

การส่งเสริมเส้นทางท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมจากอำเภอเมืองถึงอำเภอมะสอ จังหวัดตาก ผ่านเทคโนโลยีภาพเสมือน

THE PROMOTING OF CULTURE TOURISM ON TOURISM ROUTE FROM AMPHOE MUEANG TO MAE SOT, TAK PROVINCE BY AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY

จักรพันธ์ วงศ์ฤกษ์ดี^{1*}, พรรณธิภา เพชรบุญมี² และ ธนภรณ์ นาคนรินทร์³
Chakkapan Wongrerdee^{1*}, Phanthipha Petchboonmee² and Thanaporn Narknarin³

^{1, 2, 3} คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก

* e-Mail: wonglerdee@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเส้นทางท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมจากอำเภอเมืองตากถึงอำเภอมะสอ จังหวัดตาก จัดทำแบบจำลองสถานที่แบบ 3 มิติของเส้นทางท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม และการนำเสนอสถานที่ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือน เพื่อส่งเสริมและประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในเส้นทางท่องเที่ยวจากอำเภอเมืองตากถึงอำเภอมะสอ จังหวัดตากให้เป็นที่รู้จักมากยิ่งขึ้น โดยมีขั้นตอนเริ่มต้นที่การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งท่องเที่ยว นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และออกแบบแบบจำลองสถานที่แบบ 3 มิติ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการ หลักการออกแบบ และพัฒนาแบบจำลองสถานที่แบบ 3 มิติ โดยนำองค์ความรู้ที่ได้มาวิเคราะห์และออกแบบตามหลักการให้สอดคล้องกับองค์ความรู้ จากนั้นผู้วิจัยได้จัดทำแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายจำนวน 100 คน โดยพบว่าหลังจากที่ได้ทดลองใช้ระบบแล้วมีระดับพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับ ดีมาก

คำสำคัญ: เทคโนโลยีภาพเสมือน, การประชาสัมพันธ์, การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม, เส้นทางท่องเที่ยว, จังหวัดตาก

ABSTRACT

The purpose of this research was to study the cultural tourism route from Mueang Tak District to Mae Sot District, Tak Province. With create a 3D location model of cultural tourism routes. And the presentation of cultural tourism by using Augmented Reality Technology to promote culture tourism on the tourism route from Mueang Tak District to Mae Sot District Tak province to become more well known. The first step is collecting data from tourist attractions the data to analyze and designed to model the 3D locations. The researcher studied the methods design principles and develop the 3D model by using the knowledge that has been from analyzed and designed according to the principles in accordance with the knowledge. After that, the researcher produced a satisfaction evaluation form for 100 people (target group), which found that after the system was tested, the average satisfaction level was very good.

Keywords: AR, Public Relation, Cultural Tourism, Tourism Route, Tak

1. บทนำ

จังหวัดตาก เป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ใหญ่เป็นอันดับสองของภาคเหนือ รองจากจังหวัดเชียงใหม่ สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นป่าไม้และภูเขา สภาพวิถีชีวิตของประชาชนโดยทั่วไปมีความหลากหลายทางเชื้อชาติและชนเผ่า มีแหล่งท่องเที่ยวที่หลากหลาย ทั้งแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ แหล่งท่องเที่ยวทางโบราณสถานและวัด แหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม วิถีชีวิต แหล่งท่องเที่ยวทางการเกษตร เช่น ศาลสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช การล่องแพเหนือเขื่อนภูมิพล วนอุทยานไม้กลายเป็นหิน วัดพระบรมธาตุ ตรอกบ้านจีน อุทยานแห่งชาติตากสินมหาราช ตลาดชาวเขาดอยมูเซอ ศาลเจ้าพ่อพระวอ วัดโพธิ์คุณ ตลาดริมเมย บ่อน้ำพุร้อนแม่กาษาอำเภอแม่สอด พระพุทธรูปหินอ่อน วัดดอนแก้ว อุทยานแห่งชาติขุนพระวอ อำเภอแม่ระมาด ถ้ำแม่สุก ทะเลหมอกแม่ระเมิง ม่อนคลุย ดอยพุล อำเภอท่าสองยาง น้ำตกทีลอซู น้ำตกทีลอเล อำเภออุ้มผาง ฯลฯ จึงดึงดูดใจให้นักท่องเที่ยวมาเที่ยวจังหวัดตากเพิ่มมากขึ้นโดยในปี พ.ศ.2560 มีนักท่องเที่ยวมาเที่ยวจังหวัดตาก จำนวน 1,970,025 คน [1] ซึ่งสามารถสร้างรายได้ให้แก่จังหวัดเป็นจำนวนหลายล้านบาท การเดินทางจากจังหวัดตากไปอำเภอแม่สอด มีรถยนต์จากตัวเมืองตาก ถึงอำเภอแม่สอดโดยใช้เส้นทางหลวงหมายเลข 105 ระยะทางประมาณ 86 กิโลเมตร ใช้เวลาในการเดินทาง 1 ชั่วโมงครึ่ง ผ่านเส้นทางเทือกเขาสูงที่มีทัศนียภาพที่สวยงาม และมีสถานที่ท่องเที่ยวที่เป็นที่นิยมของนักท่องเที่ยว เช่น อุทยานแห่งชาติน้ำตกลานสาง อุทยานแห่งชาติตากสินมหาราช ตลาดชาวเขาดอย และจุดชมวิวอบจ.ตาก เป็นต้น ซึ่งในเส้นทางท่องเที่ยวจากอำเภอเมืองตากถึงอำเภอแม่สอดจังหวัดตาก ยังมีแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญหลายแห่งที่ยังไม่เป็นที่รู้จักมากนัก เช่น ไร่สตอเบอร์รี่ชาวมูเซอ ล่องแก่งลำนน้ำแม่ระมา ถ้ำผาชาวมรกต น้ำตกผาขาว ดอยมนต์ทรา และเนินพิศวง เป็นต้น โดยสถานที่ท่องเที่ยวเหล่านี้ยังขาดการส่งเสริม และประชาสัมพันธ์ให้เป็นที่รู้จักมากขึ้นในกลุ่มของนักท่องเที่ยวทั้งในจังหวัดและต่างจังหวัด ทำให้เกิดรายได้เข้าสู่จังหวัดและเกิดการจ้างงานเพิ่มมากขึ้นได้ โดยปัจจัยหนึ่งที่สามารถจะช่วยส่งเสริมและสนับสนุนการท่องเที่ยวในเส้นทางท่องเที่ยวจากอำเภอเมืองถึงอำเภอแม่สอด จังหวัดตากประสบความสำเร็จคือ แบบจำลองสถานที่แบบ 3 มิติ (3D Virtual Simulation) และเทคโนโลยีภาพเสมือน (Augmented Reality Technology) ซึ่งระบบดังกล่าวเป็นเครื่องมือที่ช่วยแสดงผลข้อมูลได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานสามารถแสดงผลในรูปแบบของแบบจำลอง 3 มิติแบบเสมือนจริง เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางการแก้ปัญหาให้บรรลุวัตถุประสงค์ จึงจัดได้ว่าเป็นระบบซึ่งใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาช่วยในการทางานให้มีความสะดวกรวดเร็วและแสดงผลในรูปแบบที่ทันสมัย เพิ่มคุณภาพและปริมาณงานได้มากยิ่งขึ้น รวมทั้งการนำเทคโนโลยีด้านแบบจำลองสถานที่แบบ 3 มิติมาช่วยในการท่องเที่ยวเป็นการนำเสนอข้อมูลที่น่าสนใจในรูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจในยุคของเศรษฐกิจดิจิทัล

ดังนั้นการใช้แบบจำลองสถานที่แบบ 3 มิติ ผ่านระบบเทคโนโลยีภาพเสมือน เป็นการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และคอมพิวเตอร์กราฟิกมาสนับสนุนการท่องเที่ยว เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เพิ่มรายได้ของชุมชนและการท่องเที่ยวโดยรวมของประเทศ ช่วยทำให้การเข้าถึงยังเป้าหมายที่เป็นสถานที่บนพื้นโลกมีความแม่นยำกว่าวิธีการอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามปัจจุบันการจัดทำระบบเทคโนโลยีภาพเสมือนมานำเสนอสถานที่ในรูปแบบสามมิติยังไม่มีการนำมาใช้งานในด้านการท่องเที่ยวกันมากนัก ทั้งนี้การนำระบบดังกล่าวมาใช้จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลพื้นฐานที่มีความสำคัญ และมีลักษณะจำเพาะของแต่ละสถานที่หรือเส้นทาง ได้แก่ ลักษณะโครงสร้างอาคาร ถนน ตำแหน่งหรือพิกัดของสถานที่ เป็นต้น เพื่อใช้ประกอบในการจัดทำแต่ละเส้นทางท่องเที่ยวให้มีความสมบูรณ์ถูกต้อง และแม่นยำ ดังนั้นผู้วิจัยเล็งเห็นว่าการจัดทำโครงการส่งเสริมเส้นทางท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมจากอำเภอเมืองถึงอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ผ่านเทคโนโลยีภาพเสมือน จะสามารถช่วยในการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวของจังหวัดตากให้เป็นที่รู้จักมากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งช่วยสร้างรายได้ให้แก่ชุมชนในแหล่งท่องเที่ยว และช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยวของจังหวัดตากได้อย่างมั่นคงและยั่งยืน

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการวิจัย “การส่งเสริมเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมจากอำเภอเมืองถึงอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ผ่านเทคโนโลยีภาพเสมือน” ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

ทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีภาพเสมือน (Augmented Reality Technology)

แนวคิดหลักของเทคโนโลยีเสมือนจริง คือการพัฒนา เทคโนโลยีที่ผสมเอาโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริง เข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ เช่น เว็บแคมคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะ แสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ หน้าจอโทรศัพท์มือถือ บนเครื่อง ฉายภาพ หรือบนอุปกรณ์แสดงผลอื่นๆ โดยภาพเสมือนจริงที่ ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที ทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่งสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบ ขึ้นกับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าให้ออกมาแบบใดแบบหนึ่ง กระบวนการภายในของเทคโนโลยีเสมือนจริง [2] ประกอบด้วย 3 กระบวนการ ได้แก่

1) การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็นขั้นตอนในการค้นหา Marker จากภาพที่ได้จากกล้องแล้ว สืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker Database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาด และรูปแบบของ Marker เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ Marker

2) การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose Estimation) ของ Marker เทียบกับกล้อง

3) กระบวนการสร้างภาพสองมิติจากโมเดลสามมิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่ง เชิง 3 มิติ ที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง

ทฤษฎีเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ

แอนิเมชัน 3 มิติเป็นการพัฒนามาจากแอนิเมชัน 2 มิติ คือการนำภาพที่เป็น 2 มิติ มาเปลี่ยนเส้นให้เป็นโมเดล 3 มิติ ด้วยชุดคำสั่งต่างๆ ของโปรแกรม เนื่องจากคุณลักษณะของภาพ 3 มิติส่วนใหญ่จะได้อมาจากการคำนวณ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่าตัวเลขในขณะที่ทำการคำนวณจะมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่างๆ ของวัตถุ โดยจะต้องกำหนดคุณลักษณะต่างๆ ให้เหมาะสมตามที่ต้องการ ตั้งแต่แรก ซึ่งแอนิเมชัน 3 มิติบางรูปแบบ จะต้องอาศัยความพยายาม ความตั้งใจ และความสามารถสูง เช่น สื่อโฆษณา สื่อประชาสัมพันธ์ และภาพยนตร์ เป็นต้น [3] โดยขั้นตอนในการพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ มีดังนี้

1) Storyboard เริ่มต้นด้วยการคิดสิ่งที่อยากจะทำแล้วเขียนลงไปบนกระดาษเป็น ขั้นตอนของการออกแบบทั้งหมดหลังจากนั้นเสร็จขั้นตอนนี้แล้วก็จะได้ Storyboard ให้ออกมาเป็นแนวทางในการทำงาน

2) Modeling เป็นขั้นตอนแรกที่เริ่มทำงานในคอมพิวเตอร์ด้วยการใช้อุปกรณ์ของโปรแกรมสร้างสิ่งต่างๆ ที่ออกแบบเอาไว้ให้เป็นรูปเป็นร่างหลังจากจบขั้นตอน แล้วก็จะได้วัตถุทุกสิ่งทุกอย่างที่มีใน Storyboard เช่น รูปภาพ เฉดสี เมนู คือยังไม่มีรายละเอียดของพื้นผิวมีแต่รูปทรงเท่านั้นมักจะเรียกวัตถุที่สร้างขึ้นนี้ว่า โมเดล

3) Shading เป็นขั้นตอนที่จะนำเอา โมเดล ที่สร้างไว้มาใส่รายละเอียดของพื้นผิวไม่ว่าจะเป็นส่วนของความมันวาว การสะท้อน หรือลวดลายที่จะปรากฏบนพื้นผิว

4) Animation ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ผู้ใช้งานหลายๆคนโปรดปรานมากที่สุดคือ การจับ โมเดลที่มีอยู่มาใส่การเคลื่อนไหวอาจจะได้ตั้งแต่การเคลื่อนไหวที่ง่าย ๆ เช่น กำหนดให้กล้องวิ่งไปตามเส้นทางที่มักจะใช้บ่อยๆ ในการออกแบบการเคลื่อนไหว เช่น การวิ่ง การกระโดดของตัวละคร

5) Lighting ต่อมาก็คือเป็นการนำผลงานที่ได้มาจัดแสงเงา และมุมกล้อง เป็นขั้นตอนที่ทำให้เสร็จได้ง่ายแต่ทำให้สวยได้ยากเป็นขั้นตอนที่ต้องใช้เวลาในการฝึกฝน และการลองผิดลองถูกมากพอสมควร หลังจากเสร็จขั้นตอนนี้แล้วก็จะได้ผลงานที่เรียกว่าสมบูรณ์แล้ว

6) Rendering เป็นขั้นตอนการนำทุกสิ่งทุกอย่างที่สร้างมามากำหนดรายละเอียดเอาไว้ และประมวลผลรวมกันขั้นสุดท้ายให้ออกมาเป็นภาพต่างๆเพื่อนำไปใช้งานได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยเน้นผลงานวิจัยที่เป็นลักษณะของการประยุกต์ใช้สื่อแอนิเมชัน 3 มิติ และเทคโนโลยีภาพเสมือนเข้ากับงานต่างๆ โดยพบว่า พจนศิริพันธ์ ลิ้มปิ่นทน [4] ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การส่งเสริมแหล่งท่องเที่ยวจังหวัดมหาสารคามโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงท่องเที่ยวจังหวัดมหาสารคาม และ 2) ศึกษาการยอมรับ และความพึงพอใจของผู้ใช้แอปพลิเคชันเสมือนจริงจังหวัดมหาสารคาม การดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ประชากรในการศึกษาครั้งนี้คือนักท่องเที่ยวที่ใช้แอปพลิเคชันเสมือนจริงแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม กลุ่มตัวอย่าง คือ นักท่องเที่ยวที่ใช้แอปพลิเคชันเสมือนจริงแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม จำนวน 100 คน เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แอปพลิเคชัน AR มหาสารคาม 2) แบบประเมินความเหมาะสมของแอปพลิเคชัน AR มหาสารคาม 3) แบบประเมินความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวที่มีต่อแอปพลิเคชัน AR มหาสารคาม สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันเสมือนจริงแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมโดยภาพรวมอยู่ในระดับ มาก

3. วิธีการวิจัย

โครงการวิจัยการส่งเสริมเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมจากอำเภอเมืองถึงอำเภอมะสอ จังหวัดตาก ผ่านเทคโนโลยีภาพเสมือน มีขั้นตอนการดำเนินโครงการแบ่งออกเป็น 6 กิจกรรมดังต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 1 การศึกษา และรวบรวมข้อมูลพื้นฐานจากการลงพื้นที่เป้าหมายที่กำหนดในโครงการวิจัย โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน [5] คือ 1) ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) เป็นข้อมูลที่ได้จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับแหล่งท่องเที่ยวในเขตอำเภอเมืองถึงอำเภอมะสอ จังหวัดตาก ซึ่งมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้วิธีการสัมภาษณ์ การสังเกตการณ์ การถ่ายภาพ และการถ่ายวิดีโอ เป็นต้น ข้อมูลที่จะนำมาพัฒนาต่อเป็นเส้นทางการท่องเที่ยวและโมเดลแบบจำลองสถานที่ 3 มิติ 2) ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นข้อมูลที่ไม่ได้เก็บรวบรวมเอง แต่มีผู้อื่นหรือ หน่วยงานอื่นๆ ทำการเก็บรวบรวมไว้แล้ว เช่น จากระายงาน ที่พิมพ์แล้ว หรือยังไม่ได้พิมพ์ของ หน่วยงานของรัฐบาล สมาคม บริษัท สำนักงานวิจัย นักวิจัย วารสาร หนังสือพิมพ์ เป็นต้น

กิจกรรมที่ 2 การวิเคราะห์สถานที่และกำหนดเส้นทางการท่องเที่ยวในเขตอำเภอเมืองถึงอำเภอมะสอ จังหวัดตาก โดยการนำข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมที่ 1 มาประมวลผลนำผลลัพธ์ที่ได้เป็นข้อมูลตัวเลือกสถานที่ด้วยวิธีการเรียงลำดับ (Ranking Test) ทำการเลือกสถานที่ท่องเที่ยวที่น่าสนใจและโดดเด่นที่สุด [6] จากนั้นทำการค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมจากแผนที่แสดงโครงข่ายถนนของเขตอำเภอเมืองถึงอำเภอมะสอ จังหวัดตาก วิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสมในการเดินทางเพื่อนำแสดงเป็นข้อมูลการท่องเที่ยวแก่นักท่องเที่ยวต่อไป

กิจกรรมที่ 3 การลงพื้นที่เพื่อเก็บพิกัดจุดตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ท่องเที่ยวและสถานที่สำคัญใกล้เคียง พร้อมทั้งจัดเก็บข้อมูลแบ่งเป็น 2 รูปแบบ [7] คือ 1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) โดยคำนึงถึงโครงสร้างอาคารหรือจุดสังเกตที่สำคัญของสิ่งปลูกสร้างภายในสถานที่ท่องเที่ยวและ 2) จัดเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Data) จากผู้ที่เกี่ยวข้องด้วยแบบสัมภาษณ์ในสถานที่ท่องเที่ยวที่ได้ทำการเลือกเอาไว้ในกิจกรรมที่ 2 และทำการออกแบบสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ ด้วยการสร้างแบบจำลองสถานที่ในรูปแบบ 3 มิติ โดยใช้เส้นทางการเดินทางจากตัวอำเภอเมืองตากถึงอำเภอมะสอ จังหวัดตาก โดยหลังจากได้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาเป็นสารสนเทศที่สามารถนำไปใช้ได้จริง เช่น ข้อความ รูปภาพ เสียง และภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น จึงนำข้อมูลสารสนเทศที่ได้มาจัดทำเป็นแบบจำลองสถานที่แบบ 3 มิติ พร้อมทั้งระบบยังช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน เช่น การนำเสนอข้อมูลในแบบภาพถ่าย 360 องศาเพื่อให้สามารถมองเห็นข้อมูลได้อย่างรอบด้าน และการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบโมเดล 3 มิติ เพื่อเพิ่มความน่าสนใจในการนำเสนอข้อมูล เป็นต้น โดยผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการพัฒนาแบบจำลอง 3 มิติ คือ 1) โปรแกรมอโต้เดสกายา (Autodesk Maya) 2) โปรแกรมกูเกิลสเกตช์อัพ (Google Sketchup) เนื่องจากทั้ง 2 โปรแกรมมีความสามารถที่ต่างกัน โดยโปรแกรมอโต้เดสกายาจะเน้นเก็บรายละเอียดของโมเดลที่มีรายละเอียดของชิ้นงานสูง เช่น การออกแบบรูปหล่อพระพุทธรูป และงานเชิง

สถาปัตยกรรมที่มีลวดลายมาก เป็นต้น ส่วนโปรแกรมกุกิลสเกดอัฟจะเน้นสร้างงานที่เป็นเชิงสถาปัตยกรรมที่มีรายละเอียดไม่มากนัก รวมทั้งเป็นโปรแกรมที่ใช้กำหนดวัสดุเบื้องต้นให้แก่แบบจำลอง 3 มิติด้วย [8] และ 3) โปรแกรมสำหรับกำหนดวัสดุ หรือพื้นผิวของโมเดล [9] ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรมลูมิออน (Lumion) เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่เน้นการกำหนดลวดลาย (Texture) และวัสดุให้กับชิ้นงาน (Material) เท่านั้น รวมทั้งยังเป็นโปรแกรมที่สามารถประมวลผลภาพ (Render) ให้เป็นภาพเคลื่อนไหวที่เหมือนจริงได้อีกด้วย จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหลักการพัฒนาสื่อแอนิเมชัน หลักการสื่อสาร หลักการสร้างสื่อประชาสัมพันธ์ รวมทั้งนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ทั้งเจ้าหน้าที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องชาวบ้าน และนักท่องเที่ยว ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญในการออกแบบที่มีคุณภาพ และตรงความต้องการของหน่วยงานเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ อีกทั้งยังได้ทำการคัดเลือกสื่อตัวอย่างจากเว็บไซต์ต่างๆ เช่น www.youtube.com, www.mthai.com เป็นต้น มาวิเคราะห์ เพื่อหาแนวทางในการออกแบบสื่อ และทำการวิเคราะห์ความน่าสนใจในสื่อแต่ละประเภท โดยอ้างอิงกับหลักการสื่อสาร หลักการออกแบบ และหลักการในการสร้างภาพยนตร์ หลักการออกแบบ ข้อมูลในเรื่องที่จะสร้าง ใส่ใจในรายละเอียดในทุกด้านเพื่อการถ่ายทอดสาระสำคัญของสื่อให้ออกมาอย่างเต็มที่ และเพื่อสื่อความเข้าใจที่ตรงกันของผู้รับสาร [10] อีกทั้งการศึกษาสื่อตัวอย่างก่อนทำการพัฒนานั้น สามารถช่วยเป็นแนวทางสำหรับผู้ศึกษาได้เป็นอย่างดีในการทำงาน เช่น การสร้างงานที่แตกต่างจากงานที่มีอยู่ หรือจะสร้างงานที่สอดคล้องช่วยเสริมประเด็นที่ขาดตกไปจากงานที่พบเห็นอยู่แล้วให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป ซึ่งหลักการพัฒนาสื่อแอนิเมชันจะประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก คือ 1) ขั้นตอนก่อนการผลิตสื่อ (Pre-Production) 2) ขั้นตอนการผลิตสื่อ (Production) และ 3) ขั้นตอนการเก็บรายละเอียด (Post-Production) [11] เพื่อหาจุดเด่นและจุดด้อยของสื่อตัวอย่าง จากนั้นจึงนำมาใช้ในการศึกษาของผู้วิจัยต่อไป หลังจากได้น้องความรู้ทั้งหมดที่ได้มาวิเคราะห์ จึงได้วางโครงเรื่องแนวคิด และหลักการให้สอดคล้องกับองค์ความรู้ต่างๆ ตามความเหมาะสม หลังจากนั้นจึงนำแนวคิดนั้นมาขยายบทความให้ได้เนื้อเรื่องขยายที่สามารถนำไปเขียนสตอรี่บอร์ด (Storyboard) เพื่อใช้ในการพัฒนาสื่อแอนิเมชันต่อไป

กิจกรรมที่ 4 การพัฒนาระบบภาพเสมือน (AR) เพื่อนำเสนอเส้นทางท่องเที่ยวในเขตอำเภอเมืองถึงอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก เพื่อส่งเสริม และประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวของชุมชนชาวอำเภอเมือง และอำเภอแม่สอด จังหวัดตากให้เป็นที่รู้จักมากยิ่งขึ้น โดยมุ่งเน้นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติประเพณี และวัฒนธรรมของท้องถิ่นไว้โดยนำข้อมูลเชิงพื้นที่จากการลงพื้นที่ภาคสนามมาสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ให้ได้ลักษณะที่คล้ายคลึงกับสถานที่จริงมากที่สุด โดยทำการสเกดอัฟโครงสร้างจากข้อมูลที่ได้เก็บมา และนำไปสร้างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

กิจกรรมที่ 5 การสร้างแบบประเมินผลคุณภาพของสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ ผู้วิจัยได้จัดทำแบบประเมินความพึงพอใจ เพื่อนำไปวัดระดับความพึงพอใจของผู้รับใช้งานระบบใช้เกณฑ์ในการแปลความหมายของผลที่ได้จากแบบประเมินผลด้วยระดับคะแนน 1-5 คะแนน [12] และแบ่งส่วนแบบสอบถามเป็น 4 ด้านดังนี้ 1) ด้านการออกแบบและความสวยงาม 2) ด้านรูปแบบการนำเสนอ 3) ด้านเนื้อหาของสื่อ และ 4) ด้านการใช้งานระบบภาพเสมือน โดยกำหนดกลุ่มเป้าหมายไว้จำนวน 100 คน เป็นผู้ทดลองใช้งานสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ และระบบภาพเสมือนแล้วนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางด้านสถิติ เพื่อวิเคราะห์หาความพึงพอใจของผู้ใช้งานสื่อดังกล่าวต่อไป

กิจกรรมที่ 6 การปรับปรุงแก้ไขสื่อหลังจากที่ได้ทำการทดสอบ และประเมินผลสื่อแล้วนั้น ผู้วิจัยได้ทำการนำข้อเสนอแนะ และคำชี้แนะของกลุ่มเป้าหมายทั้ง 100 คนมาวิเคราะห์ และสรุปผลหาข้อผิดพลาด และข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เพื่อนำมาปรับปรุงสื่อแอนิเมชันให้มีความสมบูรณ์ และเหมาะสมที่จะสามารถนำไปใช้งานได้จริง และส่งมอบให้แก่หน่วยงานเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

4. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยของโครงการการส่งเสริมเส้นทางท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมจากอำเภอเมืองถึงอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ผ่านเทคโนโลยีภาพเสมือนสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนดังต่อไปนี้

1) ส่วนของผลการออกแบบเส้นทาง และผลการออกแบบแบบจำลองสถานที่ในรูปแบบ 3 มิติ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ได้จากการลงพื้นที่ภาคสนามมาสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ให้ได้ลักษณะที่คล้ายคลึงกับสถานที่จริง โดย

การทำภาพสเก็ตช์โครงสร้างจากข้อมูลที่ได้เก็บมาจากสถานที่ท่องเที่ยวภายในเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมของอำเภอเมืองถึงอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก และนำไปสร้างเป็นโมเดล 3 มิติด้วยโปรแกรมสำหรับงานออกแบบขึ้นรูปโมเดล 3 มิติ หลังจากทำการสร้างโมเดลเสร็จแล้วนั้น ได้ทำการกำหนดแบบวัตถุ (Materials) และกำหนดลวดลาย (Texture) ให้เหมือนกับสถานที่จริงให้มากที่สุด รวมทั้งทำการกำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์ประกอบฉาก (Props Design) ให้มีความเหมาะสมกับสถานที่มากที่สุด จากนั้นจึงทำการประมวลผลภาพเพื่อให้เกิดเป็นภาพเคลื่อนไหวที่สมจริง สวยงาม และตื่นตาตื่นใจแก่ผู้ที่ได้รับชมสื่อแอนิเมชัน 3 มิติที่พัฒนาขึ้น



ภาพที่ 1 ผลการออกแบบเส้นทางการท่องเที่ยวจากอำเภอเมืองถึงอำเภอแม่สอดจังหวัดตาก



ภาพที่ 2 ตัวอย่างผลการออกแบบสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ และผลการออกแบบแบบจำลองสถานที่ในรูปแบบ 3 มิติ

2) ส่วนของผลการพัฒนาระบบภาพเสมือน ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับใช้ในการแสดงผลระบบภาพเสมือน โดยได้ทำการอัปเดตทั้งหมดไว้ที่เว็บแอปพลิเคชัน Vuforia ที่ใช้สำหรับเป็นฐานข้อมูลของ

โมเดล 3 มิติ และใช้โปรแกรม Unity 3D ในการสร้างภาพที่ใช้สำหรับแสดงผลภาพเสมือนโมเดล 3 มิติ โดยมีผลของการพัฒนาระบบภาพเสมือนดังภาพที่ 2



ภาพที่ 3 ผลการพัฒนาระบบภาพเสมือน (AR) แหล่งท่องเที่ยวจากอำเภอเมืองถึงอำเภอมะนัง จังหวัดตาก

3) ส่วนของผลการประเมินคุณภาพของสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ และระบบภาพเสมือน ได้นำผลคะแนนรวมของแต่ละหัวข้อมาผ่านระเบียบวิธีทางสถิติ เพื่อหาค่าเฉลี่ย (Mean) จะพบว่าค่าเฉลี่ยได้อยู่ในระดับ 4.55 ดังนั้นโครงการวิจัยการส่งเสริมเส้นทางท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมจากอำเภอเมืองถึงอำเภอมะนัง จังหวัดตาก ผ่านเทคโนโลยีภาพเสมือน มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับ ดีมาก โดยแบ่งผลการประเมินออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

- 1.ด้านการออกแบบและความสวยงาม ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 อยู่ในเกณฑ์ ดี
- 2.ด้านรูปแบบการนำเสนอ ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก
- 3.ด้านเนื้อหาของสื่อ ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก
- 4.ด้านการใช้งานระบบภาพเสมือน ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 อยู่ในเกณฑ์ ดี

โดยสามารถแสดงผลของการประเมินระบบจากกลุ่มผู้ใช้งาน ทั้ง 4 ด้านได้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ และระบบภาพเสมือน

