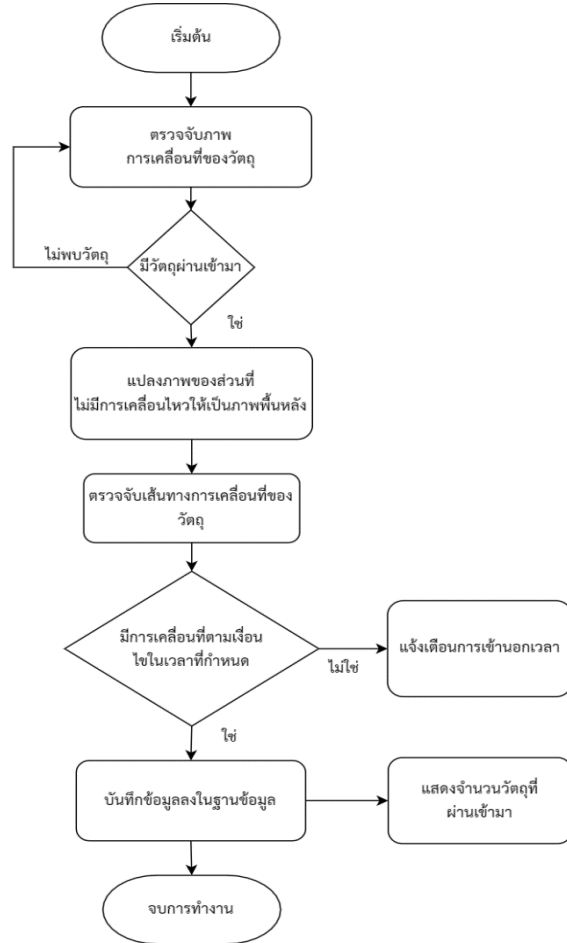


รูปที่ 1 โครงสร้างของระบบนับผู้เข้า-ออกด้วยกล้องเว็บแคม

จากรูปที่ 1 โครงสร้างของระบบนับผู้เข้า-ออกด้วยกล้องเว็บแคมแสดงความสัมพันธ์ทั้งหมดของระบบ ผู้ใช้ทำการดูข้อมูลจากเว็บที่โฮสต์อยู่บนไฟร์เบสโฮสติง และใช้ไฟร์เบสเป็นฐานข้อมูลในการเก็บข้อมูลจำนวนผู้เข้า-ออก วัน และเวลาในการเข้า-ออก ตัวโปรแกรมระบบตรวจนับผู้เข้า-ออกติดตั้งอยู่ในรাসเบอร์รี่พาย เพื่อใช้ในการนับผู้เข้า-ออกโดยใช้กล้องเว็บแคมเพื่อจับภาพผู้เข้า-ออก

3.2 วิเคราะห์และออกแบบระบบตรวจนับผู้เข้า-ออก

ในขั้นตอนนี้ เป็นการออกแบบขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม โดยสามารถอธิบายได้เป็นขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การทำงานของระบบตรวจนับผู้เข้า-ออกโดยใช้กล้องเว็บแคม

จากขั้นตอนในภาพรวมต่าง ๆ สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้โดยแบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ ดังต่อไปนี้

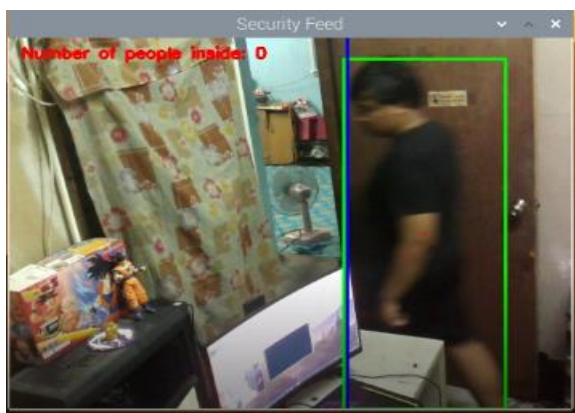
3.2.1 การจับภาพจากกล้องเว็บแคม เพื่อนำภาพไปประมวลผล โดยจับภาพจากกล้องที่เชื่อมต่อราสเบอร์รี่พายเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับนำเข้า ผลลัพธ์จะแสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การจับภาพจากกล้องเว็บแคม

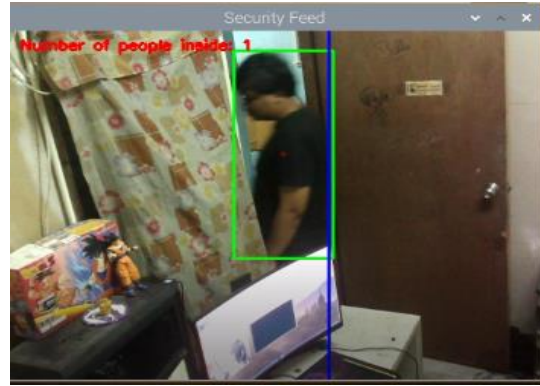
3.2.2 ตรวจสอบคุณสมบัติของแต่ละวัตถุในภาพโดยการจับขนาดของภาพว่ามีขนาดตามที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้ามีขนาดตามที่กำหนดไว้จะทำการตีกรอบวัตถุที่ผ่านเข้ามา และตรวจจับการเคลื่อนไหว โดยการแยกภาพโดยใช้กระบวนการแบ็คกราวนด์แทร็คเตอร์การทำงานจะมองวัตถุที่ไม่มีการเคลื่อนที่เคลื่อนไหว ในช่วงเวลาขณะหนึ่งเป็นภาพพื้นหลัง และทำการลบส่วนที่เป็นพื้นหลังออก ทำให้เหลือแต่จุดที่มีการเคลื่อนไหวเท่านั้น และตีกรอบให้กับวัตถุ

3.2.3 ทำการติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุแต่ละจุดที่มีการเคลื่อนที่ไปในพื้นที่ที่กำหนดหรือไม่ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุ

3.2.4 ตรวจสอบเงื่อนไขการเข้า-ออก โดยทำการขีดเส้นอ้างอิงกันระหว่างการเข้า-ออก เมื่อทำการติดตามวัตถุ และวัตถุนั้นได้มีการเคลื่อนที่ผ่านเส้นอ้างอิงที่กำหนดไว้แล้วจึงทำการนับจำนวนผู้เข้า-ออก ดังรูปที่ 5



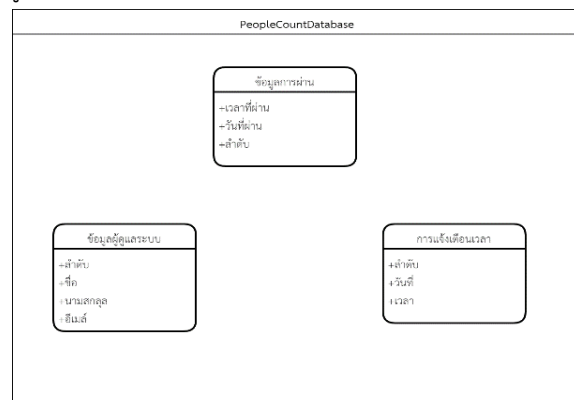
รูปที่ 5 ตรวจสอบเงื่อนไขการเข้า-ออก

3.2.5 นำข้อมูลที่ได้จากการนับผู้เข้า-ออกบันทึกลงฐานข้อมูลไพร่เบส

3.2.6 นำข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูลมาแสดงผลในเว็บไซต์สำหรับให้บริการผู้ใช้กลุ่มผู้ดูแลระบบ

3.3 การออกแบบฐานข้อมูล

โครงสร้างของฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลจำนวนผู้เข้า-ออก จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ และเวลาสำหรับการส่งการแจ้งเตือนเมื่อมีบุคคลผ่านเข้ามาภายในนอกเวลาที่กำหนด โดยจัดเก็บข้อมูลแบบโนเอสคิวแอล โดยมีตารางข้อมูล ตารางข้อมูลการผ่าน เป็นตารางหลัก ที่มีการจัดเก็บข้อมูลคนที่เดินผ่านโดยกำหนดเป็นลำดับ และอีกสองส่วนคือ ตารางข้อมูลผู้ดูแลระบบ และ ตารางการแจ้งเตือนเวลา เป็นตารางที่ใช้สำหรับการทำระบบแจ้งเตือน ตารางการแจ้งเตือนเวลา เก็บเวลาในการแจ้งเตือนซึ่งมีได้มากกว่าหนึ่งช่วงเวลา และตารางข้อมูลผู้ดูแลระบบจัดเก็บข้อมูลจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ทั้งหมดที่ต้องการให้ระบบแจ้งเตือนเมื่อมีคนผ่านนอกจากเวลาที่กำหนดไว้ในตารางการแจ้งเตือนเวลา ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ภาพรวมฐานข้อมูล

3.4 การออกแบบหน้าจอสำหรับผู้ใช้

3.4.1 หน้าจอการค้นหาค้นหาวันที่ เดือน ปี และช่วงเวลา ตามที่ต้องการโดยการกำหนดวันที่ และเวลาตามที่ต้องการ โดยระบบทำการดึงข้อมูลมาจากฐานข้อมูล เพื่อแสดงใน ตาราง ดังรูปที่ 7-8

The screenshot shows a search form with four input fields: 'From Date' (XX-XX-XX), 'To Date' (XX-XX-XX), 'From Time' (XXXX), and 'To Time' (XXXX). A 'SEARCH' button is located to the right of the 'To Date' field.

รูปที่ 7 หน้าจอการค้นหาค้นหาจำนวนผู้เข้า-ออก

3.4.2 หน้าจอแสดงจำนวนผู้เข้า-ออกพร้อมวันที่ และ เวลา ดังในรูปที่ 8

The screenshot shows a search form similar to Figure 7, but with a table below it displaying search results. The table has three columns: 'Date', 'No', and 'Time'. Each row contains placeholder data (e.g., XX-XX-XX, XXX, XX:XX).

Date	No	Time
XX-XX-XX	XXX	XX:XX
XX-XX-XX	XXX	XX:XX
XX-XX-XX	XXX	XX:XX
XX-XX-XX	XXX	XX:XX
XX-XX-XX	XXX	XX:XX

รูปที่ 8 ภาพแสดงจำนวนผู้เข้า-ออก

3.4.3 หน้าจอการตั้งค่าจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ และเวลา เพื่อกำหนดจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการแจ้งเตือน และ เวลาที่ต้องการให้ตรวจนับเมื่อมีคนผ่านเข้ามานอกเวลา ดัง รูปที่ 9

The screenshot shows a configuration form with two sections. The first section is for email, with an 'Email' field (XXXX@XXXX.XXX) and a 'Set Email' button. The second section is for time, with a 'Time' field (XXXX) and a 'Set Time' button. Both sections also show 'Current' values.

รูปที่ 9 การตั้งค่าจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ และเวลา

3.5 แผนการทดสอบระบบตรวจนับผู้เข้า-ออกด้วย กล้องเว็บแคม

การทดสอบระบบตรวจนับผู้เข้า-ออกด้วยกล้องเว็บแคมมีจุดประสงค์เพื่อ ทดสอบความแม่นยำ ในการตรวจจับ คนผ่านเข้า-ออก เพื่อพิสูจน์ว่าสามารถนำมาใช้ประโยชน์จริง ได้หรือไม่โดยทางคณะผู้จัดทำได้เลือกวิธีการทดสอบระบบ นับผู้เข้า-ออกด้วยกล้องเว็บแคม 3 วิธีได้แก่ การนับผู้เข้า-ออก แบบเดินซ้อนกัน คือการให้คนสองคนทำการเดินซ้อน กันเข้ามาในบริเวณที่มีการตรวจนับเพื่อทดสอบว่าระบบ สามารถแยกวัตถุที่ซ้อนกันได้หรือไม่ การนับผู้เข้า-ออก ใน สถานที่ที่มีแสงรบกวนตลอดเวลา คือการนำระบบไปติดตั้งไว้ ในสถานที่ที่มีแสงรบกวนตลอดเวลาไม่ว่าจะเป็นแสงจากไฟ ส่องสว่าง แสงจากธรรมชาติหรือแสงที่เกิดจากมนุษย์ เช่น ไฟฉาย ไฟสปอต และการนับผู้เข้า-ออกในสถานที่ซึ่งมา ทางเข้าเพียงทางเดียว และเดินเข้ามาทีละคน คือสถานที่ที่มี ทางเข้าเพียงทางเดียว สามารถผ่านเข้ามาได้ทีละคนเดินเรียง กันอย่างเป็นระเบียบ และใช้ความละเอียดที่แตกต่างกันของ กล้องที่มีขายตามท้องตลาดได้แก่ 640x480 พิกเซล และ 1920x1080 พิกเซล เพื่อวัดว่าระบบตรวจนับผู้เข้า-ออก ด้วยกล้องเว็บแคมมีข้อจำกัดทางใดบ้าง เพื่อนำไปพัฒนา ต่อไปในอนาคต

ตารางที่ 1 ตารางแผนการทดสอบระบบนับผู้เข้า-ออกด้วย กล้องเว็บแคมด้วยความคมชัด 640x480 พิกเซล

แผนการทดสอบ	จำนวน (คน)	จำนวน (ครั้ง)	สรุป (ครั้ง)
เดินเข้าทีละคนมี ทางเข้าเพียงทาง เดียว	10	10	100
เดินซ้อนกัน	10	10	100
สถานที่ที่มีแสง รบกวนตลอดเวลา	10	10	100

ตารางที่ 2 ตารางแผนการทดสอบระบบนับผู้เข้า-ออกด้วย กล้องเว็บแคมด้วยความคมชัด 1920x1080 พิกเซล

แผนการทดสอบ	จำนวน (คน)	จำนวน (ครั้ง)	สรุป (ครั้ง)
เดินเข้าที่ละคนมีทางเข้าเพียงทางเดียว	10	10	100
เดินซ้อนกัน	10	10	100
สถานที่ที่มีแสงรบกวนตลอดเวลา	10	10	100

4. ผลการดำเนินการ

จากการทดสอบระบบตรวจนับผู้เข้า-ออกด้วยกล้องเว็บแคม 3 วิธีได้แก่ การนับผู้เข้า-ออกแบบเดินซ้อนกัน การนับผู้เข้า-ออกในสถานที่ที่มีแสงรบกวนตลอดเวลา และการนับผู้เข้า-ออกในสถานที่ที่มีทางเข้าเพียงทางเดียวและเดินเข้ามาที่ละคน ด้วยความคมชัดสองระดับคือ 640x480 และ 1920x1080 พิกเซล โดยการติดตั้งไว้ที่บริเวณทางเข้าห้องพัก และทางเข้าหน้าหอพัก เพื่อทดสอบความแม่นยำในการตรวจนับได้ผลลัพธ์ตามตารางที่ 3 และตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบระบบตรวจนับผู้เข้า-ออกด้วย กล้องเว็บแคมความคมชัด 640x480 พิกเซล

การทดสอบ	จำนวน (ครั้ง)	ถูกต้อง (ครั้ง)	ความถูกต้อง (เปอร์เซ็นต์)
เดินเข้าที่ละคนมีทางเข้าเพียงทางเดียว	100	69	69
เดินซ้อนกัน	100	22	22
สถานที่ที่มีแสงรบกวนตลอดเวลา	100	0	0

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบระบบตรวจนับผู้เข้า-ออกด้วย กล้องเว็บแคมด้วยความคมชัด 1920x1080 พิกเซล

การทดสอบ	จำนวน (ครั้ง)	ถูกต้อง (ครั้ง)	ความถูกต้อง (เปอร์เซ็นต์)
เดินเข้าที่ละคนมีทางเข้าเพียงทางเดียว	100	92	92
เดินซ้อนกัน	100	37	37
สถานที่ที่มีแสงรบกวนตลอดเวลา	100	12	12

