# การพัฒนาระบบสารสนเทศอัจฉริยะเพื่อคัดกรองการสวมหน้ากากอนามัยโดยการตรวจจับใบหน้าด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

ปวริศ ทับทิมเขียว[1], อุบลรัตน์ ศิริสุขโภคา[1] และ ไพศาล สิมาเลาเต่า[1*]

[1]สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
*paisan.smlt@gmail.com

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาระบบสารสนเทศอัจฉริยะเพื่อคัดกรองการสวมหน้ากากอนามัยโดยการตรวจจับใบหน้าด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และ 2) หาประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศอัจฉริยะเพื่อคัดกรองการสวมหน้ากากอนามัยโดยการตรวจจับใบหน้าด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้ของเครื่อง คือ รูปภาพใบหน้าบุคคลที่ไม่สวมหน้ากากอนามัย จำนวน 700 รูป และรูปภาพใบหน้าบุคคลสวมหน้ากากอนามัย จำนวน 750 รูป เครื่องมือในการพัฒนา ประกอบไปด้วย Arduino IDE Teachable Machine และ Visual Studio Code เครื่องมือในการทดลอง คือ ระบบสารสนเทศอัจฉริยะเพื่อคัดกรองการสวมหน้ากากอนามัยโดยการตรวจจับใบหน้าด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งที่พัฒนาด้วยภาษา HTML, JavaScript, CSS และ C++ และเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล คือ แบบประเมินประสิทธิภาพระบบ วิธีการดำเนินงาน ประกอบไปด้วย 1) ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น 2) กำหนดความต้องการของระบบ 3) ออกแบบระบบ 4) พัฒนาระบบ 5) ทดสอบระบบ และ 6) ประเมินผลด้วยผู้เชี่ยวชาญที่ได้มาจากเลือกแบบเจาะจง จำนวน 3 คน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ระบบสารสนเทศอัจฉริยะเพื่อคัดกรองการสวมหน้ากากอนามัยโดยการตรวจจับใบหน้าด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสามารถใช้งานได้อย่างดี และ 2) ผลการประเมินประสิทธิ ภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พบว่า ผลการประเมินประสิทธิภาพรวมทุกด้าน มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$=4.74, S.D.=0.33)

**คำสำคัญ:** เว็บแอปพลิเคชัน อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เชื้อไวรัสโคโรนา การเรียนรู้ของเครื่อง

# Development of Intelligent Information System to Screen the Wearing of Masks by Machine Learning Combined with the Internet of Things

Pavarit Tubtimkeaw[1], Ubonrat Sirisukpoca[1] and Paisan Simalaotao[1*]

[1]Computer Science, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University
*paisan.smlt@gmail.com

**Abstract**

The objectives of this research are: 1) to analyze, design and develop an intelligent information system to screen the wearing of masks by machine learning combined with the internet of things, and 2) to determine the effectiveness of the development of intelligent information system to screen the wearing of masks by machine learning combined with the internet of things. Data used in machine learning are 700 pictures of faces of people without masks, 750 pictures of faces of people wearing masks. The research tools consisted of development tools, experimental tool and data collecting tool. Development tools include the arduino IDE teachable machine and visual studio code. Experimental tool is the intelligent information system to screen the wearing of masks by machine learning combined with the internet of things developed with HTML, JavaScript, CSS, and C++. Data collecting tool is system efficiency evaluation form. Research methodology can be classified into 6 steps: 1) preliminary study, 2) system requirements determination, 3) system design, 4) system development, 5) system testing, and 6) system evaluation by three purposively selected experts.

The findings from this research are: 1) the intelligent information system to screen the wearing of masks by machine learning combined with the internet of things can be performed well, and 2) the efficiency of the proposed system evaluated by three experts is in highest level ($\overline{X}$=4.74, S.D.=0.33).

**Keywords:** Web Application, Internet of Things, COVID-19, Machine Learning

## 1. บทนำ

การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือ โควิด-19 (COVID-19) ได้เริ่มต้นขึ้นในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 โดยพบครั้งแรกในนครอู่ฮั่น เมืองหลวงของมณฑลหูเป่ย์ สาธารณรัฐประชาชนจีน ซึ่งเป็นเมืองที่มีประชากรมากที่สุดในภาคกลางของประเทศจีน สำหรับประเทศไทยพบผู้ติดเชื้อรายแรกเป็นนักท่องเที่ยวจีนที่เดินทางเข้าประเทศไทยเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2563 และเมื่อวันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2563 ประเทศไทยมีรายงานผู้ป่วยชาวไทยรายแรก และมีจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้นต่อเนื่องอย่างช้า ๆ ทั้งผู้ป่วยที่เดินทางมาจากต่างประเทศ และผู้ป่วยที่ติดเชื้อภายในประเทศ [1]

ในปัจจุบันเชื้อไวรัสโควิด-19 ได้แพร่ระบาดและส่งผลกระทบ ทำให้การเดินทางเข้าไปยังสถานที่ต่าง ๆ มีความเสี่ยง แม้ว่าจะใช้มาตรการป้องกันควบคุมโรค เช่น คัดกรองและเฝ้าระวังโรค กักตัวผู้มีความเสี่ยง รักษาระยะห่างระหว่างบุคคล สวมหน้ากากอนามัยหรือหน้ากากผ้า งดจัดกิจกรรมที่รวมกลุ่มคนจำนวนมาก ทำความสะอาดสถานที่และพื้นผิวสัมผัสร่วม เป็นต้น จากสถิติการติดเชื้อไวรัสโควิด-19 ในวันที่ 21 มกราคม พ.ศ. 2565 มีผู้ติดเชื้อรายใหม่ 8,640 คน [2] การฉีดวัคซีน และการป้องกันตนเอง เช่น การใส่หน้ากากอนามัย พกเจลล้างมือ หลีกเลี่ยงพื้นที่แออัด การเรียนออนไลน์ (Online Learning) และการ Work From Home ได้กลายเป็นชีวิตวิถีใหม่ หรือ New Normal แต่ไม่ใช่กับทุกคนที่สามารถ Work From Home หรือเรียนออนไลน์ แต่บางอาชีพยังคงต้องเดินทางไปทำงานไม่สามารถ Work From Home ได้