รายงานผลการประเมิน	ความพึงพอใจ		ผลการประเมิน เชิงคุณภาพ
	คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ย	
1. ด้านการออกแบบและความสวยงาม			
1.1 ลักษณะวิหารและศาลาต่างๆ	421	4.21	ดี
1.2 การกำหนดสีของฉากมีความเหมาะสม	453	4.53	ดีมาก
1.3 การกำหนดสีตัวละครมีความเหมาะสม	460	4.60	ดีมาก
1.4 บรรยากาศในฉากมีความเหมาะสม	461	4.61	ดีมาก
สรุปผลด้านที่ 1	1,795	4.49	ดี
2. ด้านรูปแบบการนำเสนอ			
2.1 การใส่เสียงเหมาะสมกับสื่อที่นำเสนอ	460	4.60	ดีมาก
2.2 การใช้เสียงในการนำเสนอชัดเจนถูกต้อง	481	4.81	ดีมาก
2.3 สื่อสามารถทำให้ผู้ชมเข้าใจได้ง่าย	472	4.72	ดีมาก
2.4 สื่อแอนิเมชันมีการนำเสนอในรูปแบบ (AR) มีความน่าสนใจ	454	4.54	ดีมาก
2.5 ระยะเวลาในการนำเสนอเหมาะสม	419	4.19	ดี
สรุปผลด้านที่ 2	2,286	4.57	ดีมาก
3. ด้านเนื้อหาของสื่อ			
3.1 ได้รับความรู้เกี่ยวกับสถานที่ท่องเที่ยว	462	4.62	ดีมาก
3.2 ข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวมีความน่าสนใจ	475	4.75	ดีมาก
3.3 ข้อมูลในการนำเสนอมีความชัดเจน	464	4.64	ดีมาก
สรุปผลด้านที่ 3	1,401	4.67	ดีมาก
4. ด้านการใช้งานระบบภาพเสมือน			
4.1 โมเดล 3 มิติ มีคมชัดและมีความสวยงาม	480	4.80	ดีมาก
4.2 ลักษณะของโมเดล 3 มิติ รูปแบบ (AR) มีความเสมือนจริง	435	4.35	ดี
4.3 ฟังก์ชันการทำงานของโมเดล 3 มิติ รูปแบบ (AR) สามารถใช้งานได้จริง	424	4.24	ดี
4.4 ลักษณะโมเดล 3 มิติ รูปแบบ (AR) มีรายละเอียดที่สมบูรณ์	456	4.56	ดีมาก
สรุปผลด้านที่ 4	1,795	4.48	ดี
สรุปผลการประเมินทั้ง 4 ด้าน	7,277	4.55	ดีมาก
รวมจำนวนผู้ประเมิน		100 คน	

โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์การประเมินเชิงคุณภาพ และระดับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 ระดับความพึงพอใจ ดีมาก
- คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 ระดับความพึงพอใจ ดี
- คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง
- คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 ระดับความพึงพอใจ พอใช้
- คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 ระดับความพึงพอใจ น้อย

จากแบบประเมินผู้วิจัยได้คำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) [13] โดยใช้สูตรดังนี้
การหาคะแนนรวมของแต่ละข้อย่อยได้จากสมการที่ (1)

(1)

เมื่อ ns แทน จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

แทน คะแนนความพึงพอใจรวมที่ได้จากผู้ประเมินทั้งหมดในแต่ละข้อย่อย

การหาคะแนนรวมของแต่ละข้อย่อยได้จากสมการที่ (2)

(2)

เมื่อ m แทน จำนวนข้อย่อยในแต่ละด้าน

แทน คะแนนความพึงพอใจรวมทั้งหมดของข้อย่อยในแต่ละด้าน

การหาคะแนนรวมของแต่ละข้อย่อยได้จากสมการที่ (3)

(3)

เมื่อ n แทน จำนวนด้านที่ประเมิน

แทน คะแนนความพึงพอใจรวมทุกด้านในแบบประเมิน

แทน จำนวนข้อย่อยทั้งหมด

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

หลังจากประเมินผลความพึงพอใจของโครงการวิจัย การส่งเสริมเส้นทางท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมจากอำเภอเมืองถึงอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ผ่านเทคโนโลยีภาพเสมือน พบว่ามีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับ ดีมาก สอดคล้อง กับงานวิจัยหัวข้อโครงการวิจัยการทำสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เสมือน จริ่งจำลองสถานที่ท่องเที่ยวมรดกโลก อุทยานประวัติศาสตร์กรุงศรีอยุธยา (Virtual Ayutthaya) ซึ่งได้ศึกษาวิธีการ หลักการออกแบบ และการพัฒนาสื่อปฏิสัมพันธ์เสมือน 3 มิติ เพื่อประชาสัมพันธ์ และ เป็นแหล่งเรียนรู้ทางด้านการท่องเที่ยวของจังหวัดอยุธยา และได้ผล การประเมินสื่ออยู่ในระดับดี จากกลุ่มเป้าหมายที่กำหนดจำนวน 183 คน [14] ซึ่งหลังจากได้รวบรวมผลการประเมินระบบจาก กลุ่มเป้าหมายแล้วนั้น ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 100 คน มาปรับปรุงและแก้ไขระบบให้ดียิ่งขึ้นก่อนจะส่งมอบสื่อ ให้หน่วยงานนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป ซึ่งในการพัฒนาโครงการวิจัย การประยุกต์ใช้สื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เพื่อการประชาสัมพันธ์วัดพระบรมธาตุหลวงพ่อดันใจอำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก ผ่านเทคโนโลยีภาพเสมือน ควรมีการพัฒนาให้เหมาะสมกับบริบทของสถานที่ ท่องเที่ยว และควรนำเทคโนโลยีที่ทันสมัย และเป็นที่ยอมรับใน ปัจจุบันมาใช้ เช่น การใช้ระบบสภาพแวดล้อมเสมือน (Virtual Reality: VR) และระบบวัตถุเสมือนจริง (Augmented Reality: AR) เป็นต้น เพื่อเพิ่มความน่าสนใจ และดึงดูดนักท่องเที่ยวให้เข้ามาเที่ยวในแหล่งท่องเที่ยวต่างๆ มากยิ่งขึ้นผ่านเทคโนโลยี ดังกล่าวต่อไป

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานจังหวัดตากที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินโครงการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาที่สนับสนุนเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการโครงการงานวิจัยดังกล่าว และขอขอบคุณหน่วยงาน องค์กรทั้งภาครัฐ และภาคเอกชนที่ให้ข้อมูลเส้นทางท่องเที่ยวระหว่างอำเภอเมืองถึงอำเภอแม่สอดจังหวัดตาก ซึ่งเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินโครงการวิจัยในครั้งนี้ อย่างมาก

6. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดตาก. ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดตาก, 2561. สืบค้นจาก www.tak.go.th/?module=acticle&pages=list_of_acticle&cate_acti_code=01

-
- [2] พรทิพย์ ปรียวาฑิต. ผลของการใช้บทเรียน Augmented Reality Code เรื่องคำศัพท์ภาษาจีนพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาล 2 วัดตานีนรสโมสร. วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2559, 27(1), 9-17.
- [3] ปณิธิ แก้วสวัสดิ์. สร้างและการจัดการแบบจำลอง 3 มิติ ด้วยโปรแกรม Maya 2017. ซีเอ็ดยูเคชั่น : กรุงเทพฯ 2561.
- [4] พจน์ศิริพันธ์ ลิ้มปิ่นนันทน์. การส่งเสริมแหล่งท่องเที่ยวจังหวัดมหาสารคามโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง. วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2562, 6(1), 8-16.
- [5] ประเวศน์ มหารัตน์สกุล. หลักการและวิธีการเขียนงานวิจัย วิทยานิพนธ์ สารนิพนธ์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ปัญญาชน, 2557.
- [6] วรณดี สุทธิรักษากร. การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยเชิงคุณภาพ. กรุงเทพฯ : สยามปริทัศน์, 2562.
- [7] ชัย โพธิ์สีดา. ศาสตร์และศิลป์การวิจัยเชิงคุณภาพ. กรุงเทพฯ : สนพ.จุฬา, 2562.
- [8] Tal, D. **Sketchup for Site Design: A Guide to Modeling Site Terrain, and Architecture.** Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2016.
- [9] Birn, J. **Digital Lighting and Rendering.** United State, USA: New Riders, 2014.
- [10] Hart, E. **The Prop Building Guidebook: For Theatre, Film, and TV.** UK: Cenveo publish service, 2012.
- [11] ดาวรรดา วีระพันธ์ และชญาภา บาลไธสง. การพัฒนาแอนิเมชัน เรื่อง ความรู้เกี่ยวกับการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์สำหรับเยาวชน. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2558, 10(1), 40-48.
- [12] บดินทร์ พรวิลาวัณย์. สถิติเบื้องต้น เรียนพื้นฐานได้ง่าย ๆ ด้วยตนเอง. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ด ยูเคชั่น, 2559.
- [13] กัลยา วานิชย์บัญชา. สถิติสำหรับงานวิจัย. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ด ยูเคชั่น, 2560.
- [14] วลัยภรณ์ นาคพันธุ์. โครงการวิจัยการทำ สื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติเสมือนจริงจำลองสถานที่ท่องเที่ยวมรดกโลก อุทยานประวัติศาสตร์กรุงศรีอยุธยา (Virtual Ayuthaya), 2559. สืบค้นจาก <http://sites.google.com/a/rsu.ac.th/cilrsu/projects/virtual-ayuthaya>.

ศึกษาสถานการณ์พลังงานทางเลือกก๊าซชีวภาพในจังหวัดสุพรรณบุรี

STUDY THE SITUATION OF THE ALTERNATIVE ENERGY IN BIOGAS IN SUPHANBURI PROVINCE

พิมพ์พรรณ อัมพันธ์ทอง ^{*1} ธนวัฒน์ พงษ์สุวรรณ ² สิทธิกร มังคลา ³ เสริมศิริ ปราบเสร็จ ⁴ ลลิตพัทธ์ สุขเรื่อน ⁵
Pimpan Amphanthong ^{*1}, Tanawat Pongsuwan ², Sitthikorn Mangkala ³,
Soemsiri Prabset ⁴, Lalithphat Sukruan ⁵

^{*1-5} คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

^{*} E-mail: pim_pimpan@hotmail.com

บทคัดย่อ

สถานการณ์พลังงานทางเลือกก๊าซชีวภาพในจังหวัดสุพรรณบุรีมีการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยพบจากการพัฒนาพลังงานทดแทนที่มีแนวโน้มเพิ่มในทุก ๆ ด้าน ได้แก่ ด้านปริมาณมูลสัตว์และน้ำเสียอุตสาหกรรม ด้านปริมาณขยะชุมชนจะเน้นการเผาไหม้มากกว่าฝังกลบ ด้านปริมาณเชื้อเพลิงชีวภาพของเหลวน้ำมัน การหาผลผลิตจากปาล์มน้ำมันและปริมาณเชื้อเพลิงชีวภาพของแข็งในจังหวัดสุพรรณบุรีจะพบมากจากอ้อยโรงงาน และข้าวมากที่สุด ส่วนการผลิตในกลุ่มตัวอย่างโรงไฟฟ้ายังมีไม่มาก แต่ถ้ามีการสนับสนุนให้โรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในจังหวัดสุพรรณบุรีลงทุนเพิ่มมากขึ้นก็จะเพียงพอความต้องการด้านพลังงานทางเลือกในอนาคต

คำสำคัญ: ก๊าซชีวภาพ, พลังงานทางเลือก, คุณภาพอากาศ

ABSTRACT

The situation of alternative energy in biogas in Suphanburi province is alert and the use of renewable energy continuously. It can be found from the development of alternative energy. That has a tendency to increase in all aspects, including the amount of manure and industrial waste, the amount of community waste will focus more on combustion than on the land side, the amount of liquid biofuels. Focusing on finding oil palm products and solid biofuel in Suphanburi province will be found most from sugar cane, factories and rice. As for the production in the power plant samples, there are still not many. But if there is support for biogas power plants in Suphanburi province, more investment will be sufficient for alternative energy in the future.

Keywords: Biogas, Alternative Energy, Air Quality

วันที่รับบทความ 3 กุมภาพันธ์ 2563

วันแก้ไขบทความ 7 มีนาคม 2563

วันตอบรับบทความ 21 มีนาคม 2563

1. บทนำ

จังหวัดสุพรรณบุรีอยู่ทางทิศตะวันตกของประเทศไทย มีอากาศชุ่มชื้นและฝนตกทั่วไป พื้นที่บางส่วนมีป่าไม้และภูเขา มีแม่น้ำท่าจีนไหลผ่าน บริเวณสองฝั่งของแม่น้ำเป็นที่ราบลุ่มเหมาะกับการทำนาและเพาะปลูก แม้ว่าจะไม่มีการยืนยันมาตรฐานสากลอากาศบริสุทธิ์ แต่จากสภาพอากาศในอดีตของจังหวัดสุพรรณบุรีที่แสดงให้เห็นถึงชั้นบรรยากาศที่มีความเข้มข้นสูงกว่าปกติซึ่งในจำนวนนี้มีอาจเป็นอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ และพืชพันธุ์ต่าง ๆ จากปัญหาสภาพอากาศที่เกิดขึ้น พบว่า แหล่งที่ก่อให้เกิดมลพิษ มีทั้งที่เกิดตามธรรมชาติและจากมนุษย์เป็นผู้ก่อ แหล่งที่เกิดตามธรรมชาติ ได้แก่ พายุ ฝุ่น ไฟไหม้ป่า เป็นต้น ส่วนแหล่งที่เกิดจากมนุษย์เป็นผู้ก่อนั้น มาจากการเผาไหม้ เช่น พาหนะรถยนต์ กิจกรรมอุตสาหกรรม และแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้า เป็นต้น สำหรับสถานการณ์คุณภาพอากาศในจังหวัดสุพรรณบุรี พบว่า ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10) ค่าตะกั่ว ค่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และไนโตรเจนออกไซด์ มีค่าเฉลี่ยสูงขึ้น โดยพบได้จาก พื้นที่ที่มีกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ จะมีสภาพอากาศที่มาจากบ่อผลิตก๊าซชีวภาพ กระบวนการย่อยสลายอินทรีย์สารในสภาวะที่ปราศจากออกซิเจน ดังนั้น ก๊าซชีวภาพจึงเป็นก๊าซผสมที่ประกอบด้วยก๊าซหลายชนิด ได้แก่ ก๊าซมีเทน (Methane: CH₄), ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide: CO₂) และส่วนที่เหลือเป็นแก๊สชนิดอื่น ๆ เช่น ก๊าซไฮโดรเจน (Hydrogen: H₂), ก๊าซออกซิเจน (Oxygen: O₂), ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen Sulfide: H₂S), ก๊าซไนโตรเจน (Nitrogen: N) และไอน้ำ จึงส่งผลกระทบต่อปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาสถานการณ์พลังงานทางเลือกก๊าซชีวภาพในจังหวัดสุพรรณบุรีในช่วงปีพ.ศ. 2551 ถึง พ.ศ. 2554 โดยสำรวจจากกลุ่มตัวอย่าง 5 โรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในจังหวัดสุพรรณบุรี ได้แก่ โรงไฟฟ้า1 โรงไฟฟ้า2 โรงไฟฟ้า3 โรงไฟฟ้า4 และโรงไฟฟ้า 5 ตามลำดับ

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการพลังงานทางเลือก มีส่วนช่วยให้เกิดการลดค่าใช้จ่าย อีกทั้งเป็นการทดแทนพลังงานฟอสซิลที่จะสูญหายไปในอนาคตและเป็นการลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ดังนั้นหลักการจัดการพลังงานมี 2 แนวทาง ดังนี้ แนวทางแรก คือ การซื้อพลังงานที่มีคุณภาพในราคาต่ำที่สุดโดยการหาข้อมูลพลังงานอย่างละเอียดเพื่อช่วยในการตัดสินใจและแนวทางที่สอง คือ การจะใช้พลังงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดโดยการหาเทคโนโลยีด้านการบริหารจัดการ การสร้างมาตรการจากจิตสำนึกและแรงจูงใจในพลังงานทางเลือกมาปรับใช้กับชุมชนและครัวเรือนอย่างเหมาะสม โดยเน้นการประหยัดพลังงานเป็นหลัก จากปัจจุบันมีการหาพลังงานทางเลือกหรือการผลิตพลังงานใช้เอง ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยทรัพยากรที่มีในชุมชนหรือครัวเรือน การใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น การมีส่วนร่วมของชุมชน การมีความรู้ความเข้าใจ จะเป็นแรงกระตุ้นให้ชุมชนหันมาเลือกพลังงานทางเลือกในชุมชนมากขึ้น

การจัดการพลังงาน คือ ระบบการดำเนินงานภายในองค์กรอย่างเป็นระเบียบและแบบแผนเพื่อให้เชื่อว่าการใช้พลังงานขององค์กรมีประสิทธิภาพอยู่ตลอดไป พร้อมทั้งมีการพัฒนาและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (อภิชาติ เทอดโยธิน, 2553: 70) จากแนวคิดดังกล่าว ทำให้ทราบว่าพลังงานทดแทนเป็นแนวทางที่สามารถนำมาหมุนเวียนประยุกต์ใช้กับชุมชนได้ ไม่ว่าจะเป็นพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานลมและพลังงานก๊าซชีวภาพ การบริหารจัดการจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือของชุมชนเพื่อเป็นแนวทางที่สำคัญในการสร้างประสิทธิภาพของการใช้พลังงานหมุนเวียน ดังเห็นได้จากงานวิจัย ดังนี้ ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์ (2554) สนใจกระบวนการที่เหมาะสมในการผลิตพลังงานทดแทนจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรร่วมกับวัชพืชน้ำก่อให้เกิดประโยชน์ต่อวิถีชุมชนและสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน กำหนดแนวทางการทำงานได้ผลอยู่ในเกณฑ์พึงพอใจในระดับมาก วิสาชา ภูจินดา (2555) ศึกษาการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตพลังงานใช้ในระดับชุมชนและระดับครัวเรือนครอบคลุมพลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวมวล พลังงานก๊าซชีวภาพ ไบโอดีเซล ปัญหาและอุปสรรค คือขาดการวิเคราะห์วัตถุดิบและทรัพยากรที่ใช้ผลิต ความสามารถในการผลิตใช้ในครัวเรือน การเลือกพลังงานทดแทนที่เหมาะสม ดังนั้นข้อมูลสถานการณ์พลังงานทางเลือกก๊าซชีวภาพในจังหวัดสุพรรณบุรี มีความสำคัญมากที่จะแสดงผลการใช้พลังงานทางเลือกเพื่อให้เห็นความสำคัญของข้อมูลพลังงานทางเลือกในจังหวัด

3. วิธีการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูลการพลังงานทางเลือกก๊าซชีวภาพในจังหวัดสุพรรณบุรี นั้นใช้ขอบเขตการศึกษาพื้นที่ จังหวัดสุพรรณบุรีและประชากรชุมชนครัวที่มีการใช้พลังงานทางเลือกที่มีการบริหารจัดการพลังงานทางเลือกในชุมชนและครัวเรือนที่เหมาะสม โดยเก็บข้อมูลตามความเป็นจริง การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาเปลี่ยนไปนั่นเอง ข้อมูลในทางธุรกิจส่วนใหญ่ที่นำมาวิเคราะห์เพื่อต้องการโอกาสถูกต้องกับความเป็นจริง โดยอาศัยลักษณะข้อมูลพลังงานทางเลือกที่จะนำมาศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

- 1) เป็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาจากสถิติข้อมูลพลังงานไฟฟ้าทางเลือกของจังหวัดสุพรรณบุรี
- 2) เป็นข้อมูลที่มีเก็บจริง โดยแยกตามด้านพลังงานทางเลือก ได้แก่ ด้านปริมาณมูลสัตว์และน้ำเสียอุตสาหกรรม, ด้านปริมาณขยะชุมชน, ด้านปริมาณเชื้อเพลิงชีวภาพของเหลวและปริมาณเชื้อเพลิงชีวภาพของแข็งในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี
- 3) ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจะต้องเท่ากัน ในช่วงปี พ.ศ. 2551- 2554
- 4) หากข้อมูลที่มีเก็บรวบรวมมาได้ ถูกกระทบกระเทือน เนื่องจากช่วงเวลาที่ไม่เท่ากันจะต้องปรับแก้ข้อมูลก่อนนำมาวิเคราะห์
- 5) สำรวจเชิงพื้นที่ในโรงงานไฟฟ้า 5 ตัวอย่างของจังหวัดสุพรรณบุรี

4. ผลการวิจัย

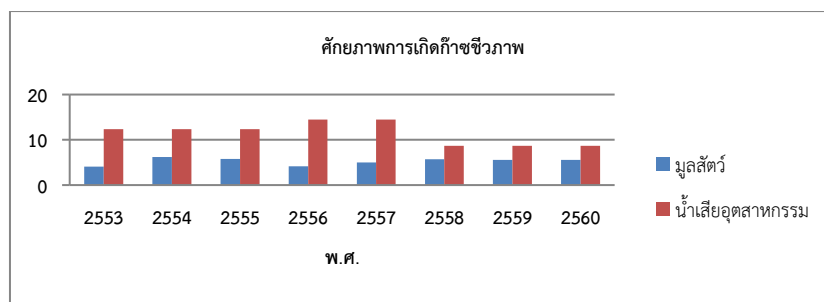
4.1 สถานการณ์พลังงานทางเลือกก๊าซชีวภาพในจังหวัดสุพรรณบุรี

สถานการณ์พลังงานทดแทนทางเลือกก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นในจังหวัดสุพรรณบุรีมีโครงการที่เกี่ยวข้องในรูปแบบต่าง ๆ กันนั้น ที่ผลิตก๊าซชีวภาพในช่วงปี พ.ศ. 2553 -พ.ศ. 2560 โดยมีรายละเอียดการเกิดก๊าซชีวภาพแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ ปริมาณมูลสัตว์ น้ำเสียอุตสาหกรรม และศักยภาพเชิงพลังงาน, ปริมาณขยะชุมชนและศักยภาพเชิงพลังงานขยะ, ศักยภาพเชิงพลังงานจากเชื้อเพลิงชีวภาพของเหลวและของแข็ง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.1.1 ก๊าซชีวภาพจากปริมาณมูลสัตว์ น้ำเสียอุตสาหกรรม และศักยภาพเชิงพลังงาน ปริมาณมูลสัตว์และน้ำเสียอุตสาหกรรมสามารถนำมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ ในตารางที่ 1 และภาพที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพจากปริมาณมูลสัตว์ น้ำเสียอุตสาหกรรม

จังหวัดสุพรรณบุรี		มูลสัตว์		น้ำเสียอุตสาหกรรม	
พ.ศ.	ปริมาณ (ตัน)	ศักยภาพเชิงพลังงาน (พีดตันเทียบเท่า น้ำมันดิบ)	ปริมาณ (ตัน)	ศักยภาพเชิงพลังงาน (พีดตันเทียบเท่า น้ำมันดิบ)	
2553	185,298	4.11	21,764,453	12.37	
2554	269,267	6.20	21,764,453	12.37	
2555	254,505	5.77	21,764,453	12.37	
2556	185,420	4.18	28,970,000	14.49	
2557	213,905	4.97	28,970,000	14.49	
2558	241,778	5.69	15,292,000	8.69	
2559	241,077	5.57	15,292,000	8.69	
2560	241,077	5.57	15,292,000	8.69	



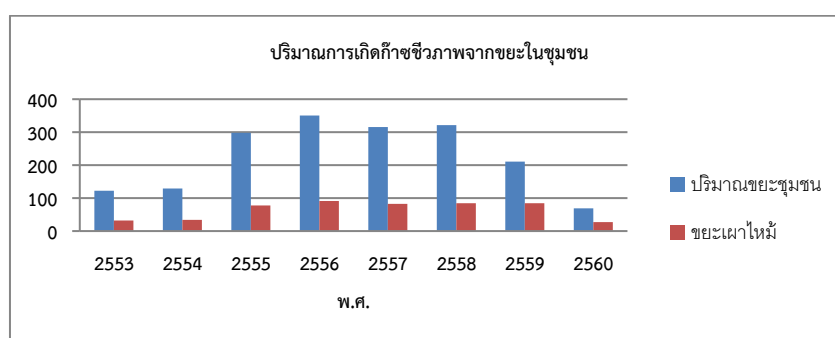
ภาพที่ 1 ศักยภาพการเกิดก๊าซชีวภาพจากปริมาณมูลสัตว์ น้ำเสียอุตสาหกรรม

จากตารางที่ 1 และภาพที่ 1 ปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพในจังหวัดสุพรรณบุรีที่เกิดจากปริมาณมูลสัตว์และน้ำเสียอุตสาหกรรม พบว่ามีปริมาณมูลสัตว์มากในปี พ.ศ. 2555 และ พ.ศ. 2554 คือมีปริมาณ 254,505 ตัน และ 269,267 ตัน ตามลำดับ และแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นใน ปี พ.ศ. 2558 จนถึง พ.ศ. 2560 ถือว่าปริมาณใกล้เคียงกับอดีต คือ ปริมาณ 241,778 ตัน , 241,077 ตัน และ 241,077 ตัน ตามลำดับ ส่วนปริมาณน้ำเสียอุตสาหกรรม พบว่ามีมากที่สุดในปี พ.ศ. 2556-2558 มีปริมาณ 28,970,000 ตัน และมีแนวโน้มลดลงในปี พ.ศ. 2557-2560 คือ 15,292,000 ตัน ดังนั้นจากข้อมูลศักยภาพเชิงพลังงานจะมีค่าการผลิตมากตามปริมาณน้ำเสียอุตสาหกรรม

4.1.2 ก๊าซชีวภาพจากปริมาณขยะชุมชนและศักยภาพเชิงพลังงานขยะ ปริมาณขยะชุมชนสามารถนำมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพที่มีปริมาณก๊าซชีวภาพ โดยในตารางที่ 2 และภาพที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพจากปริมาณขยะชุมชน

จังหวัดสุพรรณบุรี พ.ศ.	ปริมาณขยะชุมชน (ตัน)	ศักยภาพเชิงพลังงาน	
		ขยะเผาไหม้	ขยะฝังกลบ
2553	122,789	32.10	0.00
2554	129,495	33.85	0.00
2555	297,661	77.81	0.01
2556	350,477	91.62	0.01
2557	315,437	82.46	0.01
2558	321,371	84.01	0.01
2559	211,113	84.91	0.00
2560	68,590	27.59	0.00



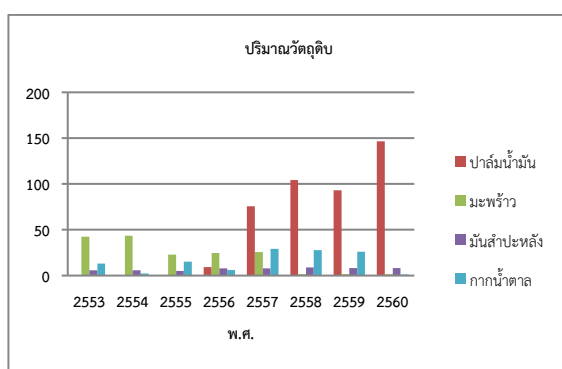
ภาพที่ 2 ศักยภาพการเกิดก๊าซชีวภาพจากปริมาณขยะชุมชน

จากตารางที่ 2 และภาพที่ 2 ปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพในจังหวัดสุพรรณบุรีที่เกิดจากปริมาณขยะชุมชนพบว่าปริมาณขยะชุมชนมากในปี พ.ศ. 2556 – 2558 คือ 350,477 ตัน, 315,437 ตันและ 321,371 ตันตามลำดับ ส่วนปริมาณขยะน้อยที่สุดในปี พ.ศ. 2560 มีปริมาณ 68,590 ตัน จะเห็นได้ว่า ศักยภาพเชิงพลังงานจะมีค่าการผลิตตามปริมาณขยะชุมชนเกิดจากการเผาไหม้มากกว่าการฝังกลบโดยพบมากที่สุด คือช่วงระหว่าง พ.ศ. 2556-2559 คือ 91.62, 82.46, 84.01 และ 84.91 ตามลำดับ

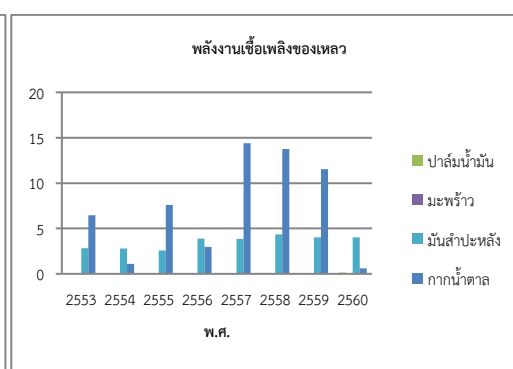
4.1.3 ก๊าซชีวภาพจากศักยภาพเชิงพลังงานจากเชื้อเพลิงชีวภาพของเหลว ปริมาณเชื้อเพลิงชีวภาพของเหลวในรูปวัตถุดิบ ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว มันสำปะหลังและกากน้ำตาล เป็นต้น ดังตารางที่ 3 และภาพที่ 3-4

ตารางที่ 3 ปริมาณวัตถุดิบที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวภาพของเหลวในจังหวัดสุพรรณบุรี

จังหวัด สุพรรณบุรี	ปาล์มน้ำมัน		มะพร้าว		มันสำปะหลัง		กากน้ำตาล	
พ.ศ.	น้ำมัน ปาล์ม ดิบเพื่อ นำมาใช้ เป็น เชื้อเพลิง ง (ตัน)	ศักยภาพ เชิง พลังงาน (พันตัน เทียบเท่า น้ำมันดิบ)	มะพร้าว นำมาใช้ เป็น เชื้อเพลิง ง (ตัน)	ศักยภาพ เชิง พลังงาน (พันตัน เทียบเท่า น้ำมันดิบ)	เอทานอล ดิบเพื่อ นำมาใช้ เป็น เชื้อเพลิง ง (ล้าน ลิตร)	ศักยภาพ เชิง พลังงาน (พันตัน เทียบเท่า น้ำมันดิบ)	เอทานอล ดิบเพื่อ นำมาใช้ เป็น เชื้อเพลิง ง (ล้าน ลิตร)	ศักยภาพ เชิง พลังงาน (พันตัน เทียบเท่า น้ำมันดิบ)
2553	0	0	42.46	0.04	5.65	2.82	13.02	6.46
2554	0	0	43.62	0.04	5.63	2.79	2.18	1.08
2555	0	0	22.93	0.02	5.21	2.58	15.31	7.59
2556	9.21	0.01	24.51	0.02	7.81	3.87	5.99	2.97
2557	75.78	0.07	25.75	0.02	7.77	3.85	29.01	14.39
2558	104.32	0.10	1.48	0.00	8.77	4.35	27.73	13.75
2559	92.95	0.09	1.48	0.00	8.09	4.03	25.92	11.54
2560	146.52	0.14	1.48	0.00	8.10	4.02	1.20	0.60



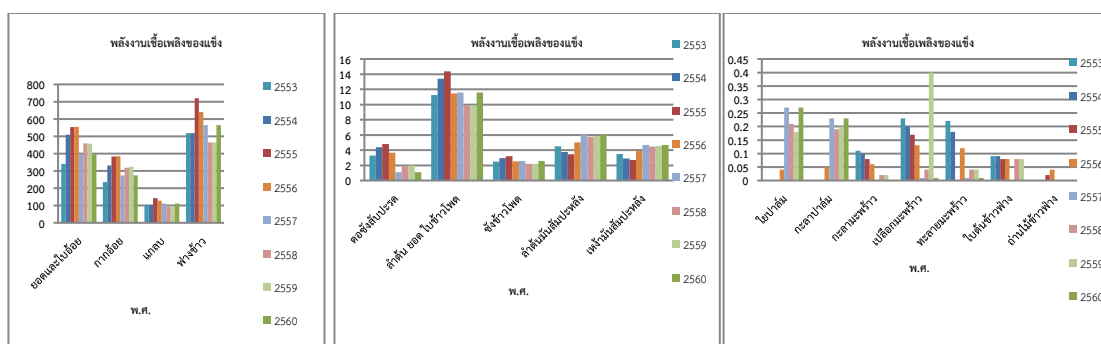
ภาพที่ 3 วัตถุดิบที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวภาพของเหลว



ภาพที่ 4 พลังงานจากเชื้อเพลิงชีวภาพของเหลว

จากตารางที่ 3 และภาพที่ 3-4 ปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพจากพลังงานจากเชื้อเพลิงชีวภาพของเหลวในจังหวัดสุพรรณบุรี พบว่ามีปริมาณวัตถุดิบที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวภาพของเหลว คือ ได้เริ่มมีการนำปาล์มน้ำมันมาทำเป็นเชื้อเพลิงในปี พ.ศ. 2556 – 2560 พบว่า ปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องคือ 75.78 ตัน 104.32 ตัน 92.95 ตัน และ 146.52 ตัน ตามลำดับ ส่วนมะพร้าวดิบนั้น มีปริมาณผลผลิตวัตถุดิบลดลงโดยจะเห็นได้จากกราฟที่มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง ส่วนมันสำปะหลังและกากน้ำตาลที่นำมาผลิตเชื้อเพลิงเอทานอลนั้น ถือว่าไม่มากถ้าเทียบกับวัตถุดิบอื่นๆ แต่หากพิจารณาศักยภาพเชิงพลังงานกลับพบว่ากากน้ำตาลจะให้ค่าสูงสุด ถ้าเทียบกับวัตถุดิบชนิดอื่น ๆ รองลงมาคือ มันสำปะหลัง ปาล์มน้ำมันและมะพร้าว

4.1.4 ก๊าซชีวภาพจากศักยภาพเชิงพลังงานจากเชื้อเพลิงชีวภาพของแข็ง ปริมาณเชื้อเพลิงชีวภาพของแข็งสามารถนำมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพที่มีปริมาณเชื้อเพลิงชีวภาพของแข็งในจังหวัดสุพรรณบุรี โดยข้อมูลการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวภาพของแข็งในรูปวัตถุดิบ ได้แก่ อ้อยโรงงาน ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มันสำปะหลัง ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว ข้าวฟ่างและสับปะรด นอกจากนี้ศักยภาพเชื้อเพลิงชีวภาพของแข็งในรูปเชิงพลังงานโดยพบว่าในจังหวัดสุพรรณบุรีจะผลิตก๊าซชีวภาพ



ภาพที่ 5 (a) พลังงานจากยอดและใบอ้อย กากอ้อย แกลบและฟางข้าว

ภาพที่ 5 (b) ตอซังสับปะรด ลำต้นยอด ใบและซังข้าวโพด ลำต้นและเหง้ามันสำปะหลัง

ภาพที่ 5 (c) ใบและกลาปาล์มกลา เปลือกและทะลายมะพร้าว ใบต้นและถ่านไม้ข้าวฟ่าง

ภาพที่ 5 (a-c) พลังงานจากเชื้อเพลิงชีวภาพของแข็ง

จากภาพที่ 5 (a-c) ปริมาณวัตถุดิบที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงของแข็งในจังหวัดสุพรรณบุรี สรุปได้ดังนี้

1. อ้อยโรงงานนำแยกสองส่วน คือ ยอดและใบอ้อย และกากอ้อย โดยพบว่า การผลิตปริมาณก๊าซชีวภาพจากยอดและใบอ้อยสูงกว่ากากอ้อย ซึ่งทั้งสองส่วนพบการผลิตก๊าซชีวภาพมากที่สุดในปี พ.ศ. 2555-2556 และมีปริมาณลดลงจนถึงปี พ.ศ. 2560
2. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์นำแยกสองส่วน คือ แกลบและฟางข้าว โดยพบว่า การผลิตปริมาณก๊าซชีวภาพจากฟางข้าว สูงกว่าแกลบ ซึ่งทั้งสองส่วนพบการผลิตก๊าซชีวภาพมากที่สุดในปี พ.ศ. 2555-2556 และมีปริมาณไม่ลดลงและเพิ่มในปี พ.ศ. 2560
3. ตอซังสับปะรด โดยพบว่า การผลิตปริมาณก๊าซชีวภาพมากที่สุดในปี พ.ศ. 2555-2556 และมีปริมาณลดลงจนถึงปี พ.ศ. 2560
4. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์นำแยกสองส่วน คือ ลำต้น ยอด ใบและซังข้าวโพด โดยพบว่า การผลิตปริมาณก๊าซชีวภาพจากลำต้น ยอด ใบสูงกว่าซังข้าวโพด ซึ่งการผลิตจากซังข้าวโพดในแต่ละปีถือว่าคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ส่วนการผลิตจากลำต้น ยอด ใบ พบว่ามากที่สุดในปี พ.ศ. 2555 และปริมาณลดลงในทุกปีจนมาปริมาณการผลิตเพิ่มในปี พ.ศ. 2560

5. มันสำปะหลังนำมาแยกสองส่วน คือ ลำต้นและเหง้า โดยพบว่า การผลิตปริมาณก๊าซชีวภาพจากการผลิตทั้งสองส่วนถือว่าใกล้เคียงกันจนถึงปี พ.ศ. 2560

6. ปาล์มน้ำมันนำมาแยกสองส่วน คือ โยและกะลา โดยเริ่มนำมาผลิตก๊าซชีวภาพในปี พ.ศ. 2556 เป็นต้นมา จากการผลิตทั้งสองส่วนถือว่าใกล้เคียงกันจนถึงปี พ.ศ. 2560

7. มะพร้าวนำมาแยกสามส่วน คือ กะลา เปลือกและทะลาย โดยพบว่า การผลิตปริมาณก๊าซชีวภาพจากกะลามะพร้าวถือว่าน้อยสุดและมีปริมาณการผลิตลดลงจนถึงปี พ.ศ. 2560 ส่วนการผลิตก๊าซชีวภาพจากเปลือกและทะลายมะพร้าวถือว่ามากกว่ากะลา แต่ก็พบว่าปริมาณลดลงในทุกปีจนถึงปี พ.ศ. 2560

8. ข้าวฟ่างนำมาแยกสองส่วน คือ ใบต้นและถ่านไม้ โดยพบว่า การผลิตปริมาณก๊าซชีวภาพจากใบต้นสูงกว่าถ่านไม้ ซึ่งพบว่าการผลิตจากข้าวฟ่าง ถือว่าได้ปริมาณก๊าซชีวภาพน้อยมากจนถึงปี พ.ศ. 2560

จากภาพรวมปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพจากพลังงานจากเชื้อเพลิงชีวภาพของแข็งในจังหวัดสุพรรณบุรีมาจากอ้อยโรงงานและข้าวมากที่สุด ส่วนการผลิตในลำดับไม่มาก ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และมันสำปะหลัง และการผลิตได้น้อยที่สุด ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว ต่อซึ่งสับปะรดและข้าวฟ่าง เป็นต้น ทั้งนี้พิจารณาจากพื้นที่การเพาะปลูกของเกษตรกรในจังหวัดสุพรรณบุรีปลูกพืชมากที่สุด คือ ข้าวและอ้อย

4.2 ตัวอย่างโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในจังหวัดสุพรรณบุรี

การสำรวจสถานการณ์พลังงานทดแทนโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในจังหวัดสุพรรณบุรีในภาพรวม พบว่าข้อมูลสำรวจเชิงพื้นที่ในจังหวัดสุพรรณบุรี ได้แบ่ง 2 ส่วน คือ ข้อมูล สภาพแวดล้อมทั่วไปและข้อมูลด้านพื้นที่สีเขียวและสุนทรียภาพและด้านคุณภาพอากาศมีการอ้างอิงเอกสารการตรวจสอบมาตรฐานการด้านสิ่งแวดล้อม โดยสำรวจจากกลุ่มตัวอย่าง 5 โรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในจังหวัดสุพรรณบุรี ได้แก่ โรงไฟฟ้า1 โรงไฟฟ้า2 โรงไฟฟ้า3 โรงไฟฟ้า4 และโรงไฟฟ้า 5 ตามลำดับ ดังรายละเอียด ดังนี้

4.2.1 ข้อมูล สภาพแวดล้อมทั่วไปของโรงไฟฟ้าที่ผลิตก๊าซชีวภาพในจังหวัดสุพรรณบุรี การสำรวจข้อมูลโรงไฟฟ้าที่มีกำลังผลิตติดตั้งและปริมาณขายตามสัญญา จำนวน 5 ตัวอย่าง ดังตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4 ตัวอย่างข้อมูล 5 โรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในจังหวัดสุพรรณบุรี

โรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ	กำลังผลิตติดตั้ง (MW)	ปริมาณขายตามสัญญา (MW)
1	0.280	0.200
2	2.200	1.000
3	1.000	0.540
4	4.252	4.000
5	4.900	4.900
รวม	12.632	10.640

จากข้อมูลในตารางที่ 4 ให้โรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในจังหวัดสุพรรณบุรี มีกำลังกำลังผลิตติดตั้งไฟฟ้าแบ่งเป็น 2 ขนาด คือ ขนาดโรงไฟฟ้าที่มีกำลังผลิตติดตั้ง ไม่เกิน 3 เมกะวัตต์ และ ขนาดโรงไฟฟ้าที่มีกำลังผลิตติดตั้ง ตั้งแต่ 3 เมกะวัตต์แต่ไม่ถึง 10 เมกะวัตต์ ตามลำดับ โดยมีภาพรวมสามารถผลิตติดตั้งไฟฟ้าได้ปริมาณ 12.632 MW และปริมาณที่ขายได้ตามสัญญา 10.640 MW ทำให้เห็นว่าข้อมูลพลังงานทดแทนในรูปของพลังงานไฟฟ้าของจังหวัดสุพรรณบุรีเทียบกับข้อมูลกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2562) แสดงพลังงานทดแทนในรูปของพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ.2560 ด้านเชื้อเพลิงชีวภาพ จำนวน 475.4 MW คิดเป็นสัดส่วนกำลังผลิตติดตั้งของประเทศ 2.65 % แสดงว่า จ.สุพรรณบุรีมี บริษัทที่ผลิตโรงงานก๊าซชีวภาพสนใจลงทุนไม่มาก แต่ถ้ามองภาพรวมการใช้พลังงานไฟฟ้าของจังหวัด พบว่ามีปริมาณความต้องการเพิ่มมากถ้ามีการสนับสนุนการประชาสัมพันธ์การลงทุนให้เห็นบริษัทที่ผลิตโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพเห็นกำไรจากลงทุนในจังหวัด เพิ่มจำนวนผู้ลงทุนมากขึ้น กำลังการผลิตจะได้เพิ่มมากขึ้นเพียงพอต่อความต้องการ

4.2.2 ข้อมูลด้านพื้นที่สีเขียวและสุนทรียภาพของโรงไฟฟ้าที่ผลิตก๊าซชีวภาพในจังหวัดสุพรรณบุรี
สนใจสำรวจข้อมูล 2 ด้าน คือ การปลูกต้นไม้ริมรั้วและแนวรั้วติดกับชุมชนและป้องกันของโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ
ดังตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 5 มาตรการด้านพื้นที่สีเขียวและสุนทรียภาพของโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในจังหวัดสุพรรณบุรี

โรงไฟฟ้า ก๊าซชีวภาพ	ด้านการปลูกต้นไม้ริมรั้ว	ด้านแนวรั้วติดกับชุมชนและ ป้องกัน
1	- มีการปลูกต้นไม้ริมรั้วของโครงการในระยะ 3-5 เมตร โดยรอบ มีรั้วแสดงพื้นที่ชัดเจนห่างไกลจากชุมชน - ปรากฏพื้นที่สีเขียวโดยรอบ - ไม่ปรากฏเสียงรบกวน	ห่างไกลจากชุมชน มีรั้วแน่นอน
2	- มีการปลูกต้นไม้ริมรั้วของโครงการในระยะ 3-5 เมตร โดยรอบ มีรั้วแสดงพื้นที่ชัดเจนห่างไกลจากชุมชน - ปรากฏพื้นที่สีเขียวโดยรอบ - ไม่ปรากฏเสียงรบกวน - มีกลิ่นโหมมาตลอดเวลา	ห่างไกลจากชุมชน มีรั้วแน่นอน
3	- มีการปลูกต้นไม้ริมรั้วของโครงการในระยะ 3-5 เมตร โดยรอบแต่ปรากฏเป็นต้นไม้เล็ก ใกล้ชุมชน - ปรากฏพื้นที่สีเขียวโดยรอบ - ไม่ปรากฏเสียงรบกวน - มีกลิ่นโหมมาตลอดเวลา	โครงการจัดให้มีแนวป้องกันน้อยมาก
4	- มีการปลูกต้นไม้ริมรั้วของโครงการในระยะ 3-5 เมตร โดยรอบ มีรั้วแสดงพื้นที่ชัดเจนห่างไกลจากชุมชน - ปรากฏพื้นที่สีเขียวโดยรอบ - ไม่ปรากฏเสียงรบกวน	โครงการจัดให้มีแนวป้องกันแน่นหนา
5	- มีการปลูกต้นไม้ริมรั้วของโครงการในระยะ 3-5 เมตร โดยรอบ แต่บางบ่อพักใกล้ชุมชน ไม่มีรั้วแสดงขอบเขต - ปรากฏพื้นที่สีเขียวโดยรอบ - มีกลิ่นโหมมาตลอดเวลา	โครงการจัดให้มีแนวป้องกันน้อยมาก

จากข้อมูลในตารางที่ 5 มาตรการด้านพื้นที่สีเขียวและสุนทรียภาพของโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพในจังหวัดสุพรรณบุรี ในด้านการปลูกต้นไม้ริมรั้วพบว่าทุกโรงไฟฟ้ามีการปฏิบัติตามข้อกำหนดให้มีการปลูกต้นไม้ริมรั้วของโครงการเพื่อป้องกันกลิ่น และเสียงรอบๆ โรงไฟฟ้า ในระยะ 3-5 เมตร ปรากฏพื้นที่สีเขียวโดยรอบ แต่บางโรงไฟฟ้ามีกลิ่นโหมมาตลอดเวลา ส่วนด้านแนวรั้วติดกับชุมชนและป้องกัน พบว่าบางโรงไฟฟ้ามีพื้นที่ห่างไกลจากชุมชน มีรั้วแน่นอน และบางโรงไฟฟ้ามีแนวป้องกันน้อยมาก ดังนั้นทำให้เห็นว่าการบริหาร จัดการของโรงไฟฟ้ายังไม่พร้อมตรงตามมาตรฐานเท่าที่ควร

4.2.3 ข้อมูลด้านคุณภาพอากาศของโรงไฟฟ้าที่ผลิตก๊าซชีวภาพในจังหวัดสุพรรณบุรี แบ่งข้อมูล 2 กรณี คือ

กรณี 1 กำลังผลิตติดตั้งไม่เกิน 3 เมกะวัตต์ จะพบในโรงไฟฟ้าที่ 1-3 มีการตรวจวัดผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านคุณภาพอากาศ ผลกระทบด้านคุณภาพอากาศในบรรยากาศ โดยตรวจวัดคุณภาพอากาศปีละ 1 ครั้ง ดังตารางที่ 6 ดังนี้

ตารางที่ 6 ข้อมูลด้านคุณภาพอากาศที่มีกำลังผลิตติดตั้งไม่เกิน 3 เมกะวัตต์

โรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ	รายละเอียด
1	- มีการตรวจวัดคุณภาพอากาศจากอุปกรณ์ระบายมลพิษอากาศ - มีแผนผังแสดงตำแหน่งจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศ
2	- ไม่ปรากฏข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ - มีแผนผังแสดงตำแหน่งจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศ
3	- มีการตรวจวัดคุณภาพอากาศจากอุปกรณ์ระบายมลพิษอากาศ - มีแผนผังแสดงตำแหน่งจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศ

จากข้อมูลในตารางที่ 6 มาตรการด้านคุณภาพอากาศที่มีกำลังผลิตติดตั้งไม่เกิน 3 เมกะวัตต์ พบว่าทุกโรงไฟฟ้ามีการตรวจวัดคุณภาพอากาศและแผนผัง ตำแหน่งจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศ

กรณี 2 กำลังผลิตติดตั้ง ตั้งแต่ 3 เมกะวัตต์แต่ไม่ถึง 10 เมกะวัตต์ จะพบในโรงไฟฟ้าที่ 4-5 มีการตรวจวัดผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านคุณภาพอากาศ ผลกระทบด้านคุณภาพอากาศในบรรยากาศ โดยตรวจวัดคุณภาพอากาศปีละ 2 ครั้ง ดังตารางที่ 7 ดังนี้

ตารางที่ 7 ข้อมูลด้านคุณภาพอากาศที่มีกำลังผลิตติดตั้ง ตั้งแต่ 3 เมกะวัตต์แต่ไม่ถึง 10 เมกะวัตต์

โรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ	รายละเอียด
4	- มีการตรวจวัดคุณภาพอากาศจากอุปกรณ์ระบายมลพิษอากาศ - มีแผนผังแสดงตำแหน่งจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศ
5	- ไม่ปรากฏข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ - มีแผนผังแสดงตำแหน่งจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศ

จากข้อมูลในตารางที่ 7 มาตรการด้านคุณภาพอากาศที่กำลังผลิตติดตั้ง ตั้งแต่ 3 เมกะวัตต์แต่ไม่ถึง 10 เมกะวัตต์ พบว่าโรงไฟฟ้าที่ 4 มีการตรวจวัดคุณภาพอากาศและแผนผัง ตำแหน่งจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศ แต่โรงไฟฟ้าไม่ปรากฏข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

สถานการณ์พลังงานทางเลือกก๊าซชีวภาพในจังหวัดสุพรรณบุรีมาจากสถานการณ์พลังงานทางเลือกก๊าซชีวภาพในประเทศไทยที่มีการตื่นตัวและเกิดการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นผลมาจากนโยบายการพัฒนาพลังงานทดแทนที่มีการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นในทุกภาคส่วนของสังคม โดยมีการกระจายกำลังการผลิตตามจังหวัดต่าง ๆ เพิ่มขึ้น ดังนั้นภาพรวมจากพลังงานทางเลือกของจังหวัดสุพรรณบุรีในทุกด้านสามารถหาข้อสรุป ได้ดังนี้ ด้านปริมาณมูลสัตว์และน้ำเสียอุตสาหกรรมพบว่าแนวโน้มเพิ่มขึ้น, ด้านปริมาณขยะชุมชนจะเน้นการเกิดพลังงานจากการเผาไหม้มากกว่าการฝังกลบ ด้านปริมาณเชื้อเพลิงชีวภาพของเหลว พบว่าวัตถุดิบที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง ได้แก่ ผลผลิตจากปาล์มน้ำมัน ซึ่งมีการมาทำเป็นเชื้อเพลิงในปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่วนมันสำปะหลัง, กากน้ำตาลและมะพร้าวดิบนั้น มีปริมาณผลผลิตวัตถุดิบลดลงอย่างต่อเนื่อง และปริมาณเชื้อเพลิงชีวภาพของแข็งมาจากอ้อยโรงงานและข้าวมากที่สุด ส่วนการผลิตไม่มาก ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และมันสำปะหลัง มะพร้าว ตอซังสับปะรดและข้าวฟ่าง เป็นต้น ทั้งนี้พิจารณาจากพื้นที่การทำเกษตรกรรมของเกษตรกรในจังหวัดสุพรรณบุรี พบว่าพืชที่ปลูกมากที่สุด คือ ข้าวและอ้อยแสดงให้เห็นว่ามีปริมาณผลผลิตวัตถุดิบมาก การผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพสูงมาก และจากตัวอย่างข้อมูลสำรวจเชิงพื้นที่โรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพจำนวน 5 แห่ง ในจังหวัดสุพรรณบุรี จะเห็นว่าโรงไฟฟ้าที่มีกำลังกำลังผลิตติดตั้งไฟฟ้าแบ่งเป็น 2 ขนาด คือ ขนาด

โรงไฟฟ้าที่มีกำลังผลิตติดตั้ง ไม่เกิน 3 เมกะวัตต์จำนวน 3 โรงไฟฟ้าและขนาดโรงไฟฟ้าที่มีกำลังผลิตติดตั้ง ตั้งแต่ 3 เมกะวัตต์แต่ไม่ถึง 10 เมกะวัตต์มีจำนวน 2 โรงไฟฟ้า โดยภาพรวม จังหวัดสุพรรณบุรียังมีโรงไฟฟ้าที่สนใจลงทุนไม่มาก และมาตรฐานคุณภาพอากาศยังไม่สามารถควบคุมให้ได้ตามมาตรฐานป้องกัน แต่ถ้ามองภาพรวมการใช้พลังงานไฟฟ้าของจังหวัดสุพรรณบุรี กลับพบว่ามีความต้องการเพิ่มมากขึ้นทุกปี จึงควรมีการสนับสนุนให้มีการสร้างโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพเป็นทางเลือกในจังหวัดสุพรรณบุรีเพื่อจะได้เพียงพอการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (ออนไลน์). 2562. สืบค้นจาก:
<http://services.dede.go.th/opaendata/>.
- [2] กัญญิกา กิตติพงษ์วัฒนา, สุวิมล กาญจนสุธาและสุภาวดี ผลประเสริฐ. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์กากตะกอนดีแคเตอร์และกลีเซอรอลดิบในกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพ. Phranakhon Rajabhat Research Journal (Science and Technology). Vol.13 No.2 (July - December 2018) 16-33.
- [3] ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์ และ โกวิท สุวรรณหงส์. การผลิตพลังงานทดแทนจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรร่วมกับวัชพืชน้ำในพื้นที่อำเภอลำสนธิ จังหวัดสุพรรณบุรี. สำนักโครงการวิจัยอุดมศึกษาและพัฒนา มหาวิทยาลัยแห่งชาติ, สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. 2554.
- [4] พาริดา พรหมมา ดุษณี ณะบริพัฒน์และปราโมทย์ ศิริโรจน์. การผลิตก๊าซชีวภาพจากหญ้าเนเปียร์ 3 สายพันธุ์. วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง ปีที่ 23 ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2557. 30-59.
- [5] นิมิตร ขจรไชยกุล อติชาติ ภูมิวนิชชา สุรัตน์ บุญยวง. การศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลแพะ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ. 2555.
- [6] วิสาชา ภูจินดา. การบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิต พลังงานใช้ในระดับชุมชนและระดับครัวเรือน สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. 2555.
- [7] อภิชาติ เทอดโยธิน. การจัดการพลังงานคืออะไร. ใน 50 บทความ เพื่อการฉลอง 50 ปี แห่งการก่อตั้งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มจร. กับังงานวิชาการ: พลังงาน สิ่งแวดล้อม ระบบวิทยาศาสตร์โลก. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2553.

การระบุชิ้นงานบนสายพานลำเลียงลำเลียงโดยใช้การประมวลผลภาพสี ด้วยกล้องเว็บแคม

IDENTIFY THE WORKPIECES ON CONVEYOR BELT BY COLOR IMAGE PROCESSING USING A WEB CAMERA

นภัสดล สิงหะตา*¹ อนันต์ โสภณ ² อนุสรณ์ สาธุเสน ³ กวีวัชร ทัตติวงษ์ ⁴ ศิริวรรณ พลเศษ ⁵
Napassadol Singhata*¹Anan Sopin²Anusorn Satusen ³ Kaweewat Tattiwong⁴ Siriwan Polset⁵

¹²³⁴ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

⁵ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มรภ.วไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์

* E-mail: napassadol.s@mail.rmutk.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการประมวลผลภาพสีโดยใช้กล้องเว็บแคมในการจำแนกสีของชิ้นงานที่มีความแตกต่างกันเพื่อจำแนกวัตถุ 3 ชนิด วางบนสายพานลำเลียง ได้แก่ พลาสติกสีเหลือง พลาสติกสีดำ และอลูมิเนียม มีลักษณะเป็นทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 มม. สูง 25 มม. แทนการใช้เซนเซอร์ในการตรวจสอบ จากการทดลองพบว่า เมื่อวางชิ้นงานบนสายพานลำเลียงที่หยุดนิ่งหรือวิ่งด้วยความเร็ว 3 ระดับ ได้แก่ รอบความเร็วต่ำ 10 รอบ/นาที ความเร็วปานกลาง 30 รอบ/นาที และรอบความเร็วสูง 60 รอบ/นาที โดยใช้กล้องเว็บแคมเปรียบเทียบกับการใช้เซนเซอร์ 3 ชนิดในการตรวจสอบวัตถุได้แก่ Capacitive Proximity Sensor Fiber optic sensor และ Inductive Proximity Sensor ในการตรวจสอบ ผลปรากฏว่า กล้องและเซนเซอร์สามารถจำแนกวัตถุได้ถูกต้องแม้สุมวางชิ้นงานวางลงบนสายพานลำเลียงเพื่อตรวจสอบ โดยวิธีการดังกล่าวเป็นอีกวิธีการที่น่าสนใจและนำระบบประมวลผลภาพโดยใช้กล้องเว็บแคมไปพัฒนาใช้งานแทนเซนเซอร์ได้

คำสำคัญ: การประมวลผลภาพ กล้องเว็บแคม เซ็นเซอร์

ABSTRACT

This article presents a method of color image processing by using a web camera to classify the different color of work piece, which 3 items put on conveyor belt including yellow plastic, black plastic and aluminum. The cylinder has a diameter of 40 mm. and 25 mm. in height instead of using sensors to inspect. Experimental results shown that when a work piece was put in stationary conveyor status or 3 speed of dynamics conveyor including low speed in 10 rpm, middle speed in 30 rpm and high speed in 60 rpm. It was detected by web camera and 3 types of sensors namely know as Capacitive Proximity Sensor, Fiber optic sensor and Inductive Proximity Sensor, it was found the cameras and sensors can accurately identify objects, even if randomly placed on a conveyor. This method is another interesting method and can be developed to replace the sensor.

วันที่รับบทความ 19 กุมภาพันธ์ 2563

วันแก้ไขบทความ 11 มีนาคม 2563

วันตอบรับบทความ 21 มีนาคม 2563

Keywords: Image Processing, Web Camera and Sensor

1. บทนำ

ระบบการประมวลผลภาพด้วยกล้องเป็นเซนเซอร์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานต่างๆ ได้หลายด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบอุตสาหกรรมการนำกล้องมาใช้ในการตรวจสอบในด้านการคัดแยกชิ้นงานโดยนำวิธีการประมวลผลภาพแทนการใช้เซนเซอร์เป็นวิธีที่น่าวิจัย และนำไปศึกษาต่อ เพื่อนำวิธีการดังกล่าวไปสู่การใช้งานอุตสาหกรรมจริง เมื่อเปรียบเทียบวิธีการประมวลผลภาพกับการใช้เซนเซอร์ที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อจำแนกวัตถุ พบว่าโดยทั่วไปเซนเซอร์ 1 ตัว จะสามารถระบุชิ้นงานได้เพียง 1 ชนิด ในกรณีที่เครื่องจักรมีพื้นที่จำกัด ทำให้การติดตั้งเซนเซอร์บนเครื่องจักรยุ่งยาก อีกทั้งทำให้มีราคาเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจากเดิมและต้องเพิ่มการบำรุงรักษามากยิ่งขึ้นเพื่อลดปัญหาที่กล่าวมานั้น วิธีการประมวลผลภาพโดยใช้กล้องเว็บแคมเป็นอีกวิธีหนึ่งที่น่าสนใจและสามารถนำไปพัฒนาตรวจสอบชิ้นงานในระบบอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรมได้

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกลักษณ์ สุมณพันธุ์ และ ประมูล บัวน้อย [1] การวิเคราะห์ความเข้มของสีใบข้าวด้วยซอฟต์แวร์เวกเตอร์สำหรับการถดถอย เพื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้ตรงกับ ความต้องการของข้าว โดยใช้เครื่องสแกนสีหือแคนนอนรุ่น N 640 Pex ในการสแกนสีใบข้าวเก็บเป็นไฟล์ข้อมูลภาพหลังจากนั้นทำการประมวลผลภาพออกมาเป็นข้อมูลเชิงตัวเลขโดยเปลี่ยนภาพ RGB ให้เป็นภาพ HSV โดยกำหนดย่านสี S และ V และใช้วิธีการประมวลผลภาพด้วยฟัซซี ซี-มีน (fuzzy c-mean) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการแปลงค่าสีให้เป็นจำนวนปุ๋ยด้วยวิธีซอฟต์แวร์เวกเตอร์สำหรับการถดถอยโดยวิธีการดังกล่าวจะทราบปริมาณการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวได้ เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการประมาณค่าด้วยวิธีดังกล่าวกับผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีความแตกต่างประมาณ 15.7 % จากจำนวนใบสู่ผลการเปรียบเทียบ 10 ใบ โดยวิธีการดังกล่าวช่วยให้เกษตรกรตัดสินใจใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวได้แม่นยำยิ่งขึ้น เป็น การประหยัดงบประมาณในการซื้อปุ๋ย ต้นข้าวโตสมบูรณ์ ทนพ.อภิชิต อาสนาพิทย และ สุรเดช บุญลือ [2] การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ เพื่อคัดกรองภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด จำเป็นต้องเจาะเลือดไปตรวจหาค่าบิลิรูบินทำให้อาจเกิดภาวะอันตรายแก่เด็กได้ จึงจำเป็นต้องใช้วิธีการประมวลผลภาพ โดยเก็บตัวอย่างภาพถ่ายบริเวณทรวงอกของทารกแรกเกิด โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม เป็นทารกที่ไม่มีภาวะตัวเหลืองจำนวน 51 ภาพ และกลุ่มที่ 2 เป็นทารกที่มีภาวะตัวเหลืองจำนวน 84 ภาพ โดยนำเทคนิคการประมวลผลภาพโดยใช้ สมาร์ทโฟนที่ถ่ายภาพบริเวณหน้าอกของเด็กทารกและใช้แถบกระดาษสีควบคุมแสงแบบบริเวณท้อง เพื่อชดเชยค่าแสงและกำหนดระยะห่างระหว่างกล้องและผู้ถ่ายภาพโดยให้ความกว้าง ของภาพพอดิบกับความยาวของกระดาษสีทุกครั้ง หลังจากนั้นนำภาพมาวิเคราะห์หาค่าสี CYMK พร้อมชดเชย ค่าสีแบบ Linear Slope แล้วนำมาคำนวณหาค่าบิลิรูบิน โดยใช้สูตร และนำค่าดังกล่าวมาเปรียบเทียบอ้างอิงตามช่วงอายุ ผลปรากฏว่าวิธีการดังกล่าวมีความแม่นยำร้อยละ 91.67 มีความถูกต้องร้อยละ 90.00 เนื่องจากมีการชดเชยแสงและควบคุมระยะห่างระหว่างภาพ ทำให้เด็กทารกไม่ต้องเจ็บตัวและลดภาวะเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นจากวิธีการเจาะเลือด อมรฤทธิ์ พุทธิพิพัฒน์จร และพัชรภรณ์ พรหมสุรินทร์ [3] การตรวจหารอยร้าวของไข่ภายใต้ระบบสุญญากาศด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ ในระบบอุตสาหกรรมการคัดแยกไข่ที่มีรอยร้าวออก โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพมาประยุกต์ตรวจสอบ โดยต้องนำไข่ไปวางไว้ในกล่องสุญญากาศ และถ่ายภาพ แล้วนำภาพดังกล่าวแยกองค์ประกอบของสี ทำการลบภาพพื้นหลัง และเปลี่ยนผิวของเปลือกไข่เพื่อตรวจจ็รอยร้าวของไข่ จากการทดลองกับไข่ทั้งหมด 80 ฟอง พบว่าวิธีการดังกล่าวสามารถตรวจหารอยร้าวของไข่ได้ถูกต้องถึงร้อยละ 86.25 % โดยวิธีการดังกล่าวสามารถตรวจหารอยร้าวของไข่แบบรวดเร็วและไม่ทำลายไข่ในการตรวจสอบลดปัญหาการจ้างแรงงานซึ่งปัจจุบันมี ต้นทุนค่อนข้างสูง แต่จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการลำเลียงไข่ให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ งานอุตสาหกรรมจริงเพิ่มมากขึ้น ไกรฤกษ์ เชยชื่น และ พิชิต กิตติสุวรรณ [4] ได้นำการประมวลผลภาพเพื่อพิสูจน์สีในงานพิมพ์ โดยนำภาพถ่ายคำนวณหาค่าฮิสโตแกรมสี โดยจะแบ่งเป็น 3 ช่องสี ได้แก่ สีแดง, สีเขียว, สีน้ำเงิน โดยแต่ละช่องสีจะมีค่าความเข้มสี 0 ถึง 255 และคำนวณหาฮิสโตแกรมสีด้วยสูตรทางคณิตศาสตร์เพื่อทำ