จากตารางที่ 3 การทำสอบความแม่นยำในการตรวจนับการเข้า-ออกด้วยกล้องเว็บแคม ความละเอียด 640x480 พิกเซล ซึ่งได้ทำการทดสอบ 3 วิธีได้แก่ การนับผู้เข้า-ออกในสถานที่ที่มีทางเข้าเพียงทางเดียว และเดินเข้ามาที่ละคน การนับผู้เข้า-ออกแบบเดินซ้อนกัน และการนับผู้เข้า-ออกในสถานที่ที่มีแสงรบกวนตลอดเวลา จากการทดสอบพบว่ากรณีที่กำหนดทางเข้าไว้เพียงทางเดียวยังสามารถตรวจนับการเข้าออกได้ที่ระดับร้อยละ 69 และเมื่อทดสอบโดยการกำหนดให้มีการเดินซ้อนกันพบว่าระบบนี้สามารถตรวจนับได้ไม่ผิดนัก โดยมีความถูกต้องจากการทดสอบได้เพียงร้อยละ 22 และเมื่อทดสอบโดยจัดสภาพแวดล้อมให้มีแสงรบกวนตลอดเวลา พบว่าไม่สามารถตรวจนับการเข้า-ออกได้เลย ทั้งนี้อาจเป็นผลจาก ความคมชัดของกล้องที่ต่ำเกินไป จึงทำให้ไม่สามารถแยกวัตถุออกจากกันได้ชัดเจน

จากผลการทดสอบที่ความละเอียดกล้อง 640x480 พิกเซล พบว่าความถูกต้องในการตรวจนับให้ค่าค่อนข้างต่ำ จึงทดสอบโดยการเปลี่ยนกล้องให้มีความละเอียดเพิ่มขึ้นเป็น 1920x1080 พิกเซล และได้ผลทดสอบตามตารางที่ 4 การทดสอบความแม่นยำในการตรวจนับการเข้า-ออกด้วยกล้องเว็บแคม ยังคงใช้วิธีการเดิมเพื่อหาความแตกต่าง คือ การนับผู้เข้า-ออกในสถานที่ที่มีทางเข้าเพียงทางเดียว การนับผู้เข้า-ออกแบบเดินซ้อนกัน และการนับผู้เข้า-ออกในสถานที่ที่มีแสงรบกวนตลอดเวลา ผลการทดสอบพบว่าความถูกต้องในการตรวจนับมีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญโดย

สภาพแวดล้อมที่ดีที่สุดในการนับผู้เข้า-ออก คือการจัดแถวเรียงหนึ่ง และมีการควบคุมแสงที่คงที่ โดยผลลัพธ์ที่ได้อยู่ในระดับร้อยละ 92 อย่างไรก็ตามการทดสอบแบบเดินซ้อนกันและการทดสอบในสถานที่ ที่มีแสงรบกวนตลอดเวลา นั้นมีแนวโน้มที่ดีขึ้นจากการใช้กล้องที่มีความละเอียดมากกว่า แต่ยังคงอยู่ในระดับที่ต้องพัฒนา จากการทดสอบนั้นพบข้อสังเกตคือระบบตรวจจับนับการเข้า-ออกด้วยกล้องเว็บแคมจะทำการมองภาพพื้นหลังที่ไม่มีการเคลื่อนไหวเป็นภาพพื้นหลัง แต่เมื่อสถานที่ที่ติดตั้งมีการรบกวนของแสงตลอดเวลาจะทำให้ระบบตรวจจับนับผู้เข้า-ออกด้วยกล้องเว็บแคมไม่สามารถแยกแยะได้ว่าภาพใดเป็นภาพพื้นหลัง และเมื่อระบบไม่สามารถจับภาพพื้นหลังได้จะทำให้ไม่สามารถจับภาพผู้เข้า-ออกได้ แต่ในการทดสอบมีช่วงเวลาขณะหนึ่งที่แสงไม่มีการเคลื่อนที่หรือสลับไปมา ทำให้สามารถจับภาพผู้เข้า-ออกได้เพียงแค่ช่วงเวลาขณะหนึ่งเท่านั้น

ในการทดสอบทั้งสองความละเอียดที่สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันจะพบว่าความละเอียดของกล้องที่มีความละเอียดมากกว่า ส่งผลต่อความถูกต้องในการตรวจจับอย่างมีนัยสำคัญ และอีกปัจจัยที่จำเป็นต้องควบคุมคือเรื่องสภาวะแสง เพื่อให้ระบบสามารถตรวจจับได้อย่างถูกต้อง

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ระบบตรวจจับการเข้า-ออกด้วยกล้องเว็บแคม สามารถนับผู้เข้า-ออก และเก็บข้อมูลจำนวนคน และวันเวลาที่ผู้เข้า-ออก สามารถดูข้อมูลจำนวนผู้เข้า-ออก และวันเวลาผ่านเว็บไซต์ ดูย้อนหลังโดยกำหนดวันเวลา และสามารถแจ้งเตือนผ่านจดหมายอิเล็กทรอนิกส์เมื่อมีผู้เข้า-ออกล่วงเวลาตามที่กำหนดได้ จากการทดสอบประสิทธิภาพของระบบพบว่า เมื่อติดตั้งระบบในสถานที่ที่มีแสงน้อย และไม่คงที่ จะทำให้ระบบมีความแม่นยำในการตรวจจับน้อยลง รวมไปถึงเมื่อมีคนเดินเข้ามาพร้อมกันหลาย ๆ คนในเวลาเดียวจะทำให้ระบบตรวจจับได้แม่นยำน้อยลงเช่นเดียวกัน แต่จะสามารถจับภาพได้แม่นยำขึ้นในสถานที่ที่มีทาง เข้า-ออกเพียงทางเดียว และมีแสงคงที่เพียงพอ รวมไปถึงกล้องเว็บแคมที่นำมาใช้ควรมีความค่าความคมชัด 1920x1080 พิกเซล (Pixel) ขึ้นไปเพื่อให้ระบบมีความแม่นยำมากขึ้นกว่าเดิม ดังนั้นในการนำระบบนี้ไปใช้งานจึงมีข้อเสนอแนะ

ในการใช้งานคือ ใช้งานในสถานที่ ที่มีการควบคุมสภาพแสงได้คงที่ เช่นในอาคาร และจัดให้จุดติดตั้งกล้องมีการเดินผ่านแบบทางเดียวแบบแถวตอนเรียงหนึ่ง จะทำให้ระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องและแม่นยำ

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Shashank Tiwari, Professional NoSQL, John Wiley & Sons, Inc, Indiana, 2011.
- [2] Amazon Web service. NoSQL คืออะไร. [Online]. Available: <https://aws.amazon.com>
- [3] Richard Szeliski, Computer Vision Algorithms and Applications, Springer-verlag London Ltd, Newyork, 2011.
- [4] Gary Bradski, Adrian Kaehler, Learning OpenCV, O'Reilly Media, Inc, California, 2008.
- [5] OpenCV. How to Use Background Subtraction Methods. [Online]. Available: https://docs.opencv.org/3.4/d1/dc5/tutorial_background_subtraction.html. [Accessed: Jan.23 ,2020].
- [6] OpenCV. Background Subtraction OpenCV-Python. [Online]. Available: https://opencv-python-tutroals.readthedocs.io/en/latest/py_tutorials/py_video/py_bg_subtraction/py_bg_subtraction.htm. [Accessed: Jan.23 ,2020].
- [7] Simon Monk,Raspberry Pi Cookbook, O'Reilly Media, Inc, California, 2014.
- [8] นพ มหิษานนท์, การติดตั้ง และใช้งาน Raspberry Pi, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ: คอร์ฟิงก์ชั่น, 2560.
- [9] Raspberrypi. Raspberry Pi 4. [Online]. Available: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberrypi-4-modelb>. [Accessed: Jan.22 ,2020].
- [10] J. Grönman, "People Counting in a Public Event—Use Case: Free-to-Ride Bus", in MIPRO 2019, Opatija, Croatia, 2019, pp. 1055-1059.
- [11] Herman Yuliandoko, "Automatic Vehicle Counting Using Raspberry pi and Background Subtractions Method in The Sidoarjo Toll

Road”, in International Conference of
Computer and Informatics Engineering (IC2IE),
Banyuwangi, Indonesia, 2019, pp. 83-86.

- [12] K.Rantelobo, “Monitoring Systems for Counting
People using Raspberry Pi3”, in ICSGTEIS 2018,
Bali, Indonesia, 2018, pp. 57-60.

การผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เทคนิคพิเศษในการลำดับภาพและเสียง Production of Electronics Books a Special Technique in Sequence Images and Sound

ภัทรวรรณ ไกรปิยเศรษฐ์¹ และ รัตนาภรณ์ เจริญศรี²

^{1,2} สาขาวิชาเทคโนโลยีการโทรทัศน์และวิทยุกระจายเสียง

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เทคนิคพิเศษในการลำดับภาพและเสียง และศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เทคนิคพิเศษในการลำดับภาพและเสียง กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีการโทรทัศน์และวิทยุกระจายเสียง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จำนวน 100 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ 1) แบบสำรวจความต้องการการเรียนรู้เทคนิคพิเศษในการลำดับภาพและเสียงของกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้ค่าร้อยละ พบว่ามีความต้องการเรียนรู้เทคนิคการตัดต่อลำดับและเสียง 5 เทคนิคพิเศษคือ Text Video Mask, Color Effect, Scribble Animation, Video in Text and Television Logo 2) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เทคนิคพิเศษในการลำดับภาพและเสียง 3) แบบประเมินความพึงพอใจหลังการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เทคนิคพิเศษในโปรแกรมการตัดต่อลำดับภาพและเสียง ใช้ค่ามาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ผลการวิจัยพบว่า 1) จากแบบสำรวจความต้องการกลุ่มเป้าหมายในการเรียนรู้เทคนิคพิเศษ จำนวน 5 เทคนิค ในการตัดต่อลำดับภาพและเสียงมีดังนี้ Text Video Mask, Color Effect, Scribble Animation, Video in Text, Television Logo นำเทคนิคพิเศษที่ได้จากการสำรวจความต้องการมาผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ 2) ผลการประเมินคุณภาพในภาพรวมมีค่าเฉลี่ย (\bar{X} = 4.60, S.D.=0.07) 3) ผลการประเมินความพึงพอใจหลังการใช้งานหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในภาพรวม มีค่าเฉลี่ย (\bar{X} = 4.66, S.D.=0.01)

คำสำคัญ: หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เทคนิคพิเศษ การตัดต่อลำดับภาพและเสียง

Abstract

The purpose of this research was to production of electronic books. a special technique in sequence images and sound. and study the satisfaction of users of electronic books, Special technique in sequence images and sound. the target group used in this research were students in the field of television and radio broadcasting technology. faculty of science and technology rajamangala university krungthep of 100 people. the research instrument is 1) survey on the need to learn special techniques for video and audio sequences of the target audience. using a percentage It was found that there was a need to learn 5 special techniques for editing sequences and sounds: text video mask, color effect, scribble animation, video in text and television logo. 2) electronics books a special technique in sequence images and sound. 3) assessment of satisfaction after watching electronic books. a special technique in sequenced program editing picture and sound. use rating scale 5 levels. the research result showed that 1) the survey forms the needs of the target group in learning 5 special techniques for sequencing images and sounds as follows:

text video mask, color effect, scribble animation, video in text, television logo. demand for electronic book production 2) the overall quality assessment results were average $\bar{X} = 4.60$, S.D.=0.07 3) follow satisfaction evaluated after using e-books was average. $\bar{X} = 4.66$, S.D.=0.01

Keywords: Electronic Book, Special Techniques, Sequence Images and Sound

1. บทนำ

หนังสือมีความสำคัญและมีประโยชน์กับชีวิตมาก เพราะมนุษย์ต้องการแสวงหาคำตอบที่ตนอยากรู้ยากเห็นด้วยวิธีการต่าง ๆ วัสดุความรู้ประเภทหนึ่งที่น่าเสนอความรู้ ความคิดประสบการณ์ โดยการบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร จัดทำเป็นรูปเล่มสมบูรณ์ถาวร [1] ดังนั้นหนังสือจึงเป็นสิ่งอย่างหนึ่งในบรรดาสื่อหลาย ๆ อย่าง ที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพในปัจจุบัน ซึ่งจะทำให้ได้มีโอกาสก้าวไปสู่ความเจริญงอกงาม ทางอารมณ สัจคม และสติปัญญา หนังสือนับเป็นเครื่องมือสำคัญในการถ่ายทอดเหตุการณ์ ประสบการณ์ อารมณ์ ความรู้สึก ความคิดเห็น รวมทั้งสาระความรู้ในสรรพวิชาจากผู้แต่งหรือรวบรวม เรียบเรียงไปสู่ผู้อ่าน หนังสือจึงเป็นเสมือนชุมทรัพย์ทางปัญญาและคลังแห่งความบันเทิงขนาดมหึมาสำหรับมวลมนุษยชาติ หนังสือที่ใช้ช่วยสร้างสรรค์และเสริมสร้างการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ได้ [2] หนังสือกำลังถูกปรับเปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอจากเดิมที่เป็นสิ่งสิ่งพิมพ์เป็นสื่อสารนิเทศที่อยู่ในรูปของสื่ออิเล็กทรอนิกส์มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งหนังสือในรูปแบบใหม่สามารถอ่านผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล คอมพิวเตอร์แบบ Palmtop หรือมีการอ่านผ่านระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ตได้โดยไม่มีข้อจำกัดทางด้านเวลาและสถานที่และมักจะเรียกกันว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์หรือ E-Book เป็นหนังสือสร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีลักษณะเป็นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ โดยปกติมักจะเป็นแฟ้มข้อมูลที่สามารถอ่านเอกสารผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์มือถือทั้งในระบบออฟไลน์และออนไลน์ คุณลักษณะของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สามารถเชื่อมโยงจุดไปยังส่วนต่าง ๆ ของหนังสือเว็บไซต์ ตลอดจนมีปฏิสัมพันธ์และโต้ตอบกับผู้เรียนได้นอกจากนั้นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ยังสามารถแทรกภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว แบบทดสอบ และสามารถสั่งพิมพ์เอกสารที่ต้องการออกทางเครื่องพิมพ์ได้ [3] โดย iBooks Author เป็น

แอปพลิเคชันหนึ่งที่ใช้จะสามารถ สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) ได้ด้วยตัวเอง และเพิ่มขีดความสามารถของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์นั้นด้วยการเพิ่มคอนเทนต์ต่าง ๆ ให้มีความน่าสนใจขึ้นไม่ว่าจะเป็นการใส่ภาพและเสียงลงไปหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้ นอกจากนี้แอปพลิเคชัน iBooks Author ยังเป็นแอปพลิเคชันที่รองรับ Java Script และ HTML5 ได้อีกด้วยพัฒนาคอนเทนต์ด้วย [4] ในปัจจุบันสื่อออนไลน์หรือการทำหรือสร้างภาพเคลื่อนไหวได้มีการพัฒนาด้วยเทคนิคใหม่ การบันทึก ภาพการตัดต่อวิดีโอ การสร้างภาพด้วยเทคโนโลยีต่าง ๆ ทำให้ทางเลือกใหม่เกิดขึ้นในการที่จะสรรค์สร้างผลงานด้วยเทคนิคต่าง ๆ การเรียนรู้ในการตัดต่อวิดีโอการตัดต่อลำดับภาพและเสียงในปัจจุบันเข้ามามีบทบาทในชีวิตมากขึ้น ทำให้ความสามารถของงานทางด้านมัลติมีเดียที่ทำให้การนำเสนอ งานหรือสินค้าต่าง ๆ ดูน่าสนใจ ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนรู้ในรายวิชาการตัดต่อลำดับภาพและเสียงที่เน้นการปฏิบัติในการปฏิบัติสื่อความหมายด้วยภาพและเสียง การเลือกภาพวิดีโอที่มัลติมีเดียทั้งสัญญาณภาพ เสียง และถูกต้อง ทำให้การเชื่อมต่อ ข้อต่อและจัดเรียงลำดับโครงสร้างรูปแบบเนื้อหาการ การฝึกทักษะการใช้โปรแกรมการตัดต่อลำดับภาพและเสียงขั้นพื้นฐานและเสริมสร้างเทคนิคการตัดต่อลำดับภาพและเสียงต่าง ๆ ได้อย่างมืออาชีพ [5] ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สอนการทำเทคนิคพิเศษต่าง ๆ ในการตัดต่อลำดับภาพและเสียงเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติตามความต้องการของสาขาวิชาและสนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิต