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบสารสนเทศอัจฉริยะเพื่อคัดกรองการสวมหน้ากากอนามัยโดยการตรวจจับใบหน้าด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อช่วยคัดกรองผู้ที่ไม่สวมหน้ากากอนามัย และช่วยลดการใช้บุคลากรตามจุดคัดกรองต่าง ๆ

**2. วัตถุประสงค์การวิจัย**

2.1 เพื่อวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาระบบสารสนเทศอัจฉริยะเพื่อคัดกรองการสวมหน้ากากอนามัยโดยการตรวจจับใบหน้าด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศอัจฉริยะเพื่อคัดกรองการสวมหน้ากากอนามัยโดยการตรวจจับใบหน้าด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

**3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

**3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง**

3.1.1 อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง หรือ โครงข่ายของสรรพสิ่ง (Internet of Things หรือ IoT) เป็นกรอบแนวคิดของระบบโครงข่ายที่รองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์หลากหลายชนิด ตั้งแต่ เซนเซอร์ คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ อุปกรณ์โครงข่าย อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และวัตถุต่าง ๆ เข้าด้วยกัน อันเป็นผลให้ระบบต่าง ๆ สามารถติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกันได้อย่างเป็นอัตโนมัติ มนุษย์สามารถเข้าถึงข้อมูลได้หลากหลายยิ่งขึ้น ควบคุมอุปกรณ์และระบบต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น [3]

3.1.2 ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) เป็นเทคโนโลยีที่จำลองความฉลาดของมนุษย์ โดยการพัฒนาระบบอัจฉริยะที่มีความสามารถในการรับรู้ เรียนรู้ ใช้เหตุผลและตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีสุดจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง พิจารณาทางเลือกต่าง ๆ และผลลัพธ์ของทางเลือกนั้น ๆ ที่เป็นไปได้ทั้งหมดภายใต้สภาวะแวดล้อมหรือเงื่อนไขที่กำหนด [4]

3.1.3 การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) เป็นสาขาหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ การที่จะพัฒนาให้ระบบมีความฉลาด และความสามารถ ระบบจำเป็นที่จะต้องมีการเรียนรู้สถานการณ์ เพื่อที่จะได้วางแผนและตัดสินใจแก้ปัญหาได้เหมือนกับมนุษย์ [5]

3.1.4 โคโรนาไวรัส (Coronaviruses) ไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 หรือ ไวรัสโควิด-19 เป็นตระกูลของไวรัสที่ก่อให้อาการป่วยตั้งแต่โรคไข้หวัดธรรมดาไปจนถึงโรคที่มีความรุนแรงมาก เช่น โรคระบบทางเดินหายใจตะวันออกกลาง (MERS-CoV) และโรคระบบทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรง (SARS-CoV) เป็นต้น ซึ่งเป็นสายพันธุ์ใหม่ที่ไม่เคยพบมาก่อนในมนุษย์ก่อให้เกิดอาการป่วยระบบทางเดินหายใจในคน และสามารถแพร่เชื้อจากคนสู่คนได้ [6]

3.1.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ ชิพประมวลผลชนิดหนึ่ง เป็นสมองของหุ่นยนต์ ช่วยให้นักออกแบบในการติดต่อเซ็นเซอร์ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ควบคุมพิเศษร่วมกัน และมีตรรกะโดยรวมของหุ่นยนต์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับการออกแบบสำหรับการใช้งานที่ฝังตัว [7]

**3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

วิทวัส [8] ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ภาพใบหน้า 3 มิติ สำหรับการระบุตัวตน และยืนยันตัวบุคคล โดยงานวิจัยนี้ได้เล็งเห็นความสำคัญของการรู้จำใบหน้า (Face recognition) เพื่อการใช้งานในระบบรักษาความปลอดภัยทั้งในหน่วยงานภาครัฐและในองค์กรเอกชน โดยผู้วิจัยได้เล็งเห็นการใช้วิธีการสร้างแบบจำลองด้วยอัลกอริทึมการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis) ซึ่งเป็นวิธีการเดิมนั้น มีข้อจำกัดในการวิเคราะห์องค์ประกอบพื้นผิวภาพถ่าย ซึ่งการปรับปรุงขั้นตอนวิธีในการสร้างแบบจำลองด้วยการใช้อัลกอริทึมการวิเคราะห์องค์ประกอบอิสระ (Independent Component Analysis) จะสามารถช่วยเสริมสร้างความแข็งแกร่งให้กับแบบจำลองได้ ในงานวิจัยนี้ยังได้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ การสร้างแบบจำลองใบหน้าให้อยู่ในรูปแบบสามมิติโดยการสร้างแผนภาพความลึก (Depth Map) และการนำแบบจำลองใบหน้าสามมิติความละเอียดสูงไปประยุกต์ใช้ด้วย

ณัฐพงษ์ [9] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบป้ายโฆษณาดิจิทัล โดยใช้การตรวจจับใบหน้าเพื่อวิเคราะห์กลุ่มเป้าหมาย การทำงานของป้ายโฆษณาดิจิทัลนี้ ใช้กระบวนการวิเคราะห์ใบหน้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงการแสดงผลข้อมูลของป้ายโฆษณาดิจิทัล ระบบการทำงานของป้ายต้องอาศัยเครื่องมือในการประมวลผลใบหน้า ให้สามารถระบุได้ว่าผู้ที่รับชม

หรือเดินผ่านป้ายโฆษณาดิจิทัลเป็นเพศใดอายุเท่าไหร่ จากการทดสอบระบบป้ายโฆษณาดิจิทัลที่พัฒนาขึนใหม่มีความแม่นยำต่อการวิเคราะห์ใบหน้าเพื่อแสดงผลอายุ ตามกลุ่มเป้าหมาย 86.4% ความแม่นยำในการวิเคราะห์ใบหน้าเพื่อระบุเพศอยู่ที่ 97.5% โดยใช้แบบประเมินผลโดยผู้ทดลองใช้ระบบ 102 คน เพื่อนำข้อมูลไปประมวลผลให้สามารถแสดงสื่อโฆษณาได้ตรงกลุ่มเป้าหมายมากกว่าการแสดงผลแบบเก่า เช่น ผู้ที่เดินผ่านป้ายโฆษณามีอายุ 25 ปี เพศชาย ให้แสดงสื่อโฆษณา เสื้อผ้าผู้ชายวัยทำงาน เป็นต้น

