



แบบเสนอโครงร่างปริญญานิพนธ์

- นักศึกษากลุ่ม : ☒ ปกติ ☐ สมทบ
- ประเภทของโครงการ : ☒ โครงการนวัตกรรม (section 1) ☐ โครงการวิจัย (section 2)
- ลักษณะโครงการ : ☐ พัฒนาจากโครงการเดิม ☒ โครงการใหม่
- เทคโนโลยีโครงการ : ☒ Smart City ☐ Smart Farm ☐ Smart Med. ☐ Smart Lab.
- : ☐ อื่น ๆ

ชื่อเรื่องภาษาไทย ระบบเปิด-ปิดโหลดอัตโนมัติด้วยวิธีการตรวจจับบุคคลโดยหลักการประมวลผลภาพจากวิดีโอ

ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ The automatic load on-off system through person detection using video image processing principles

ผู้จัดทำ

- นางสาวกัญต์ฤทัย หนูน้อย รหัสนักศึกษา 16440413000-3 โทร. 0958169042
- นายสิริวิชญ์ ขาวสังข์ รหัสนักศึกษา 16440413003-3 โทร. 0941392343

เสนอต่อ

หลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

1. ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีกล้องตรวจจับบุคคลและการประมวลผลภาพเป็นหนึ่งในนวัตกรรมที่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ การใช้กล้องในการตรวจจับบุคคลถูกนำมาใช้ในหลากหลาย เช่น งานอุตสาหกรรม รวมถึงในชีวิตประจำวันเพื่อวัตถุประสงค์ด้านความปลอดภัย การจัดการระบบ และการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน เทคโนโลยีเหล่านี้ได้รับการพัฒนาขึ้นมาจากพื้นฐานของการประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing) ร่วมกับการใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ซึ่งทำให้การวิเคราะห์และตรวจจับบุคคลมีความแม่นยำมากขึ้น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในหลากหลายด้านอย่างกว้างขวาง ซึ่งการใช้กล้องตรวจจับบุคคลมีจุดเริ่มต้นจากการพัฒนาระบบรักษาความปลอดภัยและการเฝ้าระวังสถานที่ ซึ่งกล้องวงจรปิด (CCTV) ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจจับเหตุการณ์และติดตามพฤติกรรมของบุคคลในสถานที่ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นในพื้นที่สาธารณะหรือส่วนบุคคล เช่น ห้างสรรพสินค้า หรือสถานที่ราชการ ระบบกล้องวงจรปิดในยุคแรกเริ่มนั้นจะทำการบันทึกวิดีโอและภาพแบบต่อเนื่องโดยไม่มีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้จำเป็นต้องอาศัยบุคคลในการเฝ้าติดตามตลอดเวลา การพัฒนาปัญญาประดิษฐ์ (AI) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการเพิ่มความสามารถของระบบกล้องตรวจจับบุคคล กล้องสามารถตรวจจับและวิเคราะห์พฤติกรรมของบุคคลได้อย่างแม่นยำมากขึ้น โดยไม่ต้องอาศัยการเฝ้าระวังจากมนุษย์ตลอดเวลา ทำให้กล้องเหล่านี้มีความสามารถในการจดจำใบหน้า วิเคราะห์ความเคลื่อนไหวของบุคคล รวมถึงการตรวจสอบพฤติกรรมที่ผิดปกติได้ด้วยตัวเอง การใช้กล้องตรวจจับบุคคลและการประมวลผลภาพมีความสำคัญในหลายภาคส่วนของสังคม โดยมีบทบาทสำคัญในด้านต่าง ๆ เช่น ในด้านความปลอดภัย โดยกล้องตรวจจับบุคคลมีบทบาทสำคัญในการรักษาความปลอดภัยในพื้นที่สาธารณะและสถานที่ส่วนบุคคล กล้องเหล่านี้สามารถติดตามและตรวจสอบพฤติกรรมของบุคคลได้แบบเรียลไทม์ รวมถึงสามารถบันทึกข้อมูลไว้เป็นหลักฐานในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ผิดปกติ เช่น การบุกรุก หรืออาชญากรรม กล้องที่มีการประมวลผลภาพขั้นสูงยังสามารถจดจำใบหน้า และเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการระบุตัวบุคคลที่มีประวัติอาชญากรรมได้อย่างแม่นยำ นอกจากนี้ด้านความปลอดภัยยังสามารถใช้กล้องตรวจจับและประมวลผลภาพในด้านการจัดการจราจรได้ด้วย โดยกล้องตรวจจับบุคคลและระบบประมวลผลภาพถูกนำมาใช้ในการตรวจสอบและจัดการการจราจรแบบอัตโนมัติ เช่น การตรวจจับจำนวนรถยนต์ การตรวจสอบการละเมิดกฎจราจร นอกจากนี้ ยังสามารถใช้ในการจัดการสัญญาณไฟจราจรเพื่อให้การจราจรไหลลื่นและมีประสิทธิภาพมากขึ้น กล้องตรวจจับบุคคลยังถูกนำมาใช้ในระบบสมาร์ทโฮม (Smart Home) เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายในชีวิตประจำวัน ซึ่งในระบบอุตสาหกรรมและการผลิตก็มีการใช้ระบบกล้องตรวจจับบุคคลและการประมวลผลภาพโดยการนำมาใช้เพื่อตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิต เช่น การตรวจจับข้อผิดพลาดในสายการผลิต หรือการติดตามการทำงานของพนักงานเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัย การใช้เทคโนโลยีนี้ช่วยลดการสูญเสียที่เกิดจากข้อผิดพลาด และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตอย่างต่อเนื่อง ซึ่ง

จะเห็นได้ว่าการใช้กล้องตรวจจับบุคคลและการประมวลผลภาพเป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญและก้าวหน้ามากในยุคปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นการนำไปใช้ในด้านความปลอดภัย การจัดการจราจร การพัฒนาระบบสมาร์ตโฮม หรือการปรับปรุงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม เทคโนโลยีนี้ไม่เพียงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน แต่ยังช่วยให้ชีวิตของผู้คนปลอดภัยและสะดวกสบายมาก



รูปที่ 1 ปัญหาจากการลืมนปิดใช้งานโหลด

จากการสำรวจพื้นที่ภายใต้อาคารของสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า พบว่ามักประสบปัญหาการลืมนปิดไฟและพัดลมเป็นประจำ สาเหตุหลักมาจากการที่นักศึกษาเข้ามาใช้พื้นที่ภายในอาคารสาขาเพื่อทำกิจกรรมทางการเรียนหรือทำโครงการต่าง ๆ เมื่อใช้งานเสร็จแล้วลืมนปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น ไฟและพัดลม ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานโดยไม่จำเป็น ซึ่งหากปล่อยปัญหานี้ไว้นานอาจส่งผลต่อค่าใช้จ่ายทางพลังงานที่เพิ่มขึ้น รวมทั้งสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานที่เกินความจำเป็น เพื่อลดปัญหาการลืมนปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าและส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ คณะผู้จัดทำเล็งเห็นว่าสามารถพัฒนาวิธีการหรือระบบอัตโนมัติเพื่อช่วยควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าในพื้นที่ดังกล่าวได้ นอกจากการใช้เทคโนโลยีเพื่อแก้ปัญหา การรณรงค์ให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพก็เป็นสิ่งสำคัญที่จะสร้างความตระหนักในหมู่นักศึกษาให้ระวังและรับผิดชอบต่อการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า การใช้วิธีการเหล่านี้สามารถช่วยลดปัญหาการลืมนปิดไฟและพัดลมในพื้นที่สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