การตรวจสอบพิสูจน์สีในงานพิมพ์ จากผลการทดลองพบว่าวิธีการดังกล่าวมีความผิดพลาด 22.22% ซึ่งเกิดจากสภาพแสงห้องที่ใช้ทดสอบมีความไม่แน่นอนส่งผลให้อัลติเกรมสีมาตรฐานมีความแปรปรวนสูง โดยใช้วิธีสี ลุ่มเซเนว และ ญรัฐภูมิ พจน์ปริญญา [5] การพัฒนาเครื่องฟอกสีสำหรับการตรวจหาตัวอ่อนในไข่ไก่ โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพดิจิทัล เครื่องฟอกสีในปัจจุบันยังขาดประสิทธิภาพในการตรวจหาตัวอ่อนภายในไข่ไก่ เพื่อทำการคัดแยกไข่ไก่ที่ไม่มีเชื้อตัวอ่อนไขในระยะต่างๆออกจากกันเพื่อลดปัญหาของการเกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ การคัดแยกด้วยวิธีการประมวลผลภาพ มีวิธีการโดยแปลงภาพสีให้เป็นภาพสีเทา (RGB to Gray) ที่ระดับสีเทามีจำนวน 8 บิต และทำการแยกวัตถุออกจากพื้นหลัง ด้วยวิธีการเทรชโฮลด์ (Threshold) ซึ่งจะสามารถนำภาพไปใช้งานในการตรวจหาตัวอ่อนในไข่ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ประภพ ธนเจริญจำรัส [6] ใช้หลักการประมวลผลภาพเพื่อตรวจสอบเลขชุดที่ถูกตีพิมพ์มาจากโรงงานผลิตยาโดยจะมีความแตกต่างจากเลขชุดที่ปลอมขึ้นมา ผลการทดสอบพบว่า การประมวลผลภาพสามารถแยกแยะยาที่ถูกพิมพ์ในลักษณะเฉพาะออกมาจากชิ้นงานที่เลียนแบบคล้ายของจริงซึ่งมีลักษณะที่ใกล้เคียงกันและแยกความแตกต่างได้ยากด้วยตาเปล่าหรือจากการสังเกต โดยวิธีการตรวจสอบด้วยการประมวลผลเป็นวิธีการที่น่าเชื่อถือสามารถแสดงค่าการตรวจสอบออกมาในรูปแบบของตัวเลขซึ่งสอดคล้องกับ จิตรพงษ์ เจริญจิตร [7] ที่ใช้วิธีการประมวลผลภาพในการแยกแยะรูปทรงของไข่มุก รูปทรงที่มีลักษณะเป็นทรงรีและทรงกลมออกจากกันให้ชัดเจนถูกต้อง โดยการวัดจากการประมวลผลภาพสามารถแยกแยะวัตถุดังกล่าวอีกทั้งช่วยลดความเสียหายของชิ้นงานที่เกิดจากการทดสอบใช้เครื่องมือในการวัดขนาด รูปร่างของชิ้นงาน ภูมิรินทร์ ต้นอุทุม [8] ได้พัฒนาเครื่องต้นแบบคัดแยกดอกดาวเรืองโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ คัดแยกดอกดาวเรือง 4 ขนาด โดยนำดอกดาวเรืองวางบนสายพาน และควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ด้วยบอร์ด Raspberry pi 3 Model B และรับส่งข้อมูลด้วยบลูทูธ โดยวิธีการประมวลผลภาพสามารถทดแทนการตรวจสอบด้วยตาเปล่าได้เป็นอย่างดี มีประสิทธิภาพสามารถแยกความแตกต่างของชิ้นงานได้อย่างคงที่ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้มนุษย์ทำงานในเวลาต่อเนื่องเป็นเวลานาน กันตภณ พรวิโรต [9] เครื่องคัดแยกสีอัตโนมัติบนระบบสายพานลำเลียงควบคุมด้วยอาดูโน โดยใช้เซนเซอร์ในการคัดแยกชิ้นงานที่เป็นโลหะกับอลูมิเนียม ได้กล่าวว่าการเลือกใช้เซนเซอร์นอกจากการพิจารณาถึงลักษณะงาน ยังต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบอื่นๆด้วย เช่น ลักษณะ ของวัตถุ ได้แก่ ขนาด รูปร่าง สี ลักษณะพื้นผิว ตำแหน่ง ติดตั้งหรือตรวจจับวัตถุ ความเร็วในการเคลื่อนที่ของ วัตถุผ่านเซนเซอร์ ระยะห่างระหว่างเซนเซอร์กับชิ้นงาน และสภาพแวดล้อมในบริเวณใช้งาน ดังนั้นวิธีการประมวลผลภาพจึงเป็นวิธีที่น่าสนใจสามารถใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบแทนเซนเซอร์และแก้ไขปัญหาข้างต้นที่กล่าวมาได้ โดยบทความนี้จะใช้กล้องเว็บแคมในการทดลองเนื่องจากกล้องอุตสาหกรรมและกล้องเว็บแคมมีหลักการการตั้งค่าและการเขียนโปรแกรมที่ใกล้เคียงกันมาก และกล้องเว็บแคมสามารถหาซื้อได้ง่ายราคาถูกมีให้เลือกหลายรูปแบบ ก่อนที่จะนำไปพัฒนาและต่อยอดสู่การนำไปใช้แทนเซนเซอร์ในระบบอุตสาหกรรมต่อไป

3. วิธีการวิจัย

ในวิธีการทำการวิจัยจะมีอุปกรณ์ที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับงานอยู่ 3 ส่วน ดังนี้

1. กล้องเว็บแคมที่ใช้ในการถ่ายภาพและนำภาพดังกล่าวไปประมวลผลเพื่อจำแนกรับรู้ชิ้นงาน
2. ระบบสายพานลำเลียงที่ควบคุมด้วยพีแอลซี เป็นเครื่องจักรที่ลำเลียงชิ้นงานที่ถูกนำมาวางบนสายพานลำเลียงที่สามารถปรับระดับความเร็วของสายพานได้เพื่อให้ชิ้นงานเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์และกล้องเพื่อระบุตัวชิ้นงาน

3. เซนเซอร์ใช้ในการระบุชิ้นงานจะติดตั้งอยู่บนระบบลำเลียงสายพาน

โดยการทำงานของระบบมีวิธีการตั้งค่า เขียนโปรแกรมและติดตั้งอุปกรณ์ ดังนี้

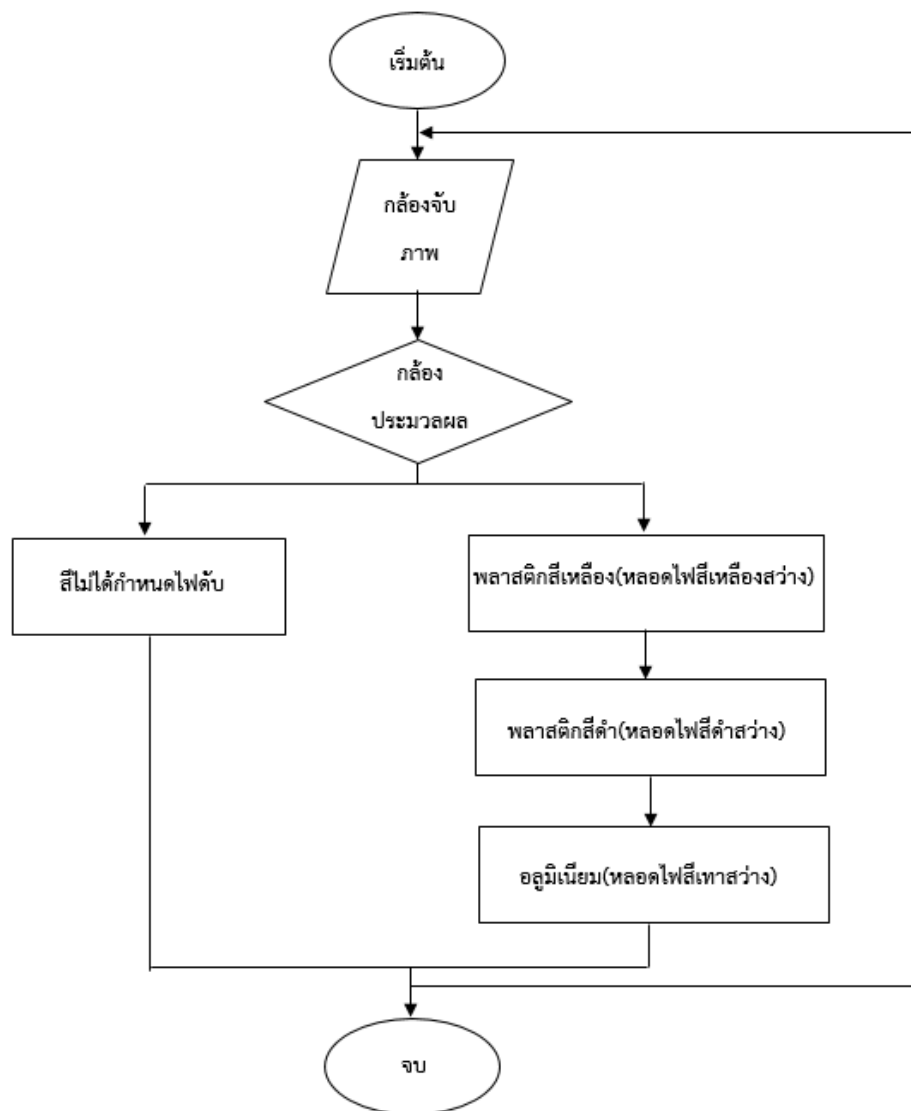
3.1 การปรับกล้องเว็บแคม

การปรับค่ากล้องจำเป็นต้องตั้งค่าให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมเพื่อให้กล้องทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็นต่างๆ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆของกล้อง

พารามิเตอร์	แสดงผล	
	ค่า	หน่วย
Video mode	1920x1080	Pixel
framerate	30	fps
Brightness	128	-
Contrast	1.28	-
Exposure	0.03125	-
Focus	70	-
Saturation	128	-
Sharpness	128	-
White balance	2000	-

3.2 การจำแนกวัตถุ

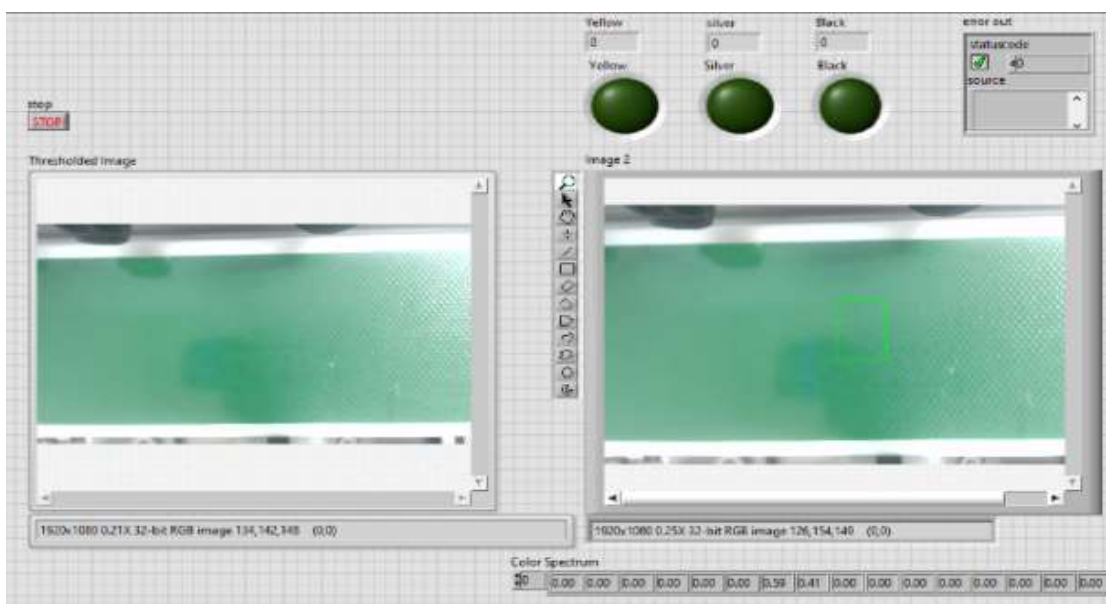


ภาพที่ 1 ขั้นตอนการประมวลผลภาพ

การจำแนกวัตถุ 3 ชนิด ออกจากกันเริ่มจากนำสัญญาณภาพจากกล้องเว็บแคมผ่านสาย USB ไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปประมวลผล โดยมีขนาดสัญญาณภาพ 1920x1080 พิกเซล และมีอัตราการถ่ายภาพ (Frame rate) 30 fps ซึ่งสามารถจับภาพวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ผ่านได้โดยแสดงภาพจากโปรแกรมหน้าจอแสดงผลที่สร้างขึ้นมา หลังจากนั้นจะใช้วิธีการวิเคราะห์แยกสัญญาณภาพออกเป็นส่วนๆ โดยการระบุสีและการแบ่งส่วนภาพสีเพื่อแปลงสัญญาณภาพ RGB ให้เป็นข้อมูลเชิงตัวเลขให้อยู่ในรูปข้อมูลอาร์เรย์ 3 มิติ หลังจากนั้นจะทำการแบ่งสีโดยใช้เทคนิคการทำขีดแบ่ง (Thresholding Techniques) ออกเป็นช่วง 16 ช่วง หรือแบ่งค่าออกมาได้ 16 เฉดสี และกำหนดพื้นที่ตรวจสอบ ที่ตำแหน่ง (850,400,1050,620) (x1,y1,x2,y2) บริเวณกลางของจอภาพที่เป็นกรอบสี่เหลี่ยม บริเวณกลางของเฟรมกล้อง เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ผ่านกล้องกล้องจะทำการวิเคราะห์ภาพดังกล่าวหลังจากนั้นนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าออกมาเพื่อนำไปเปรียบเทียบโดยเป็นค่าเฉดสี 16 สี หรือ 16 ช่อง โดยแต่ละช่องจะเป็นตัวแทนของสีต่างๆ โดยสามารถอธิบายขั้นตอนการดำเนินงาน ดังภาพที่ 1

3.3 การทำงานเพื่อจำแนกวัตถุ

โปรแกรมสั่งงานจะแสดงดังรูปที่ 2 เมื่อกดปุ่มเริ่มทำงานกล้องทำหน้าที่ตรวจสอบวัตถุที่วิ่งผ่าน โปรแกรมแสดงผลมี 2 จอ ได้แก่จอภาพแสดงภาพวัตถุที่วิ่งผ่านและ จอภาพที่ 2 แสดงพื้นที่การตรวจสอบชิ้นงาน และมีกรอบสีเขียวแสดงอยู่บริเวณกลางเฟรมจอเป็นจุดตรวจสอบสีของวัตถุที่วิ่งผ่านและช่องด้านล่างทำการแสดงผลการตรวจสอบค่าเฉลี่ยต่างๆ 16 ช่อง โดยสีเหลืองจะอยู่ที่ช่องที่ 4 สีดำจะอยู่ที่ช่องที่ 15 และสีเทาจะอยู่ที่ช่องที่ 16 ด้านบนจอแสดงภาพที่ 2 จะมีหลอดไฟ 3 หลอด ได้แก่หลอดไฟหลอดที่ 1 สีเหลือง หลอดไฟหลอดที่ 2 สีเทา และหลอดไฟหลอดที่ 3 สีดำ เพื่อตรวจสอบวัตถุ 3 ชนิดได้แก่ เมื่อพลาสติกสีเหลืองวิ่งผ่าน หลอดไฟหลอดที่ 1 จะสว่าง ชิ้นงานอลูมิเนียมวิ่งผ่าน หลอดไฟหลอดที่ 2 จะสว่าง และชิ้นงานพลาสติกสีดำวิ่งผ่าน หลอดไฟหลอดที่ 3 จะสว่างตามลำดับ



ภาพที่ 2 โปรแกรมสั่งงาน

3.4 สายพานลำเลียง

วัตถุจะวางบนสายพานลำเลียงที่ควบคุมด้วยพีแอลซี ซึ่งเป็นตัวประมวลผลสั่งมอเตอร์หมุนเพื่อให้สายพานเลื่อนไปตามจุดต่างๆ นอกจากนี้ในระบบจะมีเซนเซอร์เพื่อตรวจสอบและระบุชิ้นงานเพื่อทำการส่งสัญญาณแสดงผลให้หลอดไฟสว่างถ้ามีชิ้นงานผ่านหน้าเซนเซอร์ การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆเข้าอินพุตและเอาต์พุตของพีแอลซี ดังนี้

ขา L คือ สายไฟเข้าพีแอลซี แรงดันเอาต์พุตไฟฟ้า 24 VAC(ไฟบวก)

ขา N คือ สายนิวตรอนเข้าพีแอลซี(ไฟลบ)

ขา S/S คือ สายไฟเมนไฟเข้าพีแอลซี แรงดันไฟฟ้า 24 VDC(ไฟบวก)

ขา Com, C1, C2, C3 คือสายไฟลบ(0VDC) ซึ่งต่อรวมถึงกัน และกำหนดอุปกรณ์ต่างๆเชื่อมต่อกับพีแอลซี ตามตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์และพีแอลซี

Sensor	PLC		Work piece
	Input	Output	
Start switch	X0		
Stop switch	X1		
Capacitive Proximity Sensor	X3		
Fiber optic sensor	X4		
Inductive Proximity sensor	X5		
Conveyor Motor		Y0	
LED1(L1) G		Y1	Black
LED2(L2) R		Y2	Yellow
LED3(L3) Y		Y3	Aluminum

4. ผลการวิจัย

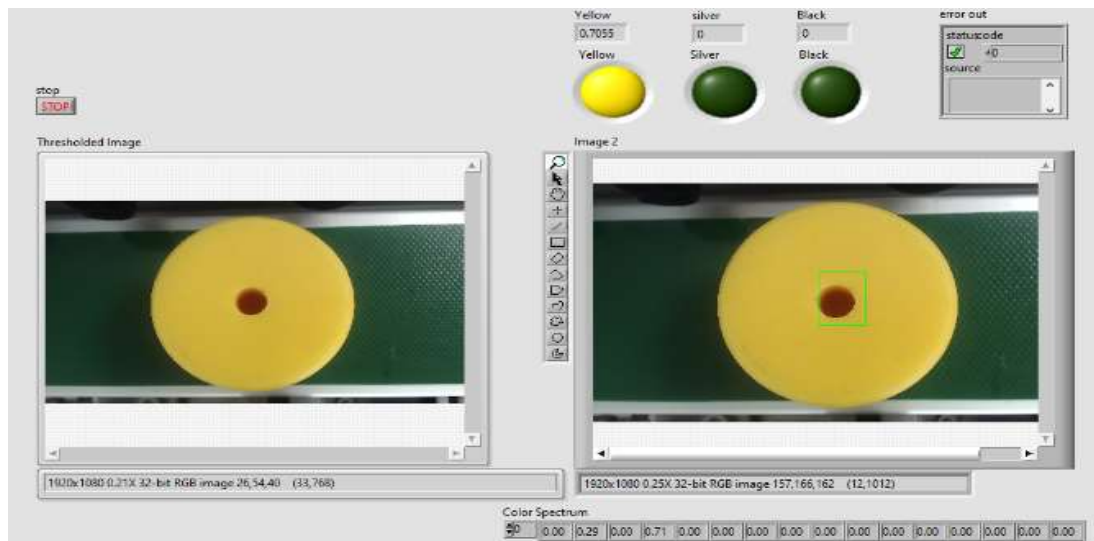
การทดสอบจะทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรมการประมวลผลภาพโดยแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยมีหลอดไฟแสดงสถานะระบุชิ้นงานเมื่อตรวจพบชิ้นงาน 3 ชนิด วังผ่านได้แก่ พลาสติกสีเหลือง อลูมิเนียม และพลาสติกสีดำ โดยการทดสอบจะแยกออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

4.1 การทดลองที่ 1 วางวัตถุไว้บนสายพานลำเลียงที่หยุดนิ่ง

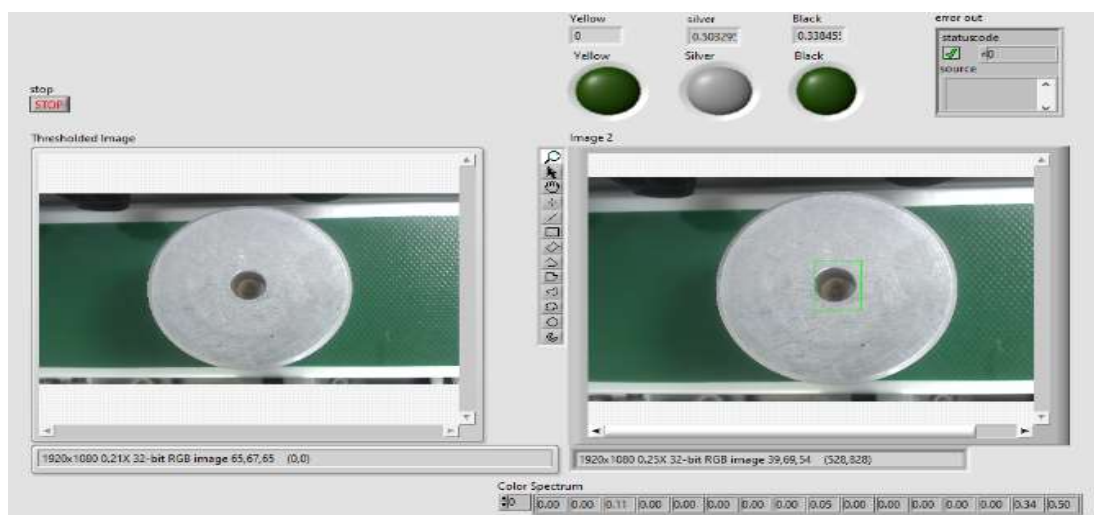
4.2 การทดลองที่ 2 วางชิ้นงานบนสายพานลำเลียงเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 รอบ/นาที 30 รอบ/นาที และ 60 รอบ/นาที

การทดลองที่ 1 วางวัตถุไว้บนสายพานลำเลียงที่หยุดนิ่ง

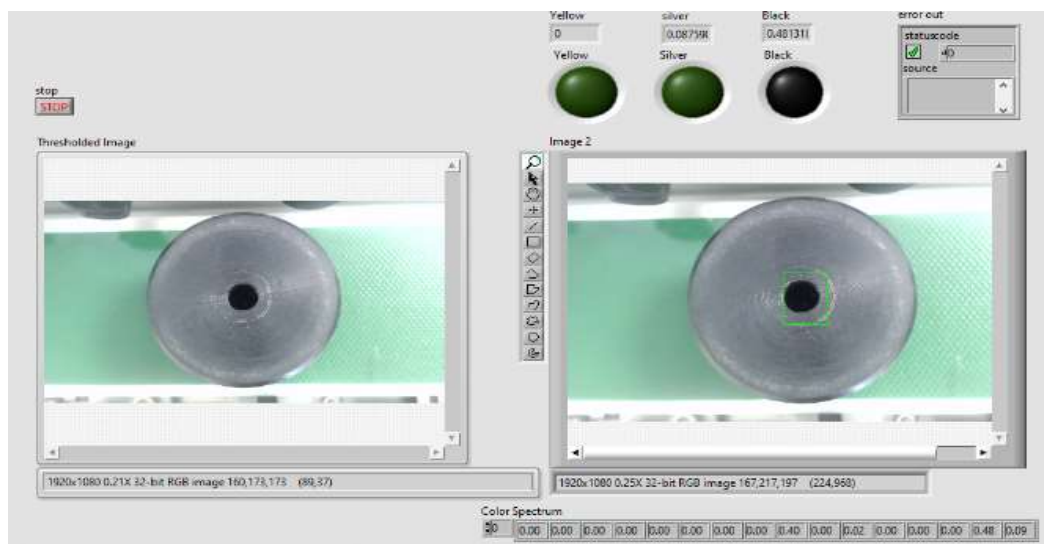
ทำการทดสอบโปรแกรมการระบุชิ้นงานโดยนำชิ้นงาน 3 ชนิด วางบนสายพานลำเลียงเพื่อวิเคราะห์และทดสอบโปรแกรมการระบุชิ้นงานด้วยกล้องเว็บแคมได้แก่ พลาสติกสีเหลือง อลูมิเนียม และพลาสติกสีดำ มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 มม. และความสูง 25 มม. และโดยแสดงดังภาพที่ 3 ภาพที่ 4 และภาพที่ 5 ตามลำดับ



ภาพที่ 3 การทดสอบพลาสติกสีเหลือง



ภาพที่ 4 การทดสอบอลูมิเนียม



ภาพที่ 5 การทดสอบพลาสติกสีดำ

จากผลการทดลองที่ 1 พบว่าเมื่อวางพลาสติกสีเหลืองบนสายพานลำเลียงกลิ้งเว็บแคมจะทำการตรวจสอบบริเวณพื้นที่ที่กำหนดและหลอดไฟสีเหลืองจะสว่าง โดยแสดงค่าสีเหลืองออกมาเป็น 0.71 ดังแสดงดังรูปที่ 3 และเมื่อทำการเปลี่ยนชิ้นงานเป็นโลหะพบว่ากลิ้งเว็บแคมจะทำการตรวจสอบบริเวณพื้นที่ที่กำหนดและหลอดไฟสีเทาจะสว่าง โดยแสดงค่าสีเทาออกมาเป็น 0.5 ดังแสดงดังรูปที่ 4 และเมื่อเปลี่ยนชิ้นงานเป็นพลาสติกสีดำ กลิ้งเว็บแคมจะทำการตรวจสอบบริเวณพื้นที่ที่กำหนดและหลอดไฟสีดำจะสว่าง โดยแสดงค่าสีดำออกมาเป็น 0.48 ดังแสดงดังภาพที่ 5

การทดลองที่ 2 วางชิ้นงานบนสายพานลำเลียงเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 รอบ/นาที 30 รอบ/นาที และ 60 รอบ/นาที



ภาพที่ 6 เซนเซอร์ที่ใช้ในการทดสอบ

สุมชิ้นงานวางลงบนสายพานลำเลียงโดยกำหนดความเร็ว 10 รอบ/นาที 30 รอบ/นาที และ 60 รอบ/นาที ตามลำดับ โดยวัดเทียบกับเซนเซอร์ 3 ชนิดได้แก่ 1. Capacitive Proximity Sensor มีหน้าที่ตรวจพบชิ้นงานที่วิ่งผ่าน 2. Fiber Optic Sensor มีหน้าที่ตรวจพบชิ้นงานที่มีสีตามกำหนด และ Inductive Proximity Sensor มี

หน้าที่ตรวจชิ้นงานที่เป็นโลหะ โดยมีรูปเซนเซอร์ทั้งสามชนิด ดังภาพที่ 6.