พิชญา, ภาสินี และมานพ [10] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยการตรวจจับและรู้จำใบหน้า การบันทึกเวลาเรียนโดยส่วนใหญ่มักจะใช้การเรียกชื่อเพื่อระบุตัวตนของนักเรียน ซึ่งหากมีนักเรียนจำนวนมากจะทำให้เสียเวลา รวมทั้งอาจเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ การศึกษาและพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยการตรวจจับใบหน้าทำขึ้น เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว เริ่มจากกระบวนการสร้างฐานข้อมูลรูปภาพ และการพัฒนาระบบในลักษณะเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อนำไปใช้งาน โดยใช้ Haar-Like Feature ในการตรวจจับใบหน้า และใช้ Local Binary Patterns Histogram ในการรู้จำใบหน้า โดยเบื้องต้นมีความแม่นยำของการรู้จำใบหน้าที่ 48% ซึ่งยังต้องปรับปรุง และพัฒนาต่อไปในอนาคต จากการทดสอบกับชั้นเรียนจริงพบว่าระบบนี้สามารถช่วยเป็นเงื่อนไขจูงใจให้ผู้เรียนมาเข้าชั้นเรียนได้ และเป็นเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานได้ง่าย

Loey, M. et al. [11] ได้ทำการวิจัยเรื่อง โมเดล Deep Transfer Learning แบบไฮบริดด้วย Machine Learning สำหรับการตรวจจับหน้ากาก ซึ่งนำเสนอแบบจำลอง Deep and Classical Machine Learning สำหรับการตรวจจับวัตถุแบบจำลองประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ 1) ได้รับการออกแบบมาสำหรับการแยกคุณลักษณะโดยใช้ Resnet50 และ 2) ได้รับการออกแบบสำหรับกระบวนการจำแนกประเภทของหน้ากากโดยใช้แผนผังการตัดสินใจ Support Vector Machine (SVM) และมีการเลือก Face Masked Datasets สำหรับการตรวจสอบ 3 ชุด ได้แก่ Real-World Masked Face Dataset (RMFD) ชุดข้อมูลใบหน้าที่สวมหน้ากากจำลอง (SMFD) และ Labeled Faces in the Wild (LFW) ตัวแยกประเภท SVM ได้รับความแม่นยำในการทดสอบ 99.64% ใน RMFD ใน SMFD ทำได้ 99.49% ในขณะที่ LFW ทำได้แม่นยำในการทดสอบ 100%

Nagrath, P. et al. [12] ได้ทำการวิจัยเรื่อง ระบบตรวจจับหน้ากากแบบใช้ DNN แบบเรียลไทม์โดยใช้ Single Shot Multibox Detector และ MobileNetV2 (SSDMNV2) ในบทความนี้ใช้ Deep Learning, TensorFlow, Keras และ OpenCV เพื่อตรวจจับหน้ากาก โมเดลนี้สามารถใช้เพื่อวัตถุประสงค์ด้านความปลอดภัย เนื่องจากเป็นการปรับใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ วิธี SSDMNV2 ใช้ Single Shot Multibox Detector เป็นตัวตรวจจับใบหน้าและสถาปัตยกรรม MobilenetV2 เป็นเฟรมเวิร์กสำหรับตัวแยกประเภท ซึ่งใช้ทรัพยากรน้อย และยังสามารถใช้ในอุปกรณ์ฝังตัว (เช่น NVIDIA Jetson Nano, Raspberry pi) เพื่อทำการตรวจจับหน้ากากแบบเรียลไทม์ เทคนิคที่ใช้ในบทความนี้มีความแม่นยำ 92.64% และคะแนน F1 93% นักวิจัยสามารถใช้แบบจำลองขั้นสูงเพิ่มเติมได้ เช่น การจดจำใบหน้า จุดสังเกตบนใบหน้า และกระบวนการตรวจจับส่วนใบหน้า

Jiang, M., Fan X. & Yan H. [13] ได้ทำการวิจัยเรื่อง RETINA FACE MASK: เครื่องตรวจจับหน้ากาก เป็นเครื่องตรวจจับหน้ากากที่มีความแม่นยำสูงและมีประสิทธิภาพสูง Retina Face Mask นี้เป็นเครื่องตรวจจับแบบขั้นตอนเดียว ซึ่งประกอบด้วยเครือข่ายพีระมิดฟีเจอร์เพื่อหลอมรวมข้อมูลเชิงความหมายระดับสูงกับแมปฟีเจอร์หลายรายการ และโมดูลการสังเกตบริบทแบบใหม่เพื่อมุ่งเน้นที่การตรวจจับหน้ากาก ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า Retina Face Mask บรรลุผลลัพธ์ในชุดข้อมูล face masked datasets ที่ 2.3% และ 1.5% สูงกว่าค่าพื้นฐาน ส่งผลให้มีความแม่นยำในการตรวจจับใบหน้าและหน้ากากตามลำดับ และสูงกว่าค่าพื้นฐาน 11.0% และ 5.9% นอกจากนี้ยังมีความเป็นไปได้ของการนำไปใช้ร่วมกับ MobileNet

## 4. วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาระบบสารสนเทศอัจฉริยะเพื่อคัดกรองการสวมหน้ากากอนามัยโดยการตรวจจับใบหน้าด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มีขั้นตอนวิธีในการดำเนินการวิจัย ตามแนวคิดวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) ดังนี้

### 4.1 การศึกษาเบื้องต้น

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลจากเว็บไซต์ต่าง ๆ รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของเครื่อง แนวคิดทางปัญญาประดิษฐ์ในการตรวจจับใบหน้า อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และมาตรการป้องกันควบคุมโรคไวรัสโควิด-19