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 ผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เทคนิคพิเศษในการลำดับภาพและเสียง
- 2.2 ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เทคนิคพิเศษในการลำดับภาพและเสียง

3. กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายคือ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีการโทรทัศน์ และวิทยุกระจายเสียง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จำนวน 100 คน

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยเป็น 2 ระยะดังนี้

4.1 ระยะที่ 1 การผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง เทคนิคพิเศษในการตัดต่อลำดับภาพและเสียง แบ่งออกเป็นขั้นตอนดังนี้

4.1.1 ศึกษาและค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และเทคนิคพิเศษในการตัดต่อลำดับภาพและเสียง

4.1.2 สำรวจความต้องการเทคนิคพิเศษที่ผู้ใช้งานอยากรู้จาก 10 เทคนิคพิเศษเหลือ 5 เทคนิคพิเศษเพื่อมาทำเป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สอนการใช้งานเทคนิคพิเศษจากความต้องการของผู้ใช้งาน

4.1.3 ออกแบบและวางรูปแบบโครงสร้างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องเทคนิคในการตัดต่อลำดับภาพและเสียง

4.1.4 นำผลการผลิตหนังสือที่ออกแบบประเมินคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยมีผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ด้านการออกแบบ, ด้านการตัดต่อลำดับภาพและเสียง, ด้านการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

4.1.5 ปรับแก้ไขหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านและตรวจสอบความสมบูรณ์ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

4.2 ระยะที่ 2 ประเมินความพึงพอใจหลังการใช้งานหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องเทคนิคพิเศษในการตัดต่อลำดับภาพและเสียง มีขั้นตอนดังนี้

4.2.1 ศึกษาผลการใช้งานหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องเทคนิคพิเศษในการตัดต่อลำดับภาพและเสียง

4.2.2 วิเคราะห์ข้อมูลใช้การใช้งานหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องเทคนิคการตัดต่อลำดับภาพและเสียงโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5. ผลการวิจัย

การผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เทคนิคพิเศษในการลำดับภาพและเสียง เป็นการศึกษาขั้นตอนและกระบวนการผลิต

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เทคนิคพิเศษในการลำดับภาพและเสียง ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นตอนที่ 1 ผลการสำรวจความต้องการเทคนิคพิเศษในการตัดต่อลำดับภาพและเสียง จากการสำรวจความต้องการจากผู้ใช้งานในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จำนวน 100 คน เป็นเพศชายร้อยละ 38 และเพศหญิงร้อยละ 62 และชั้นปีการศึกษาของผู้ตอบแบบสำรวจความต้องการพบว่า ชั้นปีที่ 1 ร้อยละ 10 ชั้นปีที่ 2 ร้อยละ 13 ชั้นปีที่ 3 ร้อยละ 38 ชั้นปีที่ 4 ร้อยละ 21 ชั้นปีที่ 4 ขึ้นไป 18 และผู้วิจัยสำรวจความต้องการในการเรียนรู้เทคนิคพิเศษจำนวน 10 เทคนิค พบว่า Text Video Mask ร้อยละ 14, Color Effect ร้อยละ 14, Television Logo ร้อยละ 12, RGB Glitch Effect ร้อยละ 10, Scribble Animation ร้อยละ 13, Intro Sequence ร้อยละ 10, Video in Text ร้อยละ 12, Earthquake Effect ร้อยละ 6, Tutorial Floating Effect ร้อยละ 9 และ Camera Shake Effect ร้อยละ 10 ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกเทคนิคพิเศษจากความต้องการของผู้ใช้งานที่มีร้อยละสูงสุด 5 อันดับแรกมาผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องเทคนิคพิเศษในการตัดต่อลำดับภาพและเสียง

5.2 ขั้นตอนที่ 2 ผลการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องเทคนิคพิเศษการตัดต่อลำดับภาพและเสียง

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องเทคนิคพิเศษในการลำดับภาพและเสียง

แบบประเมินคุณภาพ	\bar{X}	S.D.
1. ด้านขั้นตอนการเตรียมการก่อนการผลิต (Pre-Production)	4.66	0.33
2. ด้านขั้นตอนการผลิต (Production)	4.50	0.15
3. ด้านขั้นตอนหลังการผลิต (Post Production)	4.66	0.18
รวม	4.60	0.07

จากตารางที่ 1 พบว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านประเมินคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องเทคนิคพิเศษในการลำดับภาพและเสียง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.60, S.D.=0.07) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านขั้นตอนหลังการผลิต มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ด้านขั้นตอนการเตรียมการก่อนการผลิต และขั้นตอนการผลิต

5.3 ขั้นตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจหลังการใช้งานหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องเทคนิคพิเศษการตัดต่อลำดับภาพและเสียง

ตารางที่ 2 ผลการประเมินพึงพอใจของการทำงานของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องเทคนิคพิเศษในการลำดับภาพและเสียง

แบบประเมินความพึงพอใจ	\bar{X}	S.D.
1. ด้านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	4.66	0.33
2. ด้านเนื้อหา	4.50	0.15
3. ด้านเทคนิคพิเศษในการลำดับภาพและเสียง	4.66	0.18
4. ด้านแนวทางการนำเทคนิคพิเศษไปใช้	4.72	0.04
รวม	4.60	0.07

จากตารางที่ 2 พบว่าการทำงานของงานจากกลุ่มเป้าหมาย คือนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีการโทรทัศน์และวิทยุกระจายเสียง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ในภาพรวมการใช้งานหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องเทคนิคพิเศษในการตัดต่อลำดับภาพและเสียงโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}= 4.66, S.D.=0.01$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านแนวทางการนำเทคนิคพิเศษไปใช้ มีความพึงพอใจการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือด้านเทคนิคพิเศษในการลำดับภาพและเสียง ด้านเนื้อหา และลำดับสุดท้ายด้านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

6. อภิปรายผลและสรุป

จากการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เทคนิคพิเศษในการลำดับภาพและเสียง มีประเด็นสำหรับการอภิปรายผลตามคำลำดับและผลการศึกษาประกอบการค้นคว้า เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากกระบวนการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เทคนิคพิเศษในการลำดับภาพและเสียง โดยใช้กระบวนการขั้นตอน 3P คือ Pre-Production Production Post Production ในการผลิตผลงาน สอดคล้องกับขั้นตอนการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ของงานวิจัยของ สุธารัตน์ ชำนาญ เหนาะ [6] ได้ทำการศึกษาการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) ประกอบการสอนหลักสูตรท้องถิ่น เพื่อพัฒนาทักษะการอ่าน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 หน่วยการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยประกอบด้วย

แบบทดสอบก่อนเรียน บทนำ บทที่ 1 บทที่ 2 แบบฝึกหัดเสริมทักษะและแบบทดสอบหลังเรียน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.46, S.D.=0.60$) ทำให้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องเทคนิคพิเศษในการลำดับภาพและเสียงสอดคล้องกับงานวิจัยดังกล่าวที่มีขั้นตอนในการผลิตที่สอดคล้องกันและมีความความคิดในการแบ่งบทเรียนที่คล้ายกัน จึงส่งผลให้การประเมินคุณภาพการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เทคนิคพิเศษในการลำดับภาพและเสียงอยู่ในระดับมากที่สุด ประเด็นเทคนิคพิเศษในการลำดับภาพและเสียงในด้านรูปแบบลำดับภาพและเสียงมาจากแนวความคิดงานวิจัยของ จิรวัดน์ สุรพิบูล [7] ได้ทำการวิจัย การพัฒนารายการกีฬาทางโทรทัศน์ด้วยเทคนิคการตัดต่อลำดับภาพกรณีศึกษา: รายการเส้นทางกีฬาของสถานีวิทยุโทรทัศน์แห่งประเทศไทย ในขั้นตอนกระบวนการผลิต พบว่า ผู้เชี่ยวชาญแนะนำเทคนิคการตัดต่อทางโทรทัศน์ 2 แบบคือ การตัดต่อแบบร้อยเรียง และการตัดต่อแบบใช้ภาพพิเศษ สรุปได้ว่าผู้เชี่ยวชาญให้ทำการตัดต่อแบบร้อยเรียงโดยใช้ภาพเข้ามาช่วยในการตัดต่อไฮไลท์ จากแนวคิดเทคนิคการตัดต่อในงานวิจัยดังกล่าวมีความน่าสนใจจนกลายเป็นเทคนิคพิเศษที่ใช้ในการลำดับภาพและเสียง ส่งผลให้การประเมินความพึงพอใจการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง เทคนิคพิเศษในการลำดับภาพและเสียง อยู่ในระดับมากที่สุด ประเด็นที่น่าจะเกิดผลดังกล่าวด้านแนวทางการนำเทคนิคพิเศษไปใช้การลำดับภาพและเสียงสอดคล้องกับงานวิจัยของชินรัตน์นันทน์ พ่วงวัน [8] การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์บนคอมพิวเตอร์แบบพกพา เรื่อง การจัดแสงถ่ายภาพในสตูดิโอ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี โดยกลุ่มเป้าหมายเป็นนิสิตระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาการสื่อสารมวลชน คณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์ และการสื่อสารของมหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 30 คน พบว่า คุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์บนคอมพิวเตอร์แบบพกพา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.59, S.D. = 0.44$) และความคิดเห็นของนิสิตที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์บนคอมพิวเตอร์แบบพกพา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.76, S.D. = 0.62$) จากผลการทดลองทำให้การศึกษาผลการใช้งานหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง เทคนิคพิเศษในการตัดต่อลำดับภาพและเสียง สามารถนำกลับมาทบทวนและเรียนรู้เสริม

ทักษะความเข้าใจในการใช้เทคนิคในการลำดับภาพและเสียงที่หลากหลาย จึงทำให้ผลการศึกษากาการใช้งานหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องเทคนิคพิเศษในการลำดับภาพและเสียงมีความสอดคล้องและใกล้เคียงกันและสนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิต

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องเทคนิคพิเศษในการตัดต่อลำดับภาพและเสียง ควรเพิ่มลูกเล่นและเทคนิคพิเศษที่ต่างกันอย่างออกไปให้หลากหลายมากขึ้น เพิ่มตัวอย่างในส่วนของวิดีโอการสอนเทคนิคพิเศษในการตัดต่อลำดับภาพและเสียง ศึกษาเกี่ยวกับโปรแกรมการตัดต่อลำดับภาพและเสียงให้เกิดความชำนาญทั้งคีลัดหรืออุปกรณ์เครื่องมือการใช้งาน และการออกแบบหนังสือให้ดูมีความน่าสนใจมากขึ้น โทนสี การดึงดูดสายตาจากการชมหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

7.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ควรผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผสมผสานเทคโนโลยีเสมือนจริง และเพิ่มเทคนิคพิเศษการตัดต่อลำดับภาพและเสียงในเทคนิคอื่น ๆ ที่น่าสนใจและสอดคล้องกับการใช้เกมมิฟิเคชันส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ใช้งานเพื่อให้เกิดความเข้าใจของเนื้อหามากยิ่งขึ้นและเพิ่มเทคนิคพิเศษในการตัดต่อลำดับภาพและเสียงด้วยการ์ตูนกราฟิกในการเล่าเรื่องราวเนื้อหาต่าง ๆ

8. เอกสารอ้างอิง

[1] พรหมพชร เกตดี, "ความหมายของหนังสือ," 2552.

[Online]. Available:

<https://www.gotoknow.org/posts/307128>.

[Accessed 14 มกราคม 2561].

[2] พิมพ์จิต สลิตวิทยานันท์, "การออกแบบหนังสือนิทานเพื่อส่งเสริมจินตภาพสำหรับเด็ก พิกัดทางสายตา,"

วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ, 2546.

[3] ชีราภรณ์ หัตถา, "ประโยชน์ของการสร้างหนังสือ

อิเล็กทรอนิกส์ (E-book)," 2559. [Online]. Available:

<https://www.gotoknow.org/posts/611692>.

[Accessed 14 มกราคม 2561].

[4] มหาวิทยาลัยมหาดไทย, คู่มือการใช้งาน iBooks Author, สงขลา: ศูนย์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาดไทย, 2556.

[5] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ, หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการโทรทัศน์และวิทยุกระจายเสียง (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2560), กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ, 2560.

[6] สุชาติร์น ขำนาญเหนาะ, "การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) ประกอบการสอนหลักสูตรท้องถิ่น เพื่อพัฒนาทักษะการอ่านสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา, 2554.

[7] จิรวัดน์ สุรพิบูล, "การพัฒนารายการกีฬาทางโทรทัศน์ด้วยเทคนิคการตัดต่อลำดับภาพ กรณีศึกษา: รายการเส้นทางกีฬาของสถานีวิทยุโทรทัศน์แห่งประเทศไทย," วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี, 2556.

[8] ชนิดร์นันท์ พ่วงวัน, "การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์บนคอมพิวเตอร์แบบพกพาเรื่อง การจัดแสงถ่ายภาพในสตูดิโอสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก, 2558.