จากแนวคิด ผลการศึกษาและปัญหาดังกล่าว คณะผู้จัดทำจึงได้เลือกการออกแบบและสร้างระบบเปิด-ปิดโหลดอัตโนมัติด้วยวิธีการตรวจจับบุคคลโดยหลักการประมวลผลภาพจากวิดีโอ โดยได้อาศัยสิ่งประดิษฐ์เพื่อที่จะนำมาใช้เป็นตัวควบคุมในการเปิด-ปิดโหลด โดยใช้เทคนิคการตรวจจับภาพและการประมวลผลภาพบุคคลในพื้นที่บริเวณการใช้งานของโหลด วัตถุประสงค์ของโครงการเพื่อพัฒนาระบบที่สามารถเปิด - ปิดโหลดภายในสาขาวิศวกรรมไฟฟ้าได้โดยอัตโนมัติเมื่อมีการตรวจจับเจอบุคคล โดยใช้กล้องในการจับภาพและเทคโนโลยีการประมวลผลภาพจากวิดีโอ ซึ่งจะช่วยเพิ่มความสะดวกสบายและลดการลืมนปิดโหลดขณะที่ไม่มีผู้ใช้งาน

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 2.1 เพื่อศึกษาระบบเปิด-ปิดโหนดอัตโนมัติด้วยวิธีการตรวจจับบุคคลโดยหลักการประมวลผลภาพจากวิดีโอ
- 2.2 เพื่อออกแบบและสร้างระบบเปิด-ปิดโหนดอัตโนมัติด้วยวิธีการตรวจจับบุคคลโดยหลักการประมวลผลภาพจากวิดีโอ
- 2.3 เพื่อนำชุดควบคุมการเปิด-โหนดอัตโนมัติไปใช้งานภายใต้สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 3.1 ได้ความรู้เรื่องระบบเปิด-ปิดโหนดอัตโนมัติด้วยวิธีการตรวจจับบุคคลโดยหลักการประมวลผลภาพจากวิดีโอ
- 3.2 ได้เครื่องควบคุมการเปิด-ปิดโหนดอัตโนมัติที่สามารถใช้งานได้จริง
- 3.3 ได้ใช้งานระบบเปิด-ปิดโหนดอัตโนมัติภายใต้สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

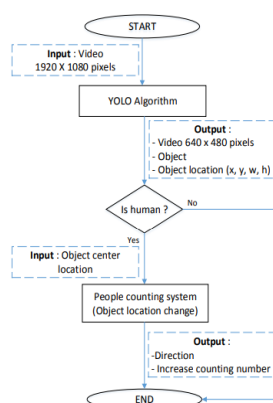
4. ทฤษฎีและหลักการ

4.1 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

แสงเดือน โปธา. (มีนาคม, 2564) ได้ศึกษาการพัฒนาเครื่องมือช่วยเช็คชื่อนักศึกษาเข้าชั้นเรียนด้วยเทคนิคการตรวจจับใบหน้าโดยใช้ Raspberry Pi โดยนำเทคนิคการตรวจจับใบหน้า (Face Detection) และการรู้จำใบหน้า (Face Recognition) มาประยุกต์ใช้ในการระบุตัวตนของนักศึกษา โดยระบบจะนำภาพที่ได้จากการตรวจจับใบหน้าผ่านกล้อง USB camera ไปเปรียบเทียบกับใบหน้าในฐานข้อมูลเพื่อระบุตัวตนของใบหน้านั้น ในขั้นตอน Face detection จะใช้เทคนิค Haar-likefeature และขั้นตอนการ training จะใช้วิธี Adaboost เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ด้วยการใช้ตัวจำแนกแบบ Cascading Classifiers ในส่วนของการรู้จำใบหน้าที่เป็นกระบวนการนำภาพที่ตรวจจับได้จากขั้นตอนการตรวจจับใบหน้าแล้ว นำมาเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลของใบหน้าเพื่อระบุว่า ใบหน้าที่ตรวจจับได้ตรงกับบุคคลใด จะเลือกใช้อัลกอริทึมการรู้จำใบหน้าคือ Principal Component Analysis (PCA) งานวิจัยนี้ ได้พัฒนาเครื่องมือการระบุตัวตนจากการรู้จำใบหน้า (Face Recognition) ซึ่งการรู้จำใบหน้าจะทำการเปรียบเทียบใบหน้าที่บุคคลกับใบหน้าที่อยู่ในฐานข้อมูล โดยการรู้จำใบหน้าจะประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอนคือ (1) ขั้นตอนการตรวจจับใบหน้า (Face Detection) คือกระบวนการค้นหาใบหน้าของบุคคลจากภาพหรือวิดีโอ หลังจากนั้นก็ทำการประมวลผลภาพใบหน้าที่ได้สำหรับนำไปใช้ในขั้นตอนถัดไป (2) ขั้นตอนการรู้จำใบหน้า (Face Recognition) คือกระบวนการนำภาพที่ได้จากขั้นตอนการตรวจจับใบหน้าไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลของใบหน้าเพื่อระบุตัวตนของใบหน้านั้น ซึ่งวิธีการระบุใบหน้าที่มีหลากหลายวิธีเช่น Principal Component Analysis (PCA), Linear Discriminant Analysis (LDA), Elastic Bunch Graph Matching (EBGM) ในงานวิจัยนี้เลือกใช้วิธี Principal Component Analysis (PCA) โดยระบบระบุตัวตนนี้จะทำงานบนบอร์ด Raspberry Pi 2 Raspberry Pi 3 Model B ในส่วน

ของโปรแกรมภาษาที่เลือกใช้ในการพัฒนาระบบก็คือ ภาษา Python เนื่องจากเป็นภาษาที่เรียนรู้ได้ง่ายและมีไลบรารีให้ใช้งานหลากหลาย เช่น Library ที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณทางคณิตศาสตร์ขั้นสูง เช่น อัลกอริทึม, Machine Learning, Artificial Intelligence รวมทั้งมี OpenCV (Open source Computer Vision) ที่เกี่ยวกับ Face Detection และ Face Recognition ให้เลือกใช้อีกด้วย [1]