**4.2 การกำหนดความต้องการของระบบ**

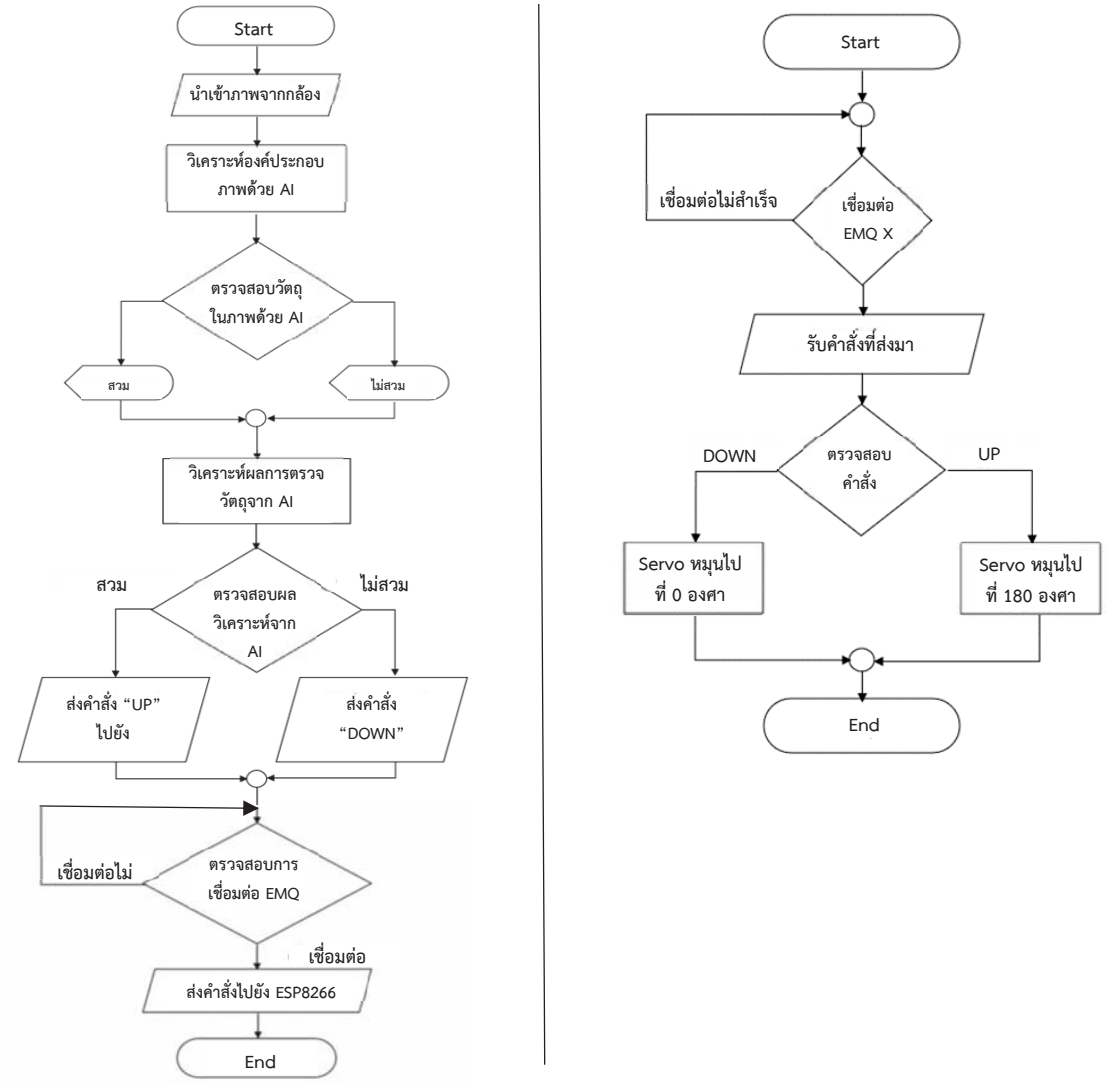
ผู้วิจัยได้กำหนดความต้องการของระบบที่พัฒนาขึ้นดังนี้ 1. ต้องช่วยลดการใช้บุคลากรในการคัดกรองผู้ที่ไม่สวมหน้ากากอนามัยได้ 2. ต้องสามารถสั่งเปิด-ปิดที่กั้นเพื่อคัดกรองผู้ที่ไม่สวมหน้ากากอนามัยในการเข้าไปยังสถานที่ อาคาร หรือพื้นที่ต่าง ๆ ได้

**4.3 การออกแบบระบบ**

การออกแบบผังงานของการพัฒนาระบบสารสนเทศอัจฉริยะเพื่อคัดกรองการสวมหน้ากากอนามัยโดยการตรวจจับใบหน้าด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มีการออกแบบส่วนต่าง ๆ ดังนี้

**4.3.1 การออกแบบส่วนผังงานของระบบ (System Flowchart)**

การออกแบบผังงานของระบบงานหลัก การพัฒนาระบบสารสนเทศอัจฉริยะเพื่อคัดกรองการสวมหน้ากากอนามัยโดยการตรวจจับใบหน้าด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มีการทำงานคือ รับภาพจากกล้อง และส่งภาพให้ AI ประมวลผล และส่งผลที่ได้กลับมายังเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อประมวลผลและส่งคำสั่งผ่าน MQTT Broker ไปยัง ESP8266 ดังภาพที่ 1 (ก) และ ESP8266 จะเชื่อมต่อกับ MQTT Broker และรับค่าคำสั่งเพื่อสั่ง Servo ให้ปิด–เปิดที่กั้น ตามคำสั่ง ดังภาพที่ 1 (ข)




(ก) Flowchart ระบบงานหลัก (ข) Flowchart การทำงานของอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