การใช้น้ำมันกรดที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองเป็นสารตั้งต้นในการผลิตไบโอดีเซล ด้วยกระบวนการแบบ 3 ขั้นตอน

Acid oil obtained from soybean oil production process as feedstock for biodiesel production using three-step process

ปิยะณัฐ จงดี¹, รัศสสา เกษแก้ว¹, ณัชชาอร ชูเมือง¹, สมพร ตริยะศรี² และ ปิยนุช นาคพงศ์^{1*}

¹ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ เขตสาทร แขวงทุ่งมหาเมฆ กรุงเทพมหานคร 10120

² ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร)

114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

*ติดต่อ: E-mail : piyanuch.n@mail.rmutk.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกที่สำคัญสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล โดยในการผลิตไบโอดีเซลนั้นการใช้สารตั้งต้นที่มีราคาถูกอย่างเช่นน้ำมันประกอบอาหารที่ใช้แล้ว น้ำมันพืชที่มีกรดไขมันอิสระสูงและน้ำมันกรดที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันที่อาจช่วยลดต้นทุนในการผลิตได้ โดยในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันกรดที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันถั่วเหลือง ซึ่งน้ำมันกรดมีปริมาณกรดไขมันอิสระเริ่มต้น 72 % โดยน้ำหนัก โดยกระบวนการประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ซึ่งขั้นตอนที่ 1 และ 2 เป็นการเปลี่ยนกรดไขมันอิสระในน้ำมันกรดไปเป็นเมทิลเอสเทอร์ด้วยปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันกับเมทานอลโดยใช้ Purolite CT275DR เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ส่วนขั้นตอนที่ 3 เป็นขั้นตอนของการกำจัดกรดไขมันอิสระที่เหลือโดยการทำปฏิกิริยาการสะเทินระหว่างกรดไขมันอิสระกับสารละลาย 0.5 โมลาร์โซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของพารามิเตอร์ชนิดต่างๆ ที่มีต่อกระบวนการรวมทั้งหาภาวะที่เหมาะสมในการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาในขั้นตอนที่ 1 และ 2 ได้แก่ ปริมาณเมทานอล ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาและเวลาในการเกิดปฏิกิริยา โดยในทั้งสองขั้นตอนจะกำหนดให้อุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยาคงที่ที่ 60 °C ส่วนพารามิเตอร์ที่ศึกษาในขั้นตอนที่ 3 คือ ปริมาณของสารละลาย 0.5 โมลาร์โซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งผลจากการวิจัยแสดงให้เห็นว่าปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันกรดลดลงเหลือ 0.46 % โดยน้ำหนักภายใต้ภาวะที่เหมาะสม โดยในขั้นตอนที่ 1 และ 2 พารามิเตอร์ชนิดต่างๆ ได้แก่ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาและเวลาในการเกิดปฏิกิริยาจะให้ผลในเชิงบวกต่อปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันของกรดไขมันอิสระ ในขณะที่ปริมาณเมทานอลจะให้ผลในเชิงลบเมื่อใช้ปริมาณมากกว่าปริมาณที่เหมาะสม ส่วนในขั้นตอนที่ 3 ปริมาณของสารละลาย 0.5 โมลาร์โซเดียมไฮดรอกไซด์ให้ผลในเชิงบวกต่อการเกิดปฏิกิริยาการสะเทิน ยกเว้นเมื่อใช้ในปริมาณที่มากเกินไป โดยไบโอดีเซลที่ได้จะถูกนำไปวิเคราะห์ด้วยโปรตอน-นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโตรสโกปี

คำหลัก: ไบโอดีเซล; น้ำมันกรด; เอสเทอริฟิเคชัน; กรดไขมันอิสระ, Purolite CT275DR

Abstract

In the present day, biodiesel is the important alternative fuel for diesel engine. In biodiesel production, the use of low cost feedstocks such as used cooking oil, high free fatty acid vegetable oils and acid oil from vegetable oil production process may reduce the production cost. In this research, the production of biodiesel from acid oil obtained from the soybean oil production process was studied. The initial value of free fatty acid content in acid oil was 72 % by weight. The process was composed of three steps. In the first and second steps, the free fatty acid in acid oil was converted to methyl ester via esterification with methanol by using Purolite CT275DR as catalyst. In the third step, the residual free fatty acid was removed via the neutralization reaction between free fatty acid and 0.5 M sodium hydroxide solution. The effects of parameters related to this process were studied and optimized. In the first and second steps, the studied parameters were methanol content, catalyst content and reaction time while the reaction temperature was fixed constant at 60 °C. In the third step, the studied parameter was the 0.5 M sodium hydroxide solution content. The results showed that the free fatty acid content in acid oil was reduced to 0.46 % by weight under the optimum conditions. In the first and second steps, parameters such as catalyst content and reaction time gave the positive effect on the esterification reaction of free fatty acid. The methanol content gave the negative effect when the methanol was used beyond the optimum point. In the third step, 0.5 M sodium hydroxide solution content gave the positive effect on the neutralization reaction, except when the excess of sodium hydroxide was used. The obtained biodiesel was analyzed by ¹H Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy.

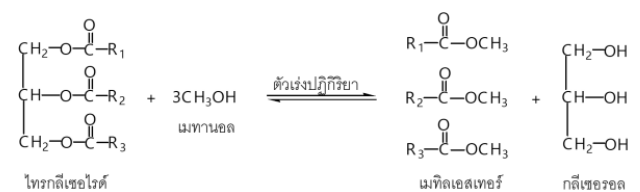
Keywords: Biodiesel; Acid oil; Esterification, Free fatty acid; Purolite CT275DR

1. บทนำ

ในปัจจุบันปิโตรเลียมเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของโลก โดยผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงจากปิโตรเลียมถูกนำมาใช้ในการคมนาคมขนส่ง การผลิตกระแสไฟฟ้าและใช้ในอุตสาหกรรม แต่ปิโตรเลียมมีปริมาณจำกัดและเป็นแหล่งพลังงานไม่หมุนเวียน อีกทั้งในปัจจุบันความต้องการในการใช้เชื้อเพลิงจากปิโตรเลียมสูงขึ้นและถ้าอัตราการใช้ผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียมยังคงสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง การขาดแคลนปิโตรเลียมอาจมีโอกาสดังเกิดขึ้นได้ในอนาคต นอกจากนี้การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากปิโตรเลียมยังก่อให้เกิดปัญหามลพิษในด้านต่างๆ ต่อสิ่งแวดล้อม ด้วยเหตุนี้ในปัจจุบันจึงได้มีความพยายามในการหาแหล่งพลังงานอื่นเพื่อใช้ทดแทนปิโตรเลียมมากขึ้น โดยไบโอดีเซลเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจและ

สามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ไบโอดีเซลเป็นมอนอแอลคิลเอสเทอร์ (Monoalkyl ester) ของกรดไขมันโซ่ยาวซึ่งได้มาจากน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ โดยไบโอดีเซลผลิตได้จากการนำน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์มาทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันโดยใช้เบสแก่ เช่น โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา โดยมีกลีเซอรอลเป็นผลิตภัณฑ์ร่วมที่มีคุณค่าในเชิงพาณิชย์ [1,2,3] ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นแสดงเป็นสมการเคมีได้ดังนี้



สำหรับน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ที่ใช้ในกระบวนการนี้ควรมีกรดไขมันอิสระต่ำกว่า 1% โดยน้ำหนัก [4,5,6] เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดกรดไขมันอิสระทำปฏิกิริยากับตัวเร่งปฏิกิริยาเบสเกิดสบู่ขึ้นในสารผสมของปฏิกิริยา โดยสบู่จะก่อให้เกิดผลเสียหลายประการต่อกระบวนการผลิตไบโอดีเซล [7,8] ซึ่งไบโอดีเซลที่ผลิตได้จะมีความหนืดลดลงจากน้ำมันพืชและไขมันสัตว์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นอย่างมาก โดยจะมีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล ดังนั้นไบโอดีเซลจึงสามารถนำไปใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลได้โดยไม่ต้องมีการดัดแปลง

ไบโอดีเซลผลิตได้จากน้ำมันพืชหลายชนิด แต่โดยส่วนใหญ่จะผลิตจากน้ำมันประกอบอาหาร เช่น น้ำมันทานตะวัน น้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปาล์ม [4,9] แต่เนื่องจากน้ำมันพืชที่ใช้ในการประกอบอาหารมีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นวัตถุดิบที่มีราคาถูกกว่าซึ่งมีปริมาณกรดไขมันอิสระสูงจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ โดยวัตถุดิบเหล่านี้ได้แก่ ไขมันสัตว์ น้ำมันประกอบอาหารที่ใช้แล้ว น้ำมันพืชที่ไม่ได้นำมาประกอบอาหารและผลพลอยได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันพืช [5,10]

สำหรับการผลิตไบโอดีเซลจากวัตถุดิบที่มีปริมาณกรดไขมันอิสระสูงสามารถทำได้โดยการใช้กระบวนการแบบ 2 ขั้นตอน โดยขั้นที่ 1 เป็นขั้นตอนของการลดปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันให้เหลือต่ำกว่า 1% โดยน้ำหนักด้วยปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันกับเมทานอลโดยใช้กรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งในขั้นตอนนี้กรดไขมันอิสระที่มีในน้ำมันจะเปลี่ยนเป็นเมทิลเอสเทอร์ จากนั้นนำน้ำมันที่ได้ไปทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันต่อในขั้นตอนที่ 2 โดยใช้เบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งในขั้นนี้ไตรกลีเซอไรด์ในน้ำมันจะเปลี่ยนเป็นเมทิลเอสเทอร์ นอกจากนี้ในกรณีที่วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซลมีปริมาณกรดไขมันอิสระสูงมากจะสามารถใช้ปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้กรดแก่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อเปลี่ยนกรดไขมันอิสระไปเป็นเมทิลเอสเทอร์และในขณะที่เดียวกันไตรกลีเซอไรด์จะเกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้กรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาได้เมทิลเอสเทอร์

ในประเทศไทยไบโอดีเซลสามารถผลิตได้จากน้ำมันพืชหลายชนิดเช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันสบู่ดำ อย่างไรก็ตามยังมีวัตถุดิบอีกหลายชนิดที่สามารถใช้ในการผลิตไบโอดีเซลได้ซึ่งวัตถุดิบชนิดหนึ่งที่น่าสนใจคือ น้ำมันกรดซึ่ง

เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันพืช โดยน้ำมันกรดได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันพืชด้วยวิธีทางเคมีในขั้นตอนการทำน้ำมันให้เป็นกลาง (Neutralization) ซึ่งน้ำมันกรดมีปริมาณกรดไขมันอิสระสูงและมีน้ำมันพืช (ไตรกลีเซอไรด์) ปะปน โดยน้ำมันกรดสามารถหาได้ง่ายเป็นจำนวนมากจากโรงงานผลิตน้ำมันพืช อีกทั้งยังมีราคาไม่แพงและการใช้น้ำมันกรดเป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซลจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับน้ำมันกรดอีกด้วย ซึ่งที่ผ่านมาทีมงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่มีการใช้น้ำมันกรดซึ่งมีปริมาณกรดไขมันอิสระสูงเป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล [11-13]

ตามปกติปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันจะใช้กรดซัลฟิวริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา แต่เนื่องจากกรดซัลฟิวริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเอกพันธ์ จึงมีข้อเสียในเรื่องต่างๆ เช่น การกัดกร่อน การใช้น้ำจำนวนมากในการล้างกรดออกจากผลิตภัณฑ์ การบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการล้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการมีหลายขั้นตอนรวมทั้งต้องใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายจำนวนมากในกระบวนการ ด้วยเหตุนี้การใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ชนิดกรดจะสามารถช่วยลดปัญหาในเรื่องดังกล่าวได้ ซึ่งตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพสำหรับปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันคือ Purolite CT275DR ซึ่ง Purolite CT275DR เป็นเรซินแลกเปลี่ยนไอออนชนิดแคตไอออน (Cation exchange resin) มีโครงสร้างเป็น Macroporous polystyrene crosslinked with divinylbenzene มีความเป็นกรดสูงและมีหมู่ฟังก์ชันเป็นกรดซัลโฟนิก (Sulfonic Acid) [14]

ในงานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันกรดที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองด้วยกระบวนการแบบ 3 ขั้นตอน โดยในขั้นตอนที่ 1 และ 2 เป็นขั้นตอนของการเปลี่ยนกรดไขมันอิสระไปเป็นเมทิลเอสเทอร์ด้วยปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันกับเมทานอลโดยใช้ Purolite CT275DR เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ส่วนในขั้นตอนที่ 3 เป็นขั้นตอนของการกำจัดกรดไขมันอิสระที่เหลือในผลิตภัณฑ์น้ำมันด้วยสารละลาย 0.5 โมลาร์โซเดียมไฮดรอกไซด์ นอกจากนี้คณะผู้วิจัยยังได้ทำการศึกษาผลของพารามิเตอร์ชนิดต่างๆ ที่มีต่อกระบวนการในแต่ละขั้นรวมทั้งหาภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันกรดที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองอีกด้วย

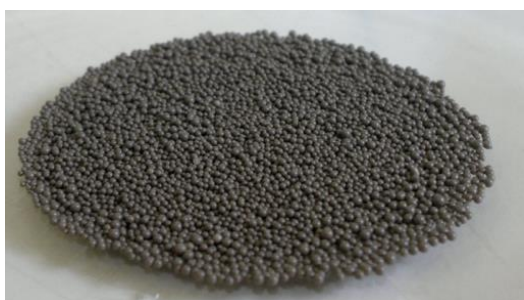
2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 วัตถุประสงค์และสารเคมี

น้ำมันกรดจากกระบวนการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัทธนาคารผลิตภัณฑ์น้ำมันพืช จำกัด โฟแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต โซเดียมไฮดรอกไซด์ เมทานอล และเอทานอลที่ใช้ในการทำการวิจัยเป็นเกรดวิเคราะห์ (AR grade) ส่วน Purolite CT275DR ได้รับความอนุเคราะห์จากตัวแทนจำหน่าย Purolite CT275DR ประเทศไทย โดยน้ำมันกรดและ Purolite CT275DR แสดงอยู่ในรูปที่ 1 และ 2



รูปที่ 1 น้ำมันกรดที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันถั่วเหลือง



รูปที่ 2 Purolite CT275DR

2.2 การวิเคราะห์สมบัติของน้ำมันกรด

น้ำมันกรดจากกระบวนการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองจะถูกนำมาวิเคราะห์สมบัติต่างๆ ที่สำคัญได้แก่ ปริมาณกรดไขมันอิสระ (AOAC (2000), 940.28) ความหนืด (ASTM D 445-04) และปริมาณน้ำ (ASTM D 6304)

2.3 ปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชันของกรดไขมันอิสระ

2.3.1 การจัดตั้งเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการทำปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชันของกรดไขมันอิสระในน้ำมันกรดประกอบด้วยขวดก้นแบน 3 คอ ขนาด 250 มิลลิลิตรและเครื่องกวนสารพร้อมให้ความร้อน โดยคอขวดด้านหนึ่งต่อกับรีฟลักซ์คอนเดนเซอร์ เพื่อทำหน้าที่ในการควบแน่นไอระเหยของเมทานอลให้กลับสู่สารผสมของปฏิกริยาดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 การจัดตั้งเครื่องมือในการทำปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน

2.3.2 ภาวะในการทดลอง

ในงานวิจัยนี้กรดไขมันอิสระในน้ำมันกรดจะเปลี่ยนไปเป็นเมทิลเอสเทอร์ด้วยปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชันกับเมทานอล โดยใช้ Purolite CT275DR เป็นตัวเร่งปฏิกริยา โดยปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชันจะเกิดขึ้นใน 2 ขั้นตอนภายใต้บรรยากาศปกติ และอุณหภูมิ 60 °ซ สำหรับการทำปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชันในแต่ละชั้นจะมีการศึกษาผลของพารามิเตอร์ชนิดต่างๆ ต่อปฏิกริยารวมทั้งมีการหาภาวะที่เหมาะสมของการเกิดปฏิกริยาในแต่ละชั้น

ในขั้นตอนแรกพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาได้แก่ ปริมาณเมทานอล (40, 50, 60 และ 70 % โดยปริมาตร) ปริมาณตัวเร่งปฏิกริยา (5, 10, 20 และ 30 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำมัน) และเวลาในการเกิดปฏิกริยา (2, 3, 4 และ 5 ชั่วโมง) ส่วนในขั้นตอนที่ 2 พารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาได้แก่ ปริมาณ

เมทานอล (40, 50 และ 60 % โดยปริมาตร) ปริมาณตัวเร่ง-ปฏิกิริยา (5, 10, 15 และ 20 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำมัน) และเวลาในการเกิดปฏิกิริยา (2, 3, 4 และ 5 ชั่วโมง)