ปราโมทย์ ปัญญาโต และ นลิน สีดาห้าว. (ตุลาคม 20, 2662) บทความนี้นำเสนอการสร้างระบบตรวจจับบุคคลแบบเวลาจริงราคาประหยัดบน Raspberry Pi การนับจำนวนบุคคลในการเข้าหรือออกสถานที่ต่างๆ มีความสำคัญต่อองค์กร สถานศึกษา และห้างร้านต่าง ๆ ทั้งทางด้านความปลอดภัย ด้านการบริหารทรัพยากรบุคคล รวมถึงด้านการเก็บข้อมูลทางสถิติสำหรับการนำไปวิเคราะห์ต่อเนื่องในด้านธุรกิจหรือการตลาด โดยปกติอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบการตรวจจับจำนวนบุคคล จะถูกผลิตและติดตั้งด้วยบริษัทผู้ผลิตหรือผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านซึ่งมีการติดตั้งที่ซับซ้อน และมีราคาสูง โดยเฉพาะระบบตรวจจับจำนวนประเภทการประมวลผลทางภาพที่มีอุปกรณ์และระบบที่จำเป็นต้องพัฒนาด้วยเทคโนโลยีระดับสูง เช่น กล้อง หน่วยประมวลผล โปรแกรม ระบบสำหรับการแจ้งและติดตามผลหรือรายงาน นอกเหนือจากค่าอุปกรณ์และการติดตั้ง อาจมีค่าใช้จ่ายรายปีซึ่งทำให้ระบบการตรวจจับจำนวนบุคคลมีค่าใช้จ่ายที่สูงมาก จากปัญหาค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูงของระบบการนับจำนวนบุคคล บทความนี้ได้ประยุกต์ใช้หลักการรู้จำวัตถุเพื่อสร้างระบบตรวจจับและนับเฉพาะวัตถุประเภทบุคคล โดยอาศัยหลักการของโครงข่ายประสาทเทียมของ Tiny YOLO มาใช้ในระบบการตรวจจับจำนวนบุคคลและเวลาจริง (Real-time) และทำการติดตั้งระบบดังกล่าวบนระบบสมองกลฝังตัว Raspberry Pi ผู้วิจัยได้การสร้างระบบตรวจจับบุคคลบนระบบสมองกลฝังตัวด้วยการประยุกต์ใช้อัลกอริทึม Tiny YOLO V3 โดยระบบสมองกลฝังตัวมีข้อมูลทางเทคนิคดังนี้ เป็น Raspberry Pi 4 Model B ในระบบปฏิบัติการ Raspbian, หน่วยประมวลผลแบบ ARM CortexA73 Quad Core 1.5 GHz RAM 4 GB และใช้ภาษา Python ในการพัฒนาโปรแกรมระบบตรวจจับบุคคล โดยขั้นตอนของระบบที่นำเสนอ แสดงผังแผนผังงานในรูปที่ 1



รูปที่ 2 ระบบตรวจจับบุคคลบน Raspberry Pi

ซึ่งจะเห็นความสัมพันธ์ของส่วนอัลกอริทึม YOLO กับระบบตรวจจับ อัลกอริทึม YOLO ตรวจจับบุคคลจากวิดีโอที่บันทึกมาจากกล้องเว็บแคม (Webcam) โดยผลลัพธ์ของการตรวจจับมีลักษณะเป็นข้อมูลชนิดของวัตถุและตำแหน่งของวัตถุ จากนั้นพิจารณาเฉพาะวัตถุที่เป็นบุคคล โดยคำนวณจากการ

เปลี่ยนแปลงของตำแหน่งของจุดกึ่งกลางวัตถุ จากการคำนวณจะได้ทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุและเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ผ่านเส้นนับจำนวน ระบบจะทำการนับจำนวนเพิ่มเข้าไปในทิศทางนั้นๆบอร์ด Raspberry Pi 4 มีทรัพยากรในการประมวลผลที่มีจำกัดโดยเฉพาะการไม่มีหน่วยประมวลผลทางกราฟฟิกที่มีความจำเป็นอย่างมากในการประมวลผลทางภาพ ในงานวิจัยนี้ได้ปรับปรุงกระบวนการของการประมวลผลภาพเพื่อช่วยให้อุปกรณ์ Raspberry Pi 4 สามารถทำการประมวลผลในเวลาจริงได้ โดยกำหนดกระบวนการแปลงภาพเป็นสีขาวดำ เพื่อลดปริมาณและความซับซ้อนของข้อมูลที่ต้องทำการประมวลผล ก่อนส่งภาพดังกล่าวเข้าสู่กระบวนการรู้จำวัตถุต่อไป [7]

ธนพร พยอมใหม่ วิญญู ศิลาบุตรไมตรี ธรรมมา วิชชุพงษ์ วิบูลเจริญ และ สมสิน วาขุนทด. (มิถุนายน 28, 2664) ในบทความได้กล่าวถึง การตรวจจับใบหน้า วิเคราะห์ใบหน้า การประมวลผลภาพ ปัจจุบันเทคโนโลยีในการประมวลผลภาพได้มีการพัฒนาขึ้นมาเป็นอย่างมาก โดยเป็นการนำภาพมาประมวลผลหรือ คัดคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ เช่น การสแกนลายนิ้วมือ การสแกนม่านตา และการวิเคราะห์ใบหน้า เป็นต้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาการทำงานของระบบการตรวจจับใบหน้าและการวิเคราะห์ใบหน้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบรักษาความปลอดภัยในการเปิดประตูเข้าออกสถานที่ โดยมีการออกแบบและสร้างระบบฝังตัวสำหรับการควบคุมประตูอัตโนมัติโดยการตรวจจับใบหน้า ซึ่งมีบอร์ด Raspberry Pi เป็นตัวกลางในการควบคุมการทำงานและประมวลผลในการตรวจจับใบหน้าและวิเคราะห์ใบหน้า ใช้กล้อง Web Cam ในการตรวจจับภาพเพื่อนำมาประมวลผล และส่งไปยังรีเลย์เพื่อให้กลอนโซลินอยด์ปลดล็อกประตู และมีจอแสดงผลแอลซีดี เพื่อใช้แสดงผลข้อมูลของใบหน้าและเวลาในการวิเคราะห์ใบหน้าซึ่งจะใช้ภาษา Python ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบจากการทดลองระบบพบว่า ระบบสามารถตรวจจับใบหน้าเพื่อมาวิเคราะห์ใบหน้าในบริเวณที่มีค่าความสว่างที่สามารถมองเห็นได้ ซึ่งอยู่ในช่วงน้อยกว่า 100-1000 ลักซ์ มีค่าความถูกต้องในการวิเคราะห์ใบหน้าอยู่ที่ 80-100 เปอร์เซ็นต์ มุมของใบหน้าที่ใช้ตรวจจับใบหน้า เพื่อวิเคราะห์ใบหน้าที่มีค่าความถูกต้องที่สุด คือ ใบหน้ามุมตรงและ0eนวนข้อมูลใบหน้าของบุคคลในฐานข้อมูลตั้งแต่ 1-30 ข้อมูล ใช้เวลาในการทำงานของระบบไม่แตกต่างกัน โดยใช้เวลาประมาณ 5 วินาที