**ภาพที่ 1** Flowchart ระบบงานหลัก

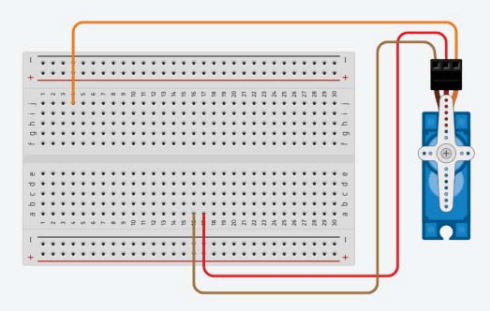
**4.3.2 การออกแบบหน้าเว็บแอปพลิเคชัน**

ส่วนของหน้าหลักเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งจะเป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้พบเป็นส่วนแรก โดยมีส่วนแสดงผลหลัก 4 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 แสดงผลการเชื่อมต่อ MQTT Broker ส่วนที่ 2 แสดงตัวหนังสืออนุญาตให้ ผ่านได้ หรือห้ามเข้า ส่วนที่ 3 แสดงภาพจากกล้อง และส่วนที่ 4 พื้นหลังเปลี่ยนสีเตือนผู้ใช้ ถ้าเปลี่ยนเป็นสีเขียว หมายถึง ผ่านได้ แต่ถ้าเปลี่ยนเป็นสีแดง หมายถึง ห้ามผ่าน ดังภาพที่ 2

**ภาพที่ 2** การออกแบบหน้าต่างของหน้าจอหลัก

**4.3.3 การออกแบบวงจร**

การออกแบบวงจรส่วนของเชื่อมต่อของ Servo กับ ESP8266 โดยจะต่อสายสีแดงเข้าที่ขา VIN ต่อสายสีน้ำตาลเข้าที่ขา G และต่อสายสีส้มเข้าที่ขา D4 นั้นสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3



**ภาพที่ 3** แสดงการเชื่อมต่อของวงจร

**4.3.4 เตรียมข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ของเครื่อง**

การเตรียมข้อมูล Dataset สำหรับการเรียนรู้ของเครื่อง ได้ใช้รูปภาพซึ่งรวบรวมจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยเป็นรูปภาพบุคคลที่มีการเผยแพร่แบบสาธารณะ โดยแยกออกเป็น 2 ชุดดังนี้

4.3.4.1 รูปภาพใบหน้าบุคคลไม่สวมหน้ากากอนามัย จำนวน 700 รูป แสดงตัวอย่างได้ดังภาพที่ 4

**ภาพที่ 4** รูปภาพใบหน้าบุคคลไม่สวมหน้ากากอนามัย

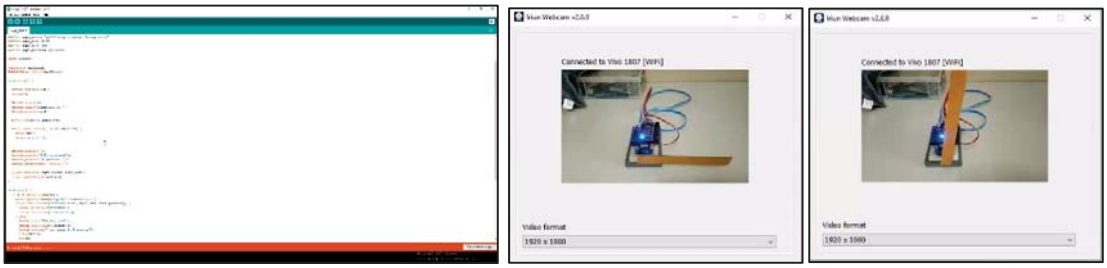
4.3.4.2 รูปภาพใบหน้าบุคคลสวมหน้ากากอนามัย จำนวน 750 รูป แสดงตัวอย่างได้ดังภาพที่ 5

**ภาพที่ 5** รูปภาพใบหน้าบุคคลสวมหน้ากากอนามัย

**4.4 การพัฒนาระบบ**

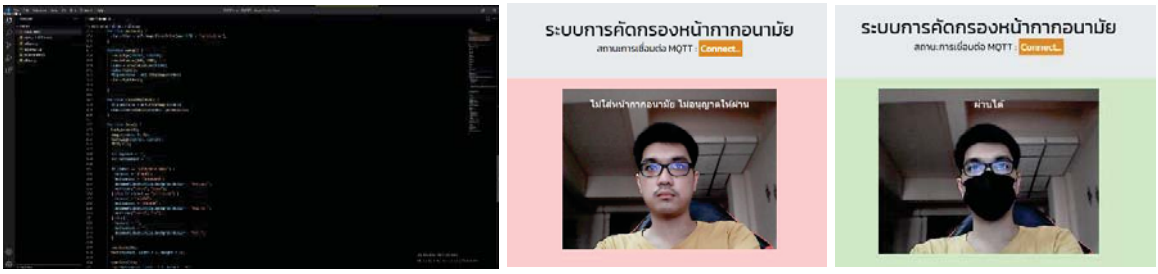
การพัฒนาระบบแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

4.4.1 การพัฒนาอุปกรณ์ ผู้วิจัยเลือกใช้ Node MCU ESP8266 V3 เป็นตัวกลางในการควบคุมโมดูลต่าง ๆ เนื่องจากสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบไร้สายได้ และ ใช้ SG90 Servo Motor 0-180 เป็นตัวเปิด-ปิดที่กั้นทาง โดยใช้โปรแกรม Arduino IDE Teachable Machine เป็นเครื่องมือในการเขียนคำสั่งภาษา C++ เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและทำงานร่วมกับเว็บแอปพลิเคชัน ดังภาพที่ 6



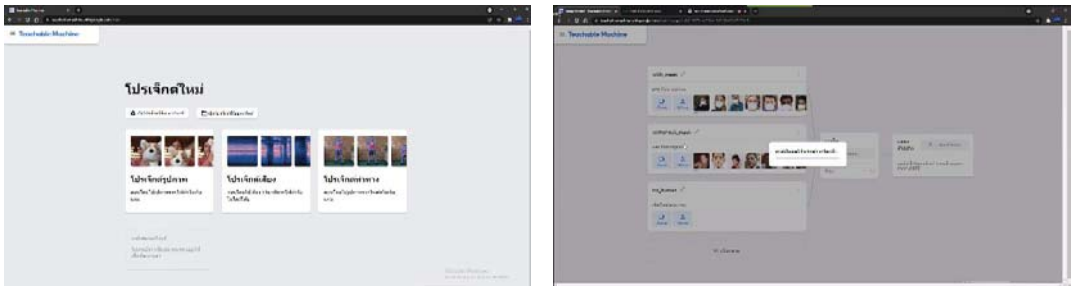
**ภาพที่ 6** การพัฒนาส่วนของอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของ SG90 Servo Motor ด้วยโปรแกรม Arduino IDE