2.3.3 วิธีการทดลอง

ในแต่ละภาวะของการศึกษาปริมาณน้ำมันกรด เมทานอล และ Purolite CT275DR จะถูกใช้ในปริมาณที่กำหนด โดยในลำดับแรกใส่น้ำมันกรดลงในขวดกั้นแบน จากนั้นให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 °ซ เติมเมทานอลและ Purolite CT275DR ลงไปตามลำดับ รักษาอุณหภูมิของสารผสมไว้ที่ 60 °ซ พร้อมทั้งกวนสารผสมตลอดเวลาด้วยอัตราเร็วคงที่ปล่อยให้ปฏิกิริยาดำเนินไปจนครบตามเวลาในการเกิดปฏิกิริยาที่กำหนด เมื่อปฏิกิริยาเสร็จสิ้นลงกรองแยกตัวเร่งปฏิกิริยาออกด้วยกระดาษกรอง นำชั้นน้ำมันที่ได้ไประเหยแยกเมทานอลที่เหลือและน้ำที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 110 °ซ จากนั้นนำผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้ในแต่ละภาวะไปหาปริมาณกรดไขมันอิสระด้วยวิธีการมาตรฐาน AOAC (2000), 940.28

สำหรับสารตั้งต้นที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันในขั้นตอนที่ 2 จะเป็นผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้จากการสังเคราะห์ภายใต้ภาวะที่เหมาะสมของขั้นตอนที่ 1

2.4 ปฏิบัติการสะเทินของกรดไขมันอิสระ

2.4.1 ภาวะในการทดลอง

ผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้ภายหลังจากการนำน้ำมันกรดมาทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันในขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 จะยังคงมีกรดไขมันอิสระเหลืออยู่ในปริมาณไม่มากนัก ซึ่งต้องมีการกำจัดออกโดยใช้ปฏิบัติการสะเทินระหว่างกรดไขมันอิสระกับสารละลาย 0.5 โมลาร์โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่อุณหภูมิห้อง โดยในการวิจัยนี้ได้มีการศึกษาเพื่อหาปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการกำจัดกรดไขมันอิสระ โดยปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ทำการศึกษาได้แก่ 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 % โดยปริมาตร

2.4.2 วิธีการทดลอง

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันในขั้นตอนที่ 2 มาทำปฏิกิริยากับสารละลาย 0.5 โมลาร์โซเดียมไฮดรอกไซด์ตามปริมาณที่กำหนดที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นเทใส่กรวยแยก ล้างผลิตภัณฑ์ที่ได้ด้วยน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 60 °ซ ตั้งทิ้งไว้ให้สารผสมแยกชั้น ใส่น้ำส่วนล่างซึ่งเป็นชั้นน้ำและสบู่ที่

เกิดจากปฏิกิริยาออก แล้วล้างชั้นผลิตภัณฑ์ที่ได้ด้วยน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 60 °ซ ล้างจนกระทั่งน้ำที่ได้จากการล้างมี pH เท่ากับน้ำอุ่นที่นำมาล้าง จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาระเหยแยกน้ำออกที่อุณหภูมิ 110 °ซ แล้วจึงนำไปหาค่ากรดไขมันอิสระ

2.5 การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์น้ำมันด้วยเทคนิค ¹H NMR

ผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้จากกระบวนการจะถูกนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Nuclear Magnetic Resonance ของบริษัท Avance Bruker Switzerland AG, Switzerland รุ่น 300 MHz, Xwin NMR 2.1 โดยใช้ CDCl₃ เป็นตัวทำละลายในการวิเคราะห์

3. ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ผล

3.1 สมบัติของน้ำมันกรด

น้ำมันกรดที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองเป็นของเหลวหนืด สีดำและมีกลิ่นเฉพาะตัว โดยสมบัติที่สำคัญบางประการของน้ำมันกรดแสดงอยู่ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมบัติบางประการของน้ำมันกรด

สมบัติ	ผล	วิธีการทดสอบ
ปริมาณกรดไขมันอิสระ (% โดยน้ำหนักในรูปของกรดลิโนเลอิก)	72.0	AOAC (2000), 940.28
ความหนืดที่ 40 °ซ (มม ² /วินาที)	27.92	ASTM D 445-04
ปริมาณน้ำ (% โดยปริมาตร)	0.91	ASTM D 6304

น้ำมันกรดที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองมีน้ำมันถั่วเหลืองซึ่งเป็นไตรกลีเซอไรด์ติดปนมา โดยน้ำมันกรดมีปริมาณกรดไขมันอิสระสูงถึง 72 % โดยน้ำหนักในรูปของกรดลิโนเลอิก ซึ่งกรดลิโนเลอิกเป็นกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในไตรกลีเซอไรด์ของน้ำมันถั่วเหลือง โดยมีเป็นจำนวนมากที่สุดในไตรกลีเซอไรด์ของน้ำมันถั่วเหลือง โดยเป็นจำนวนมากที่สุดในไตรกลีเซอไรด์ของน้ำมันถั่วเหลืองแสดงอยู่ในตารางที่ 2

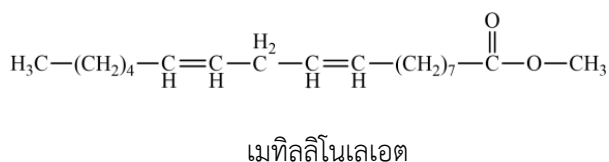
จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำที่มีในน้ำมันกรดมีปริมาณไม่มากนัก ดังนั้นจึงไม่ส่งผลกระทบต่อปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน

ตารางที่ 2 ชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในไตรกลีเซอไรด์ของน้ำมันถั่วเหลือง [15]

กรดไขมัน	ปริมาณ (%)
กรดปาล์มติก {Palmitic acid (C16:0)}	14.04
กรดสเตียริก {Stearic acid (C18:0)}	4.07
กรดโอเลอิก {Oleic acid (C18:1)}	23.27
กรดลิโนเลอิก {Linoleic acid (C18:2)}	52.18
กรดลิโนเลนิก {Linolenic acid (C18:3)}	5.63

3.2 ปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชันขั้นที่ 1

ในงานวิจัยนี้ได้เปลี่ยนกรดไขมันอิสระชนิดต่างๆ ที่มีในน้ำมันกรดไปเป็นเมทิลเอสเทอร์ด้วยปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชันกับเมทานอลโดยใช้ Purolite CT275DR เป็นตัวเร่งปฏิกริยาซึ่งเมทิลเอสเทอร์ที่เกิดขึ้นได้แก่ เมทิลปาล์มเตต (Methyl palmitate) เมทิลสเตียเรต (Methyl stearate) เมทิลโอเลเอต (Methyl oleate) เมทิลลิโนเลเอต (Methyl linoleate) และเมทิลลิโนเลนเอต (Methyl linolenate) โดยสูตรโครงสร้างของเมทิลลิโนเลเอตเป็นดังนี้



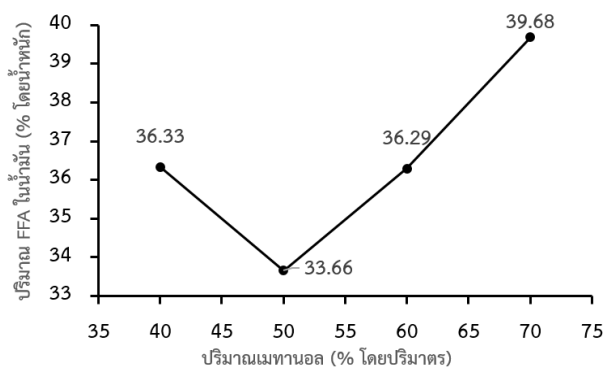
สำหรับปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชันของกรดไขมันอิสระกับเมทานอลแสดงได้ดังสมการ



3.2.1 ผลของปริมาณเมทานอล

ปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชันเป็นปฏิกริยาที่ผันกลับได้ ดังนั้นถ้าต้องการให้ปฏิกริยาไปข้างหน้าเกิดขึ้นได้ดีได้เมทิลเอสเทอร์ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เป็นจำนวนมาก จึงต้องใช้ปริมาณเมทานอลมากเกินไป ดังนั้นพารามิเตอร์ชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเกิดปฏิกริยา คือ ปริมาณเมทานอล ซึ่งในขั้นตอนที่ 1 ได้ทำการศึกษาผลของปริมาณเมทานอลต่อการเกิดปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชันของกรดไขมันอิสระที่ 40, 50, 60

และ 70 % โดยปริมาตร โดยในการศึกษาจะกำหนดให้พารามิเตอร์ชนิดอื่นๆ มีค่าคงที่ คือ ปริมาณตัวเร่งปฏิกริยา 5 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำมันและเวลาในการเกิดปฏิกริยา 2 ชั่วโมง ส่วนอุณหภูมิในการเกิดปฏิกริยาจะกำหนดให้คงที่ที่ 60 °ซ โดยผลที่ได้แสดงอยู่ในรูปที่ 4



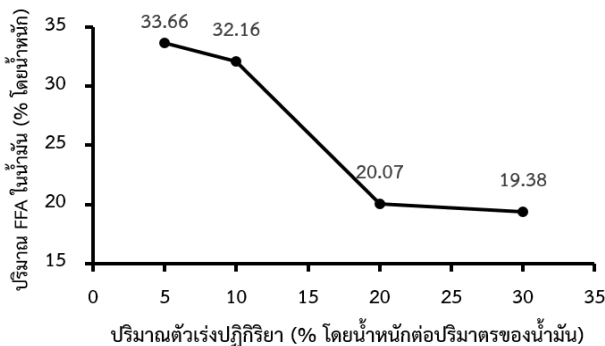
รูปที่ 4 ผลของปริมาณเมทานอลต่อปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชันในขั้นที่ 1

รูปที่ 4 แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้ปริมาณเมทานอลเพิ่มขึ้นปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชันจะเกิดได้ดีมากขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากการที่ปริมาณกรดไขมันอิสระที่เหลืออยู่ในน้ำมันกรดมีค่าลดลงเมื่อปริมาณเมทานอลที่ใช้เพิ่มขึ้นเป็น 50 % โดยปริมาตร อย่างไรก็ตามเมื่อปริมาณเมทานอลเพิ่มขึ้นเป็น 60 และ 70 % โดยปริมาตรจะพบว่าปริมาณกรดไขมันอิสระไม่ลดต่ำลง แต่จะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากการใช้ปริมาณเมทานอลที่สูงกว่า 50 % โดยปริมาตร ปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชันจะเกิดขึ้นได้ดีทำให้มีน้ำซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์อีกชนิดหนึ่งของปฏิกริยาเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ปฏิกริยาผันกลับเกิดขึ้นได้เพิ่มมากขึ้น โดยอัตราการเกิดปฏิกริยาผันกลับมากกว่าอัตราการเกิดปฏิกริยาไปข้างหน้า จึงทำให้มีปริมาณกรดไขมันอิสระเหลืออยู่ในสารผสมของปฏิกริยาเพิ่มขึ้น โดยการเกิดผันกลับของปฏิกริยานี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Berchmans, H.J. and Hirata, S. [5] ที่ได้ทำการศึกษาผลของปริมาณเมทานอลต่อการลดปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันจากเมล็ด *Jatropha curcas* L. ที่มีกรดไขมันอิสระสูงด้วยปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้กรดซัลฟิวริกเป็นตัวเร่งปฏิกริยา ซึ่งผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มปริมาณเมทานอลจะทำให้ปริมาณกรดไขมันอิสระลดลงอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งถึง

อัตราส่วนของเมทานอลต่อน้ำมัน 40 % โดยน้ำหนัก โดยการใช้ปริมาณเมทานอลมากกว่าอัตราส่วนนี้จะไม่ส่งผลกระทบต่อกรดลดลงของปริมาณกรดไขมันอิสระอย่างมีนัยสำคัญ ที่เป็นเช่นนี้ Berchmans, H.J. and Hirata, S. ได้อธิบายว่าอาจเนื่องมาจากผลของน้ำที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน สำหรับในการวิจัยนี้ปริมาณเมทานอลที่ 50 % โดยปริมาตรจึงเป็นปริมาณที่เหมาะสม

3.2.2 ผลของปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา

เอสเทอร์ฟิเคชันเป็นปฏิกิริยาที่ต้องมีการเร่งปฏิกิริยาด้วยกรด โดยในงานวิจัยนี้ใช้ Purolite CT275DR ซึ่งเป็นเรซินแลกเปลี่ยนไอออนชนิดแคตไอออนที่มีฤทธิ์เป็นกรดแก่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ โดยในขั้นตอนนี้จะศึกษาผลของปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาต่อการเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันที่ 5, 10, 20 และ 30 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำมัน โดยในการศึกษาจะกำหนดให้พารามิเตอร์ชนิดต่างๆ คงที่คือ ปริมาณเมทานอล 50 % โดยปริมาตรและเวลาในการเกิดปฏิกิริยา 2 ชั่วโมง ส่วนอุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยา กำหนดให้คงที่ที่ 60 °ซ ซึ่งผลที่ได้แสดงอยู่ในรูปที่ 5



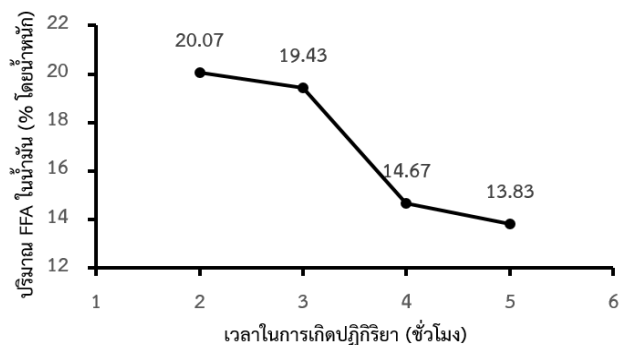
รูปที่ 5 ผลของปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาต่อปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันในขั้นที่ 1

ผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาต่ำ ปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันจะเกิดขึ้นได้ไม่ดี โดยมีปริมาณกรดไขมันอิสระเหลืออยู่ในสารผสมของปฏิกิริยามาก แต่เมื่อใช้ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันเกิดได้มากขึ้นเป็นลำดับ ซึ่งจะเห็นได้จากปริมาณกรดไขมันอิสระที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยผลที่ได้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Suwannakool, Yimchang, and Nakpong [16] ที่ทำ

การวิจัยเกี่ยวกับการหาภาวะที่เหมาะสมในการลดปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันมะพร้าวที่มีกรดไขมันอิสระเริ่มต้น 25.22 % โดยน้ำหนักด้วยปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันกับเมทานอลโดยใช้กรดซัลฟามิกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งในการวิจัยได้มีการศึกษาผลของปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาต่อการเปลี่ยน (Conversion) ของกรดไขมันอิสระไปเป็นเมทิลเอสเทอร์ โดยผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นค่าการเปลี่ยนของกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งหมายความว่าปริมาณกรดไขมันอิสระที่เหลืออยู่ในน้ำมันลดลงอย่างต่อเนื่องเช่นกัน สำหรับในการศึกษานี้ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมคือ 20 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำมัน

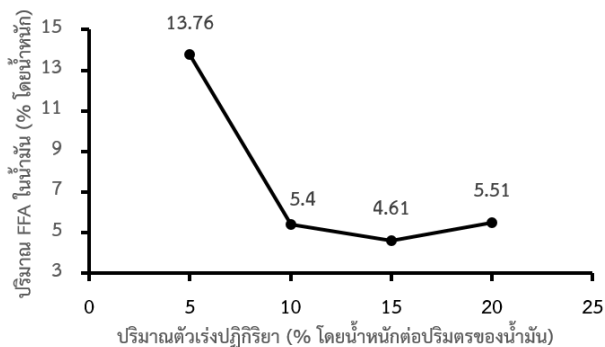
3.2.3 ผลของเวลาในการเกิดปฏิกิริยา

เวลาในการเกิดปฏิกิริยาเป็นพารามิเตอร์อีกชนิดหนึ่งที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน โดยเวลาที่เหมาะสมจะช่วยทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งในขั้นตอนที่ 1 ได้ศึกษาผลของเวลาในการเกิดปฏิกิริยา 4 ค่า ได้แก่ 2, 3, 4 และ 5 ชั่วโมง โดยจะกำหนดให้พารามิเตอร์ชนิดอื่นๆ คงที่ได้แก่ ปริมาณเมทานอล 50 % โดยปริมาตรและปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 20 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำมัน ส่วนอุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยา กำหนดให้คงที่ที่ 60 °ซ โดยผลที่ได้แสดงอยู่ในรูปที่ 6

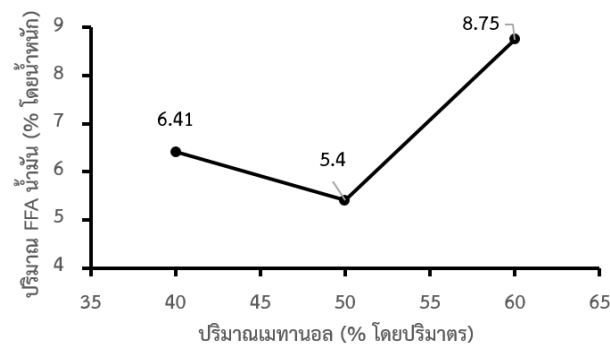


รูปที่ 6 ผลของเวลาในการเกิดปฏิกิริยาต่อปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันในขั้นที่ 1

ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มเวลาในการเกิดปฏิกิริยาจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้เพิ่มมากขึ้น โดยจะเห็นได้จากการที่ปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันกรดมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อเวลาในการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มมากขึ้น ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับผลของ Suwannakool, Yimchang and



รูปที่ 7 ผลของปริมาณเมทานอลต่อปฏิกิริยา เอสเทอร์ฟิเคชันในขั้นที่ 2



รูปที่ 8 ผลของปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาต่อปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันในขั้นที่ 2

Nakpong [16] ที่ได้ทำการศึกษาผลของเวลาในการเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันต่อการเปลี่ยนของกรดไขมันอิสระไปเป็นเมทิลเอสเทอร์ โดยผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนของกรดไขมันอิสระมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อเวลาในการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น ส่งผลให้กรดไขมันอิสระที่เหลืออยู่ในน้ำมันมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่องเช่นกัน สำหรับในการศึกษานี้เวลาในการเกิดปฏิกิริยาที่เหมาะสมคือ 4 ชั่วโมง

เมื่อการศึกษาปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันของกรดไขมันอิสระกับเมทานอลในขั้นตอนที่ 1 เสร็จสิ้นลงจะได้ภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเกิดปฏิกิริยาดังนี้คือ ปริมาณเมทานอล 50 % โดยปริมาตร ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 20 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำมัน เวลาและอุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยา 4 ชั่วโมงและ 60 °ซ ตามลำดับ ซึ่งภายใต้ภาวะที่เหมาะสมนี้ผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้มีปริมาณกรดไขมันอิสระเหลืออยู่ 14.67 % โดยน้ำหนัก

3.3 ปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันขั้นที่ 2

จากการที่ผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้จากปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันในขั้นที่ 1 ยังคงมีปริมาณกรดไขมันอิสระสูง ดังนั้นจึงต้องนำมาทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันกับเมทานอลอีกครั้งเพื่อเปลี่ยนกรดไขมันอิสระที่เหลืออยู่ไปเป็นเมทิลเอสเทอร์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งในขั้นตอนนี้ พารามิเตอร์ชนิดต่างๆ ที่ทำการศึกษาคือ ปริมาณเมทานอล ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาและเวลาในการเกิดปฏิกิริยา

3.3.1 ผลของปริมาณเมทานอล

ในขั้นตอนนี้จะศึกษาผลของปริมาณเมทานอล 3 ค่าได้แก่ 40, 50 และ 60 % โดยปริมาตร ซึ่งในขณะที่ทำการศึกษา

จะกำหนดให้พารามิเตอร์ชนิดอื่นๆ คงที่ ได้แก่ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 10 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำมันและเวลาในการเกิดปฏิกิริยา 2 ชั่วโมง ส่วนอุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยา กำหนดให้คงที่ที่ 60 °ซ โดยผลที่ได้แสดงอยู่ในรูปที่ 7

ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าปริมาณเมทานอลมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันในขั้นตอนที่ 2 ในทำนองเดียวกับขั้นตอนที่ 1 โดยปริมาณเมทานอลที่เหมาะสมที่ทำให้มีกรดไขมันอิสระเหลืออยู่ในน้ำมันน้อยที่สุด คือ 50 % โดยปริมาตร

3.3.2 ผลของปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา

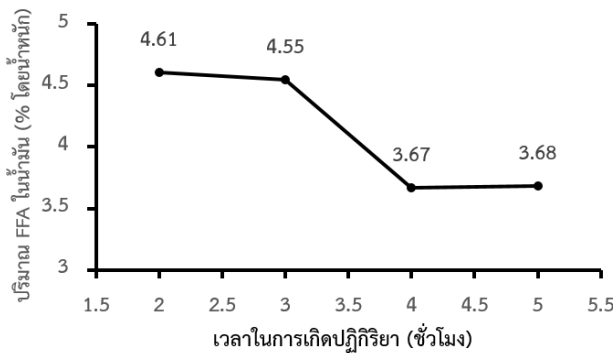
การทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันในขั้นที่ 2 นี้ได้ศึกษาผลของปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 4 ค่า ได้แก่ 5, 10, 15 และ 20 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำมัน โดยกำหนดให้พารามิเตอร์ชนิดอื่นๆ คงที่คือ ปริมาณเมทานอล 50 % โดยปริมาตรและเวลาในการเกิดปฏิกิริยา 2 ชั่วโมง ในขณะที่อุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยา กำหนดให้คงที่ที่ 60 °ซ ผลที่ได้แสดงอยู่ในรูปที่ 8

จากรูปที่ 8 แสดงให้เห็นว่าปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยามีผลต่อปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันในขั้นที่ 2 ในทำนองเดียวกับขั้นที่ 1 โดยปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันมีแนวโน้มเกิดได้ดีมากขึ้นเมื่อปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากการที่ปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันลดลงเป็นลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นเป็น 20 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำมันปริมาณกรดไขมันอิสระมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากเมื่อใช้ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยามากเกินไป ปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันสามารถเกิดขึ้นได้เป็นอย่างดี จึงทำให้มีน้ำซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งของปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ปฏิกิริยาผันกลับ

เกิดขึ้นได้เพิ่มมากขึ้น โดยอัตราการเกิดปฏิกิริยาผันกลับจะมากกว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า ด้วยเหตุนี้ในสารผสมของปฏิกิริยาจึงมีปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมคือ 15 % โดยน้ำหนักต่อปริมาณของน้ำมัน

3.3.3 ผลของเวลาในการเกิดปฏิกิริยา

ในขั้นตอนนี้ได้ทำการศึกษาผลของเวลาในการเกิดปฏิกิริยา 4 ค่าได้แก่ 2, 3, 4 และ 5 ชั่วโมง ซึ่งในการศึกษาจะกำหนดให้พารามิเตอร์ชนิดอื่นๆ คงที่คือ ปริมาณเมทานอล 50 % โดยปริมาตรและความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยา 15 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำมัน ส่วนอุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยาที่กำหนดให้คงที่ที่ 60 °ซ โดยผลที่ได้แสดงอยู่ในรูปที่ 9



รูปที่ 9 ผลของเวลาในการเกิดปฏิกิริยาต่อปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันในขั้นที่ 2

ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าเวลาในการเกิดปฏิกิริยามีผลต่อปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันในขั้นที่ 2 ในทำนองเดียวกับขั้นตอนที่ 1 แต่เมื่อใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยา 4 และ 5 ชั่วโมงจะพบว่าปริมาณกรดไขมันอิสระที่เหลืออยู่ในน้ำมันมีค่าค่อนข้างคงที่ ดังนั้นเวลาที่เหมาะสมในการเกิดปฏิกิริยา คือ 4 ชั่วโมง

เมื่อการศึกษาปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันของกรดไขมันอิสระในขั้นตอนที่ 2 เสร็จสิ้นลงจะได้ภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเกิดปฏิกิริยา คือ ปริมาณเมทานอล 50 % โดยปริมาตร ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 15 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำมัน เวลาในการเกิดปฏิกิริยา 4 ชั่วโมงและอุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยา 60 °ซ ซึ่งภายใต้ภาวะที่เหมาะสมนี้ผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้มีปริมาณกรดไขมันอิสระเหลืออยู่ 3.67 % โดยน้ำหนัก

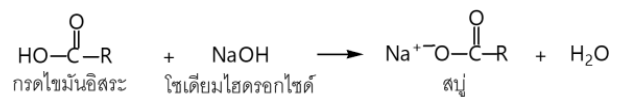
3.4 ปฏิกิริยาการสะเทินระหว่างกรดไขมันอิสระกับเบส

จากการที่ผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้จากปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันในขั้นที่ 2 ยังมีปริมาณกรดไขมันอิสระเหลืออยู่ 3.67 % โดยน้ำหนัก ดังนั้นจึงต้องนำน้ำมันดังกล่าวไปกำจัดกรดไขมันอิสระออกโดยการทำปฏิกิริยาการสะเทินกับสารละลาย 0.5 โมลาร์โซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งในขั้นตอนนี้ได้ทำการศึกษากำหนดปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ 6 ค่าได้แก่ 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 % โดยปริมาตร ผลที่ได้แสดงอยู่ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลของปริมาณสารละลาย 0.5 โมลาร์โซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อปฏิกิริยาการสะเทิน

ปริมาณของสารละลาย 0.5 โมลาร์ NaOH (% โดยปริมาตร)	ปริมาณกรดไขมันอิสระที่เหลือในผลิตภัณฑ์น้ำมัน (% โดยน้ำหนัก)
5	3.50
10	2.75
15	1.84
20	0.98
25	0.46
30	เกิดตะกอนขุ่นขาว เป็นจำนวนมาก

สำหรับปฏิกิริยาการสะเทินระหว่างกรดไขมันอิสระกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ได้เกลือโซเดียมของกรดไขมันหรือสบู่แสดงเป็นสมการเคมีได้ดังนี้



จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าปฏิกิริยาการสะเทินระหว่างกรดไขมันอิสระกับโซเดียมไฮดรอกไซด์จะเกิดขึ้นได้ดีมากขึ้นเมื่อใช้ปริมาณสารละลาย 0.5 โมลาร์โซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้นซึ่งจะเห็นได้จากปริมาณกรดไขมันอิสระในผลิตภัณฑ์น้ำมันลดลงอย่างต่อเนื่องและมีค่าต่ำสุดเมื่อใช้ปริมาณสารละลาย 0.5 โมลาร์โซเดียมไฮดรอกไซด์ 25 % โดยปริมาตร เมื่อเพิ่มปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็น 30 % โดยปริมาตร

จะมีตะกอนขุ่นขาวเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากในสารผสมของปฏิกิริยา ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มากเกินไปจะทำให้ไตรกลีเซอไรด์ที่มีในผลิตภัณฑ์น้ำมันเกิดปฏิกิริยาซาฟอนิฟิเคชันได้สมบูรณ์เป็นตะกอนขุ่นขาวนั่นเอง

3.5 สมบัติของผลิตภัณฑ์น้ำมัน

ผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้จากกระบวนการมีสมบัติที่สำคัญบางประการแสดงอยู่ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สมบัติบางประการของผลิตภัณฑ์น้ำมัน

สมบัติ	ผล	วิธีการทดสอบ
ปริมาณกรดไขมันอิสระ (% โดยน้ำหนักในรูปของกรดลิโนเลอิก)	0.46	AOAC (2000), 940.28
ความหนืดที่ 40 °ซ (มม ² /วินาที)	7.530	ASTM D 445-04

ตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าความหนืดของผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้มีค่าลดลงประมาณ 3.7 เท่าจากน้ำมันกรดเริ่มต้น ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากไตรกลีเซอไรด์ที่มีในน้ำมันกรดเปลี่ยนไปเป็นเมทิลเอสเทอร์โดยผ่านปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้ Purolite CT275DR เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับผลของ Marchetti, Pedernera, and Schbib [18] ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่มีกรดไขมันอิสระ 10 % โดยในการวิจัยได้มีการศึกษาจลนศาสตร์ของปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันและทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้เอทานอลและกรดซัลฟิวริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันของไตรกลีเซอไรด์เกิดขึ้นในเวลาเดียวกับปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันของกรดไขมันอิสระ อย่างไรก็ตามค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้ก็ยิ่งสูงกว่าความหนืดของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมัน พ.ศ. 2562 ซึ่งกำหนดความหนืดของไบโอดีเซลประเทศไทยไว้ในช่วง 3.5-5.0 มม²/วินาที

3.6 การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์น้ำมันด้วยเทคนิค ¹H NMR

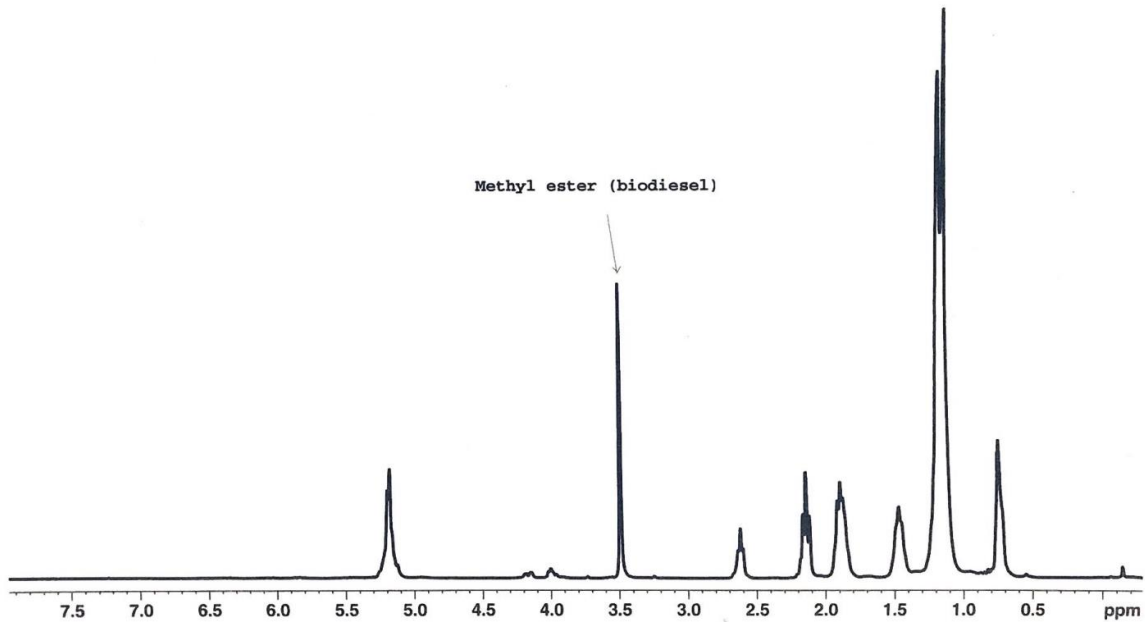
ผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้จากกระบวนการจะถูกนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ¹H NMR ซึ่ง ¹H NMR สเปกตรัมแสดงให้เห็นว่า

ในผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้มีเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมันเป็นจำนวนมาก ซึ่งจากรูปที่ 10 แสดงให้เห็นพีค olefinic protons (-CH=CH-) ที่ค่า δ 5.134-5.192 ppm พีค methoxy protons of the methyl ester (-OCH₃) ซึ่งเป็นหมู่ฟังก์ชันที่สำคัญของ ไบโอดีเซลที่ค่า δ 3.504 ppm พีค bis-allylic proton (CH=CH-CH₂-CH=CH) ที่ค่า δ 2.611-2.647 ppm พีค α-methylene protons of ester (-CH₂-CO₂Me) ที่ค่า δ 2.127-2.172 ppm พีค α-methylene protons of double bond (-CH₂-CH=CH-) ที่ค่า δ 1.884-1.923 ppm พีค β-methylene protons of ester (CH₂-CH₂-CO₂Me) ที่ค่า δ 1.479 ppm พีค long alkyl chain ((CH₂)_n) ที่ค่า δ 1.132 และ 1.174 ppm และพีค terminal methyl protons ที่ค่า δ 0.758 ppm โดยผลที่ได้เป็นไปในทำนองเดียวกับงานวิจัยของ Sarpal, Silva, Silva, Monteiro, Itacolomy, Cunha and Daroda. [17] ที่ได้ทำการศึกษเกี่ยวกับ ¹H NMR สเปกตรัมของไบโอดีเซลที่ผลิตได้จากน้ำมันถั่วเหลือง

สำหรับเมทิลเอสเทอร์ที่เกิดขึ้นนี้เกิดจากการที่กรดไขมันอิสระที่มีในน้ำมันกรดเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันและเกิดจากการที่ไตรกลีเซอไรด์ที่มีในน้ำมันกรดเกิดปฏิกิริยาทรานส์-เอสเทอร์ฟิเคชันโดยใช้ Purolite CT275DR เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

4. สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันกรดที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองด้วยกระบวนการแบบ 3 ขั้นตอน ซึ่งน้ำมันกรดมีปริมาณกรดไขมันอิสระเริ่มต้น 72 % โดยน้ำหนัก โดยขั้นตอนที่ 1 และ 2 เป็นการทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันของกรดไขมันอิสระกับเมทานอลโดยใช้ Purolite CT275DR เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อเปลี่ยนกรดไขมันอิสระไปเป็นเมทิลเอสเทอร์ ซึ่งในการวิจัยได้ทำการศึกษาผลของพารามิเตอร์ชนิดต่างๆ ที่มีต่อปฏิกิริยาพร้อมทั้งหาภาวะที่เหมาะสมในการเกิดปฏิกิริยาแต่ละขั้น โดยภาวะที่เหมาะสมของการเกิดปฏิกิริยาในขั้นที่ 1 คือ ปริมาณเมทานอล 50 % โดยปริมาตร ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 20 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของน้ำมัน เวลาและอุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยา 4 ชั่วโมงและ 60 °ซ ตามลำดับ ซึ่งภายใต้ภาวะที่เหมาะสมนี้ปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันกรดลดลงเหลือ 14.67 % โดยน้ำหนัก จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก



รูปที่ 10 ¹H NMR สเปกตรัมของผลิตภัณฑ์น้ำมัน

ขั้นที่ 1 ไปทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันต่อในขั้นที่ 2 ซึ่งภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเกิดปฏิกิริยา คือ ปริมาณเมทานอล 50 % โดยปริมาตร ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 15 % โดยน้ำหนักต่อ ปริมาตรของน้ำมัน เวลาและอุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยา 4 ชั่วโมงและ 60 °ซ ตามลำดับ ซึ่งภายใต้ภาวะที่เหมาะสม ปริมาณ กรดไขมันอิสระลดลงเหลือ 3.67 % โดยน้ำหนัก สำหรับใน ขั้นตอนที่ 3 จะเป็นการกำจัดกรดไขมันอิสระที่เหลืออยู่ใน ผลิตภัณฑ์จากขั้นตอนที่ 2 ออกให้ได้มากที่สุดโดยการทำ ปฏิกิริยาการสะเทินระหว่างกรดไขมันอิสระกับสารละลาย 0.5 โมลาร์โซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งในขั้นตอนนี้ปริมาณกรด ไขมันอิสระในผลิตภัณฑ์จะลดลงเหลือ 0.46 % โดยน้ำหนัก เมื่อ ใช้ปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 25 % โดยปริมาตร นอกจากนี้ผลการวิจัยยังแสดงให้เห็นว่าพารามิเตอร์ชนิดต่างๆ ที่ทำการศึกษาในขั้นตอนที่ 1 และ 2 ได้แก่ ปริมาณตัวเร่ง- ปฏิกิริยาและเวลาในการเกิดปฏิกิริยามีผลในเชิงบวกต่อปฏิกิริยา เอสเทอร์ฟิเคชันของกรดไขมันอิสระ ยกเว้นปริมาณเมทานอล ที่ให้ผลในเชิงลบเมื่อใช้ปริมาณเมทานอลมากเกินไปกว่าปริมาณที่ เหมาะสม ส่วนในขั้นตอนที่ 3 ปริมาณสารละลาย 0.5 โมลาร์ โซเดียมไฮดรอกไซด์จะมีผลในเชิงบวกต่อการเกิดปฏิกิริยา การสะเทิน ยกเว้นในกรณีที่ใช้ปริมาณของสารละลายโซเดียม- ไฮดรอกไซด์มากเกินไปจะทำให้เกิดสบู่เป็นตะกอนขุ่นขาวใน

สารผสมของปฏิกิริยา สำหรับความหนืดของผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ ได้มีค่าสูงกว่าความหนืดของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเทอร์ ของกรดไขมันตามประกาศของกรมธุรกิจพลังงานและผลจาก การวิเคราะห์ด้วย ¹H NMR แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น จากกระบวนการเป็นเมทิลเอสเทอร์หรือไบโอดีเซล

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณบริษัทธนาคารผลิตภัณฑ์น้ำมัน พิษจำกัดที่ให้ความอนุเคราะห์น้ำมันกรดจากกระบวนการ ผลิตน้ำมันถั่วเหลือง และสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทำวิจัย รวมทั้งขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล กรุงเทพมหานครที่ให้ทุนในการทำวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Meher, L.C., Vidya Sagar, D. and Naik. S.N. (2006). Technical aspects of biodiesel production by transesterification-a review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 10(3), pp. 248-268.
 [2] Gerpen, J.V. (2005). Biodiesel processing and production, Fuel Processing Technology, vol. 86(10), pp. 1097-1107.

- [3] Ramadhas, A.S., Jayaraj, S. and Muraleedharan, C. (2005) Biodiesel production from high FFA rubber seed oil, *Fuel*, vol. 84(4), pp. 335-340.
- [4] Ghadge, S.V. and Raheman, H. (2005). Biodiesel production from mahua (*Madhuca indica*) oil having high free fatty acids, *Biomass and Bioenergy*, vol. 28(6), pp. 601-605.
- [5] Berchmans, H.J. and Hirata, S. (2008). Biodiesel production from crude *Jatropha curcas* L. seed oil with a high content of free fatty acids, *Bioresource Technology*, vol 99(6), pp. 1716-1721.
- [6] Tiwari, A.K., Kumar, A. and Raheman, H. (2007) Biodiesel production from jatropha oil (*Jatropha curcas*) with high free fatty acids: An optimized process, *Biomass and Bioenergy*, vol. 31, pp. 569-575.
- [7] Canakci, M. and Van Gerpen, J. (1999). Biodiesel production via acid catalysis, *Transactions of the ASAE*, vol. 42(5), pp. 1203-1210.
- [8]. Meher, L.C., Dharmagadda, V.S.S. and Naik, S.N. (2006). Optimization of alkali-catalyzed transesterification of *Pongamia pinnata* oil for production of biodiesel, *Bioresource Technology*, vol. 97, pp. 1392-1397.
- [9] Ramadhas, A.S., Muraleedharan, C. Jayaraj, S. (2005). Performance and emission evaluation of a diesel engine fueled with methyl esters of rubber seed oil, *Renewable Energy*, vol.30(12), pp. 1789-1800.
- [10] Veljković, V.B., Lakićević, S.H., Stamenković, O.S., Todorović, Z.B. and Lazic, M.L. (2006). Biodiesel production from tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) seed oil with a high content of free fatty acids, *Fuel*, vol. 85, pp. 2671-2675.
- [11] Haas, M.J., Michalski, P.J., Runyon, S., Nunez, A. and Scott, K.M. (2003). Production of FAME from acid oil, a by-product of vegetable oil refining, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, vol. 80, pp 97-102.
- [12] Kulkarni, B.M. Pujar, B.G. and Shanmukhappa, S. (2008). Investigation of acid oil as a source of biodiesel, *Indian Journal of Chemical Technology*, vol. 15, pp. 467-471.
- [13] Choi, N., Lee, J-S., Kwak, J., Lee, J. and Kim, I-H. (2016). Production of biodiesel from acid oil via a two-step enzymatic transesterification, *Journal of Oleo Science*, vol. 65(11), pp. 913-921.
- [14] Purolite. (n.d.). Purolite® CT275DR, URL: <https://www.purolite.com/product/ct275dr>, access on 12/12/2021.
- [15] Chowdhury, K., Banu, L.A., Khan, S. and Latif, A. (2007). Studies on the fatty acid composition of edible oil, *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*, vol. 42(3), pp. 311-316.
- [16] Suwannakool, K., Yimchang, R. and Nakpong, P. (2019). Optimization of free fatty acid reduction in coconut oil via sulfamic acid-catalyzed esterification, paper presented in the 7th CreTech International conference 2019, Chumphon, Thailand.
- [17] Sarpal, A. S., Silva, S.R., Silva, P.R.M., Monteiro, T.V., Itacolomy, J., Cunha, V.S. and Daroda, R.J. (2015). Direct method for the determination of the iodine value of biodiesel by quantitative nuclear magnetic resonance (¹H NMR) spectroscopy, *Energy & Fuels*, vol. 29(12), pp. 7956-7968.
- [18] Marchetti, J.M., Pedemera, M.N. and Schbib, N.S. (2011). Production of biodiesel from acid oil using sulfuric acid as catalyst: kinetics study. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, vol. 6(1), pp. 38-43.

ระบบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บเพื่อสำรองการใช้ห้องและอุปกรณ์ กรณีศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการความปลอดภัยของอาหาร Web Application for Laboratory and Equipment Reservation: A Case Study on Requirements from Food Safety Management and Technology Department

วรวัฒน์ พุ่มพิพัฒน์¹ และ อารียา เผื่อนประไพ²

^{1,2} สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

บทคัดย่อ

ระบบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บเพื่อสำรองการใช้ห้องและอุปกรณ์ กรณีศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการความปลอดภัยของอาหาร มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่คณาจารย์และนักศึกษาด้านสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการความปลอดภัยของอาหาร ที่มีความประสงค์จองห้องปฏิบัติการ ของสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการความปลอดภัยของอาหาร เพื่อใช้นอกเวลาเรียนปกติ ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถทำการจองเพื่อใช้ห้องปฏิบัติการ สารเคมี อุปกรณ์และสแตน รวมถึงแสดงตารางการจองห้องและอุปกรณ์ได้ ผลจากการพัฒนาระบบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บเพื่อสำรองการใช้ห้องและอุปกรณ์ พบว่าสามารถใช้ทำการจองห้องปฏิบัติการ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ผู้ใช้งานต้องการได้ตามความต้องการของสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการความปลอดภัยของอาหาร

คำสำคัญ: โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ ระบบสำรองการใช้ห้อง

Abstract

Web Application for Laboratory and Equipment Reservation: A Case Study on Requirements from Food Safety Management and Technology Department aims to facilitate the process of reserving shared resources that are within Food Safety Management and Technology Department's responsibility. The web application supports reserving laboratory rooms, chemical substances, and stations in laboratory rooms. It displays reserved resources in table format. From the test, the application could perform as expected in the requirements and scopes.

Keywords: Web Application, Room Reservation

1. บทนำ

สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการความปลอดภัยของอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ประสบปัญหาในการบริหารจัดการการใช้เครื่องมือและห้องปฏิบัติการนอกเวลาเรียนปกติ เนื่องจากมีนักศึกษาที่ประสงค์ที่จะใช้

ห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์นอกเวลาเรียนเป็นจำนวนมาก แต่จากการดำเนินการที่ผ่านมาพบว่านักศึกษาพบปัญหาการจองที่มีความซ้ำซ้อนหรือการจองที่ผิดพลาด โดยส่วนหนึ่งของปัญหาดังกล่าวเกิดจากการที่สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการความปลอดภัยของอาหาร ไม่มีระบบที่สามารถแจ้งให้ทราบได้ว่า มีกลุ่มนักศึกษากลุ่มใดที่ทำการ

^{1,2} นักศึกษาสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ E-mail: 585021001201@mail.rmutk.ac.th

จงใช้ห้องปฏิบัติการอยู่ และจะห้องปฏิบัติการว่างสามารถพร้อมใช้ได้เมื่อใด โดยการขอใช้ห้องปฏิบัติการแบบเดิมเป็นการขออนุญาตจากอาจารย์เพียงอย่างเดียว ดังนั้นหากมีการพัฒนาระบบที่สามารถจองห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์เพื่อใช้งานนอกเวลาได้จะเป็นสิ่งที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้กับอาจารย์และนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการความปลอดภัยของอาหาร เป็นอย่างมาก

จากปัญหาข้างต้นจึงได้มีแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บเพื่อสำรองการใช้ห้องและอุปกรณ์ กรณีศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการความปลอดภัยของอาหาร เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกและเพิ่มประสิทธิภาพและความคุ้มค่าในการใช้ห้องปฏิบัติการและเครื่องมือต่าง ๆ ของ สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการความปลอดภัยของอาหาร

1.1 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บเพื่อสำรองการใช้ห้องและอุปกรณ์ กรณีศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการความปลอดภัยของอาหาร

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยีใช้ในการพัฒนาระบบ

กิตติ ภัคดีวัฒนกุล [1] กล่าวว่า มายเอชคิวแอล (MySQL) คือโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลที่เหมาะสมกับองค์กรขนาดเล็ก หรือขนาดกลางที่มีจำนวนข้อมูลไม่มากนัก และเป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ที่สามารถใช้งานได้โดยไม่เสียค่าลิขสิทธิ์ ทำให้ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในปัจจุบัน และสามารถแก้ไขข้อมูลได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน พร้อมทั้งยังสนับสนุนการใช้งานบนระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย เช่น แมค ลินุกซ์หรือ วินโดว์ นอกจากนี้ยังสามารถทำงานร่วมกับภาษาคอมพิวเตอร์ที่หลากหลาย

เรืออากาศโทหญิง นาดตยา ขุนทองกล่าวว่า [2] บูทสเตรป ฟรอนท์ เอ็น เฟรมเวิร์ค (Bootstrap Frontend Framework) เป็นในส่วนของการออกแบบ

ดีไซน์เว็บไซต์ ซึ่งถูกออกแบบมาให้ทำการแสดงผลได้ทุกอุปกรณ์ ซึ่งทำให้เขียนเว็บแค่ครั้งเดียวสามารถนำไปรันผ่านเบราว์เซอร์ได้ทั้งในมือถือ แท็บเล็ต และพีซีทั่วไปโดยไม่จำเป็นต้องเขียนโค้ดขึ้นมาใหม่ รวมถึงทั้งยังมีความรวดเร็วและสวยงามอีกด้วย (เรืออากาศโทหญิง นาดตยา ขุนทอง. 2561:7)