ภาพที่ 7 หลอดไฟแสดงการทำงานของเซนเซอร์

หลอดไฟจะสว่างเมื่อเซนเซอร์ตรวจพบวัตถุที่วิ่งผ่านหน้าเซนเซอร์ โดยกำหนดให้ ถ้าเซนเซอร์ตรวจพบพลาสติกสีเหลืองหลอดไฟสีเขียว (L1) จะสว่าง ถ้าเซนเซอร์ตรวจพบอลูมิเนียม หลอดไฟสีแดง (L2) จะสว่าง ถ้าเซนเซอร์ตรวจพบพลาสติกสีดำหลอดไฟสีเหลือง (L3) จะสว่าง โดยหลอดไฟทั้ง 3 หลอด แสดงดังภาพที่ 7

ตารางที่ 3 การทดสอบระบบขึ้นงานด้วยกล้องเว็บแคม และเซนเซอร์

ชนิดของ เซน เซอร์	RPM	จำนวนครั้งที่ใช้ในการทดสอบ									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
กล้อง	10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	30	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	60	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ind, Opt, Cap	10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	30	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	60	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Ind = Inductive Proximity Sensor

Opt = Fiber Optic Sensor

Cap = Capacitive Proximity Sensor

RPM = หน่วยความเร็วรอบ (รอบ/นาที)

เมื่อทำการทำการสุมวางชิ้นงาน 3 ชนิด ได้แก่พลาสติกสีเหลือง ชิ้นงานพลาสติกสีดำ ชิ้นงานอลูมิเนียมลงบนสายพานที่มีความเร็ว 10 RPM จำนวน 10 ครั้ง ผลปรากฏว่า เมื่อวางชิ้นงานพลาสติกสีเหลืองลงบนสายพาน ชิ้นงานจะวิ่งผ่านหน้ากล้องเว็บแคมและเซนเซอร์ หลอดไฟสีเหลืองในจอกอมพิวเตอร์จากการประมวลผลภาพและหลอดไฟ (L1) ในเครื่องจักรพีแอลซีที่วัดได้จากเซนเซอร์จะสว่างขึ้น เมื่อวางชิ้นงานพลาสติกสีดำนลงบนสายพาน ชิ้นงานจะวิ่งผ่านหน้ากล้องเว็บแคมและเซนเซอร์หลอดไฟสีดำในจอกอมพิวเตอร์จากการประมวลผลภาพและหลอดไฟ (L2) ในเครื่องจักรพีแอลซีที่วัดได้จากเซนเซอร์จะสว่างขึ้น เมื่อวางชิ้นงานอลูมิเนียมลงบนสายพาน ชิ้นงานจะวิ่งผ่านหน้ากล้องเว็บแคมและเซนเซอร์หลอดไฟสีเทาในจอกอมพิวเตอร์จากการประมวลผลภาพและหลอดไฟ (L1) ในเครื่องจักรพีแอลซีที่วัดได้จากเซนเซอร์จะสว่างขึ้น เมื่อทำการเพิ่มความเร็วของสายพานเป็น 30 RPM หรือความเร็วรอบที่ 60 RPM โดยวางชิ้นงานลงบนสายพานลำเลียงแบบสุมจำนวน 10 ครั้ง พบว่า เมื่อวางชิ้นงานพลาสติกสีเหลืองลงบนสายพาน ชิ้นงานจะวิ่งผ่านหน้ากล้องเว็บแคมและเซนเซอร์ หลอดไฟสีเหลืองในจอกอมพิวเตอร์จากการประมวลผลภาพและหลอดไฟ (L1) ในเครื่องจักรพีแอลซีที่วัดได้จากเซนเซอร์จะสว่าง เมื่อวางชิ้นงานพลาสติกสีดำนลงบนสายพาน ชิ้นงานจะวิ่งผ่านหน้ากล้องเว็บแคมและเซนเซอร์หลอดไฟสีดำในจอกอมพิวเตอร์จากการประมวลผลภาพและหลอดไฟ (L2) ในเครื่องจักรพีแอลซีที่วัดได้จากเซนเซอร์จะสว่าง และเมื่อวางชิ้นงานอลูมิเนียมลงบนสายพาน ชิ้นงานจะวิ่งผ่านหน้ากล้องเว็บแคมและเซนเซอร์หลอดไฟสีเทาในจอกอมพิวเตอร์จากการประมวลผลภาพและหลอดไฟ (L1) ในเครื่องจักรพีแอลซีที่วัดได้จากเซนเซอร์จะสว่างขึ้นดังตารางที่ 3

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากการทดลองการประมวลผลภาพ ด้วยกล้องเว็บแคมเพื่อระบุชิ้นงาน 3 ชนิด ได้แก่ พลาสติกสีเหลือง พลาสติกสีดำ และอลูมิเนียม เมื่อทำการสุมวางชิ้นงานบนสายพานลำเลียงที่อยู่นิ่งและเคลื่อนที่วิธีการประมวลผลภาพด้วยกล้องเว็บแคมโดยใช้วิธีจำแนกวัตถุด้วยสีสามารถระบุชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง โดยวิธีการดังกล่าวสามารถใช้การประมวลผลภาพระบุชิ้นงานแทนเซนเซอร์และสามารถลดจำนวนการใช้เซนเซอร์ลงได้ โดยจากการทดลองกล้อง 1 ตัวสามารถระบุชิ้นงานแทนเซนเซอร์ 3 ชนิดได้ นอกจากนี้สัญญาณภาพจากกล้องยังมีแนวโน้มสามารถนำไปประยุกต์ต่อยอดระบุและทำการคัดแยกชิ้นงาน จำแนกชิ้นงานสีอื่นๆนอกเหนือจากที่ทำการทดสอบหรือเพิ่มชนิดการระบุชิ้นงานได้เพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มเซนเซอร์จากเดิมที่มีอยู่ ในการตรวจสอบเนื่องจากการตรวจสอบด้วยเซนเซอร์จำเป็นต้องให้วัตถุวิ่งผ่านหน้าเซนเซอร์ทั้งสามตัวจึงจะสามารถระบุชิ้นงานได้ แต่การประมวลผลภาพจะทำการตรวจสอบเมื่อวัตถุผ่านหน้ากล้องแค่ครั้งเดียวทำให้ลดขั้นตอนการตรวจสอบได้ นอกจากนี้การเพิ่มจำนวนอุปกรณ์หรือเซนเซอร์เข้ามาในระบบมีจำนวนมากขึ้นจะทำให้เพิ่มปัญหาในการทำงานของเครื่องเพิ่มขึ้นตาม เพราะเซนเซอร์แต่ละชนิดมีความเหมาะสม ลักษณะ สภาพแวดล้อม ชิ้นงานระยะในการตรวจสอบ และข้อจำกัดในการใช้งานที่แตกต่างกันจึงทำให้เมื่อมีการเพิ่มเซนเซอร์ ทำให้เพิ่มเงื่อนไขหรือปัญหาในการทำงานของเครื่องจักรเพิ่มมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ระยะของกับเซนเซอร์เป็นข้อควรระวังจำเป็นต้องวางชิ้นงานให้ใกล้กับเซนเซอร์โดยไม่เกิน 15 มม.
2. เมื่อเพิ่มความเร็วของสายพานลำเลียงส่งผลให้ประสิทธิภาพในการระบุชิ้นงานของเซนเซอร์นั้นลดลง
3. ปัญหาการใช้งานหรือเงื่อนไขข้อจำกัดในการระบุชิ้นงานจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการใช้เซนเซอร์ที่เพิ่มขึ้นในระบบ เพราะเซนเซอร์แต่ละตัวจะมีข้อจำกัดในการใช้งาน ลักษณะ สภาพแวดล้อม ชิ้นงานระยะ การใช้งานที่แตกต่างกัน
4. การประมวลผลภาพมีข้อควรระวังคือสภาพแสงโดยรอบจะมีผลต่อการประมวลผลภาพควรสร้างห้องกันแสงและจัดระบบไฟเพื่อให้แสงคงที่ตลอดทุกสภาวะ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ และบริษัท ออโต้ ไดแ็กติก จำกัด ที่สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือ

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] เอกลักษณ์ สุนนพันธุ์ และ ประมูล บัวน้อย. การวิเคราะห์ความเข้มของสีใบข้าวด้วยซอฟต์แวร์สำหรับ การถดถอยเพื่อลดต้นทุนในการผลิต. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, 2555, 8(2). หน้า 29-37.
- [2] ทนพ.อภิชาติ อาสนาทิพย์ และ สุรเดช บุญลือ. การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเพื่อคัดกรองภาวะ ตัวเหลืองในทารกแรกเกิด. วารสารพยาบาลตำรวจ., 2558. 7 (1). หน้า 166-182.
- [3] อมรฤทธิ์ พุทธิพิพัฒน์ขจร และพัชรภรณ์ พรหมสุรินทร์. การตรวจหารอยร้าวของไข่ภายใต้ระบบสัญญาณ ด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ.วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2558. 25 (3). หน้า 508-519.
- [4] ไกรฤกษ์ เชยชื่น และ พิชิต กิตติสุวรรณ. ระบบการพิสูจน์สีในงานพิมพ์โดยใช้การประมวลผลภาพ และ ความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ.วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งรัตนโกสินทร์. 2562. 1 (1). หน้า 1-11.
- [5] วิสิทธิ์ ลุ่มชะเนาว์ และณัฐภูมิ พจน์ปริญญา. การพัฒนาเครื่องฟักไข่สำหรับการตรวจหาตัวอ่อนในไข่ไก่ โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพดิจิทัล. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 2561. 13(1). หน้า 151-165.
- [6] ประภาพร ธนเจริญจำรัส และสุรพันธ์ ยิ้มมัน. การพัฒนาเครื่องมือตรวจยาปลอมโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ. วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์.2559. 15 (1). หน้า 62-78.
- [7] จิตรพงษ์ เจริญจิตร, อภิรักษ์ พันธุ์พนาสกุล, พลวัฒน์ ไชยศรี, นายพีระพงษ์ พรหมดวง และสุธิดา พร้อมพงษ์อัศวะ.2561.ระบบแยกประเภทไข่ไก่ ด้วยวิธีการประมวลผลภาพ. การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ หาดใหญ่ ครั้งที่ 9, มหาวิทยาลัยหาดใหญ่,จังหวัดสงขลา,ประเทศไทย.2561. หน้า1679-1691.
- [8] ภูมิรินทร์ ต้นอุดมและณัฐกร ขาสวรรณ. การพัฒนาเครื่องต้นแบบคัดแยกดอกดาวเรืองโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ. วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 2562. 13(1). หน้า 79-92.
- [9] กันตภณ พรวิไลสง.เครื่องคัดแยกสีอัตโนมัติบนระบบสายพานลำเลียงควบคุมด้วยอาตูโน. วารสารวิชาการ สมาคมอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย.2559. 1. หน้า 15-21.
- [10] สุชาติ แยมเม่น, ณรงค์ฤทธิ์ พิมพ์คำวงศ์และโชคชรัตน์ ฤทธิ์เย็น. การจำแนกเมล็ดข้าวขาวด้วยการประมวลผลภาพ. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร.2559. 1. หน้า 1-14.
- [11] เอกลักษณ์ สุนนพันธุ์, ธาณินทร์ สุขเชียง, ชาติชาย ธนะ, ณัฐพันธ์ ยิ่งกรุต. การพัฒนาโปรแกรมเพื่ออ่านค่าแถบสีตัวด้านทานด้วยการประมวลผลภาพ.วารสารวิชาการ มทร.สุวรรณภูมิ.2558. 3 (1). หน้า 54-65.
- [12] กนกพร พิซผล. การออกแบบการทดลองและการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องคัดแยกฝาคัด. วารสารวิชาการสมาคมอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย. 2561. 1. หน้า 5-17
- [13] ณรงค์เดช กิตติพรานนท์ และ สโรชา เจริญวัย. การเพิ่มประสิทธิภาพการอบแห้งแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียน ด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนร่วมกับระบบสมองกลฝังตัว และระบบการประมวลผลภาพ. วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ. 2558. 1(1). หน้า 23-32
- [14] ศุขมา โชคเพิ่มพูน และ สุริยา โชคเพิ่มพูน. การเพิ่มประสิทธิภาพการอบแห้งแผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียน ด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อนร่วมกับระบบสมองกลฝังตัว และระบบการประมวลผลภาพ. วารสาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2561. 27(4). หน้า 764-775

การพัฒนาระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code

THE DEVELOPMENT OF ACTIVITIES RECORDING SYSTEM BY AR CODE

บุษบา สังข์วรรณะ^{*1} กาญจนา เทพสร²
Budsaba Sungwanna^{*1}, Kanchana Thepsorn²

^{*1-2} คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

* E-mail: thu0799@kru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1)ประยุกต์ใช้ระบบการบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code 2) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาในการใช้ระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ครั้งที่ 1 นักศึกษาคณะครุศาสตร์ที่เข้าร่วมกิจกรรมบังคับจำนวน 300 คน ครั้งที่ 2 นักศึกษาคณะครุศาสตร์ที่เข้าร่วมกิจกรรมเลือกจำนวน 207 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1)ระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรม และ 2)แบบประเมินความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า 1)ขั้นตอนประยุกต์ใช้ระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมมี 3 ขั้นตอนดังนี้ (1.1)ผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีการ์ด AR Code เพื่อยืนยันตัวตน 1 ใบ (1.2)ผู้ประเมินใช้สมาร์ทโฟนสแกน AR Code ผ่านแอปพลิเคชัน Plickers และ (1.3)โปรแกรมPlickers จะบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมแบบเรียลไทม์ ซึ่งการวัดแต่ละด้านกำหนดความหมายดังนี้ A คือเช็คชื่อเข้าร่วมกิจกรรมช่วงเช้า B คือเช็คชื่อเข้าร่วมกิจกรรมช่วงเช้า (ล่าช้า) C คือ เช็คชื่อเข้าร่วมกิจกรรมช่วงบ่าย และ D คือ เช็คชื่อเข้าร่วมกิจกรรมช่วงบ่าย(ล่าช้า) 2)ผลการประเมินความพึงพอใจการใช้ระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code ทั้ง 2 กิจกรรม มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.21$, $SD=0.79$) และผลการเปรียบเทียบเวลาบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วยการเซ็นเอกสารกับระบบ AR Code พบว่า การเซ็นชื่อในเอกสารใช้เวลา 25-30 นาที/ครั้ง และการสแกนชื่อด้วย AR Code ใช้เวลา 2 นาที/ครั้ง ซึ่งจะเห็นว่าการบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code สามารถลดเวลาในการเช็คชื่อการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษาได้เป็นอย่างมาก

คำสำคัญ: เออาร์โค้ด , พลิกเกอร์ , การบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรม , ระบบเรียลไทม์

ABSTRACT

The purposes of this research are 1) apply the Activities Recording System by AR Code 2) study the satisfaction of students who participate in the Activities Recording System by AR Code. The sample of the research are: The first time of the Activities Recording System by AR Code apply with 300 students of Faculty of Education accompanying the compulsory activities. The second time of the Activities Recording System by AR Code apply with 207 students accompanying the independently activities. The research instruments are 1) the Activities Recording System by AR Code 2) the satisfaction forms. The research is revealed that 1) there are 3 steps of applying the Activities

วันที่รับบทความ 13 กุมภาพันธ์ 2563

วันแก้ไขบทความ 14 มีนาคม 2563

วันตอบรับบทความ 21 มีนาคม 2563

Recording System by AR Code (1.1) the participators have 1 AR Code for identifying (1.2) the assessors use the smart phone to scan AR Code through the Plickers Application and (1.3) The Plickers program recorded real time of accompanying the activities. Each side of AR code has the meanings A means checking the students' names in the morning section activities. B means checking the students' names in the morning section activities who came late. C means checking the students' names in the afternoon section activities. D means checking the students' names in the afternoon section activities who came late. 2) The satisfaction of both activities by using the Activities Recording System by AR Code, the level of satisfaction is high ($\bar{X}$ =4.21, SD=0.79) and the comparison of spending time on checking students names between signing names and AR Code systems is found that signing the names took 25-30 minutes / time but scanning the names with AR Code took 2 minutes / time which is applying the Activities Recording System by AR Code could greatly reduce the time for checking the students' names.

Keywords: AR Code , Plickers , Activities Recording , Real-time system

1. บทนำ

ประกาศมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี เรื่องการเข้าร่วมกิจกรรมพัฒนานักศึกษาของนักศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2557 ได้กำหนดให้นักศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรีที่เข้าศึกษาตั้งแต่ปีการศึกษา 2555 เป็นต้นไป เข้าร่วมกิจกรรมบังคับ กิจกรรมเลือก และกิจกรรมซ่อมเสริมของคณะต้นสังกัดที่ศึกษาและเข้าร่วมกิจกรรมของมหาวิทยาลัยตามข้อกำหนด [1] ซึ่งคณะครุศาสตร์มีนักศึกษาตั้งแต่ชั้นปีที่ 1 ถึงชั้นปีที่ 5 จำนวนค่อนข้างมาก ดังนั้นในการเข้าร่วมกิจกรรมแต่ละครั้งนักศึกษาจะต้องทำการเช็คชื่อเพื่อตรวจสอบการเข้าร่วมกิจกรรม โดยระบบการเช็คชื่อปัจจุบันใช้ระบบการเซ็นชื่อลงในเอกสารใบรายชื่อ ด้วยจำนวนนักศึกษาที่เพิ่มมากขึ้นทำให้การตรวจสอบชื่อผู้เข้าร่วมกิจกรรมใช้เวลานาน ประกอบทั้งการเซ็นชื่อเพื่อตรวจสอบการเข้าร่วมกิจกรรมแต่ละครั้งจะพบปัญหานักศึกษามีการเซ็นชื่อแทน ทำให้เกิดปัญหาในการตรวจสอบข้อมูลและประเมินผลกิจกรรมตามเกณฑ์ข้อบังคับของมหาวิทยาลัยตามมา

การบันทึกและเก็บสถิติในการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษาเพื่อตรวจนับจำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรมในทางปฏิบัติจะเสียเวลาในการรอคิวเพื่อเช็คชื่อทีละคนและเสียเวลาเรื่องของการตรวจสอบข้อมูลย้อนหลัง อีกทั้งในปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก การประยุกต์รูปแบบการบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษามาเป็นระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมโดยการนำประโยชน์ของเทคโนโลยีมาใช้เป็นสิ่งที่ต้องพัฒนาอย่างยิ่ง ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ค้นหาเทคโนโลยีที่จะเข้ามาช่วยแก้ปัญหาการจัดการเรื่องการเช็คชื่อเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษาแบบเดิมซึ่งใช้เวลานาน เกิดความล่าช้าในการตรวจสอบข้อมูล ดังนั้นเพื่อลดภาระและเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานของเจ้าหน้าที่ รวมทั้งเพิ่มความสะดวกสบายให้กับนักศึกษาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดย Application Plickers เป็น application หนึ่งที่น่าสนใจอย่างยิ่ง เพราะระบบจะมีการบันทึกข้อมูลผู้ร่วมกิจกรรม เก็บผลโหวต และสามารถเก็บคำตอบของนักศึกษาทั้งหมดได้พร้อมกัน ผ่าน AR code ทั้งยังสามารถเก็บสถิติไว้เพื่อประเมินผลได้อีกด้วย ซึ่งในสถาบันการศึกษาชั้นนำทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศเริ่มนำไปทดลองใช้กันอย่างแพร่หลาย

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญในการพัฒนาระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในระบบการตรวจสอบการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษาด้วยการใช้ AR Code และทำการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาในการใช้ระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code และเพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาการบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมของชุมนุม ชมรม และกิจกรรมอื่น ๆ ต่อไป

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากสภาพปัญหาการเช็คชื่อลงในเอกสารใบรายชื่อของผู้เข้าร่วมอบรม สัมมนา ประชุม หรือการเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ใช้เวลานานค่อนข้างนาน ประกอบทั้งการเซ็นชื่อแต่ละครั้งจะพบปัญหาการเซ็นชื่อแทน ทำให้เกิดปัญหาในการตรวจสอบข้อมูลย้อนหลัง ดังนั้นเพื่อการพัฒนารูปแบบการบันทึกข้อมูลผู้เข้าร่วมอบรม สัมมนา ประชุม หรือการเข้าร่วมกิจกรรมควรมีการศึกษาวិธีการลดและแก้ปัญหาในการบันทึกข้อมูลดังกล่าว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย [2] เรื่องการประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษา โดยนำเข้าสู่ข้อมูลผ่านระบบเก็บข้อมูลออนไลน์ พบว่า การประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษา โดยนำเข้าสู่ข้อมูลผ่านระบบเก็บข้อมูลออนไลน์ สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้จริง และช่วยในการบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษาที่มีความถูกต้อง ชัดเจน และสามารถตรวจสอบได้ และผลการประเมินความพึงพอใจของคณะกรรมการนักศึกษาที่มีต่อระบบ พบว่าอยู่ในระดับดี และเสนอแนะควรนำคิวอาร์โค้ดไปผนวกกับบัตรประจำตัวนักศึกษา และสอดคล้องกับงานวิจัย [3] เรื่องการสร้างระบบตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนด้วย QR Code ในรายวิชาศึกษาทั่วไป พบว่า 1) ระบบที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้ง่าย ลดระยะเวลาในการขานชื่อเข้าชั้นเรียนได้มาก และ 2) ระบบสามารถช่วยให้การตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนใช้เวลาน้อย

หลักการการทำงานของ Plickers

Plickers เป็นแอปพลิเคชันที่ทำงานร่วมกันระหว่างโทรศัพท์มือถือที่มีกล้องถ่ายรูปพร้อมทั้งติดตั้งแอปพลิเคชัน Plickers สำหรับสแกนแผ่น QR-Code [4] หรือ AR Code เพื่อเพิ่มความเร็วและง่ายในการเก็บข้อมูลโดยปกติจะใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนเพื่อตอบข้อคำถามโดยเลือกด้านที่จะตอบระหว่าง A, B, C หรือ D ให้อยู่ด้านบน เช่นหากต้องการตอบข้อ A ให้เลือกชูกระดาษ Plickers ให้ด้าน A อยู่ด้านบน [5] ระบบพร้อมทั้งเก็บคะแนนหรือเช็คชื่อนักศึกษาในการเข้าชั้นเรียน โดย Plickers Cards แบบฟรี มีข้อจำกัดใช้ได้กับคำถามปรนัยเท่านั้น สามารถรองรับผู้ใช้ได้สูงสุด 63 การ์ด [6] ด้วยความสามารถของเทคโนโลยี AR Code เราสามารถประยุกต์ใช้ AR Code ดังกล่าวในการบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษาได้เช่นเดียวกัน โดยสร้างคลาสและการ์ด AR Code ตามสาขาวิชาที่สังกัดสาขาละไม่เกิน 63 คน โดยนักศึกษาจะมี AR Code ซึ่งระบุตัวตนคนละ 1 ใบ เพียงแค่นักศึกษาแสดง AR Code ประจำตัวของแต่ละคนขึ้นมาขณะเช็คชื่อเข้าร่วมกิจกรรม ซึ่งระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code จะทำการสแกนข้อมูลของนักศึกษาดังกล่าวพร้อมกันทั้งห้องได้ทันทีโดยไม่ต้องเสียเวลาเช็คชื่อทีละคน และนักศึกษาก็เห็นสถานะการเข้าร่วมกิจกรรมแบบเรียลไทม์บนหน้าจอได้เลยทันที และแอปพลิเคชัน Plickers จะเก็บข้อมูลไว้เป็นสถิติให้ด้วย

นฤเทพ สุวรรณธาดา และคณะ [2] จากงานวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในการบันทึกข้อมูลเข้าร่วมกิจกรรม เพื่อสำเร็จการศึกษาโดยนำเข้าสู่ข้อมูลผ่านระบบเก็บข้อมูลออนไลน์ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ด ในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษาโดยนำเข้าสู่ข้อมูลผ่านระบบเก็บข้อมูลออนไลน์ 2) ศึกษาวิธีการลดและแก้ไขปัญหาในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษา 3) ศึกษาความพึงพอใจของคณะกรรมการนักศึกษาที่มีต่อการประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ด ในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษาโดยนำเข้าสู่ข้อมูลผ่านระบบเก็บข้อมูลออนไลน์ ปัจจุบันใช้วิธีการจดในสมุดจดบันทึกซึ่งยากต่อการตรวจสอบและใช้เวลานาน งานวิจัยนี้ทำการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับนักศึกษาลงในคิวอาร์โค้ด แล้วให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมผ่านบริการซิงค์และฝาก ข้อมูลของ Dropbox ในรูปแบบออนไลน์ จากนั้นจะทำการเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้สู่ระบบ Electronic Diamond Book โดยสำนักทะเบียนเป็นผู้ตรวจสอบข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษาถ้าไม่ครบตามข้อตกลงนักศึกษาจะไม่สามารถแจ้งสำเร็จการศึกษาได้

ประทีป พิษทองกลาง และคณะ [3] จากงานวิจัยเรื่อง การสร้างระบบตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนด้วย QR Code ในรายวิชาศึกษาทั่วไป มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างระบบตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนด้วยระบบ QR Code ในรายวิชาศึกษาทั่วไป 2) ศึกษาผลการประเมินการใช้ระบบตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนด้วยระบบ QR Code ในรายวิชาศึกษาทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า 1) ระบบสามารถใช้งานง่าย ลดระยะเวลาการขานชื่อเข้าชั้นเรียนได้มาก 2)

ระบบสามารถช่วยให้การตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนใช้เวลา น้อย นักศึกษาสามารถศึกษาเนื้อหาบทเรียนผ่านระบบได้ด้วยตนเอง และระบบสามารถจัดเรียงข้อมูลเรียบร้อย สะดวก รวดเร็ว ผู้สอนสามารถนำไปใช้ได้เลย

สุภาภรณ์ ระน้อม และคณะ [7] จากงานวิจัยเรื่อง ระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการกิจกรรมนักศึกษา มหาวิทยาลัยเพชรบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินการยอมรับระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการกิจกรรมนักศึกษา มหาวิทยาลัยเพชรบุรี ผลการวิจัยพบว่า ระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการกิจกรรมนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี มีองค์ประกอบทั้งหมด 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนของเมนูหลัก ส่วนของการแสดงรูป ส่วนของสถิติการใช้ระบบ และส่วนของข่าวประชาสัมพันธ์ ผลการประเมินการยอมรับโดยบุคลากรสำนักกิจการนักศึกษา และนักศึกษา มีผลการประเมินการผลยอมรับประสิทธิภาพในการทำงานของระบบอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.48$, S.D.=0.61) ผลการยอมรับระบบในด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.42$, S.D.=0.56) และการยอมรับระบบในด้านความปลอดภัยของข้อมูลในระบบอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.38$, S.D.=0.64)

มงคล รอดจันทร์ และคณะ [8] จากงานวิจัยเรื่องการพัฒนาแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์ร่วมกับคิวอาร์โค้ด สำหรับการบันทึกการเข้าเรียนของนักศึกษาวิชาทหาร มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์ร่วมกับคิวอาร์โค้ด สำหรับการบันทึกการเข้าเรียนของนักศึกษาวิชาทหาร 2) ทดสอบประสิทธิภาพของระบบ และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของครูฝึกนักศึกษาวิชาทหารที่มีต่อระบบ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์ร่วมกับคิวอาร์โค้ด สำหรับการบันทึกการเข้าเรียนของนักศึกษาวิชาทหาร แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของโมบายแอปพลิเคชัน สำหรับแสกนคิวอาร์โค้ด และส่วนเว็บแอปพลิเคชัน สำหรับบริหารจัดการข้อมูล 2) ผลการทดสอบประสิทธิภาพแอปพลิเคชันโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.60$, S.D.=0.43) และ 3) ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.56$, S.D.=0.60)

วัฒนพล ชุมเพชร และคณะ [9] จากงานวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบเช็คชื่อเพื่อติดตามพฤติกรรม การเข้าเรียนของนักศึกษาแบบมีส่วนร่วมผ่านระบบออนไลน์ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบเช็คชื่อเพื่อติดตามพฤติกรรม การเข้าเรียนของนักศึกษาแบบมีส่วนร่วมผ่านระบบออนไลน์ และ 2) ศึกษาความพึงพอใจของผู้สอน ผู้เรียน ผู้ปกครอง และอาจารย์ที่ปรึกษาต่อระบบเช็คชื่อเพื่อติดตามพฤติกรรม การเรียนของนักศึกษาแบบมีส่วนร่วมผ่านระบบออนไลน์ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อาจารย์ผู้สอนมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้ง ตรัง จำนวน 37 คน นักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการจัดการ ศูนย์บริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 และผู้ปกครองนักศึกษา รวม 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการติดตามพฤติกรรม การเข้าเรียนของนักศึกษาได้ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างผู้สอนและอาจารย์ที่ปรึกษาในภาพรวมมีความพึงพอใจในการใช้ระบบออนไลน์ที่เรียกใช้ผ่านเว็บเบราว์เซอร์อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.37$, S.D.=0.16) และผ่านแอปพลิเคชันมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.33$, S.D.=0.10) ค่าเฉลี่ยของผู้ปกครองและกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาในภาพรวมมีความพึงพอใจในการเรียกใช้งานเว็บเบราว์เซอร์อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.38$, S.D.=0.16) และผ่านแอปพลิเคชันมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.57$, S.D.=0.06) ผลการประเมินความเร็วของระบบเรียกผ่านเว็บเบราว์เซอร์มีความเร็วสูงกว่าแอปพลิเคชัน โดยเฉลี่ย 0.95 ต่อ 1.91 วินาที หรืออัตราส่วนประมาณ 1:2

3. วิธีการวิจัย

3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และรวบรวมข้อมูล ปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับการบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษา รวมทั้งประกาศมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี เรื่อง การเข้าร่วมกิจกรรมพัฒนานักศึกษาของนักศึกษาระดับปริญญาตรี

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร หมายถึง นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง หมายถึง นักศึกษาคณะครุศาสตร์ที่เข้าร่วมกิจกรรมตามข้อบังคับของมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) เพื่อใช้ในการดำเนินการทดลองจำนวน 2 ครั้ง ดังนี้

กิจกรรมครั้งที่ 1 : นักศึกษาคณะครุศาสตร์ที่เข้าร่วมกิจกรรมบังคับ(กิจกรรมค่ายธรรม) มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี จำนวน 300 คน

กิจกรรมครั้งที่ 2 : นักศึกษาคณะครุศาสตร์ที่เข้าร่วมกิจกรรมเลือก(กิจกรรมสอนน้องร้องเพลงคณะครุศาสตร์) มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี จำนวน 207 คน

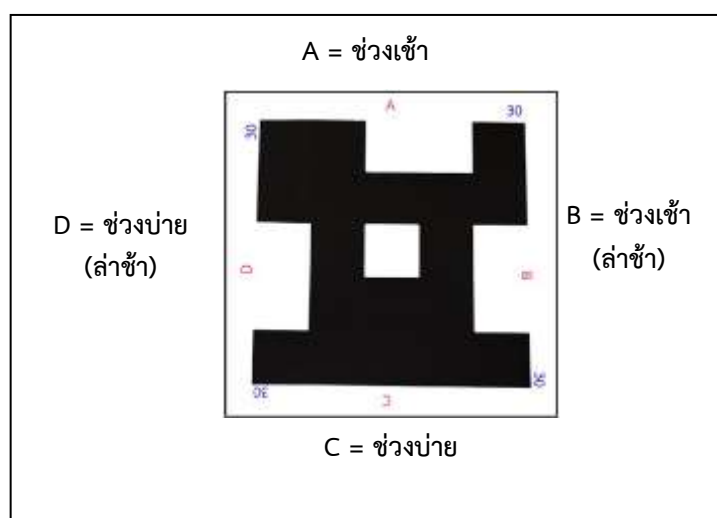
3.3 รูปแบบการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participation Action Research) มุ่งเน้นการสร้างสรรค์วิธีการขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษา

3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 AR Code สำหรับระบุตัวตนของนักศึกษา

การสร้าง AR Code ด้วยโปรแกรม Plickers ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้งานจากการสร้างข้อสอบเพื่อให้ นักศึกษาตอบ A B C D มาเป็นการบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษาแทน โดยให้นักศึกษาแสดง AR Code ด้านที่ผู้ประเมินกำหนดเพื่อสแกนตัวตน ระหว่าง A B C หรือ D ให้อยู่ด้านบน [5] ในระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code ทำการกำหนดความหมายของแต่ละด้านดังนี้ A หมายถึง เช็กชื่อเข้าร่วมกิจกรรมช่วงเช้า B หมายถึง เช็กชื่อเข้าร่วมกิจกรรมช่วงเช้า(กรณีล่าช้า) C หมายถึง เช็กชื่อเข้าร่วมกิจกรรมช่วงบ่าย และ D หมายถึง เช็กชื่อเข้าร่วมกิจกรรมช่วงบ่าย(กรณีล่าช้า) เป็นต้น เพื่อความสะดวก รวดเร็ว และเพื่อใช้ตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังเรื่องเวลาการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษาเป็นไปตามเวลาที่กำหนดหรือไม่