4.4.2 การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม Visual Studio Code เป็นเครื่องมือหลักในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ภาษาในการเขียน HTML, CSS, JavaScript เป็นต้น ดังภาพที่ 7




**ภาพที่ 7** การพัฒนาส่วนของเว็บแอปพลิเคชัน ด้วยโปรแกรม Visual Studio Code

4.4.3 การสร้างโมเดลทางปัญญาประดิษฐ์ ผู้วิจัยเลือกใช้ Teachable Machine เป็นเครื่องมือในการสร้างโมเดลการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) ซึ่งพัฒนามาจากแนวคิดโครงข่ายประสาทเทียม (Neuron network) ที่พัฒนาในรูปแบบไลบรารีโอเพนซอร์ส สำหรับให้นักพัฒนาระบบเข้ามาใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ มีความรวดเร็วและความแม่นยำสูง รองรับชุดข้อมูลการเรียนรู้ด้วยรูปภาพ เสียง หรือท่าทาง เป็นต้น สามารถใช้งานได้ที่ลิงก์ https://teachablemachine.withgoogle.com/train ดังภาพที่ 8




**ภาพที่ 8** Teachable Machine

**4.5 การทดสอบระบบ**

เมื่อทำการพัฒนาระบบสารสนเทศอัจฉริยะเพื่อคัดกรองการสวมหน้ากากอนามัยโดยการตรวจจับใบหน้าด้วยปัญญาประดิษฐ์ร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแล้ว ผู้วิจัยได้ทดลองใช้งานเพื่อทดสอบหาข้อผิดพลาดของระบบ โดยแบ่งการทดสอบเป็น 3 ส่วน คือ

4.5.1 ส่วนแรกทำการทดสอบว่าแนวคิดทางปัญญาประดิษฐ์ที่ใช้ร่วมกับเว็บแอปพลิเคชันสามารถตรวจจับการใส่หน้ากากอนามัยได้หรือไม่ ผลการทดสอบ พบว่า เว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาตามแนวคิดทางปัญญาประดิษฐ์สามารถตรวจจับการใส่หน้ากากอนามัยและไม่ใส่หน้ากากอนามัยได้อย่างถูกต้อง

4.5.2 ส่วนที่สองการทำงานของอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสามารถทำงานเปิด-ปิดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ ผลการทดสอบ พบว่า อุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งที่พัฒนา สามารถเขียนโค้ดคำสั่งให้ Node MCU ESP8266 V3 ควบคุมการทำงานเปิด-ปิดที่กั้นด้วยการหมุน SG90 Servo Motor ตามองศาที่กำหนดได้อย่างสมบูรณ์

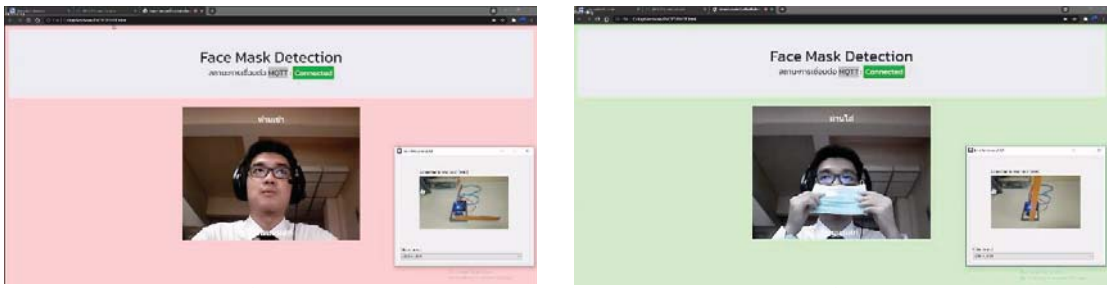
4.5.3 ส่วนที่สามการทำงานร่วมกันของเว็บแอปพลิเคชันและอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ ผลการทดสอบ พบว่า เว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาตามแนวคิดทางปัญญาประดิษฐ์สามารถตรวจจับการใส่หน้ากากอนามัยและไม่ใส่หน้ากากอนามัยได้ ทำการส่งค่าข้อมูลไปยัง EQM X ที่เชื่อมต่อกับ Node MCU ESP8266 เพื่อควบคุมการทำงานเปิด-ปิดที่กั้นด้วยการหมุน SG90 Servo Motor ได้ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด

**5. ผลการวิจัย**

**5.1 ผลการพัฒนาระบบ**

การพัฒนาระบบสารสนเทศอัจฉริยะเพื่อคัดกรองการสวมหน้ากากอนามัยโดยการตรวจจับใบหน้าด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มีการทำงานของระบบแยกเป็น 2 ส่วน โดยในแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

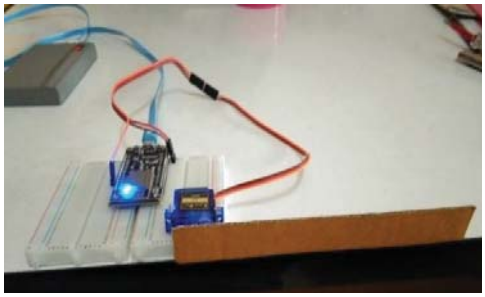
5.1.1 หน้าจอหลักเป็นหน้าแสดงผลการทำงานของระบบมีการเรียกภาพวิดีโอจากกล้องมาแสดง และแสดงข้อความเพื่อบอกผู้ใช้ว่าตรวจพบหน้ากากอนามัยหรือไม่ เมื่อตรวจไม่พบหน้ากากอนามัยหน้าจอจะแสดงข้อความเตือน และเปลี่ยนสีหน้าจอเป็นสีแดง (ก) และเมื่อตรวจพบว่าผู้ใช้ใส่หน้ากากอนามัย จะแสดงข้อความเพื่อบอกผู้ใช้ให้สามารถผ่านไปได้ และเปลี่ยนสีหน้าจอเป็นเขียว (ข) ดังภาพที่ 9