ขั้นตอนดำเนินการวิจัย : สิ่งที่ต้องคำนึงถึงการออกแบบระบบฝังตัวสำหรับการควบคุมประตูอัตโนมัติ โดยการตรวจจับใบหน้าคือ การนำเอาเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบรักษาความปลอดภัยให้สูงขึ้น และมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบการศึกษาข้อมูล การออกแบบการทำงานของโปรแกรม โดยใช้บอร์ด Raspberry Pi และการเขียนโปรแกรมตรวจจับใบหน้า เพื่อมาควบคุมการทำงานของระบบ หลังจากนั้นจึงเริ่มทำการประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งหมดของระบบฝังตัวสำหรับการควบคุมประตูอัตโนมัติ โดยการตรวจจับใบหน้าตามที่ได้ออกแบบไว้ [6]

ธนพงศ์วงศ์บุญ และปณณินดินันทน. (ม.ป.ป.). ได้กล่าวถึงการเปรียบเทียบความละเอียดของชุดข้อมูลและความละเอียดของภาพที่ใช้ในการประมวลผลของระบบจดจำใบหน้า ด้วยอุปกรณ์แบบ Raspberry Pi3 ในการจัดทำโครงการหัวข้อการเปรียบเทียบความละเอียดของชุดข้อมูลและความ

ละเอียดของภาพที่ใช้ในการประมวลผลของระบบจดจำใบหน้าด้วยอุปกรณ์แบบ Raspberry Pi3 ครั้งนี้จัดทำเพื่อให้ทราบถึงผลลัพธ์ของการประมวลผลของขนาดภาพ ชนิดของภาพ ระยะของจำนวนภาพที่ใช้ชุดคำสั่งของภาษา Python ทำการประมวลผลบน ระบบ Raspberry Pi3 และเพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างของการใช้งานของชนิดของภาพว่ามีการประมวลผลความละเอียดของภาพ โดยจะทดสอบตามค่าขนาดของภาพที่ได้ระบุไว้ในตารางขนาดของภาพต่าง ๆ ที่กำหนดไว้และเงื่อนไขในการทดสอบ และนำผลที่ได้มาทำการแสดงผลออกมาเป็นกราฟ จากการทดลองโดยชุดข้อมูลทั้งหมดแสดงให้เห็นว่า ระยะที่สามารถจับภาพได้และมีเปอร์เซ็นต์ความชัดมากที่สุด คือระยะ 100 เซนติเมตร

วิธีดำเนินงานวิจัยและอุปกรณ์ ในการศึกษาครั้งนี้หัวข้อ การเปรียบเทียบความละเอียดของชุดข้อมูลและความละเอียดของภาพที่ใช้ในการประมวลผลของระบบจดจำใบหน้าด้วยอุปกรณ์แบบ Raspberry Pi3 (Rahul, E., Edward, G., Chris, G., & Michael, H. 2019; Balon, B., & Simić. M. 2019) มีขั้นตอนและกระบวนการทดลองดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เป็นขั้นตอนวางแผนในการทดลองระบุหัวข้อและเงื่อนไขในการทดลอง

ขั้นตอนที่ 2 เป็นขั้นตอนจัดเตรียมอุปกรณ์เพื่อใช้ในการทดลอง

ขั้นตอนที่ 3 เป็นขั้นตอนติดตั้งอุปกรณ์และพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา Python ใช้ในการทดลอง

ขั้นตอนที่ 4 เป็นขั้นตอนการทดสอบตามที่ได้วางแผนไว้ แล้วมาบันทึกผลทดสอบในแต่ละครั้ง เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความละเอียดของชุดข้อมูลและความละเอียดของภาพที่ใช้ในการประมวลผลของระบบจดจำใบหน้าด้วยอุปกรณ์แบบ Raspberry Pi3 เพื่อให้ได้ผลลัพธ์และได้เห็นถึงความสำคัญของระบบจดจำใบหน้าถึงความชัดในการประมวลผลของภาพตามขนาดและระยะห่างของภาพกับกล้องผู้ศึกษาได้วางแผนและดำเนินงานอย่างเป็นขั้นตอน [8]

4.2 การตรวจจับและประมวลผลภาพบุคคล

4.2.1 การตรวจจับภาพบุคคล [2]

โดยทั่วไปเราสามารถนำกล้อง Webcam ที่สนับสนุนฟังก์ชัน Webcam มาเชื่อมต่อกับพอร์ต USB ของ Raspberry Pi โดยเราจะต้องนำสาย USB เสียบเข้าไปที่พอร์ต USB ของ Raspberry Pi แล้วจึงจ่ายไฟเข้า Raspberry Pi แล้วจึงเปิดโหมด Webcam หรือ PC Camera บนตัวกล้องเสียก่อน แต่ถ้าเราใช้กล้อง Webcam โดยเฉพาะ พอเสียบสาย USB ของกล้องเข้าพอร์ต Raspberry Pi และจ่ายไฟเข้าแล้ว เราไม่ต้องทำอะไรกับตัวกล้อง เราสามารถติดตั้งโปรแกรม FSWebcam ลงบน Raspberry Pi แล้วบันทึกภาพจากกล้องได้ทันที

การพัฒนาเครื่องมือช่วยเช็คชื่อนักศึกษาเข้าชั้นเรียนด้วยเทคนิคการตรวจจับใบหน้าโดยใช้ Raspberry Pi



รูปที่ 3 การจับภาพจากกล้อง Webcam

การใช้งาน OpenCV-Python เริ่มต้นด้วยการติดตั้งไลบรารีผ่าน Python Package Manager (pip) ด้วยคำสั่งง่ายๆ คือ `'pip install opencv-python'` หลังจากนั้น สามารถ import และใช้คุณสมบัติต่างๆ ได้ในสคริปต์ OpenCV-Python นั้นมีความหลากหลายมากในเรื่องของฟังก์ชัน สามารถใช้ได้ตั้งแต่งานพื้นฐานเช่น การอ่าน, แสดง, และเขียนภาพ ไปจนถึงงานที่ซับซ้อน เช่น การวิเคราะห์ภาพเพื่อตรวจจับและจำแนกวัตถุในภาพ

การตรวจจับมนุษย์โดยใช้ OpenCV และกล้องอาจเป็นเรื่องท้าทายเมื่อบุคคลปกปิดใบหน้าและร่างกาย แต่ยังสามารถใช้เทคนิคต่างๆ เพื่อปรับปรุงความสามารถในการตรวจจับได้ ต่อไปนี้คือแนวทางสำคัญบางประการ เช่น เทคนิคการตรวจจับร่างกาย

การประมาณท่าทาง: แม้ว่าใบหน้าจะถูกปิดบัง การประมาณท่าทางของมนุษย์สามารถระบุจุดสำคัญบนร่างกายมนุษย์ได้ (เช่น ไหล่ ข้อศอก เข่า) อัลกอริทึมเช่น OpenPose หรือ MediaPipe สามารถติดตามจุดเหล่านี้ได้ ทำให้สามารถตรวจจับได้โดยอิงตามท่าทางของร่างกาย

การวิเคราะห์รูปร่างและขนาด: สามารถระบุรูปร่างและขนาดโดยรวมของบุคคลได้ เทคนิคเช่น HOG (ฮิสโตแกรมของการไล่เฉดสีแบบวางแนว) สามารถช่วยตรวจจับรูปร่างของมนุษย์ได้ [4]