ภาพที่ 1 โครงสร้างการระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code

3.4.2 วิธีการสร้าง AR Code

1) สร้าง AR Code สำหรับกลุ่มทดลองย่อยจำนวน 1 คลาส จำนวนทั้งหมด 15 คน เพื่อการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ พร้อมทั้งประเมินผลความพึงพอใจและข้อเสนอแนะของกลุ่มทดลองย่อยก่อนใช้ระบบจริง

2) ดำเนินการสร้าง AR Code สำหรับระบุตัวตนของนักศึกษาแต่ละสาขาวิชา เนื่องจาก Plickers สามารถสร้าง AR Code แต่ละคลาสได้สูงสุดคลาสละ 63 คน จากข้อมูลนักศึกษาปริญญาครุศาสตรบัณฑิต

ชั้นปีที่ 1 สังกัดคณะครุศาสตร์ จำนวน 8 สาขา และสังกัดคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 2 สาขา รวมทั้งหมด 10 ห้อง

3) สร้างคลาสสำหรับการบันทึกกิจกรรมของนักศึกษา จำนวน 10 คลาส และเพิ่มข้อมูลนักศึกษาตาม AR Code ของแต่ละคลาสเพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูลต่อไป

4) ทดลองและสรุปผลการใช้ AR Code สำหรับการบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษา

3.4.3 สร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาในการใช้ระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code

4. ผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยเรื่องการพัฒนากระบวนการบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code ผลการวิจัยดังนี้

4.1 ขั้นตอนการประยุกต์ใช้ระบบบันทึกกิจกรรมด้วย AR Code

การประยุกต์ใช้ระบบบันทึกกิจกรรมด้วย AR Code โดยใช้แอปพลิเคชัน Plickers มีขั้นตอนในการเช็คชื่อผู้เข้าร่วมกิจกรรม โดยดำเนินการดังนี้ 1) ผู้ประเมินทำการสแกนรายชื่อผู้เข้าร่วมกิจกรรมด้วยแอปพลิเคชัน Plickers 2) นักศึกษาแสดงการ์ด AR Code เพื่อยืนยันตัวตนในการเข้าร่วมกิจกรรมตามช่วงเวลาที่กำหนด 3) ระบบทำรายงานสรุปผู้เข้าร่วมกิจกรรมแบบเรียลไทม์ ดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2 การบันทึกกิจกรรมด้วย AR Code

ตรวจสอบรายชื่อการเข้าร่วมกิจกรรม : สาขา... • 100%			
A เข้า 47			
นางสาวกัญญา...	นางสาวพิมพ์ทิพย์	นางสาวสุวิจิ	นายพงษ์พันธ์
นางสาวกมลจิรา	นางสาวกัญญา	นางสาวอรทัย	นายพรศักดิ์
นางสาวกมลธิดา	นางสาวรุ่งกานต์	นางสาวอริยา	นายกรภัทร์
นางสาวกมลรัตน์	นางสาววรรณณ	นางสาวโสธร	นายวชิระ
นางสาวณิกานต์	นางสาววรรณธิดา	นางสาวโสภา	นายพิน
นางสาวณิมา	นางสาววรรณพร	นายศักดิ์ชัย	นายสหชินธร
นางสาวดาริณี	นางสาววิไลวิภา	นายศักดิ์ชัย	นายสุพัสชัย
นางสาวกษิษฐ์	นางสาวศิวพร	นายณัฏฐ์	นายอนุพันธ์
นางสาวณัฏฐา	นางสาวสาริณี	นายณัฏฐ์	นายณัฏฐ์
นางสาวณัฏฐา...	นางสาวสิริวรรณ	นายชัยชัย	นายณัฏฐ์
นางสาวนันทา	นางสาวสุภาวดี	นายณัฏฐ์	นายณัฏฐ์
นางสาวนันทา	นางสาวสุภาวดี	นายณัฏฐ์	นายณัฏฐ์

ภาพที่ 3 รายงานสรุปผู้เข้าร่วมกิจกรรม

4.2 เปรียบเทียบระยะเวลาการบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษาด้วยการเซ็นชื่อในเอกสาร กับ ระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code

ผลเปรียบเทียบระยะเวลาการบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษาด้วยการเซ็นชื่อในเอกสารกับระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code จำนวน 2 ครั้ง ได้แก่ ครั้งที่1: กิจกรรมบังคับ(กิจกรรมค่ายธรรม) และ ครั้งที่2: กิจกรรมเลือก(กิจกรรมสอนน้องร้องเพลง คณะครุศาสตร์) โดยผลเปรียบเทียบระยะเวลาการบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลเปรียบเทียบระยะเวลาการบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษาด้วยการเซ็นชื่อในเอกสาร กับ ระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code

รายการ	ผู้เข้าร่วมกิจกรรม	ระยะเวลา	
		เซ็นชื่อในเอกสาร	สแกนชื่อด้วย AR Code
กิจกรรมครั้งที่ 1 : นักศึกษาคณะครุศาสตร์ที่เข้าร่วมกิจกรรมบังคับ (กิจกรรมค่ายธรรม)	300 คน	25-30 นาที	2 นาที
กิจกรรมครั้งที่ 2 : นักศึกษาคณะครุศาสตร์ที่เข้าร่วมกิจกรรมเลือก (กิจกรรมสอนน้องร้องเพลง คณะครุศาสตร์)	207 คน	25-30 นาที	2 นาที

จากตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาในการบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วยการเซ็นชื่อในเอกสารกับระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code พบว่า การเซ็นชื่อในเอกสารใช้เวลา 25-30 นาที/กิจกรรม และการสแกนชื่อด้วย AR Code ใช้เวลา 2 นาที/กิจกรรม จากตารางพบว่าการบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code สามารถลดเวลาในการเช็คชื่อการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษาได้เป็นอย่างมากทำให้มีเวลาในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของคณะเพิ่มขึ้น

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจการใช้ระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code

ผลประเมินความพึงพอใจการใช้ระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code ของนักศึกษาครุศาสตร์บัณฑิต จำนวน 2 กิจกรรม โดยการประเมินความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ วิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์และสรุปผล ดังตารางที่ 2

จากตารางที่ 2 ภาพรวมของการประเมินความพึงพอใจการใช้ระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code ทั้ง 2 กิจกรรม มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.21$, $SD=0.79$) และเมื่อพิจารณารายการประเมินแต่ละข้อ พบว่า ทุกรายการประเมินมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน

โดยเมื่อพิจารณาผลการประเมินความพึงพอใจการใช้ระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code แต่ละครั้งพบว่า

กิจกรรมครั้งที่ 1 : นักศึกษาคณะครุศาสตร์ที่เข้าร่วมกิจกรรมบังคับ (กิจกรรมค่ายธรรม) ผลประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.18$, $SD=0.82$)

กิจกรรมครั้งที่ 2 : นักศึกษาคณะครุศาสตร์ที่เข้าร่วมกิจกรรมเลือก (กิจกรรมสอนน้องร้องเพลง คณะครุศาสตร์) ผลประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.23$, $SD=0.76$)

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจการใช้ระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ						แปลผล
	กิจกรรมครั้งที่ 1 กิจกรรมบังคับ		กิจกรรมครั้งที่ 2 กิจกรรมเลือก		ภาพรวม		
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	
1. ความง่ายต่อการใช้งาน AR Code	4.18	0.82	4.17	0.78	4.17	0.79	มาก
2. ความสะดวก รวดเร็วในการใช้ AR Code บันทึกเวลาการเข้าร่วมกิจกรรม	4.18	0.83	4.16	0.76	4.17	0.79	มาก
3. ประสิทธิภาพของ AR Code ในการบันทึกเวลาการเข้าร่วมกิจกรรม	4.12	0.83	4.17	0.78	4.15	0.80	มาก
4. ความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้ระบบบันทึกเวลาการเข้าร่วมกิจกรรม	4.18	0.79	4.14	0.80	4.15	0.80	มาก
5. ความทันสมัยของการยืนยันตัวตน	4.25	0.82	4.39	0.72	4.33	0.76	มาก
6. ความถูกต้องในการยืนยันตัวตน	4.21	0.79	4.27	0.74	4.24	0.76	มาก
7. ระบบการใช้ AR Code บันทึกเวลาการเข้าร่วมกิจกรรมสามารถใช้งานได้จริง	4.18	0.88	4.29	0.77	4.25	0.82	มาก
8. ความพึงพอใจในภาพรวมของการใช้ AR Code บันทึกเวลาการเข้าร่วมกิจกรรม	4.14	0.84	4.22	0.78	4.19	0.80	มาก
รวมทั้งหมด	4.18	0.82	4.23	0.76	4.21	0.79	มาก

สรุป ภาพรวมการประยุกต์ใช้ AR Code ในการบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษา มีผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.21$, $SD=0.79$) สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริงและสามารถช่วยลดปัญหาในการบันทึกเวลาการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษา รวมทั้งสามารถแก้ปัญหาความยุ่งยากและลดเวลาจากการตรวจสอบข้อมูลย้อนหลัง มีความทันสมัยในการยืนยันตัวตน รวมทั้งมีความถูกต้องในการยืนยันตัวตนด้วย ซึ่งเนื่องจากการบันทึกเวลาการเข้าร่วมกิจกรรมเป็นการประยุกต์ใช้ประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศจากแอปพลิเคชัน Plickers เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยการบันทึกข้อมูลออนไลน์ผู้ใช้จึงสามารถตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังได้ และไม่สิ้นเปลืองงบประมาณมากในการแก้ไขปัญหา ตาราง หรือภาพประกอบ

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

การประยุกต์ใช้ AR Code ในการบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษาเป็นการประยุกต์ใช้ประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศมีการบันทึกข้อมูลออนไลน์ผู้ใช้จึงสามารถตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังได้ และไม่สิ้นเปลืองงบประมาณมากในการแก้ไขปัญหา ในการวิจัยครั้งนี้พบว่า การใช้ AR Code บันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษาสามารถลดเวลาในการบันทึกข้อมูลได้เป็นอย่างมาก โดยมีขั้นตอนในการเช็คชื่อผู้เข้าร่วมกิจกรรมดังนี้ 1) ผู้ประเมินทำการสแกนรายชื่อผู้เข้าร่วมกิจกรรมด้วยแอปพลิเคชัน Plickers 2) นักศึกษาแสดงการ์ด AR Code เพื่อยืนยันตัวตนในการเข้าร่วมกิจกรรมตามช่วงเวลาที่กำหนด และ 3) ระบบทำรายงานสรุปผู้เข้ากิจกรรมแบบเรียลไทม์

ผลเปรียบเทียบระยะเวลาการบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษาด้วยการเซ็นชื่อในเอกสาร กับระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code จำนวน 2 ครั้ง ได้แก่ ครั้งที่ 1 : กิจกรรมบังคับ(กิจกรรมค่ายธรรม) และครั้งที่ 2 : กิจกรรมเลือก(กิจกรรมสอนน้องร้องเพลง คณะครุศาสตร์) ในการวิจัยครั้งนี้ พบว่า การเซ็นชื่อในเอกสารใช้เวลา 25-30 นาที/กิจกรรม และการสแกนชื่อด้วย AR Code ใช้เวลา 2 นาที/กิจกรรม จากตารางพบว่าการบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code สามารถลดเวลาในการเช็คชื่อการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษาได้เป็นอย่างมากทำให้มีเวลาในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของคณะเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประทีป

พิชทองกลาง และคณะ [3] งานวิจัยเรื่อง การสร้างระบบตรวจสอบการเข้าร่วมชั้นเรียนด้วย QR Code ในรายวิชาศึกษาทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า 1) ระบบสามารถใช้งานง่าย ลดระยะเวลาการขานชื่อเข้าชั้นเรียนได้มาก 2) ระบบสามารถช่วยให้การตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนใช้เวลาน้อย นักศึกษาสามารถศึกษาเนื้อหาบทเรียนผ่านระบบได้ด้วยตนเอง และระบบสามารถจัดเรียงข้อมูลเรียบร้อย สะดวก รวดเร็ว ผู้สอนสามารถนำไปใช้ได้เลย

ผลประเมินความพึงพอใจการใช้ระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code ของนักศึกษาครุศาสตร์บัณฑิต จำนวน 2 กิจกรรม ในการวิจัยครั้งนี้พบว่า ภาพรวมของการประเมินความพึงพอใจการใช้ระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code ทั้ง 2 กิจกรรม มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.21$, $SD=0.79$) และเมื่อพิจารณารายการประเมินแต่ละข้อ พบว่า ทุกรายการประเมินมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน โดยเมื่อพิจารณาผลการประเมินความพึงพอใจการใช้ระบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code แต่ละครั้ง พบว่า กิจกรรมครั้งที่ 1 : นักศึกษาคณะครุศาสตร์ที่เข้าร่วมกิจกรรมบังคับ (กิจกรรมค่ายธรรม) ผลประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.18$, $SD=0.82$) และกิจกรรมครั้งที่ 2 : นักศึกษาคณะครุศาสตร์ที่เข้าร่วมกิจกรรมเลือก (กิจกรรมสอนน้องร้องเพลง คณะครุศาสตร์) ผลประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.23$, $SD=0.76$) สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภาภรณ์ ระน้อม และคณะ [7] งานวิจัยเรื่อง ระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการกิจกรรมนักศึกษา มหาวิทยาลัยเพชรบุรี ผลการวิจัยพบว่าระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการกิจกรรมนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี มีองค์ประกอบทั้งหมด 4 ส่วน ผลการประเมินการยอมรับโดยบุคลากรสำนักกิจการนักศึกษาและนักศึกษา มีผลการประเมินการยอมรับประสิทธิภาพในการทำงานของระบบอยู่ในระดับมาก ผลการยอมรับระบบในด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบอยู่ในระดับมาก และการยอมรับระบบในด้านความปลอดภัยของข้อมูลในระบบอยู่ในระดับมาก

สรุป ภาพรวมการประยุกต์ใช้ AR Code ในการบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษา มีผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.21$, $SD=0.79$) สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริงและสามารถช่วยลดปัญหาในการบันทึกเวลาการเข้าร่วมกิจกรรมของนักศึกษา รวมทั้งสามารถแก้ปัญหาความยุ่งยากและลดเวลาจากการตรวจสอบข้อมูลย้อนหลัง มีความทันสมัยในการยืนยันตัวตน รวมทั้งมีความถูกต้องในการยืนยันตัวตนด้วย ซึ่งเนื่องจากการบันทึกเวลาการเข้าร่วมกิจกรรมเป็นการประยุกต์ใช้ประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศจากโปรแกรมแอปพลิเคชัน Plickers เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยการบันทึกข้อมูลออนไลน์ผู้ใช้จึงสามารถตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังได้และไม่สิ้นเปลืองงบประมาณมากในการแก้ไขปัญหา

ข้อเสนอแนะ

1. แอปพลิเคชัน Plickers สามารถกำหนดการ์ดได้สูงสุด 63 การ์ด ดังนั้นในการประยุกต์ใช้แอปพลิเคชัน Plickers กับนักศึกษาที่มีจำนวนมากกว่า 63 คน ควรทำการแบ่งคลาสหรือกลุ่มของผู้เรียนเป็นหลายๆคลาส
2. แอปพลิเคชัน Plickers เป็นระบบที่ใช้ผู้ประเมินเพียงคนเดียวในการตรวจสอบผู้เข้าร่วมกิจกรรมจำนวนมากพร้อมกัน ดังนั้นผู้ประเมินเป็นบุคคลที่มีความสำคัญมากซึ่งจะต้องเลือกบุคคลที่สามารถควบคุมบรรยากาศในสแกน AR Code ได้อย่างดี
3. ผู้ประเมินต้องอธิบายวิธีการใช้ AR Code ให้กับผู้ถูกประเมินได้ชัดเจนเพื่อป้องกันความผิดพลาดในการทำงาน

คำขอบคุณ

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการวิจัยเรื่องการพัฒนาบบบันทึกการเข้าร่วมกิจกรรมด้วย AR Code ซึ่งได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรีเป็นอย่างสูง และขอขอบคุณอาจารย์ นักศึกษา และฝ่ายงานกิจการนักศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี สำหรับข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อการวิจัยรวมทั้งการให้การสนับสนุนให้งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี. ประกาศมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี เรื่อง การเข้าร่วมกิจกรรมพัฒนานักศึกษาของนักศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ.2557, 2557..
- [2] นฤเทพ สุวรรณธาดา, สมคิด แซ่หลี่ และสรเดช ครุฑจ้อน. การประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษา โดยนำเข้าข้อมูลผ่านระบบเก็บข้อมูลออนไลน์. วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ, ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2556, 2556,. 20-26.
- [3] ประทีป พิษทองกลาง, ญาดาวิมินทร์ พิษทองกลาง และอาภากร ปัญโญ. การสร้างระบบตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนด้วย QR Code ในรายวิชาศึกษาทั่วไป. วารสารพุทธศาสตร์ศึกษา ปีที่ 9 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2561, 2561, 11-26.
- [4] สุระ วุฒิพรหม, ชันติเทศธัญญา และกานต์ตะรัตน์ วุฒิสเลา. Plickes : เครื่องมือประเมินเพื่อการเรียนรู้แบบเรียลไทม์สำหรับห้องเรียนที่มีข้อจำกัดเรื่องเทคโนโลยี. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 2560, ปีที่ 8 (2), 429-435.
<http://ejournals.swu.ac.th/index.php/JSTEL/article/viewFile/9536/8136>
- [5] ปรีชา กอเจริญ. การใช้ Plickers กับการประเมินผลการเรียนรู้ทันทีในห้องเรียนกลับทางและเรียนให้รู้จริง. ใน สิรินคร สิ้นจินดาวงศ์ (บรรณาธิการ), Experience of Learning: บทสรุปจากประสบการณ์การสอน. (น. 38-51). กรุงเทพฯ: ศูนย์สนับสนุนและพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2560.
- [6] ธงชัย ไรจน์กั้งสตาล. Plickers : กระดาษอัจฉริยะช่วยนำเสนอ. 2561 สืบค้นเมื่อวันที่ 25 เมษายน 2561, จากเว็บไซต์ : <https://medium.com/การนำเสนออย่างทรงพลัง/plickers-กระดาษอัจฉริยะช่วยนำเสนอ-4512ffa85f40>.
- [7] สุภาภรณ์ ระน่อม, หยาดเพชร พลอยดีเลิศ, สุกัญชลิกา บุญมาธรรม และวีระชัย คอนจจอหอ. ระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการกิจกรรมนักศึกษา มหาวิทยาลัยเพชรบุรี. ในการประชุมวิชาการระดับชาติการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2559, 297.
- [8] มงคล รอดจันทร์, อวยไชย อินทรสมบัติ และธานีล ม่วงพูล. การพัฒนาแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์ร่วมกับคิวอาร์โค้ด สำหรับการบันทึกการเข้าเรียนของนักศึกษาวิชาทหาร. วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม, 2561, ปีที่ 5(1), 88-96.
- [9] วัฒนพล ชุมเพชร, ภูริณัฐ หนูขุน และคุณัญญ์ เตียวณะ. การพัฒนาระบบเช็คชื่อเพื่อการติดตามพฤติกรรม การเข้าเรียนของนักศึกษาแบบมีส่วนร่วมผ่านระบบออนไลน์. วารสารเทคโนโลยีภาคใต้, 2561, ปีที่ 11(1), 185-192.

การพัฒนาวิธีการใหม่ในการกู้คืนหมายเลขทะเบียนที่มีการแก้ไขบนโลหะ AISI 1015

DEVELOPMENT OF A NEW METHOD FOR RESTORATION OF OBLITERATED SERIAL NUMBER ON AISI 1015

เกล็ดนที เวปุลานนท์^{*1} ณัฐธิดา ปานขาน¹ ภาวีตา น้ำใจสุข¹ นฤเบศร์ ว่องปัญญเลิศ¹ สกล จันทร์ขจร²
Klatnatee Vepulanont^{*1} Natthida Pankhan¹ Phaveeta Namjaisuk¹ Narubet Wongpanjalert¹ Sakon
Chankhachon²

^{*1} คณะวิทยาศาสตร์/สังกัดภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

² คณะวิทยาศาสตร์/สังกัดภาควิชาคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

*klatnatee.v@psu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกู้คืนเลขทะเบียนบนระหว่างน้ำยาเคมีและเคมีไฟฟ้า จากการศึกษาปรากฏว่าบางส่วนอาจจะปรากฏชัดขึ้น แต่บางส่วนก็ยังไม่ชัด และบางกรณีไม่สามารถระบุตัวเลขหรือตัวอักษรได้ นอกจากนั้นชิ้นงานตัวอย่างจากเคมีไฟฟ้าจะเกิดความเสียหายจนไม่สามารถทำการวิเคราะห์ต่อไปได้ ทีมวิจัยจึงได้มีการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้กับภาพที่กู้คืน ด้วยวิธีการ Enhancement based on moments จากผลการทดลองพบว่า moment ที่สามให้ภาพผลลัพธ์ที่มีคุณภาพดีที่สุด และเมื่อทดสอบทางสถิติด้วยตัวทดสอบ Z-test ปรากฏว่าค่าเฉลี่ยความถูกต้องของตัวอักษรหลังการปรับปรุงมีค่ามากกว่าก่อนการปรับปรุงภาพที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้นจึงสามารถนำเทคนิคนี้ไปเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาคุณภาพการวิเคราะห์ตรวจสอบเลขทะเบียนได้ทั้งทางด้านป็นและยานยนต์

คำสำคัญ: Serial numbers, Image processing, Enhancement based on moments

ABSTRACT

This research is a study and comparison of the efficiency for restoration of obliterated serial numbers between chemical and electrochemical methods. From the results, they appear that some restoration can be seen clearly. But some restorations can be quite vague. A few cases are unsuccessful and have not been able to identify any numbers or letters at all. Additionally, specimens from the electrochemistry will be damaged and unable to be further analyzed. Therefore, the research team has designed and developed an image processing program, to apply to the original images using the Enhancement based on moments method. The results show that the third moment gives the best quality results. And when statistically tested with Z-test, it was found that the mean accuracy of the characters after the improvement was greater than before the image improvement at the confidence level of 95%. Therefore, this technique

วันที่รับบทความ 20 กุมภาพันธ์ 2563

วันที่แก้ไขบทความ 15 มีนาคม 2563

วันที่ตอบรับบทความ 21 มีนาคม 2563

can be used in part, for improving the quality of analysis and inspection of obliterated registration numbers in both guns and vehicles.

Keywords: Serial numbers, Image processing, Enhancement based on moments

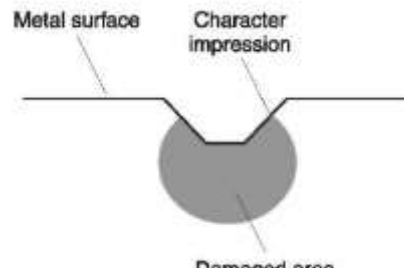
1. บทนำ

ในปัจจุบันอาวุธปืนถูกนำมาใช้ในการก่อคดีอาชญากรรมมากมาย [1] โดยชิ้นส่วนของอาวุธปืนจะมีเลขทะเบียนหรือหมายเลขประจำเครื่อง (Serial number) กำกับทุกชิ้นส่วน เลขทะเบียนปืนเหล่านี้เป็นข้อมูลสำคัญเฉพาะตัวที่บ่งบอกถึงเจ้าของอาวุธปืนและแหล่งที่มาของอาวุธปืน [2,3,4] ทำให้ตำรวจค้นหาที่อยู่และตัวผู้ร้ายได้ง่าย ผู้ร้ายซุกซ่อนเลขทะเบียนปืนออกหรือดัดแปลงตัวเลขชุดใหม่ซ้อนทับตัวเลขชุดเดิมหรือแยกชิ้นส่วนนำไปขายต่อในตลาดมืด เพื่อเป็นการกำจัดหลักฐานและอำพรางคดี ส่งผลให้การสืบค้นหาตัวผู้ร้ายเป็นไปได้ยาก ดังนั้นการกู้คืนเลขทะเบียนปืนที่ถูกซุกซ่อนหรือถูกทำลายเหล่านี้จึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการหาตัวผู้ร้ายมาดำเนินคดีตามกฎหมาย ในทางนิติวิทยาศาสตร์นิยมใช้น้ำยาเคมีในการกู้คืนเลขทะเบียนปืนที่ถูกซุกซ่อนหรือถูกทำลาย โดยจะนิยมใช้น้ำยาเคมีสูตร Fry's reagent มีส่วนผสมดังนี้ CuCl_2 90 กรัม กรด HCl เข้มข้น 120 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร [5] ข้อดีของน้ำยาเคมีคือใช้งานได้สะดวกและรวดเร็ว แต่มีความเป็นพิษต่อตัวผู้ใช้ [6] ในปัจจุบันได้มีการนำเคมีไฟฟ้ามาใช้ในการกู้คืน ซึ่งเคมีไฟฟ้ามีข้อดีคือไม่เป็นพิษต่อตัวผู้ใช้ แต่ต้องใช้อุปกรณ์เฉพาะและใช้เวลาในการกู้คืนนานกว่าน้ำยาเคมี [7] โดยทั้งสองวิธีนี้ให้ผลการทดลองที่ไม่คงที่ โดยบางครั้งกู้คืนได้บางครั้งกู้คืนไม่ได้ ทำลายชิ้นงานที่เป็นหลักฐาน และไม่สามารถนำชิ้นงานไปทดลองซ้ำได้ จากการทดลองตัวเลขหรือตัวอักษรจะปรากฏประมาณ 5-10 นาที จากนั้นจะลบเลือนไป จึงต้องถ่ายรูปเก็บไว้เป็นข้อมูลในการพัฒนาด้วยการประมวลผลภาพด้วยกล้อง Black-Microscope ที่ออกแบบให้อยู่ในระบบปิด เพื่อให้ภาพที่ได้อยู่ในสภาวะเดียวกันทั้งหมด จากการกู้คืนด้วยน้ำยาเคมีและเคมีไฟฟ้าจะแบ่งผลการกู้คืนได้เป็น 3 กรณี โดยกรณีที่ 1 กู้คืนได้มองเห็นชัดเจน กรณีที่ 2 กู้คืนไม่ได้ และกรณีที่ 3 กู้คืนได้บางส่วน ซึ่งในกรณีที่ 3 มีความผิดพลาดในการอ่านค่าสูง เช่น ตัวเลข 7 อ่านค่าผิดเป็นตัวเลข 1 เป็นต้น ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดต่อรูปคดีได้ ผู้วิจัยจึงนำผลการกู้คืนในกรณีที่ 3 มาปรับปรุง เพื่อให้อ่านค่าได้ง่ายและลดความผิดพลาดในการอ่านค่าเลขทะเบียนปืน

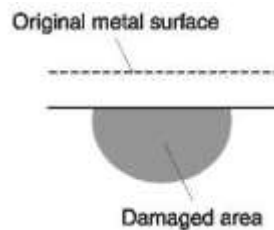
งานวิจัยนี้ได้มีการออกแบบและพัฒนาระบบประมวลผลภาพเพิ่มความคมชัดให้กับภาพ และทำให้ตัวเลขหรือตัวอักษรที่กู้คืนได้บางส่วนอ่านค่าได้ถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น ด้วยวิธีการ Enhancement based on moments จากผลการทดลองพบว่า moment ที่สามให้ภาพผลลัพธ์ที่มีคุณภาพดีที่สุด โดยวิธีนี้ตั้งอยู่บนสมมุติฐานที่ว่าค่าของ moments ของตัวอักษรชนิดเดียวกันจะมีค่าใกล้เคียงกัน และแตกต่างจากพื้นหลัง ซึ่งจะส่งผลให้ตัวอักษรที่กู้คืนมีความเด่นชัดและสามารถอ่านค่าได้โดยง่าย ดังนั้นงานวิจัยนี้เป็นการนำการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้กับการตรวจพิสูจน์หลักฐาน เพื่อเพิ่มความถูกต้องและแม่นยำในการอ่านค่าเลขทะเบียนปืนและงานพิสูจน์หลักฐานอื่นได้

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในทางนิติวิทยาศาสตร์จะพบเลขทะเบียนที่ถูกซุกซ่อนออก ซึ่งหลักฐานเหล่านี้จะเป็นเบาะแสที่สามารถค้นหาตัวผู้ร้ายได้ แต่ร่องรอยที่หายไปเหล่านี้จะไม่ใช่ทั้งหมดที่ถูกซุกซ่อน เนื่องจากชั้นบนสุดของวัสดุที่ถูกดัดแปลงตัวอักษรถูกซุกซ่อนออกไป ยังคงมีตัวอักษรดั้งเดิมหลงเหลืออยู่ แต่ถ้าทำการซุกซ่อนที่ลึกมากพอก็จะทำให้บริเวณที่ได้รับเสียหายเหล่านี้หายไป [8,9]



ภาพที่ 1 บริเวณของโลหะที่เกิดความเสียหายเมื่อตอกตัวอักษร



ภาพที่ 2 บริเวณของโลหะที่มีความเสียหายเหลืออยู่

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกทดลองกู้คืนเลขทะเบียนด้วยน้ำยาเคมีและไฟฟ้าเคมี เนื่องจากเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในทางนิติวิทยาศาสตร์

2.1 การประมวลผลภาพสำหรับการกู้คืนเลขทะเบียนที่ถูกกลบเลือนโดยอาศัยกระบวนการ

Image processing

2.1.3 Image Moments

โมเมนต์ในทางคณิตศาสตร์ คือค่าสเกลาร์หรือหรือจำนวนเชิงซ้อนของ Feature ซึ่งถูกใช้ในการอธิบายลักษณะของฟังก์ชัน [16] สำหรับงานทางด้านการประมวลผลภาพโมเมนต์รูปภาพ (Image Moment) ถูกนำมาใช้แก้ปัญหาทางด้าน Computer Vision โดยเฉพาะ Pattern Recognition [17-20] Image Moment แสดงลักษณะของวัตถุในภาพได้ ทั้งรูปทรงแบบง่ายและซับซ้อน ค่าของ Image Moment ที่มีความคงทน (Invariance) ต่อ TRS (Translation, Rotation, Scaling) ถูกเรียกว่า Invariance Moment