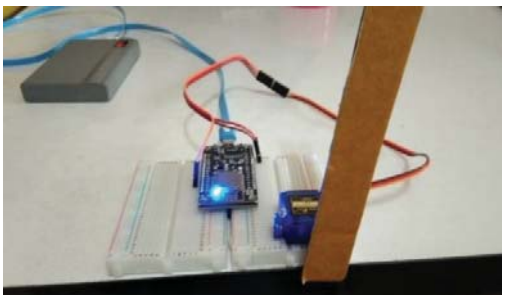

(ก) รายละเอียดหน้าจอเมื่อตรวจไม่พบหน้ากากอนามัย (ข) รายละเอียดหน้าจอเมื่อตรวจพบหน้ากากอนามัย

**ภาพที่ 9** รายละเอียดหน้าจอเมื่อตรวจไม่พบหน้ากากอนามัยและพบหน้ากากอนามัย

5.1.2 ส่วนของ ESP8266 และ Servo ที่ทำหน้าที่เปิด-ปิดทางให้ผู้ใช้ ซึ่งการทำงานของ ESP8266 และ Servo เมื่อรับคำสั่งจากเว็บแอปพลิเคชันให้หมุนปิดที่กั้นลงเมื่อตรวจไม่พบหน้ากากอนามัย เพื่อกันผู้ที่ไม่สวมหน้ากากอนามัยไม่ให้ผ่านไปได้ (ก) และการทำงานของ ESP8266 และ Servo เมื่อรับคำสั่งจากเว็บแอปพลิเคชันให้หมุนเปิดที่กั้นขึ้นเมื่อตรวจพบหน้ากากอนามัย เพื่อให้ผู้ที่สวมหน้ากากอนามัยผ่านไปได้ (ข) ดังภาพที่ 10



(ก) Servo หมุนปิดที่กั้นเมื่อตรวจไม่พบหน้ากากอนามัย



(ข) Servo หมุนเปิดที่กั้นเมื่อตรวจพบหน้ากากอนามัย

**ภาพที่ 10** Servo หมุนปิดที่กั้นเมื่อตรวจไม่พบหน้ากากอนามัยและหมุนเปิดที่กั้นเมื่อตรวจพบหน้ากากอนามัย

**5.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ**

ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศอัจฉริยะเพื่อคัดกรองการสวมหน้ากากอนามัยโดยการตรวจจับใบหน้าด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยผู้เชี่ยวชาญที่ได้มาจากเลือกแบบเจาะจง จำนวน 3 คน แสดงได้ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

| ประเด็นประสิทธิภาพ | $\bar{X}$ | S.D. | ประสิทธิภาพ |
|---|---|---|---|
| 1. ประสิทธิภาพของระบบด้านตรงตามความต้องการ (Function Requirement) | 4.87 | 0.23 | ดีมาก |
| 1.1 ความสามารถในการเรียกใช้งานปัญญาประดิษฐ์ตามแนวคิดการเรียนรู้ของเครื่อง | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 1.2 ความสามารถของระบบในการเพิ่ม ปรับปรุง และนำเสนอข้อมูล | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 1.3 ความสามารถของระบบในการตรวจจับใบหน้าและวัตถุ | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 1.4 ความสามารถของโมดูลในระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 1.5 ความสามารถของระบบในภาพรวม | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 2. ประสิทธิภาพของระบบด้านสามารถทำงานได้ตามหน้าที่ (Function) | 4.60 | 0.58 | ดีมาก |
| 2.1 ความถูกต้องของการเรียกใช้งานปัญญาประดิษฐ์ตามแนวคิดการเรียนรู้ของเครื่อง | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 2.2 ความถูกต้องของการตรวจจับใบหน้าและวัตถุ | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 2.3 ความถูกต้องของโมดูลในระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 2.4 ความถูกต้องของระบบในการนำเสนอข้อมูล | 4.33 | 0.58 | ดี |
| 2.5 ความถูกต้องของระบบในภาพรวม | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 3. ประสิทธิภาพของระบบด้านความง่ายต่อการใช้งาน (Usability) | 4.80 | 0.35 | ดีมาก |
| 3.1 ความง่ายในการเรียกใช้ระบบ | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 3.2 ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าจอโดยภาพรวม | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 3.3 ความชัดเจนของข้อความที่แสดงบนจอภาพ | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 3.4 ความสะดวกในการเข้าใช้ระบบ | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 3.5 ความน่าใช้ของระบบในภาพรวม | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |

**ตารางที่ 1** ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ (ต่อ)

| ประเด็นประสิทธิภาพ | $\bar{X}$ | S.D. | ประสิทธิภาพ |
|---|---|---|---|
| 4. ประสิทธิภาพของระบบด้านความเร็ว (Performance) | 4.87 | 0.23 | ดีมาก |
| 4.1 ความเร็วในการแสดงผลจากการเชื่อมโยงข้อมูลส่วนต่าง ๆ | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 4.2 ความเร็วในการติดต่อกับระบบออนไลน์ | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 4.3 ความเร็วในการบันทึก ปรับปรุงข้อมูลผ่านระบบ | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 4.4 ความเร็วในการนำเสนอข้อมูล | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 4.5 ความเร็วในการทำงานของระบบในภาพรวม | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 5. ประสิทธิภาพของระบบ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล (Security) | 4.54 | 0.29 | ดีมาก |
| 5.1 การกำหนดสิทธิ์เข้าใช้ระบบมีความปลอดภัยในการใช้งาน | 4.00 | 0.00 | ดี |
| 5.2 ความปลอดภัยของระบบเครือข่าย | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 5.3 ความปลอดภัยของการเข้าถึงข้อมูล | 4.33 | 0.58 | ดี |
| 5.4 การควบคุมให้ใช้งานตามสิทธิ์ผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 5.5 การตรวจสอบสิทธิ์ก่อนใช้งานของผู้ใช้ระบบในระดับต่าง ๆ | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 5.6 มีระบบป้องกันภัยจากไวรัส หรือผู้บุกรุก | 4.00 | 0.00 | ดี |
| 5.7 รองรับข้อมูลที่ตรงกับความต้องการ นำไปใช้ประโยชน์ได้ | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 5.8 การให้คำปรึกษาและแก้ปัญหาสำหรับการใช้งาน | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| ผลการประเมินประสิทธิภาพรวมทุกด้าน | 4.74 | 0.33 | ดีมาก |