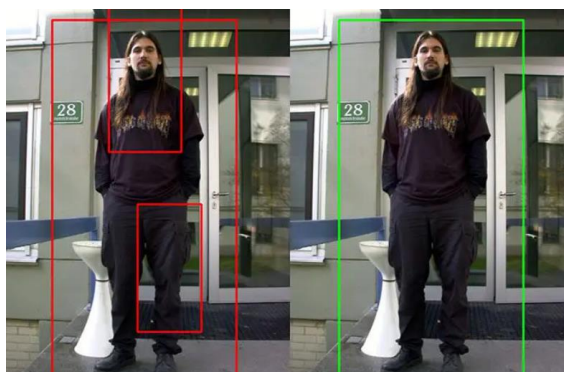
4.2.2 การประมวลผลภาพ [3]

การประมวลผลภาพโดยเทคโนโลยี Image Processing คือ การนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์หรือชิปประมวลผลอัจฉริยะมาใช้ในการประมวลผลภาพ และยังต้องทำการประมวลผลภาพร่วมกับเลนส์ได้อย่างลงตัว โดยในขณะที่เลนส์ทำการจับภาพได้แล้วนั้น ตัวโปรแกรม Image Processing ก็จะไปวิเคราะห์รูปภาพที่เลนส์จับได้ทันที ด้วยการหาจุดโฟกัสที่เหมาะสมของภาพ

หลักการทำงานของ Image Processing นั้นเริ่มต้นที่การนำรูปภาพที่ต้องการประมวลผลภาพเข้าไปในระบบ จากนั้นตัวซอฟต์แวร์จะทำการวิเคราะห์รูปภาพ แล้วคอมพิวเตอร์จึงเปลี่ยนมันให้กลายเป็นข้อมูลดิจิทัล เพียงเท่านี้ เราก็จะได้ข้อมูลทั้งขนาดและรูปร่างที่ต้องการเตรียมเอาไว้ ก่อนที่จะนำข้อมูลไปวิเคราะห์ และจัดทำให้เป็นระบบ

เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image processing) ก็ได้รับการพัฒนาซอฟต์แวร์ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวันของพวกเราเพิ่มมากขึ้นทุกที เรียกได้ว่า เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image processing) ถือเป็นวิทยาการที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็นในด้านความปลอดภัยหรือใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม สิ่งที่เป็นประโยชน์มากที่สุดในการนำเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image processing) ไปประยุกต์ใช้ก็คือ การนำเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image processing) ไปสร้างเป็นโปรแกรมตรวจจับใบหน้า ซึ่งมันสามารถจดจำและวิเคราะห์ตรวจสอบใบหน้าร่วมกับกล้องวงจรปิดคุณภาพสูงได้เป็นอย่างดี

ในงานตรวจจับใบหน้าและร่างกายมนุษย์ ซึ่ง Haar Cascades ใช้หลักการของ Haar Features โดย Haar Cascades สามารถนำไปใช้ในงานหลากหลายทั้งการตรวจจับใบหน้า การตรวจจับร่างกาย มีการทำงานได้เร็วในระบบเรียลไทม์ การใช้กล้องตรวจจับคนทำงานควบคู่ไปพร้อมกับรีเลย์ การใช้รีเลย์ในระบบควบคุมการเปิด-ปิดโหนดโดยใช้กล้องตรวจจับคนและประมวลผลภาพบุคคล เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและง่ายต่อการใช้งาน



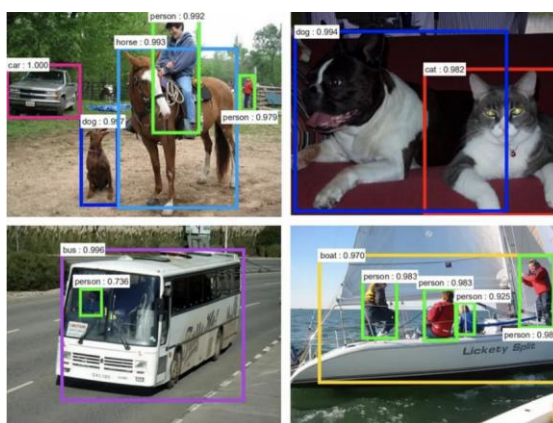
รูปที่ 4 การประมวลผลภาพบุคคล

4.2.3 การระบุตำแหน่ง [5]

เทคโนโลยีตรวจจับวัตถุ (Object detection) คือ หนึ่งในฟีเจอร์หลักของ AI (Artificial Intelligence) ที่ใช้กับกล้องวงจรปิด สามารถค้นหาสิ่งของโดยใช้ AI มาวิเคราะห์ข้อมูล จากการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ (Computer Vision) และการประมวลผลภาพ (Image Processing) เพื่อตรวจจับวัตถุที่อยู่ในรูปหรือวิดีโอ เช่น มนุษย์ สัตว์ สิ่งของ รถยนต์ อาคาร และวัตถุอื่น ๆ ที่อยู่ในรูปภาพ หรือวิดีโอ โดยตามหลักแล้วก่อนที่จะพัฒนามาเป็นเทคโนโลยีตรวจจับวัตถุ (Object detection) จะต้องผ่านการจัดหมวดหมู่ของวัตถุ (Object Classification) มาก่อน โดยที่การจัดหมวดหมู่ของวัตถุจะเป็นการจัดหมวดหมู่ของรูปภาพว่า รูปภาพนั้นคือภาพอะไร แต่เทคโนโลยีตรวจจับวัตถุจะเป็นการระบุเลยว่า ในรูปภาพนั้นมีวัตถุอะไรบ้าง ซึ่งจุดนี้จะต้องอาศัยการทำงานของ AI เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยกัน เช่น การจัดหมวดหมู่ของวัตถุจะสามารถระบุได้ว่าวัตถุที่อยู่ในภาพ คือแมว ในขณะที่เทคโนโลยีตรวจจับวัตถุจะระบุได้ว่าวัตถุที่อยู่ในภาพ มีแมว และสุนัข

นอกจากนี้ในปัจจุบันเทคโนโลยีตรวจจับวัตถุได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในหลายธุรกิจหรืออุตสาหกรรม ตั้งแต่ระดับประเทศจนถึงการนำมาประยุกต์ใช้ในระดับครัวเรือน เพื่อช่วยในการแยกประเภทวัตถุ หรือหาตำแหน่งของวัตถุ เช่น การทำ Smart City ในเมือง โดยตรวจสอบจราจรในบนท้องถนน การตรวจสอบอาวุธภายในสนามบิน เพื่อให้มีความเรียบร้อยและความปลอดภัย หรือการทำ Smart home เพื่อใช้มอนิเตอร์ความเรียบร้อยและตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมภายในบริเวณบ้านได้อีกด้วย