ค่าโมเมนต์ คือค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ยเฉพาะและโมเมนต์รูปภาพ คือค่าถ่วงน้ำหนักเฉลี่ยค่าความเข้มแสงของพิกเซล ซึ่งฟังก์ชันของโมเมนต์ดังกล่าวจะมีคุณสมบัติหรือมีการตีความบางอย่าง โมเมนต์จะถูกใช้เพื่ออธิบายคุณสมบัติของวัตถุที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งและพื้นที่ของรูปภาพ โดยส่วนใหญ่ค่าโมเมนต์จะนำไปใช้ในการระบุว่าเมื่อภาพเกิดการเปลี่ยนตำแหน่ง เปลี่ยนขนาด กลับภาพ เอียงภาพทำมุม 45 องศา หรือ 90 องศา ดังภาพที่ 3 รูป



ภาพที่ 3 (a) ภาพดั้งเดิม (b) เปลี่ยนตำแหน่ง (c) เปลี่ยนขนาด (d) กลับภาพ (e) เอียงภาพทำมุม 45 องศา (f) เอียงภาพทำมุม 90 องศา

ดังกล่าวยังเป็นภาพเดิมอยู่หรือไม่ แต่ในงานวิจัยนี้ได้นำค่าโมเมนต์ของรูปภาพที่ได้มาแสดงเป็นภาพ โดยวิธีนี้ตั้งอยู่บนสมมุติฐานที่ว่าค่าโมเมนต์ของตัวอักษรชนิดเดียวกันจะมีค่าใกล้เคียงกัน และแตกต่างจากพื้นหลัง ทำให้สามารถอ่านค่าตัวอักษรได้

สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าโมเมนต์ทั่วไป (General Moment)

สำหรับรูปภาพขนาด $M \times N$ หาค่าโมเมนต์ได้จากสมการดังนี้

$$m_{pq} = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} x^p y^q f(x, y) \quad (1)$$

เมื่อ $p = 0, 1, 2, \dots$ และ $q = 0, 1, 2, \dots$ ตัวแปร $f(x, y)$ แทนฟังก์ชันรูปภาพที่ตำแหน่ง x, y

$$\mu_{pq} = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q f(x, y) \quad (2)$$

เมื่อ $\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}}$ และ $\bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$ และกำหนดให้ μ_{pq} แทน central moment

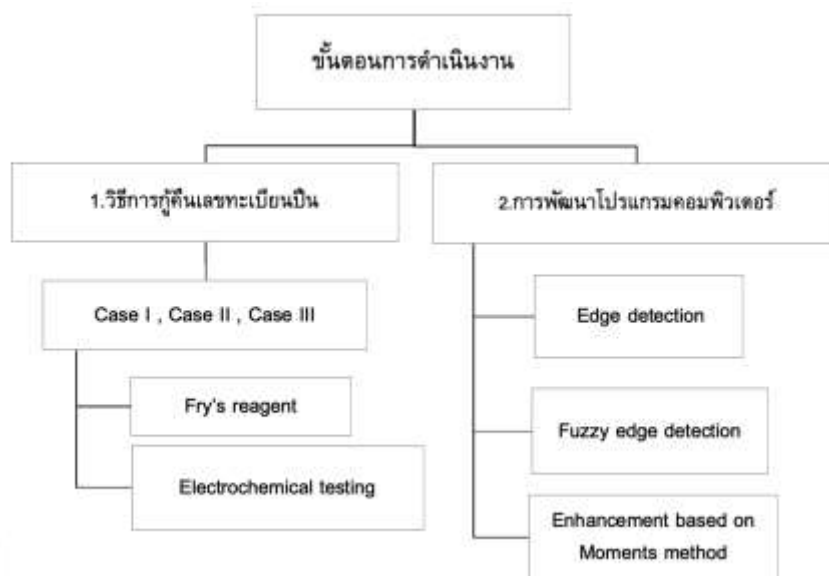
และ $\eta_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{\mu_{00}^r}$ แล้ว $r = \frac{p+q}{2} + 1$ (3)

เมื่อ η_{pq} คือ Normalized Central Moment เพื่อคำนวณ Moment ที่มีความคงทนต่อสัญญาณรบกวน (Noise) เนื่องจากในภาพถ่ายจริงบางครั้งจะมีสัญญาณรบกวนทำให้คุณภาพของภาพถูกลดทอนลง เพื่อแก้ปัญหานี้ Normalized Central Moment ถูกนำมาใช้แทน Central Moment

3. วิธีการวิจัย

3.1 แผนการดำเนินงาน

ในโครงการนี้แบ่งแผนการทดลองออกเป็น 2 ส่วน การทดลองส่วนแรกเป็นการกู้คืนเลขทะเบียนปิ่น ซึ่งทำการทดลอง 3 กรณี โดยจำลองจากสถานการณ์จริงที่ผู้ร้ายใช้อำพรางคดี กู้คืนด้วยน้ำยาเคมีและเคมีไฟฟ้า ในส่วนที่ 2 เป็นการออกแบบและพัฒนาการประมวลผลภาพเพื่อกู้คืนเลขทะเบียนปิ่นโดยวิธี Enhancement based on Moments ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงแผนการดำเนินการวิจัย

จากภาพที่ 4 ผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการทางเคมีมีข้อจำกัดคือ ตัวอักษรจะปรากฏเพียงช่วงระยะเวลาสั้น ดังนั้นจึงต้องมีการถ่ายภาพไว้เพื่อวิเคราะห์ผลลัพธ์ภายหลัง แต่อย่างไรก็ตามภาพผลลัพธ์บางครั้งยากแก่การวิเคราะห์ ทางคณะผู้วิจัยจึงนำกระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing) เพื่อทำให้ตัวอักษรจากภาพผลลัพธ์มีความชัดเจนจนสามารถแยกแยะตัวอักษรได้โดยง่ายและลดความผิดพลาดจากการวิเคราะห์ผลลัพธ์

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การเตรียมชิ้นงาน

สำหรับงานวิจัยนี้ใช้เหล็กกล้าคาร์บอน AISI 1015 ในการทดลอง โดยตัดชิ้นงานให้มีขนาดความกว้าง 3.50 เซนติเมตร และความยาว 5.00 เซนติเมตร ซึ่งงานวิจัยจะแบ่งเป็น 3 กรณี คือ

กรณีที่ 1 : ดอกหมายเลข + ขูดลบ + กู้คืน

กรณีที่ 2 : ดอกหมายเลข + ขูดลบ + ดอกหมายเลขชุดใหม่ + ขูดลบ + กู้คืน

กรณีที่ 3 : ดอกหมายเลข + ขูดลบ + ทาสี + กู้คืน

หมายเหตุ แต่ละกรณีเป็นการจำลองสถานการณ์จริงที่ผู้ร้ายใช้ในการอำพรางคดี

3.2.2 การกู้คืนด้วยน้ำยาเคมี

สำหรับการกู้คืนด้วยน้ำยาเคมี มีขั้นตอนดังนี้

1. นำแผ่นชิ้นงานที่ขูดลบหมายเลขออกแล้วมาล้างด้วยอะซิโตน
2. ใช้สาลีก้านยาวจุ่มน้ำยาเคมีที่เตรียมไว้ ปาดบริเวณผิวของชิ้นงานในทางเดียวกันตลอด
3. จับเวลาจนกว่าจะเห็นค่าตัวเลขและถ่ายภาพเก็บไว้ด้วยกล้องดิจิทัลจอไม่โครสโคปมินิ
4. ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

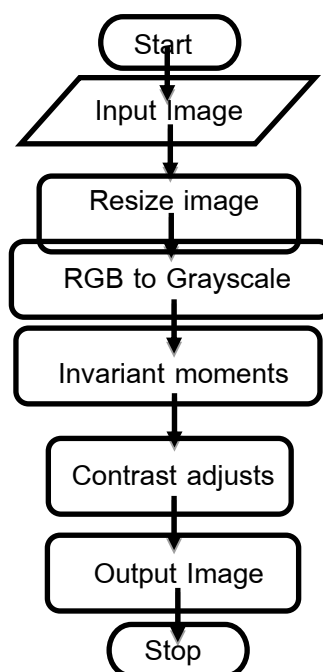
3.2.3 การกู้คืนด้วยไฟฟ้าเคมี

สำหรับการกู้คืนด้วยไฟฟ้าเคมี มีขั้นตอนดังนี้

1. นำแผ่นชิ้นงานที่ขูดลบหมายเลขออกแล้วมาล้างด้วยอะซิโตน
2. นำสารละลายอิเล็กโทรไลต์ 200 mL ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 500 mL
3. นำสายไฟปากจระเข้คีบแผ่นชิ้นงานต่อกับขั้วบวก (+) และนำแท่งแกรไฟต์ต่อกับขั้วลบ (-)
4. นำแผ่นชิ้นงานและแท่งแกรไฟต์จุ่มลงในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ จากนั้นปรับค่าศักย์ไฟฟ้าเป็น 6.0 V
5. ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้งเป็นเวลา 15 นาที และถ่ายภาพเก็บไว้ด้วยกล้องดิจิทัลจอไม่โครสโคปมินิ

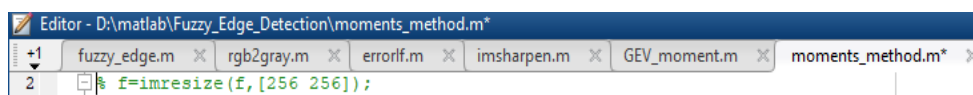
3.2.4 การประมวลผลภาพโดยวิธีการ Enhancement based on Moments

สำหรับการประมวลผลภาพ โดยวิธีการ Enhancement based on Moments เป็นการทำให้ตัวเลขที่สนใจเด่นชัดขึ้นมา ปกติค่า Moments จะใช้ในการระบุวัตถุในภาพเป็นวัตถุเดียวกันหรือไม่ แต่ในงานวิจัยนี้ได้นำค่า Moments มาแสดงเป็นรูปภาพ ด้วยสมมุติฐานที่ว่าค่า Moments ของพื้นหลังและตัวเลขมีค่าต่างกัน มีขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการประมวลผลภาพ โดยวิธีการ Enhancement based on Moments

1. **Resize image** เป็นขั้นตอนการปรับขนาดของอินพุต เนื่องจากขนาดของอินพุตต้นฉบับมีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้ต้องใช้เวลานานในการประมวลผล



ภาพที่ 6 Resize image

2. **Invariant moments** เป็นขั้นตอนการกำหนดสมการที่ใช้ในการคำนวณค่า moment
Algorithm Invariant moments:
Input: An image I of size M, N
Output: Enhanced image: F

Step 1: Calculate central moment from Equation 2 of image I
 Step 2: Calculate First Central Moment with sum of p and q is 1
 Step 3: Calculate Second Central Moment with sum of p and q is 2
 Step 4: Normalize the moments with Equation 3
 Step 5: Mapping output of Step2-3 into 8-bit image, F

4. ผลการวิจัย

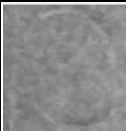
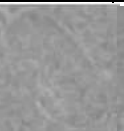
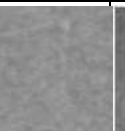
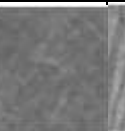
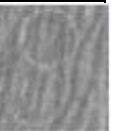
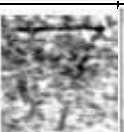
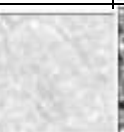
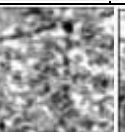
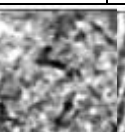
4.1 ผลของการประมวลผลภาพโดยวิธีการ Enhancement based on Moments

ตารางที่ 1 ผลของการประมวลผลภาพโดยวิธีการ Enhancement based on Moments

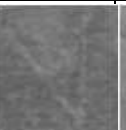
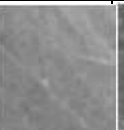
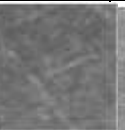
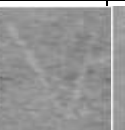
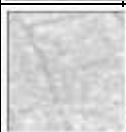
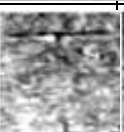
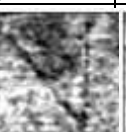
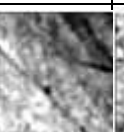
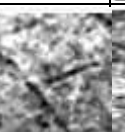
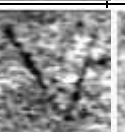
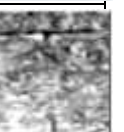
ภาพต้นฉบับ	ผลการกู้คืน	หมายเหตุ
		ตัวอักษรปรากฏชัดเจนขึ้น

จากตารางที่ 1 แสดงผลการประมวลผลภาพโดยวิธีการ Enhancement based on Moments ผลปรากฏว่าตัวอักษรปรากฏชัดเจนขึ้น สามารถอ่านค่าได้ง่ายขึ้น

ตารางที่ 2 ตัวอย่าง การประมวลผลภาพโดยวิธีการ Enhancement based on Moments (ตัวเลข)

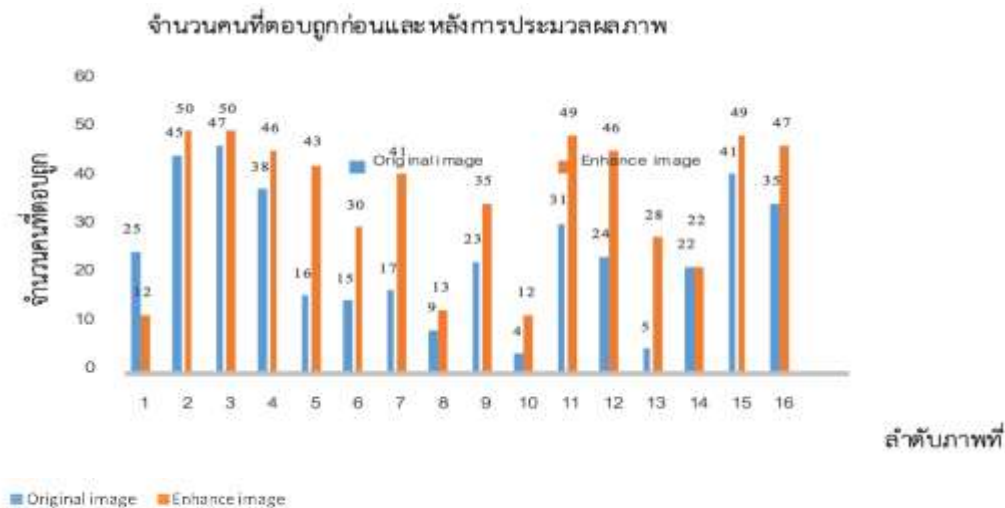
	1	2	3	4	5	6	7	8
Fact	0	5	7	8	0	7	5	8
ภาพต้นฉบับ								
ภาพหลัง Enhance								

ตารางที่ 3 ตัวอย่าง การประมวลผลภาพโดยวิธีการ Enhancement based on Moments (ตัวอักษร)

	9	10	11	12	13	14	15	16
Fact	F	K	T	V	K	F	V	T
ภาพต้นฉบับ								
ภาพหลัง Enhance								

4.2 การประเมินผลการประมวลผลภาพจากการทำแบบสำรวจ

จากการทำแบบสำรวจนักศึกษาในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จำนวน 100 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ทำแบบสำรวจก่อนการปรับปรุงภาพ และกลุ่มที่ 2 ทำแบบสำรวจหลังการปรับปรุงภาพ แสดงผลการสำรวจ ดังกราฟที่ 1



กราฟที่ 1 แสดงจำนวนคนที่ตอบถูกก่อนและหลังการประมวลผลภาพ

จากกราฟที่ 1 แกน x แสดง จำนวนภาพที่ และแกน y แสดง จำนวนคนที่ตอบถูก ผลปรากฏว่าคนส่วนใหญ่อ่านค่าตัวเลขและตัวอักษรจากภาพหลังการปรับปรุงภาพได้ถูกต้องมากกว่าภาพก่อนการปรับปรุงภาพ

4.2 การประเมินผลการประมวลผลภาพเชิงสถิติ

โครงการนี้ได้ทดสอบเชิงสถิติ ด้วยวิธีการทดสอบสมมติฐานหรือ Hypothesis testing เพื่ออนุมานไปยังประชากรทั้งหมด โดยการตั้งสมมติฐานดังนี้

ผลการทดสอบสมมติฐาน	ยอมรับ H_0	ปฏิเสธ H_0
H_0 เป็นจริง	ตัดสินใจถูกต้อง	Type I Error
H_0 เป็นเท็จ	Type II Error	ตัดสินใจถูกต้อง

- H_0 คือ ค่าเฉลี่ยความถูกต้องหลังปรับปรุงภาพเท่ากับค่าเฉลี่ยความถูกต้องก่อนปรับปรุงภาพ
- H_1 คือ ค่าเฉลี่ยความถูกต้องหลังปรับปรุงภาพมากกว่าค่าเฉลี่ยความถูกต้องก่อนปรับปรุงภาพ

การคำนวณทางสถิติได้เลือกใช้ตัวทดสอบ Z-test (คำนวณด้วยโปรแกรม matlab) ด้วยคำสั่ง

$[h, p] = ztest(x, 24.81, 13.664, 'Tail', 'right')$

โดยที่ h คือ ผลการทดสอบสมมติฐาน

P คือ P-value

x คือ ชุดข้อมูลหลังการปรับปรุงภาพ

24.81 คือ ค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูลก่อนการปรับปรุงภาพ

13.664 คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของชุดข้อมูลก่อนการปรับปรุงภาพ

จากการคำนวณปรากฏว่าผลการทดสอบสมมติฐาน (h) = 1 แสดงว่าเป็นการปฏิเสธ H_0 ดังนั้นค่าเฉลี่ยความถูกต้องของตัวอักษรหลังการปรับปรุงมีค่ามากกว่าก่อนการปรับปรุงภาพ

นำค่า P-value ที่ได้มาทดสอบสมมติฐาน

โดยที่ ถ้าค่า P-value มากกว่า ระดับนัยสำคัญ สมมติฐานจะเป็นเท็จ

และ ถ้าค่า P-value น้อยกว่า ระดับนัยสำคัญ สมมติฐานจะเป็นจริง

จากการคำนวณปรากฏว่าค่า P-value = $6.3901e-04$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นก็คือค่า P-value น้อยกว่า ระดับนัยสำคัญ แสดงว่าสมมติฐานเป็นจริง ดังนั้น จากการทดสอบทางสถิติด้วยตัวทดสอบ Z-test ปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยความถูกต้องของตัวอักษรหลังการปรับปรุงมีค่ามากกว่าก่อนการปรับปรุงภาพที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

โครงการนี้ได้ทำการออกแบบและพัฒนาการประมวลผลภาพ (Image-processing application) เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับเลขทะเบียนปิ่นที่กู้คืนได้ในกรณีที่ตัวอักษรหรือตัวเลขปรากฏเพียงบางส่วน เพื่อเพิ่มความคมชัดให้กับภาพ และเพิ่มความถูกต้องในการอ่านค่า โดยวิธีที่นำมาใช้คือ Enhancement based on Moments จากการทดลองด้วยวิธีการหาขอบภาพไม่สามารถทำให้อ่านค่าตัวเลขหรือตัวอักษรได้ ทางคณะผู้วิจัยจึงศึกษาวิธีการที่ทำให้ตัวเลขหรือตัวอักษรเด่นชัดขึ้นด้วยวิธี Enhancement based on Moments ซึ่งวิธีนี้โดยปกติจะใช้ค่า moments ในการระบุวัตถุในภาพนั้น ๆ เป็นวัตถุเดียวกันหรือไม่ แต่ในโครงการนี้ได้นำประโยชน์ของค่า moments ของภาพที่ได้มาแสดงเป็นภาพแทน จากผลการทดลองพบว่า moment ให้ภาพผลลัพธ์ที่มีคุณภาพดีที่สุด ซึ่งวิธีนี้ตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่าค่าของ moments ของตัวอักษรหรือตัวเลขชนิดเดียวกันจะมีค่าใกล้เคียงกัน และแตกต่างจากพื้นหลัง ส่งผลให้ตัวอักษรที่กู้คืนมีความเด่นชัดและสามารถอ่านค่าได้โดยง่าย

5.1 สรุปผลการออกแบบและพัฒนาการประมวลผลภาพสำหรับการกู้คืนเลขทะเบียนปิ่น

วิธี Enhancement based on Moments ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) การป้อนข้อมูลรูปภาพเข้าสู่โปรแกรม
- 2) การปรับขนาดข้อมูลรูปภาพ
- 3) การแปลงข้อมูลรูปภาพจาก RGB เป็น Grayscale
- 4) การคำนวณหาค่า Moment ของข้อมูลรูปภาพ (Invariant moments)
- 5) การเพิ่มความชัดให้กับภาพ (Contrast adjust)
- 6) การแสดงข้อมูลรูปภาพ

การปรับปรุงภาพด้วยวิธี Enhancement based on Moments เป็นวิธีที่ทำให้ตัวอักษรหรือตัวเลขเด่นชัดขึ้นมาและสามารถอ่านค่าได้โดยง่าย เมื่อทดสอบทางสถิติด้วยตัวทดสอบ Z-test ปรากฏว่าค่าเฉลี่ยความถูกต้องของตัวอักษรหลังการปรับปรุงมีค่ามากกว่าก่อนการปรับปรุงภาพที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 จากการกู้คืนด้วยน้ำยาเคมีในบางกรณีลายของหลักปรากฏทับตัวอักษรหรือตัวเลข เมื่อปรับปรุงภาพแล้วลายหลักเด่นชัดกว่าตัวอักษรหรือตัวเลข ทำให้ไม่สามารถอ่านค่าได้

5.2.2 จากการกู้คืนด้วยน้ำยาเคมีตัวอักษรหรือตัวเลขมีค่าความเข้มของแสงใกล้เคียงกับพื้นหลังมาก จึงไม่สามารถใช้วิธีการหาขอบภาพได้

5.2.3 จากการกู้คืนวิธีเคมีไฟฟ้าชิ้นงานตัวอย่างจะเกิดความเสียหายจากกระแสไฟฟ้า ทำให้ไม่สามารถนำมาทำการทดลองในขั้นตอนการประมวลผลภาพโดยใช้วิธี Enhancement based on Moments เปรียบเทียบกับวิธีทางเคมีได้

5.3 งานวิจัยในอนาคต

5.3.1 ด้านการประมวลผล อ้างอิงจากหนังสือของ M. Paluszczek และ S. Thomas (2017) [10] ซึ่งเกี่ยวกับทฤษฎีของ Machine learning และการออกแบบ hidden layer ซึ่งเป็นเทคนิคที่สอนให้คอมพิวเตอร์มีการเรียนรู้ด้วยตัวเองและสามารถระบุค่าที่สนใจได้ ดังนั้นงานวิจัยในอนาคตที่ทีมผู้วิจัยจึงสนใจที่จะออกแบบ hidden

layer ใน Machine Learning ให้เหมาะสมกับการอ่านค่าตัวเลขหรือตัวอักษร และสามารถระบุค่าได้มีความถูกต้องแม่นยำสูง

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงไปได้ด้วยดีด้วยความสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ และภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ รวมไปถึงนักศึกษาและทีมงานวิจัยในห้องปฏิบัติการทุกท่าน

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ข่าวอาชญากรรม. [เว็บไซต์]. จาก https://www.khaosod.co.th/newspaper-column/live-from-the-Scene/news_2011806. (สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2562).
- [2] Serial Number คืออะไร S/N. [เว็บไซต์]. จาก <https://www.modify.in.th/19218>. (สืบค้นเมื่อวันที่ 23 กันยายน 2561).
- [3] ความหมายของเลขทะเบียนปิ่น. [เว็บไซต์]. จาก <http://www.gun.in.th/2010/index.php?topic=42912.0;wap2>. (สืบค้นเมื่อวันที่ 23 กันยายน 2561).
- [4] Serial Number. [เว็บไซต์]. จาก <http://what-when-how.com/forensic-sciences/serial-number/>. (สืบค้นเมื่อวันที่ 5 มีนาคม 2562).
- [5] Song, Q., 2015, Restoration of obliterated engraved marks on steel surfaces by chemical etching reagent. Forensic Science International 250 (1): 33-36.
- [6] โครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลกระทบของระดับความลึกของการตอกเลขหมายทะเบียนบนผิวของโลหะด้วยน้ำยาเคมี. [เว็บไซต์]. สืบค้นจาก <http://research.police.go.th/index.php/aboutus/info/infosection98/sec98part5-1/397-serialnumber2560-1/file>. (สืบค้นเมื่อวันที่ 23 กันยายน 2561).
- [7] ไฟฟ้าเคมี. [เว็บไซต์]. สืบค้นจาก http://www.science.mju.ac.th/chemistry/download/Teacher_training%202011/. (สืบค้นเมื่อวันที่ 23 กันยายน 2561).
- [8] Serial Number. [เว็บไซต์]. สืบค้นจาก <http://what-when-how.com/forensic-sciences/serial-number/>. (สืบค้นเมื่อวันที่ 5 มีนาคม 2562).
- [9] Crystal Pattern Mapping: A New Technique for Restoring Obliterated Serial Numbers. [เว็บไซต์]. สืบค้นจาก <https://writersforensicsblog.wordpress.com/2015/05/12/crystal-pattern-mapping-a-new-technique-for-restoring-obliteratedserialnumbers/?fbclid=IwAR25QsjAB2DLGfyk3L0m9vCAW8wfdS RRor4Phv F8aY1EiMebKAyKS4icTkg>. (สืบค้นเมื่อวันที่ 5 มีนาคม 2562).
- [10] M.Paluszek., and S. Thomas., MATLAB Machine Learning, USA, Business Media New York, 2017, p.3-6.
- [11] Azlan, M., Zaili, M., Kuppuswamy, R., and Harun, H. Restoration of engraved marks on steel surface by etching technique. Forensic Science International 2007, 171 (1): 27-32
- [12] Yin, S.H. M., Kuppuswamy, R., and Harun, H., On the sensitivity of some common metallographic reagent to restoring obliterated marks on medium carbon (0.31% C) steel surfaces. Forensic Science International 2009, 183 (1-3): 50-53.
- [13] Kesharwani, R.L., Gupta, A.K., and Hisha, M.K., Development of new reagent for restoration of erased serial number on metal plates. Egyptian Journal of Forensic Science 2013, 3 (1): 26-34.

- [14] Faust, N. L. **Image Enhancement**. Volume 20, Supplement 5 of Encyclopedia of Computer Science and Technology. Ed. A. Kent and J. G. Williams. Marcel Dekker. Inc. New York, 1989.
- [15] Jensen, J. R. **Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective**. 3rd ed. Pearson Prentice Hall. USA, 2005.
- [16] **2D Moment Invariants to Translation, Rotation, and Scaling**. *2D and 3D Image Analysis by Moments*, 2016. 45–94.
- [17] M.K.Hu, **Visual pattern recognition by moment invariants**, IRETrans. Inform. Theory, 1962, vol. 8, pp. 179–187.
- [18] R. Mukundan and K. R. Ramakrishnan, **Moment Functions in Image Analysis: Theory and Application**, Singapore: World Scientific, 1998.
- [19] R. J. Prokop and A. P. Reeves, **A survey of moment-based techniques for unoccluded object Representation and recognition**, in Proc. Computer Vision, Graphics, ImageProcessing Conf., vol.54, Sept. 1992, pp. 438–460.
- [20] Chaumette, F. **Image Moments: A General and Useful Set of Features for Visual Servoing**. *IEEE Transactions on Robotics*, 2004, 20(4), 713–723.

ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาแคลคูลัส 3 ของนักศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี

FACTORS AFFECTING LEARNING ACHIEVEMENT OF UNDERGRADUATE STUDENTS IN FOR
TECHNOLOGY SUVANABHUMI SUPHANBURI CENTER.เสริมศิริ ปราบเสร็จ^{*1} พิมพ์พรรณ อัมพันธ์ทอง² สิทธิกร มังคลา³ ลลิตพัทธ์ สุขเรือน⁴
ธนวัฒน์ พงษ์สุวรรณ⁵Soemsiri Prabset^{*1}, Pimpan Amphanthong², Sitthikorn Mangkala³,
Lalithphat Sukruan⁴, Tanawat Pongsuwan⁵^{*1, 2, 3, 4, 5} คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ^{*} E-mail: sormsiri.p@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาแคลคูลัส 3 ของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาแคลคูลัส 3 ในภาคการศึกษาที่ 1 (ปีการศึกษา 2562) จำนวน 114 คน ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือสำหรับการเก็บข้อมูล ทำการวิเคราะห์ปัจจัย และเจตคติ ที่ส่งผลกระทบต่อผลการเรียนวิชาแคลคูลัส 3 ใช้ความรู้ทางด้านสถิติ (ประกอบด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์) ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยด้านพฤติกรรมการสอนของอาจารย์มีผลกระทบโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัส 3 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เจตคติต่อวิชาแคลคูลัส 3 ของนักศึกษามีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษารายวิชาแคลคูลัส 3 กล่าวคือนักศึกษาไม่ได้เรียนวิชาแคลคูลัส 3 ด้วยความรู้สึกเหมือนถูกบังคับ การเรียนวิชาแคลคูลัส 3 ไม่ใช่เป็นการเสียเวลาเปล่า และการเรียนวิชาแคลคูลัส 3 มีประโยชน์ต่อนักศึกษา อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

คำสำคัญ: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, แคลคูลัส 3

วันที่รับบทความ 6 มีนาคม 2563

วันแก้ไขบทความ 25 มีนาคม 2563

วันตอบรับบทความ 26 มีนาคม 2563

ABSTRACT

The effective factor of calculus 3 to the learning achievement of graduate student in Rajamangala University of Technology, Suphanburi was aimed of this research. The 144 graduate students who were registred the calculus 3 of 1st semester (year of education is 2019) as a sample group. The questionnaire was used as an instrument for data record. The factors and the attitude of the learning achievement to calculus 3 were investigated. The statistical (are include frequency, percentage, average, standard deviation and the correlation coefficient) was used as data analysis. The results show that the lecturer behavior is most directly effect to the learning achievement of calculus 3, statistically significant at level .05. The attitudes to calculus 3 of graduate student are contrast to the learning achievement, the explanation are include the students are not force to learn, this course is not a waste time and useful to the students, statistically significant at level .05.