พิชิต สิทธิกัน [3] กล่าวว่า เอเอสพี ดอท เน็ต (ASP.Net) เป็นเทคโนโลยีจากค่ายไมโครซอฟต์ ไว้สำหรับพัฒนาเว็บไซต์ โดยสามารถพัฒนาได้ทั้งระบบปฏิบัติการ Windows Linux หรือ Mac ซึ่งการเขียนโปรแกรมดังกล่าวจะใช้การเขียนโปรแกรมแบบ MVC และเครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาระบบที่ครบครัน ที่ช่วยในแง่ของการออกแบบ รวดเร็ว และประหยัดเวลาในการระบบเว็บไซต์ และเว็บแอปพลิเคชันมากขึ้น รวมถึงในส่วนของการดีพลอยก็จะมีความสะดวกกับการพัฒนาระบบเป็นอย่างมาก

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นิรนุช กมลละบุตร [4] ได้มีการศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนาระบบจองห้องมินิเธียเตอร์ออนไลน์ ศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเอง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยจัดทำขึ้นเพื่อประเมินประสิทธิภาพ และความพึงพอใจของระบบ ซึ่งพัฒนาในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชันโดยใช้ภาษา PHP เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรม และใช้ MySQL สำหรับสร้างและจัดการฐานข้อมูล ซึ่งก็ได้แบ่งการพัฒนาได้เป็น 3 ส่วนคือ ผู้บริหาร ผู้ดูแลระบบ และผู้ใช้บริการการประเมินประสิทธิภาพของระบบ และประเมินความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน และผู้ใช้บริการ จำนวน 169 คน ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ขณะที่ผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจต่อระบบอยู่ในเกณฑ์ดี ดังนั้นระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง

สุบิน แก้วก่า และคณะ [5] พัฒนาระบบจองห้องบริการด้วยระบบออนไลน์ และเพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการต่อการจองห้องบริการด้วยระบบออนไลน์ แบบการวิจัยเป็นแบบการวิจัยและพัฒนา โดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปริมาณจากแบบสอบถามปลายปิดที่

เก็บรวบรวมข้อมูลความพึงพอใจผ่านระบบออนไลน์ จากกลุ่มผู้ใช้ระบบคืออาจารย์และบุคลากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครเป็นกลุ่มประชากรผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาองค์ประกอบในด้านการออกแบบระบบ ด้านความเร็วของการประมวลผล ด้านการสืบค้นข้อมูล ด้านการรายงานผลข้อมูล และด้านความปลอดภัยของข้อมูลในทุก ๆ ด้านส่งผลต่อความพึงพอใจในภาพรวมของการใช้งานการจองห้องบริการด้วยระบบออนไลน์ทั้งสิ้น และพบว่าผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจในระดับสูงต่อการจองห้องบริการด้วยระบบออนไลน์

สนทยา พลพาลสังข์ และรัชชนันท์ หลาบมาลา [6] งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบจองที่พักออนไลน์ กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติตาไถ่และเพื่อบริหารจัดการระบบที่พักออนไลน์ กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติตาไถ่ ซึ่งเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับการจองห้องพักออนไลน์เป็นหลักโดยระบบนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือผู้ใช้บริการ และผู้ดูแลระบบ ผู้ใช้บริการสามารถจองห้องพักออนไลน์ ยกเลิก แก้ไขข้อมูลการจองห้องพักออนไลน์ผู้ดูแลระบบสามารถบริหารจัดการข้อมูลในการจองห้องพักออนไลน์รวมถึงการอนุมัติและยกเลิกการจองห้องพักออนไลน์ ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการทำงานของระบบจองห้องพักออนไลน์ การจัดเก็บข้อมูลทำให้ระบบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ มีความสะดวกรวดเร็ว ข้อมูลมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นและสามารถนำไปใช้งานได้จริง ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบในการทำงานของระบบโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.03$) และความพึงพอใจในการใช้งานระบบอยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน ($\bar{x} = 4.08$) ซึ่งในการทำงานของระบบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ มีความสะดวกรวดเร็วข้อมูลมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นและสามารถนำไปใช้ได้

3. วิธีการดำเนินงาน

การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บเพื่อสำรองการใช้ห้องและอุปกรณ์ กรณีศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการความปลอดภัยของอาหาร กำหนดวิธีการดำเนินงานโดยมีขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

จากการเข้าไปศึกษาจากสถานที่จริง โดยการศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์และห้องปฏิบัติการของสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการความปลอดภัยของอาหาร พบว่าเครื่องมือ อุปกรณ์และห้องปฏิบัติการมีอยู่อย่างจำกัด และไม่มีการจัดสรรเครื่องมือ อุปกรณ์ และห้องปฏิบัติการอย่างเป็นระบบ จึงส่งผลให้อาจารย์และนักศึกษาพบกับปัญหาหลายอย่าง เช่น มีการจองอุปกรณ์และห้องปฏิบัติการซ้ำซ้อน

3.2 การวิเคราะห์ระบบ

รวบรวมความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบสามารถแบ่งกลุ่มผู้ใช้งานออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย ผู้ดูแลระบบ อาจารย์ และนักศึกษา

3.2.1 ผู้ดูแลระบบ

- 1) สามารถเปลี่ยนแปลงบทบาทของผู้ใช้ได้
- 2) สามารถเพิ่มผู้ใช้ในส่วนของอาจารย์ได้
- 3) สามารถลบผู้ใช้ได้
- 4) อนุมัติ / ไม่อนุมัติ การจองห้องปฏิบัติการ สารเคมี อุปกรณ์ และสแตน
- 5) คืน/จองห้องปฏิบัติการ สารเคมี อุปกรณ์ และสแตน

3.2.2 อาจารย์

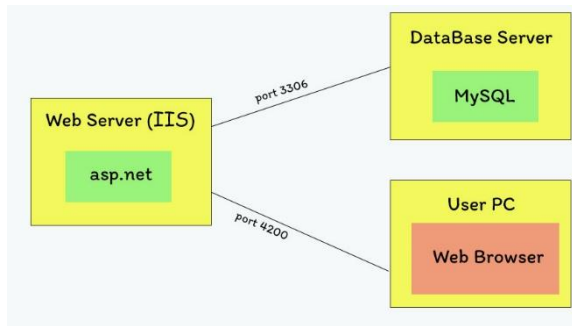
- 1) อนุมัติ / ไม่อนุมัติ การจองห้องปฏิบัติการ สารเคมี อุปกรณ์ และสแตน
- 2) คืน / จองห้องปฏิบัติการ สารเคมี อุปกรณ์ และสแตน

3.2.3 นักศึกษา

- 1) ลงทะเบียนนักศึกษา
- 2) จองห้องปฏิบัติการ สารเคมี อุปกรณ์ สแตน

3.3 การพัฒนาระบบ

โปรแกรมประยุกต์บนเว็บถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษา ASP.Net ติดต่อกับฐานข้อมูล MySQL บนพอร์ต 3306 เว็บเซิร์ฟเวอร์ที่โปรแกรมประยุกต์นี้ใช้คือ IIS ซึ่งทำงานบนพอร์ต 4200 รายละเอียดตามภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ภาพแสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีในระบบ

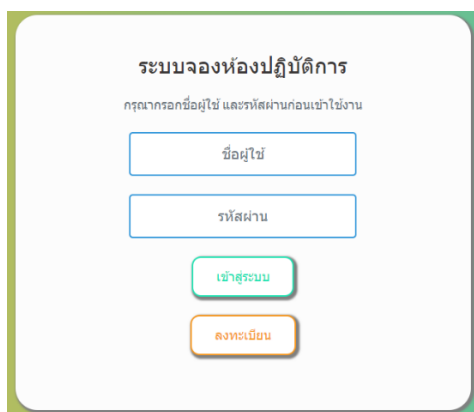
4. ผลการดำเนินการ

ผู้พัฒนาได้ทำการพัฒนาระบบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บเพื่อสำรองการใช้ห้องและอุปกรณ์ วิทยาลัยศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการความปลอดภัยของอาหาร มีผลการดำเนินการมีดังนี้

4.1 ผลการดำเนินงานการทำงานของระบบ

การทำงานของระบบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บเพื่อสำรองการใช้ห้องและอุปกรณ์ วิทยาลัยศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการความปลอดภัยของอาหาร เป็นระบบที่ทำงานบนเว็บเบราว์เซอร์และทำงานร่วมกับฐานข้อมูลมายเอสคิวแอลโดยมีหน้าจอแสดงผลการใช้งานดังนี้

4.1.1 การออกแบบส่วนการเข้าสู่ระบบ



ภาพที่ 2 ส่วนการเข้าสู่ระบบ

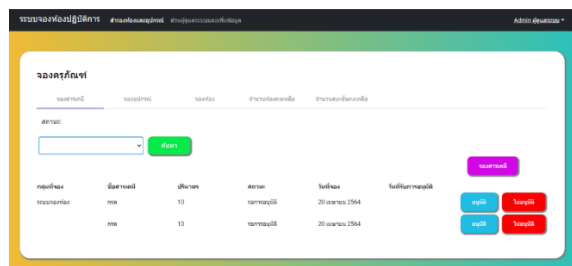
4.1.2 ส่วนของผู้ใช้ในฐานข้อมูลและระบบสามารถทำงานในส่วนของอาจารย์และนักศึกษาได้ทั้งหมด ซึ่งมี

บางฟังก์ชันที่ผู้ดูแลระบบทำได้มากกว่าผู้อื่น โดยมีระบบการทำงานดังนี้



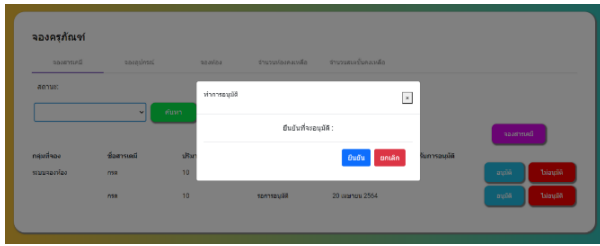
ภาพที่ 3 การลงทะเบียนของอาจารย์

4.1.3 ส่วนแสดงการจองห้องปฏิบัติการ สารเคมี อุปกรณ์และสเตชัน โดยผู้ดูแลระบบจะมีฟังก์ชันการอนุมัติและไม่อนุมัติการจองของนักศึกษาดังภาพที่ 4



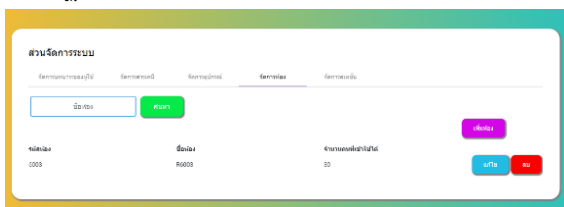
ภาพที่ 4 ส่วนแสดงการจองห้องปฏิบัติการ สารเคมี อุปกรณ์และสเตชัน ในส่วนของผู้ดูแลระบบ

4.1.4 ส่วนแสดงการยืนยันการอนุมัติการจองผู้ใช้ ซึ่งหากมีการอนุมัติระบบจะทำการแจ้งเพื่อให้กดยืนยันการอนุมัติการจองอีกครั้ง ดังแสดงในภาพที่ 5



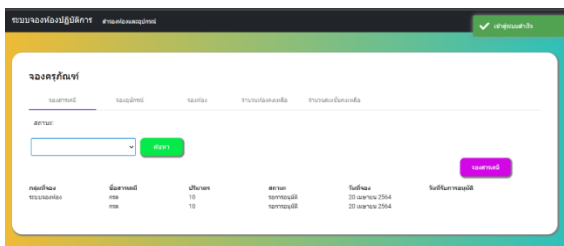
ภาพที่ 5 ส่วนแสดงการยืนยันการอนุมัติการจอง

4.1.5 ส่วนแสดงการจัดการห้องปฏิบัติการ ซึ่งระบบสามารถทำการค้นหา เพิ่ม แก้ไข หรือลบห้องปฏิบัติการได้ ดังแสดงในภาพที่ 6



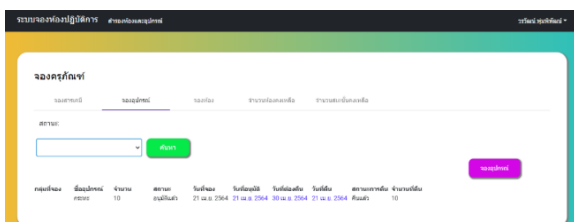
ภาพที่ 6 ส่วนแสดงการจัดการห้องปฏิบัติการ

4.1.6 ส่วนแสดงการเข้าสู่ระบบในสถานะนักศึกษา ผู้ใช้จะเห็นสถานะการจองของกลุ่มต่างๆ รวมถึงรายการที่รอการอนุมัติและรอการอนุมัติ ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แสดงการเข้าสู่ระบบในฐานะนักศึกษา

4.1.7 หน้าจอแสดงข้อมูลการจองอุปกรณ์ ระบบจะให้ทำการจองก่อนแล้วรอการอนุมัติ ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แสดงข้อมูลการจองอุปกรณ์

5. สรุปผลโครงการและข้อเสนอแนะ

หลังจากพัฒนาระบบเสร็จสิ้นแล้ว ผู้พัฒนาได้ทำการทดสอบระบบซึ่งสามารถสรุปผลโครงการได้ดังนี้

1) ระบบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บเพื่อสร้างการใช้ห้องและอุปกรณ์ กรณีศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการความปลอดภัยของอาหาร มีระบบงานหลัก คือ มีการบันทึกข้อมูลการจอง และแสดงผลการจองได้

2) ระบบสามารถตรวจสอบข้อมูลการจองห้องปฏิบัติการ สารเคมี อุปกรณ์และสแตชัน รวมถึงสามารถเรียกดูอุปกรณ์และทรัพยากรที่คงเหลือได้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กิตติ ภัคดีวัฒนะกุล. (2547). *คัมภีร์ระบบฐานข้อมูล*. เคทีพีคอมพิวเตอร์คอนซัลท์
- [2] เรืออากาศโทหญิง นาดทยา ขุนทอง. (2561). การพัฒนาระบบสารสนเทศด้านการบริหารจัดการงานซ่อมระบบเครือข่ายและอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ด้วยบุทสเตรป ฟอนท์เอ็น เฟรมเวิร์ค. มหาวิทยาลัยศรีปทุม
- [3] พิชิต สิทธิกัน. (2561). ASP.NET Core. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <https://erp.mju.ac.th/articleDetail.aspx?qid=79>. (วันที่สืบค้น 10 กันยายน 2563).
- [4] นิรุชช กมลยะบุตร. (2554). *ระบบจองห้องมินิเรียเตอร์ออนไลน์ ศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเอง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
- [5] สุบิน แก้วก่า จิรศักดิ์ จันทะศร และคณะฯ. (2560) *รูปแบบการพัฒนาระบบการจองห้องบริการด้วยระบบออนไลน์ของห้องสมุดมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*. มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
- [6] สนทยา พลพาลสังข์ และ รัชชนันท์ หลาบมาลา. (2560) *การพัฒนาการพัฒนาระบบจองห้องพักออนไลน์ กรณีศึกษา อุทยานแห่งชาติตาโตดอน*. มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

NEW NORMAL KEEP DISTANCING



SciTech⁺
Positive Thinking
Lifelong Learning
Unity
Scientific

NEW NORMAL KEEP DISTANCING



SciTech⁺
Positive Thinking
Lifelong Learning
Unity
Scientific



จัดพิมพ์ที่ สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