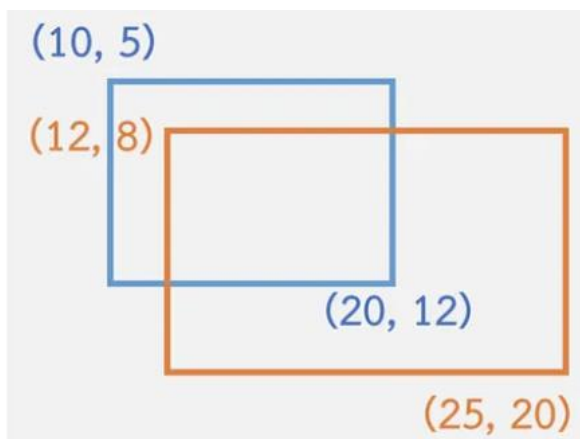
เป้าหมายของ Object Detection ต้องการหาวัตถุที่สนใจในภาพหนึ่ง โดยที่วัตถุที่สนใจอาจจะมีมากกว่าหนึ่งประเภท เช่น มนุษย์ รถยนต์ และ สุนัข หรืออาจจะมีวัตถุในแต่ละประเภทมากกว่าหนึ่ง เช่น อาจจะมีคน 5 คน และสุนัข 8 ตัว ในภาพเดียว เราต้องการรู้ว่าวัตถุที่สนใจแต่ละอย่างนั้นอยู่ที่ใดบ้างในภาพ เช่น



รูปที่ 5 การระบุตำแหน่งของวัตถุ

งานแบบนี้เราเรียกว่า Object Detection หรือ Object Localization จริงๆแล้วคำว่า Object Localization เริ่มจะนิยมขึ้น เพราะความหมายชัดเจนกว่า (เนื่องจากเราไม่ได้แค่ต้องการจะบอกว่าวัตถุในภาพมีอะไรบ้างแต่เราต้องการบอกตำแหน่งด้วย) ซึ่งเดิมทีจะมีวิธีหรือเครื่องมือที่ใช้ในประวัติศาสตร์คือ R-CNN, Fast-RCNN, Faster-RCNN, YOLO, SSD เป็นต้น

Bounding Box สำหรับกรอบสี่เหลี่ยม เราไม่ต้องใช้การนับพิกเซลตรงๆ ก็ได้เพราะเราสามารถคำนวณจำนวนพิกเซลทั้งในส่วนอินเตอร์เซกชันและยูเนียนได้ (เราทราบตำแหน่งซ้ายบน และ ขวาล่างของกล่อง)



รูปที่ 6 Bounding Box

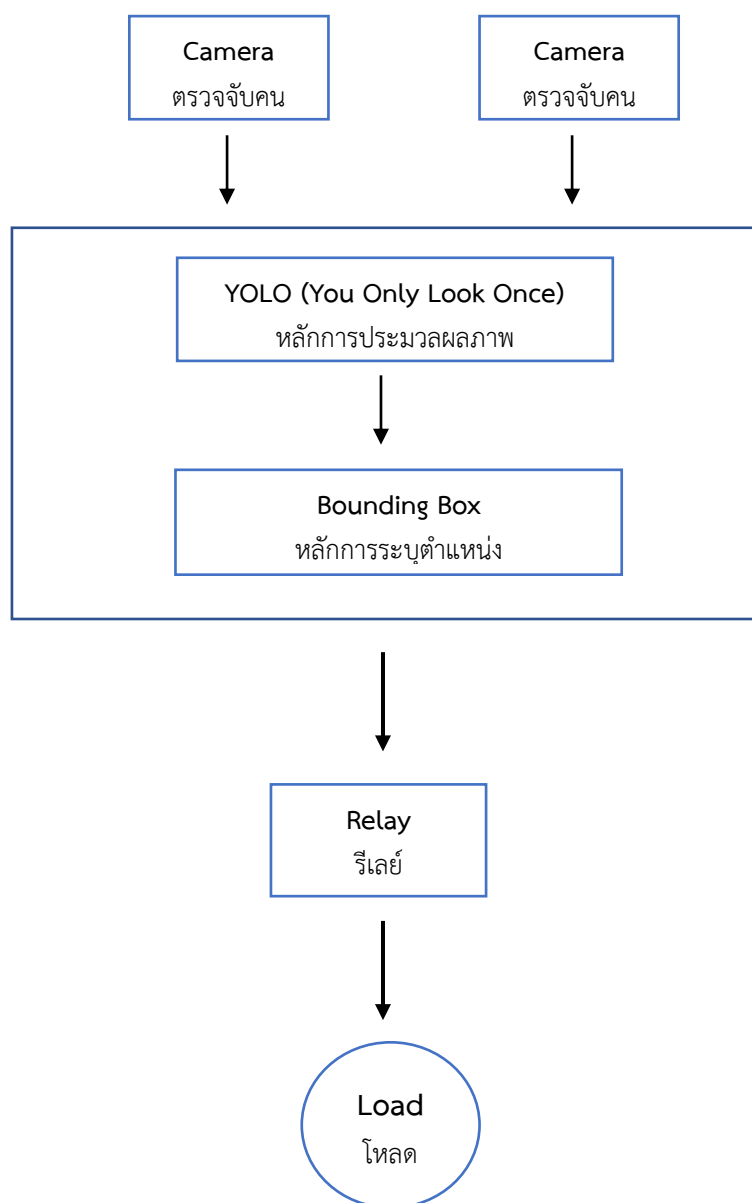
Bounding Box Regression หลักการคือ ถ้าเจอวัตถุที่สนใจในพื้นที่ที่ถูกนำเสนอมา เราจะใช้ SVM Regression ในการหาตำแหน่งซ้ายบนและขวาล่างของกล่อง เราจะไม่ใช้ตัวกล่องที่ได้มาจาก Selective Search โดยตรง เพราะอันนั้นได้มาแบบไม่ได้พยายาม fit กล่องลงไปกับวัตถุให้ตีสักเท่าไร การทำ Bounding Box Regression ทำได้หลายวิธี มีรายละเอียดต่างกันไป