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ พบว่า ผลการประเมินประสิทธิภาพรวมทุกด้าน มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$=4.74, S.D.=0.33) ประกอบด้วย 1) ประสิทธิภาพของระบบด้านตรงตามความต้องการ (Function Requirement) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$=4.87, S.D.=0.23) 2) ประสิทธิภาพของระบบด้านสามารถทำงานได้ตามหน้าที่ (Function) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$=4.60, S.D.=0.58) 3) ประสิทธิภาพของระบบด้านความง่ายต่อการใช้งาน (Usability) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$=4.80, S.D.=0.35) 4) ประสิทธิภาพของระบบด้านความเร็ว (Performance) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$=4.87, S.D.=0.23) และ 5) ประสิทธิภาพของระบบ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล (Security) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$=4.54, S.D.=0.29)

**6. สรุปผลการวิจัย**

6.1 ระบบสารสนเทศอัจฉริยะเพื่อคัดกรองการสวมหน้ากากอนามัยโดยการตรวจจับใบหน้าด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง สามารถตรวจจับและตรวจสอบว่าเป็นผู้ที่สวมหน้ากากอนามัยหรือผู้ที่ไม่สวมหน้ากากอนามัยได้อย่างถูกต้อง สามารถคัดกรองและแจ้งเตือนผู้ที่ไม่สวมหน้ากากอนามัยได้ และสามารถเปิดที่กั้นเมื่อผู้ถูกคัดกรองสวมหน้ากากอนามัยและสามารถปิดที่กั้นเมื่อผู้ถูกคัดกรองไม่สวมหน้ากากอนามัยได้

6.2 การพัฒนาระบบสารสนเทศอัจฉริยะเพื่อคัดกรองการสวมหน้ากากอนามัยโดยการตรวจจับใบหน้าด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มีผลการประเมินประสิทธิภาพรวมทุกด้าน อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$=4.74, S.D.=0.33)

**7. ข้อเสนอแนะ**

7.1 ควรเพิ่มการแจ้งเตือนแบบเสียงในกรณีพบผู้ไม่สวมหน้ากากอนามัย และมีการแสดงจำนวนคนที่ผ่านการคัดกรองที่หน้าเว็บแอปพลิเคชัน

7.2 หากมีการพัฒนาโมเดลทางปัญญาประดิษฐ์ขึ้นเอง ควรมีการประเมินประสิทธิภาพของโมเดลก่อนการนำไปใช้งานจริง

7.3 ควรเพิ่มจำนวนของใบหน้าบุคคล และเพิ่มความหลากหลายของรูปแบบหน้ากากอนามัยในชุดข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้ของเครื่อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจให้ดียิ่งขึ้น

**เอกสารอ้างอิง**

[1] งานโรคติดต่ออุบัติใหม่ กลุ่มพัฒนาวิชาการโรคติดต่อ. (2564). **สถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) มาตรการสาธารณสุข และปัญหาอุปสรรคการป้องกันควบคุมโรคในผู้เดินทาง.** ค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2564 จาก https://ddc.moph.go.th/uploads/files/201742021082002523 8.pdf

[2] คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2560). **เทคโนโลยี Internet of Things และนโยบาย Thailand 4.0.** ค้นเมื่อ 3 พฤษภาคม 2564 จาก shorturl.at/xCOUY

[3] ศูนย์บริหารสถานการณ์แพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรน่า 2019 กระทรวงมหาดไทย. (2565). **สถานการณ์ COVID-19 ในประเทศไทย.** ค้นเมื่อ 20 มกราคม 2565 จาก https://www.moicovid.com/21/01/2022/uncategorized/6312/

[4] AI FOR ALL. (2563). **AI คืออะไร.** ค้นเมื่อ 16 พฤษภาคม 2564 จาก https://www.aiforall.or.th/

[5] อธิวัฒน์ หิรัญวรวงศ์กุล. (2562). **Machine Learning คืออะไร.** ค้นเมื่อ 28 พฤศจิกายน 2564 จาก https://medium.com/machines-school/machine-learning-คืออะไร-ea18992cabff

[6] กรมควบคุมโรค. (2563). **โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19).** ค้นเมื่อ 3 มิถุนายน 2564 จาก https://ddc.moph.go.th/viralpneumonia/faq_more.php

[7] มโหสถ. (2564). **ไมโครคอนโทรลเลอร์คืออะไร.** ค้นเมื่อ 3 มีนาคม 2564 จาก https://keil-cvi.com/ไมโครคอนโทรลเลอร์

[8] วิทวัส วิทยาไกรเลิศ. (2556). **การวิเคราะห์ภาพใบหน้า 3 มิติ สำหรับการระบุตัวตน และยืนยันตัวบุคคล.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

[9] ณัฐพงษ์ เหมาะภักดี. (2561). **การพัฒนาระบบป้ายโฆษณาดิจิทัล โดยใช้การตรวจจับใบหน้าเพื่อวิเคราะห์ กลุ่มเป้าหมาย.** สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

[10] พิชญา จตุรวัฒน์, ภาสินี พงศ์มานะวุฒิ และมานพ พันธ์โคกกรวด. (2560). การพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยการตรวจจับและรู้จำใบหน้า. **วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศลาดกระบัง.** 5 (1), 1-11.

[11] Loey, M., Manogaran, G., Hamed, M. & Eldeen, N. (January 1, 2021). A hybrid deep transfer learning model with machine learning methods for face mask detection in the era of the COVID-19 pandemic. **Elsevier Public Health Emergency Collection.** 167 (1), 1-11.

[12] Nagrath, P., Jain, R., Madan, A., Arora, R., Kataria, P. & Hemanth, J. (2021). SSDMNV2: A real time DNN-based face mask detection system using single shot multibox detector and MobileNetV2. **Sustainable Cities and Society**. 66 (102692) 1: 1-11.

[13] Jiang, M., Fan X. & Yan H. (June 9, 2020). **RetinaFaceMask: A Single Stage Face Mask Detector for Assisting Control of the COVID-19 Pandemic.** [cited June 27, 2021]. Available from: URL: https://arxiv.org/abs/2005.03950