Keywords: learning achievement, calculus

1. บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญเป็นอย่างยิ่ง มีบทบาทในการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ทุกคน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิเป็นสถาบันการศึกษาหนึ่งที่เปิดสอนในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต นักศึกษาจะต้องลงทะเบียนเรียนในรายวิชาทางด้านคณิตศาสตร์หลายรายวิชาด้วยกัน โดยเฉพาะในรายวิชาแคลคูลัส 3 เป็นวิชาพิเศษที่มีความสำคัญและเป็นพื้นฐานในการนำไปประยุกต์ใช้กับรายวิชาทางด้านวิศวกรรมศาสตร์และการแก้ปัญหาทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นรากฐานของความเจริญในด้านต่างๆ ต่อไป

เนื่องจากรายวิชาแคลคูลัส 3 เป็นวิชาที่มีความสำคัญมากดังที่กล่าวมาแล้ว ฉะนั้นการให้ความรู้ในรายวิชาแคลคูลัส 3 แก่นักศึกษาจึงเป็นงานสอนที่ผู้สอนต้องพยายามทำให้ดีที่สุด ถูกต้องที่สุด อีกทั้งนักศึกษาก็ต้องมีสภาพแวดล้อมและกระบวนการเรียนที่เอื้อต่อการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ ในฐานะผู้วิจัยเป็นอาจารย์ที่สอนในรายวิชาแคลคูลัส 3 ได้พบว่ามีนักศึกษาจำนวนหนึ่งต้องพ้นสภาพการเป็นนักศึกษาหรือไม่สำเร็จการศึกษาภายในระยะเวลาที่กำหนด เนื่องมาจากการสอบไม่ผ่านวิชาแคลคูลัส 3 หรือผ่านอยู่ในเกณฑ์ได้คะแนนที่ไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้เกิดการสูญเสียเวลาทางการศึกษาเป็นจำนวนมากและก่อให้เกิดความรู้สึกละเลยและไม่ตั้งใจต่อวิชาแคลคูลัส 3 รวมไปถึงอาจารย์ผู้สอน ทำให้เกิดช่องว่างและปัญหาระหว่างอาจารย์ผู้สอนกับนักศึกษามากขึ้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเรียนรายวิชาแคลคูลัส 3 ของนักศึกษาและศึกษาหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาหรืออุปสรรคต่างๆ ที่บั่นทอนประสิทธิภาพการเรียนรู้ของนักศึกษา

ด้วยสาเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่เป็นตัวแปรส่งผลกระทบต่อข้อบกพร่องทางการเรียนรายวิชาแคลคูลัส 3 ของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี โดยศึกษาในด้านตัวอาจารย์ผู้สอน ตัวนักศึกษา เนื้อหาวิชา บรรยายากที่เอื้อต่อการเรียน สภาพทางบ้าน เพื่อน และเจตคติต่อวิชาแคลคูลัส 3 มีการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัส 3 ว่ามีปัจจัย

อะไรบ้าง เพื่อให้ผู้สอนได้ให้คำแนะนำในเบื้องต้นแก่ผู้เรียนที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยงต่อการถอนรายวิชาได้ปรับปรุง แก้ไข วิธีการเรียนอย่างทันท่วงที เพื่อให้ผู้สอนได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาวิธีการสอนของตนเองให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นและสามารถลดจำนวนผู้ถอนรายวิชา รวมทั้งเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาได้และเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนในรายวิชาแคลคูลัส 3 ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาแคลคูลัส 3 ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุพรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี

สมมติฐานของการวิจัย

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้ในรายวิชาแคลคูลัส 3 ในลักษณะของอาจารย์ผู้สอน พฤติกรรมการสอนของอาจารย์ ลักษณะการเรียนรู้ของนักศึกษา ลักษณะรูปแบบการเรียนรู้ ลักษณะเนื้อหาของวิชาแคลคูลัส 3 ลักษณะของบรรยากาศในห้องเรียน ลักษณะสภาวะทางบ้านของนักศึกษา ลักษณะเพื่อนของนักศึกษา และ เจตคติต่อวิชาแคลคูลัส 3 มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในรายวิชาแคลคูลัส 3

นิยามศัพท์เฉพาะ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัส 3 หมายถึง ค่าระดับคะแนนที่นักศึกษาได้รับเมื่อเสร็จสิ้นภาคการศึกษา ในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งมีการแบ่งค่าระดับคะแนน ตามเกณฑ์ดังนี้

คะแนนร้อยละ	80 ขึ้นไป	ได้	ก	หรือ	A
คะแนนร้อยละ	75 - 79	ได้	ข ⁺	หรือ	B ⁺
คะแนนร้อยละ	70 - 74	ได้	ข	หรือ	B
คะแนนร้อยละ	65 - 69	ได้	ค ⁺	หรือ	C ⁺
คะแนนร้อยละ	60 - 64	ได้	ค	หรือ	C
คะแนนร้อยละ	55 - 59	ได้	ง ⁺	หรือ	D ⁺
คะแนนร้อยละ	50 - 54	ได้	ง	หรือ	D
คะแนนต่ำกว่าร้อยละ	50	ได้	ต	หรือ	F

นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุพรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาแคลคูลัส 3 ในภาคการศึกษาที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2562

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แนวคิด ทฤษฎีและสังเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทฤษฎีความต้องการความสำเร็จของแมคเคลแลนด์ (McClelland's Achievement Motivation Theory) ที่มีความเชื่อว่าความต้องการของบุคคลเป็นผลมาจากการเรียนรู้มากกว่าอย่างอื่น ความต้องการที่เกิดจากการเรียนรู้จึงมีอิทธิพลสูงใจให้บุคคลแสดงหรือประพฤติปฏิบัติเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย และทฤษฎีการเสริมแรงของ

สกินเนอร์ (Reinforcement Theory) ที่กล่าวถึงความสำเร็จในการแสดงพฤติกรรมหนึ่ง ๆ จะถูกกำหนดโดยผลลัพธ์ที่ได้รับจากการกระทำนั้น [8] และจากการศึกษาของชนิษฐา บุญภักดี [3] พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้แก่ เจตคติต่อการเรียน พฤติกรรมการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ บังอร มากดี [5] คุณภาพการสอนของครูและเจตคติของนักศึกษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการระบบการจัดการฐานข้อมูลของนักศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับ กานดา คำมาก [1] ปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้แก่ เจตคติต่อการเรียน และยังสอดคล้องกับศรัณย์ รื่นณรงค์ [7] ที่พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับเจตคติต่อการเรียนวิชาพลศึกษาของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา บุคลิกภาพ การสนับสนุนทางการเรียนวิชาพลศึกษาของผู้ปกครอง แรงจูงใจในการเรียนวิชาพลศึกษา สัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับครูผู้สอนและสัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับเพื่อน เป็นต้น

3. วิธีการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยมีประชากรเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาแคลคูลัส 3 ในภาคการศึกษาที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2562 เลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) และมีขั้นตอนคือ พัฒนาเครื่องมือที่ใช้จากงานวิจัยของ กานดา คำมาก [1] แบบสอบถามเรื่องปัจจัยที่ส่งผลการเรียนในรายวิชาแคลคูลัส 3 แบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ตอนที่ 2 ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลการเรียนวิชาแคลคูลัส 3 และตอนที่ 3 แบบวัดเจตคติต่อวิชาแคลคูลัส 3 เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามด้วยตนเองจากนักศึกษาภาคปกติที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาแคลคูลัส 3 ในภาคการศึกษาที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2562 จำนวน 114 คน ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC (Statistical Package for the Social Science) ตามลำดับ ดังนี้

1. ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามวิเคราะห์โดยการแจกความถี่ (Frequency) การหาค่าร้อยละ (Percentage)

2. ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลการเรียนวิชาแคลคูลัส 3 โดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) โดยแปลความหมายค่าเฉลี่ยของคะแนนประเมินระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลการเรียนรายวิชาแคลคูลัส 3 ด้วยเกณฑ์ดังต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51 - 5.00	มีความเห็นด้วยมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51 - 4.50	มีความเห็นด้วยมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51 - 3.50	มีความเห็นด้วยปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51 - 2.50	มีความเห็นด้วยน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 - 1.50	มีความเห็นด้วยน้อยที่สุด

3. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลการเรียนวิชาแคลคูลัส 3 ใน ลักษณะของอาจารย์ผู้สอน พฤติกรรมการสอนของอาจารย์ ลักษณะการเรียนของนักศึกษา ลักษณะรูปแบบการเรียน ลักษณะเนื้อหาวิชาของวิชาแคลคูลัส 3 ลักษณะของบรรยากาศใน

ห้องเรียน ลักษณะสภาวะทางบ้านของนักศึกษา ลักษณะเพื่อนของนักศึกษา และ เจตคติต่อวิชาแคลคูลัส 3 กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. ร้อยละ (Percentage) ใช้ในการแสดงข้อมูลทั่วไปของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่เรียนรายวิชา แคลคูลัส 3 ประกอบด้วยข้อมูลเพศ เกรดเฉลี่ยสะสม จำนวนสมาชิกในครอบครัว ลักษณะการประกอบอาชีพของผู้ปกครอง รายได้ต่อเดือนของผู้ปกครอง และรายจ่ายเดือนต่อเดือนของนักศึกษา โดยหาได้จากสูตร

$$p = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ p แทน ค่าร้อยละ

f แทน ความถี่ของข้อมูลทั่วไปของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่เรียนรายวิชา แคลคูลัส 3

n แทน จำนวนนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

2. ค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้ในการคำนวณหาคะแนนเฉลี่ยของปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนรายวิชา แคลคูลัส 3 ประกอบด้วยปัจจัยด้านลักษณะของอาจารย์ผู้สอน ด้านพฤติกรรมการสอนของอาจารย์ ด้านแรงจูงใจของผู้เรียน ด้านลักษณะรูปแบบการเรียนของนักศึกษา ด้านลักษณะของเนื้อหาวิชา ด้านลักษณะของบรรยากาศของห้องเรียน ด้านลักษณะสภาวะทางบ้านของนักศึกษา และด้านลักษณะเพื่อนของนักศึกษา โดยหาได้จากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของปัจจัยแต่ละด้านที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนรายวิชา แคลคูลัส 3

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของปัจจัยแต่ละด้านที่ส่งผลกระทบต่อการเรียน รายวิชาแคลคูลัส 3

n แทน จำนวนนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

3. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้ดูการวัดการกระจายของปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนรายวิชาแคลคูลัส 3 เขียนแทนด้วย S.D. หรือ S โดยหาได้จากสูตร

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad \text{หรือ} \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{X}^2}{n-1}}$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x_i	แทน	คะแนนของปัจจัยแต่ละด้านที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนรายวิชาแคลคูลัส 3 ด้านที่ i
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของปัจจัยแต่ละด้านที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนรายวิชาแคลคูลัส 3
n	แทน	จำนวนนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

4. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation) เพื่อใช้ทดสอบค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม โดยใช้สูตร

$$r = \sqrt{\frac{\sum XY - n\bar{X}\bar{Y}}{(\sum X^2 - n\bar{X}^2)(\sum Y^2 - n\bar{Y}^2)}}$$

เมื่อ r	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
$\sum X$	แทน	ผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปรตัวที่ 1 (X)
$\sum Y$	แทน	ผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปรตัวที่ 2 (Y)
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปรตัวที่ 1
$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปรตัวที่ 2
$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่างข้อมูลตัวแปรที่ 1 และ 2
n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าระหว่าง

- ค่า r เป็นลบ แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกัน คือ ถ้า X เพิ่มขึ้น Y จะลด แต่ถ้า X ลด Y จะเพิ่ม

- ค่า r เป็นบวก แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันคือ ถ้า X เพิ่มขึ้น Y จะเพิ่ม แต่ถ้า X ลด Y จะลด

- ค่า r เป็นศูนย์ แสดงว่า X และ Y ไม่มีความสัมพันธ์กัน

เกณฑ์ในการพิจารณาความสัมพันธ์ เป็นดังนี้

± 0.81 ถึง ± 1.00 หมายถึง มีความสัมพันธ์กันระดับสูงมาก

± 0.61 ถึง ± 0.80 หมายถึง มีความสัมพันธ์กันระดับสูง

± 0.41 ถึง ± 0.60 หมายถึง มีความสัมพันธ์กันระดับปานกลาง

± 0.21 ถึง ± 0.40 หมายถึง มีความสัมพันธ์กันระดับต่ำ

± 0.00 ถึง ± 0.20 หมายถึง มีความสัมพันธ์กันระดับต่ำมาก

4. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่เรียนรายวิชาแคลคูลัส 3 ประกอบด้วยข้อมูลเพศ เกรดเฉลี่ยสะสม จำนวนสมาชิกในครอบครัว ลักษณะการประกอบอาชีพของผู้ปกครอง รายได้ต่อเดือนของผู้ปกครอง และรายจ่ายเดือนต่อเดือนของนักศึกษา แสดงผลในรูปความถี่และร้อยละ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความถี่และร้อยละของนักศึกษาที่เรียนรายวิชาแคลคูลัส 3 จำแนกตามข้อมูลส่วนตัว

ข้อมูลส่วนตัว	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	80	70.18
หญิง	17	14.92
ไม่ตอบแบบสอบถาม	17	14.92
2. เกรดเฉลี่ยสะสม		
1.49-1.99	4	3.51
2.00-2.49	63	55.27
2.50-2.99	25	21.93
3.00-3.49	5	4.39
3.50-4.00	0	0.00
ไม่ตอบแบบสอบถาม	17	14.92
3. จำนวนสมาชิกในครอบครัว		
3-4 คน	59	51.76
5-6 คน	29	25.44
7-8 คน	9	7.90
มากกว่า 8 คน	0	0.00
ไม่ตอบแบบสอบถาม	17	14.92
4. ผู้ปกครองประกอบอาชีพ		
เกษตรกร	28	24.57
ลูกจ้างเอกชน	9	7.90
รับจ้างทั่วไป	26	22.81
รัฐวิสาหกิจ	4	3.51
ธุรกิจส่วนตัว	8	7.02
รับราชการ	9	7.90
ค้าขาย	13	11.41
ไม่ตอบแบบสอบถาม	17	14.92

ตารางที่ 1 ความถี่และร้อยละของนักศึกษาที่เรียนรายวิชาแคลคูลัส 3 จำแนกตามข้อมูลส่วนตัว (ต่อ)

ข้อมูลส่วนตัว	จำนวน	ร้อยละ
5. ผู้ปกครองมีรายได้ต่อเดือน		
น้อยกว่า 5,000 บาท/เดือน	5	4.39
5,000 - 10,000 บาท/เดือน	21	18.43
10,001-15,000 บาท/เดือน	32	28.07
15,001-20,000 บาท/เดือน	18	15.79
มากกว่า 20,000 บาท/เดือน	21	18.43
ไม่ตอบแบบสอบถาม	17	14.92
6. รายจ่ายต่อเดือนของนักศึกษา		
น้อยกว่า 3,000 บาท/เดือน	15	13.16
3,000 - 5,000 บาท/เดือน	47	41.23
5,001-10,000 บาท/เดือน	27	23.69
มากกว่า 10,000 บาท/เดือน	8	7.02
ไม่ตอบแบบสอบถาม	17	14.92

จากตารางที่ 1 พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่ที่เรียนรายวิชาแคลคูลัส 3 เป็นเพศชาย (ร้อยละ 70.18) มีเกรดเฉลี่ยสะสมอยู่ในช่วง 2.00 – 2.49 (ร้อยละ 55.27) จำนวนสมาชิกในครอบครัวมีจำนวน 3-4 คน (ร้อยละ 51.76) ผู้ปกครองประกอบอาชีพเกษตรกรรม (ร้อยละ 24.57) รายได้ของครอบครัวประมาณ 10,001 – 15,000 บาทต่อเดือน (ร้อยละ 28.07) และรายจ่ายต่อเดือนของนักศึกษาประมาณ 3,001-5,000 บาท (ร้อยละ 41.23)

ตอนที่ 2 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้รายวิชาแคลคูลัส 3 ประกอบด้วยปัจจัยด้านลักษณะของอาจารย์ผู้สอน ด้านพฤติกรรมการสอนของอาจารย์ ด้านแรงจูงใจของผู้เรียน ด้านลักษณะรูปแบบการเรียนของนักศึกษา ด้านลักษณะของเนื้อหาวิชา ด้านลักษณะของบรรยากาศของห้องเรียน ด้านลักษณะสภาวะทางบ้านของนักศึกษา และด้านลักษณะเพื่อนของนักศึกษา ผลการศึกษาแสดงผลในรูปค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้ในรายวิชาแคลคูลัส 3 ของนักศึกษาที่เรียนรายวิชาแคลคูลัส 3

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้ รายวิชาแคลคูลัส 3	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. ลักษณะของอาจารย์ผู้สอน	4.32	0.81	เห็นด้วยระดับมาก
2. พฤติกรรมการสอนของอาจารย์	4.27	0.87	เห็นด้วยระดับ มาก

3. แรงจูงใจของผู้เรียน	4.05	0.82	เห็นด้วยระดับ มาก
4. ลักษณะรูปแบบการเรียนของนักศึกษา	4.07	0.84	เห็นด้วยระดับ มาก
5. ลักษณะของเนื้อหาวิชา	4.21	0.82	เห็นด้วยระดับ มาก
6. ลักษณะของบรรยากาศของห้องเรียน	4.08	0.92	เห็นด้วยระดับ มาก
7. ลักษณะสภาวะทางบ้านของนักศึกษา	3.85	0.93	เห็นด้วยระดับ มาก
8. ลักษณะเพื่อนของนักศึกษา	3.93	0.93	เห็นด้วยระดับ มาก

จากตารางที่ 2 พบว่านักศึกษาที่เรียนรายวิชาแคลคูลัส 3 มีความคิดเห็นในระดับมากเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 3 ในด้านลักษณะของอาจารย์ผู้สอน ($\bar{x} = 4.32, S.D. = 0.81$) ด้านพฤติกรรมการสอนของอาจารย์ ($\bar{x} = 4.27, S.D. = 0.87$) ด้านแรงจูงใจของผู้เรียน ($\bar{x} = 4.05, S.D. = 0.82$) ด้านลักษณะรูปแบบการเรียนของนักศึกษา ($\bar{x} = 4.07, S.D. = 0.84$) ด้านลักษณะของเนื้อหาวิชา ($\bar{x} = 4.21, S.D. = 0.82$) ด้านลักษณะของบรรยากาศของห้องเรียน ($\bar{x} = 4.08, S.D. = 0.92$) ด้านลักษณะสภาวะทางบ้านของนักศึกษา ($\bar{x} = 3.85, S.D. = 0.93$) และด้านลักษณะเพื่อนของนักศึกษา ($\bar{x} = 3.93, S.D. = 0.93$)

ผลการศึกษาความสัมพันธ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 3 กับผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาวิชาแคลคูลัส 3 แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 3 กับผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาวิชาแคลคูลัส 3

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบ	ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา	
	r	p-value
1. ลักษณะของอาจารย์ผู้สอน	0.114	0.267
2. พฤติกรรมการสอนของอาจารย์	0.204	0.045
3. แรงจูงใจของผู้เรียน	0.061	0.550
4. ลักษณะรูปแบบการเรียนของนักศึกษา	-0.040	0.698
5. ลักษณะของเนื้อหาวิชา	0.088	0.393
6. ลักษณะของบรรยากาศของห้องเรียน	0.065	0.525
7. ลักษณะสภาวะทางบ้านของนักศึกษา	-0.146	0.155

8. ลักษณะเพื่อนของนักศึกษา	-0.034	0.741
----------------------------	--------	-------

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนวิชาแคลคูลัส 3 กับผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาวิชาแคลคูลัส 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนวิชาแคลคูลัส 3 ด้านพฤติกรรมการสอนของอาจารย์ผู้สอนและผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน กล่าวได้ว่าถ้าอาจารย์ผู้สอนมีพฤติกรรมการสอนที่ดี กล่าวคือ อาจารย์ผู้สอนมีการตอบสนองความต้องการของนักศึกษา มีการใช้สื่อการสอนต่าง ๆ รวมถึงกิจกรรมการสอนที่หลากหลายเพื่อสร้างความสนใจช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกและเข้าใจในบทเรียนได้ง่ายขึ้น มีการส่งเสริมให้นักศึกษาได้ใช้ความคิดอยู่เสมอด้วยการซักถามหรือเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้มีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็น มีการใช้แรงจูงใจในระหว่างการจัดการเรียนการสอน เช่น รางวัล การชมเชย รวมถึงมีการประเมินผลตลอดเวลาโดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การสังเกต การซักถาม การทดสอบ เพื่อให้แน่ใจว่าการสอนของอาจารย์ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้มากที่สุด เป็นต้น นั้นส่งผลให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาที่ดีด้วย สำหรับปัจจัยด้านลักษณะของอาจารย์ผู้สอน ด้านแรงจูงใจของผู้เรียน ด้านลักษณะรูปแบบการเรียนของนักศึกษา ด้านลักษณะของเนื้อหาวิชา ด้านลักษณะของบรรยากาศของห้องเรียน และด้านลักษณะเพื่อนของนักศึกษา ไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิชาแคลคูลัส 3 กับผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา
แคลคูลัส 3 แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิชาแคลคูลัส 3 ของนักศึกษากับผลสัมฤทธิ์
ทางการศึกษาวิชาแคลคูลัส 3

เจตคติต่อวิชาแคลคูลัส 3	ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา	
	r	p-value
1. วิชาแคลคูลัส 3 เป็นวิชาที่น่าเบื่อ	-0.133	0.195
2. นักศึกษาอยากเรียนวิชาแคลคูลัส 3 ทุกวัน	0.021	0.835
3. นักศึกษาชอบเรียนวิชาแคลคูลัส 3	-0.061	0.552
4. นักศึกษาชอบทำแบบฝึกหัดวิชาแคลคูลัส 3	-0.037	0.718
5. เวลาเรียนวิชาแคลคูลัส 3 นักศึกษารู้สึกง่วงนอน	-0.035	0.737
6. นักศึกษาเรียนวิชาแคลคูลัส 3 ด้วยความรู้สึกละเมื่อยง่วง	-0.216	0.033
7. นักศึกษาตั้งใจเรียนวิชาแคลคูลัส 3	0.047	0.649
8. นักศึกษาไม่มีความสุขเวลาเรียนวิชาแคลคูลัส 3	-0.141	0.167
9. นักศึกษาชอบตอบคำถามในวิชาแคลคูลัส 3	-0.067	0.512
10. นักศึกษาสนุกกับการเรียนวิชาแคลคูลัส 3	-0.009	0.934
11. วิชาแคลคูลัส 3 เป็นวิชาที่มีสำคัญที่ควรเรียนรู้	0.060	0.557
12. การเรียนวิชาแคลคูลัส 3 เป็นการเสียเวลาเปล่า	-0.212	0.037

13. การเรียนวิชาแคลคูลัส 3 ไม่มีประโยชน์ต่อนักศึกษา	-0.214	0.035
14. วิชาแคลคูลัส 3 เป็นสุดยอดของความยาก	0.066	0.518
15. วิชาแคลคูลัส 3 เป็นวิชาที่มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน	0.022	0.828

จากตารางที่ 4 ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิชาแคลคูลัส 3 ของนักศึกษา กับผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาวิชาแคลคูลัส 3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า เจตคติต่อวิชาแคลคูลัส 3 ของนักศึกษาที่มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัส 3 กล่าวคือ นักศึกษาไม่ได้เรียนวิชาแคลคูลัส 3 ด้วยความรู้สึกเหมือนถูกบังคับ การเรียนวิชาแคลคูลัส 3 ไม่ใช่เป็นการเสียเวลาเปล่า และการเรียนวิชาแคลคูลัส 3 มีประโยชน์ต่อนักศึกษา สำหรับเจตคติที่ว่าวิชาแคลคูลัส 3 เป็นวิชาที่น่าเบื่อ นักศึกษาอยากเรียนวิชาแคลคูลัส 3 ทุกวัน นักศึกษาชอบเรียนวิชาแคลคูลัส 3 นักศึกษาชอบทำแบบฝึกหัดวิชาแคลคูลัส 3 เวลาเรียนวิชาแคลคูลัส 3 นักศึกษารู้สึกง่วงนอน นักศึกษาตั้งใจเรียนวิชาแคลคูลัส 3 นักศึกษาไม่มีความสุขเวลาเรียนวิชาแคลคูลัส 3 นักศึกษาชอบตอบคำถามในวิชาแคลคูลัส 3 นักศึกษาสนุกกับการเรียนวิชาแคลคูลัส 3 วิชาแคลคูลัส 3 เป็นวิชาที่สำคัญที่ควรเรียนรู้ วิชาแคลคูลัส 3 เป็นสุดยอดของความยาก และวิชาแคลคูลัส 3 เป็นวิชาที่มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่ที่เรียนรายวิชาแคลคูลัส 3 เป็นเพศชาย (ร้อยละ 70.18) มีเกรดเฉลี่ยสะสมอยู่ในช่วง 2.00 – 2.49 (ร้อยละ 55.27) จำนวนสมาชิกในครอบครัวมีจำนวน 3-4 คน (ร้อยละ 51.76) ผู้ปกครองประกอบอาชีพเกษตรกร (ร้อยละ 24.57) รายได้ของครอบครัวประมาณ 10,001 – 15,000 บาทต่อเดือน (ร้อยละ 28.07) และรายจ่ายต่อเดือนของนักศึกษาประมาณ 3,001-5,000 บาท (ร้อยละ 41.23) ในด้านปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัส 3 ด้านพฤติกรรมการสอนของอาจารย์ผู้สอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน กล่าวได้ว่าถ้าอาจารย์ผู้สอนมีพฤติกรรมการสอนที่ดี ส่งผลให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีด้วย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ดังนั้นอาจารย์ผู้สอนควรมีความรู้ความสามารถเป็นที่ยอมรับของนักศึกษา ให้ความเป็นกันเอง รวมทั้งสามารถช่วยเหลือและเป็นที่กำลังใจเมื่อนักศึกษามีปัญหาในการเรียน และเจตคติต่อวิชาแคลคูลัส 3 ของนักศึกษามีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาวิชาแคลคูลัส 3 กล่าวคือ นักศึกษาไม่ได้เรียนวิชาแคลคูลัส 3 ด้วยความรู้สึกเหมือนถูกบังคับ การเรียนวิชาแคลคูลัส 3 ไม่ใช่เป็นการเสียเวลาเปล่า และการเรียนวิชาแคลคูลัส 3 มีประโยชน์ต่อนักศึกษา อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ดังนั้นแสดงว่านักศึกษารู้สึกดีต่อการเรียน และเห็นว่ารายวิชาแคลคูลัส 3 มีประโยชน์ต่อตัวนักศึกษา

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัส 3 ด้านพฤติกรรมการสอนของอาจารย์ผู้สอนมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา สอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤตวรรณ ประเสริฐสิทธิ์ [2] บังอร มากดี [5] และรัตน พันธ์สิงสอน [6] พบว่าพฤติกรรมในการสอนของอาจารย์ผู้สอน มีความสัมพันธ์และเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ถ้าอาจารย์ผู้สอนมีพฤติกรรมการสอนที่ดีทำให้นักศึกษามีความเชื่อมั่นในความรู้ความสามารถของอาจารย์ผู้สอน รวมทั้งความเป็นกันเองกับนักศึกษา มีรูปแบบและเทคนิคการสอนที่น่าสนใจช่วยให้เข้าใจง่าย ส่งผลให้นักศึกษามีความตั้งใจเรียน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีด้วย

เจตคติต่อวิชาแคลคูลัส 3 เป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัส 3 และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม แสดงว่าเจตคติต่อวิชาแคลคูลัส 3 ใช้ทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาแคลคูลัส 3 ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ฉลอง สวัสดิ์ และณรงศักดิ์ โยธา [4] พบว่าเจตคติทางการเรียนวิชาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ และเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นั่นคือ นักศึกษาจะมีเจตคติทางการเรียนต่อวิชาทางคณิตศาสตร์ที่ดี จะรู้สึกชอบ รู้สึกว่าเรียนแล้วสนุก ส่งผลให้นักศึกษาอยากเข้าเรียน เข้าเรียนตรงเวลา ฝึกฝนตัวเองอยู่เสมอ และมองเห็นความสำคัญของรายวิชาว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้หรือเป็นพื้นฐานสำหรับรายวิชาชีพของตัวนักศึกษาเองได้ในอนาคต

ข้อเสนอแนะการวิจัย

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

อาจารย์ผู้สอนควรมีการเตรียมการสอนให้พร้อมอยู่เสมอ มีการเลือกใช้สื่อที่เหมาะสมกับผู้เรียน แสวงหาความรู้เพิ่มเติมในด้านการจัดการเรียนการสอนและศึกษาจิตวิทยาเกี่ยวกับผู้เรียนเพื่อประโยชน์ในการเข้าถึง เข้าใจในตัวผู้เรียนช่วยให้ผู้สอนสามารถปรับวิธีการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้ ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจในการเรียน กระตือรือร้น และมีสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นในที่สุด

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาปัจจัยด้านอื่น ๆ นอกเหนือจากที่ศึกษาในครั้งนี้เพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่ครอบคลุม และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาแคลคูลัส 3 ให้เหมาะสมกับผู้เรียนมากยิ่งขึ้น
2. การวิจัยครั้งต่อไปควรพิจารณาตัดเจตคติแต่ละข้อที่ดูมีความสัมพันธ์กันหรือมีความหมายใกล้เคียงกัน เช่น วิชาแคลคูลัส 3 เป็นวิชาที่น่าเบื่อ กับ นักศึกษาไม่มีความสุขเวลาเรียนวิชาแคลคูลัส 3 ให้เหลือเพียงข้อเดียวที่มีความหมายใกล้เคียงกัน
3. ควรทำการศึกษาปัจจัยดังกล่าวกับรายวิชาอื่นๆ และนำผลที่ได้มาศึกษาเปรียบเทียบปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละรายวิชา

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วาสกริ แสงป้อม ที่ช่วยตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา Calculus 3 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ที่ให้ความร่วมมือด้วยดีในการดำเนินการวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กานดา คำมาก. ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาแคลคูลัส 1 ของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. Suranaree Journal of Social Science, 2015, 9(1), 83-94.
- [2] กฤตวรรณ ประเสริฐสิทธิ์. ปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของ นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัย ธนบุรี (Journal of Thonburi University), 2557, 8(17), 90-101.

-
- [3] ขนิษฐา บุญกั๊กดี. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของนักศึกษา ระดับปริญญาตรี คณะครู
ศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. วิทยานิพนธ์ คณะครู
ศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2552.
- [4] ฉลอง สวัสดิ์ และ ณรงค์ศักดิ์ โยธา. การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา แคลคูลัส 1 สำหรับ
วิศวกร ของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน. รายงานการวิจัยของมหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีราชมงคลอีสาน (สาขาคณิตศาสตร์และสถิติประยุกต์). นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ราชมงคลอีสาน. 2555.
- [5] บังอร มากดี. องค์ประกอบที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการจัดการฐานข้อมูลของนักศึกษา
โปรแกรมวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี. รายงานวิจัย มหาวิทยาลัยราช
ภัฏอุบลราชธานี. 2548.
- [6] รัตนา พันธุ์สิงสอน. การศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนชุมชนวัดหนองค้อ สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรี. ปริญญา
นิพนธ์ กศม. (สาขาวิชาการบริหารการศึกษา). ชลบุรี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา. 2555.
- [7] ศรัณย์ รื่นณรงค์. ปัจจัยที่ส่งผลต่อเจตคติต่อการเรียนวิชาพลศึกษาของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 โรงเรียนสาธิต
แห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา. สารนิพนธ์ สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา
มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. 2553.
- [8] Boom, Benjamin S. *Human Characteristics and School Learning*. New York : Mc Graw- H.W.
1976.