4.3 การออกแบบจำลองระบบเปิด-ปิดโหนดอัตโนมัติด้วยวิธีการตรวจจับบุคคลโดย

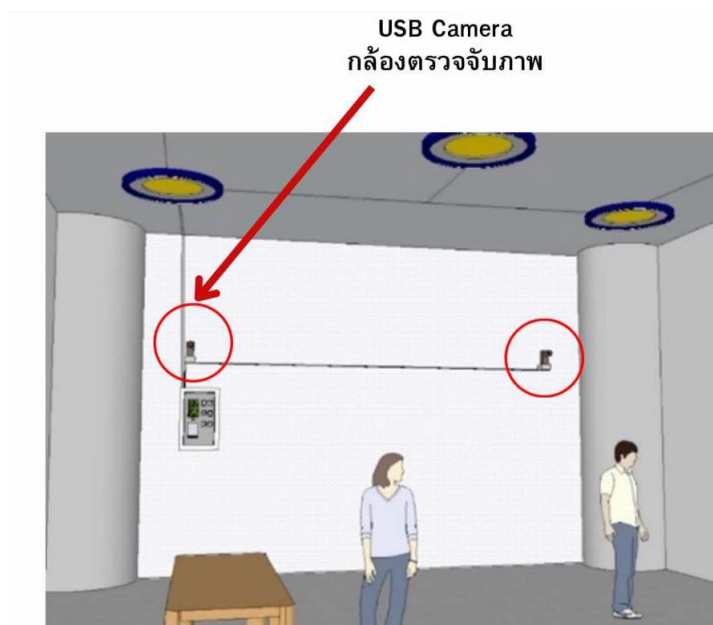
หลักการประมวลผลภาพจากวิดีโอ

จากแบบจำลองเมื่อมีผู้ใช้งานเข้ามาในบริเวณที่ต้องการใช้โหนด โดยวิธีการใช้กล้องในการตรวจจับบุคคล เมื่อกล้องจับภาพแล้วจะส่งข้อมูลไปยัง Raspberry Pi เพื่อประมวลผลภาพว่ามีบุคคลหรือไม่ โดยใช้หลักการ YOLO เมื่อระบบตรวจสอบพบว่ามีบุคคล ขั้นต่อไปจะเป็นการตรวจสอบเพื่อระบุตำแหน่งของบุคคล โดยใช้หลักการ Bounding Box เมื่อครบตามเงื่อนไข Raspberry Pi ก็จะทำให้การส่งข้อมูลไปยังรีเลย์เพื่อส่งเปิดโหนด และเมื่อไม่มีการตรวจจับเจอบุคคลก็จะทำการปิดโหนด

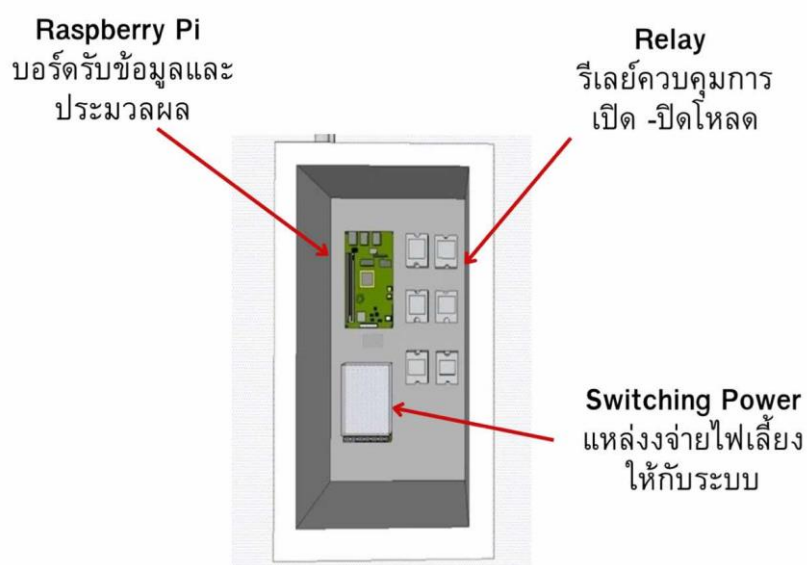
แบบจำลอง



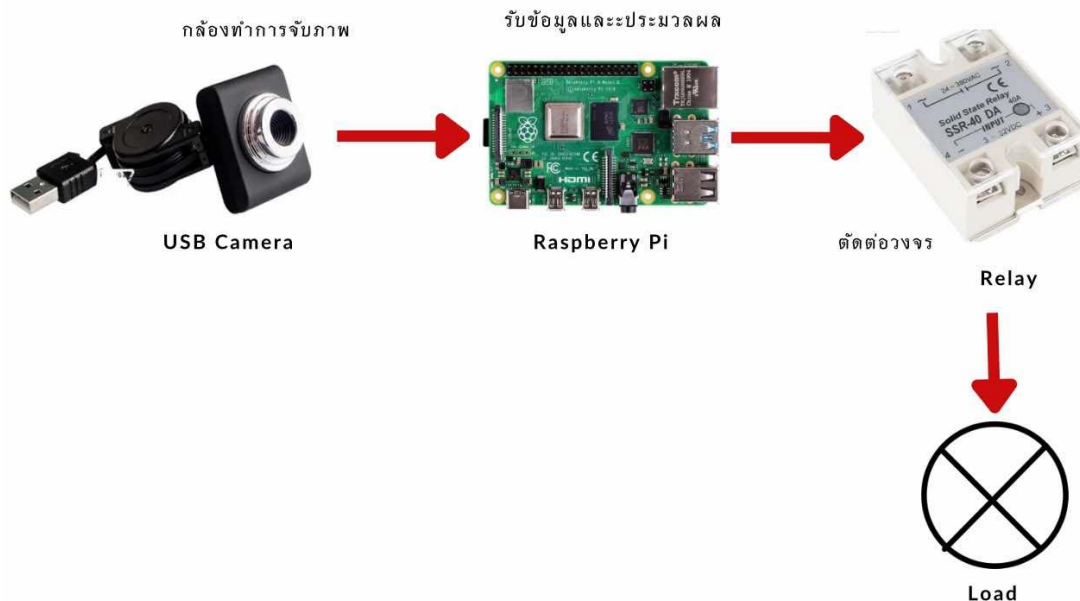
รูปที่ 7 แบบจำลองหลักการทำงาน



รูปที่ 8 (ก.) รูปชิ้นงาน



รูปที่ 9 (ข) รูปชิ้นงาน



รูปที่ 10 แบบจำลองอุปกรณ์การทำงาน

4.4 หลักการทำงาน

หลักการทำงานของระบบเปิด-ปิดโหนดอัตโนมัติด้วยวิธีการตรวจจับบุคคลโดย หลักการประมวลผลภาพจากวิดีโอ สามารถควบคุมการเปิด-ปิดการใช้งานของโหนดเมื่อไม่มีการใช้งาน โดยผ่านการจับภาพและประมวลผลภาพบุคคลจากวิดีโอของกล้อง USB Camera for Raspberry Pi

สำหรับหลักการทำงานของระบบตรวจจับบุคคลเพื่อเปิด-ปิดโหนด ซึ่งในการทดลองของระบบเปิด-ปิดโหนดอัตโนมัติด้วยวิธีการตรวจจับบุคคลโดยหลักการประมวลผลภาพจากวิดีโอ จะใช้กับพัดลม ซึ่งจะทำงานผ่านกระบวนการหลายขั้นตอนที่ทำงานร่วมกัน ทั้งการตรวจจับภาพ การประมวลผลภาพบุคคลจากวิดีโอ และการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

4.6.1. การตรวจจับบุคคลด้วยกล้อง

- กล้องจะทำหน้าที่จับภาพจากพื้นที่ที่กำหนด และส่งข้อมูลไปยัง Raspberry Pi
- OpenCV จะถูกใช้ในการประมวลผลภาพเพื่อค้นหาว่ามีบุคคลอยู่ในภาพหรือไม่ โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น YOLO (You Only Look Once) เพื่อตรวจจับใบหน้าหรือร่างกายของบุคคล
- หลังจากนั้นจะใช้หลักการ Bounding Box ซึ่งเป็นหลักการระบุตำแหน่งของบุคคล

4.6.2. การตัดสินใจเปิด-ปิดพัดลม

- เมื่อเงื่อนไขสำคัญ (ตรวจพบบุคคล และตำแหน่งของบุคคล) เป็นจริง Raspberry Pi จะส่งสัญญาณไปยัง Relay Module เพื่อเปิดโหนด ในที่นี้คือ พัดลม
- หากไม่ตรวจพบบุคคล ระบบจะสั่งปิดพัดลมโดยอัตโนมัติ
- เมื่อมีบุคคลกลับเข้ามาในพื้นที่ หากกล้องตรวจจับเจอบุคคล ระบบจะสั่งเปิดพัดลมอีกครั้ง

4.6.3.การควบคุมพัลลัมผ่าน Relay Module

- Relay Module จะเชื่อมต่อกับ Raspberry Pi ผ่าน GPIO โดยทำหน้าที่เปิด-ปิดการจ่ายไฟให้พัลลัม เมื่อ Raspberry Pi ส่งสัญญาณเปิดหรือปิดตามเงื่อนไขที่กำหนด
ขั้นตอนการทำงานโดยสรุป

- กล้องจับภาพในห้องและส่งข้อมูลภาพไปยัง Raspberry Pi
- Raspberry Pi ประมวลผลภาพเพื่อค้นหาว่ามีบุคคลในพื้นที่หรือไม่ และระบุตำแหน่งของบุคคล
- ระบบตรวจสอบเงื่อนไขการมีบุคคล
 - หากพบว่ามีบุคคล → เปิดพัลลัม
 - หากไม่พบบุคคล → ปิดพัลลัม

4.6.4.ระบบตรวจสอบอัตโนมัติอย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง

5. ขอบเขตของการวิจัย

1. ออกแบบและสร้างระบบเปิด-ปิดโหลดอัตโนมัติ 1 ระบบที่ใช้หลักการประมวลผลภาพจากกล้องวิดีโอ โดยสามารถควบคุมโหลดได้ไม่น้อยกว่า 6 ช่อง
2. ระบบสามารถเปิดโหลดได้เมื่อมีการตรวจจับบุคคลที่อยู่ในพื้นที่นานอย่างน้อย 3 นาที และปิดโหลดเมื่อตรวจจับไม่พบบุคคลอยู่ในพื้นที่นานเกิน 10 นาทีแบบอัตโนมัติ ด้วยวิธีการประมวลผลภาพจากวิดีโอ โดยมีความผิดพลาดไม่น้อยกว่า 80%
3. สามารถกำหนดพื้นที่จากภาพวิดีโอเพื่อควบคุมโหลด โดยกล้อง 1 ตัว สามารถควบคุมโหลดได้ไม่เกิน 3 ช่อง

6. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

- 6.1 ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับโครงงาน
- 6.2 สอบหวัข้อปริญญานิพนธ์
- 6.3 ออกแบบโครงสร้างระบบเปิด-ปิดโหลดอัตโนมัติด้วยวิธีการตรวจจับบุคคลโดยหลักการประมวลผลภาพจากวิดีโอ
- 6.4 จัดซื้ออุปกรณ์ และเริ่มทำระบบเปิด-ปิดโหลดอัตโนมัติด้วยวิธีการตรวจจับบุคคลโดยหลักการประมวลผลภาพจากวิดีโอ
- 6.5 เขียนโปรแกรมการทำงาน
- 6.6 รายงานความก้าวหน้า
- 6.7 ทดสอบและปรับปรุงการทำงาน
- 6.8 จัดทำปริญญานิพนธ์
- 6.9 สอบจบโครงงาน

8. เอกสารอ้างอิงหรือบรรณานุกรม

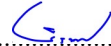
- [1] archive. (มีนาคม, 2564). การพัฒนาเครื่องมือช่วยเช็คชื่อนักศึกษาเข้าชั้นเรียนด้วยเทคนิคการตรวจจับใบหน้าโดยใช้ Raspberry Pi
https://archive.lib.cmu.ac.th/full/res/2564/tressct64089_64_full.pdf
- [2] Aspberryhome. (ม.ป.ป.). บทความเกี่ยวกับ Raspberry Pi.
<http://www.raspberrypihome.net/article/10/raspberrypi>
- [3] dia. (ม.ป.ป.). OpenCV-Python library for image processing คืออะไร.
<https://www.dia.co.th/articles/what-is-image-processing/>
- [4] expert-programming-tutor. (ม.ป.ป.). OpenCV-Python คืออะไร.
<https://expert-programming-tutor.com/tutorial/article>
- [5] medium.(กรกฎาคม 3, 2565). Objective Detection เทคโนโลยีตรวจจับวัตถุ
<https://medium.com/@beyun2537/objective-detection>
- [6] piyaporn. (มิถุนายน 28, 2564). ระบบสมองกลฝังตัวสำหรับการควบคุมประตูอัตโนมัติด้วย
 ใบหน้า
[file:///C:/Users/Nitro/Downloads/piyaporn,%7B\\$UserGroup%7D,%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%886+63-72.pdf](file:///C:/Users/Nitro/Downloads/piyaporn,%7B$UserGroup%7D,%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%886+63-72.pdf)
- [7] sirimadee. (ตุลาคม 20, 2562). การสร้างระบบตรวจจับบุคคลแบบเวลาจริงราคาประหยัดบน Raspberry Pi โดยประยุกต์อัลกอริทึม Tiny YOLO V3
[file:///C:/Users/Nitro/Downloads/sirimadee_et,%7B\\$UserGroup%7D,+2-A%E0%B8%99%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%99.pdf](file:///C:/Users/Nitro/Downloads/sirimadee_et,%7B$UserGroup%7D,+2-A%E0%B8%99%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%99.pdf)
- [8] The%20Manuscript%20. (ม.ป.ป.). การเปรียบเทียบความละเอียดของชุดข้อมูลและความละเอียดของภาพที่ใช้ในการประมวลผลของระบบจดจำใบหน้า ด้วยอุปกรณ์แบบ Raspberry Pi3
[file:///C:/Users/Nitro/Downloads/1811-The%20Manuscript%20\(Full%20Article%20Text\)-5080-1-10-20200831%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Nitro/Downloads/1811-The%20Manuscript%20(Full%20Article%20Text)-5080-1-10-20200831%20(1).pdf)

9. งบประมาณ

ที่	รายการ	จำนวน	ราคา	ราคารวม
1.	USB Camera for Raspberry Pi	2	150.00	300.00
2.	Raspberry Pi	1	1500.00	1500.00
3.	Solid State Relay (SSR)	6	160.00	960.00
4.	Switching Power Supply	1	200.00	200.00
5.	เบ็ดเตล็ด		800.00	800.00
รวม				3760.00

ลงชื่อ.....นางสาว กันต์กัญ หนูน้อย..... (นักศึกษา)

ลงชื่อ.....นาย สิทธิชัย งามวงศ์..... (นักศึกษา)

ลงชื่อ.......... (อาจารย์ที่ปรึกษา)