

## ระบบควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่างอัตโนมัติโดยใช้การประมวลผลภาพ ด้วยอัลกอริทึม YOLO

### The Automatic Lighting ON and OFF Control System Using YOLO Algorithm Image Processing

วีระพงศ์ ทองสา<sup>1\*</sup>, ศิลปชัย กลิ่นไกล<sup>2</sup>, ชุติกานุญณ์ สุพัตเวช<sup>3</sup> และ ภูมรินทร์ ทวีชศรี<sup>2</sup>

Wiraphong Thongsa<sup>1\*</sup>, Sillapachai Klinklai<sup>2</sup>, Chutikarn Suppatvech<sup>3</sup>

and Phummarin Thavitchasri<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

<sup>2</sup>สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

<sup>3</sup>สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

<sup>1</sup>Department of Mechatronics and Robotics Engineering, Faculty of Industrial Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage

<sup>2</sup>Department of Industrial Electrical Technology, Faculty of Industrial Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage

<sup>3</sup>Department of Industrial Management Engineering, Faculty of Industrial Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage

\*Email: wiraphong.thong@vru.ac.th

Received: May 30, 2022; Revised: August 31, 2022; Accepted: September 07, 2022

#### บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอการพัฒนาระบบควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่างแบบอัตโนมัติสำหรับการเปิดและปิดไฟส่องสว่างตามบริเวณโถงทางเดิน โดยใช้การประมวลผลภาพด้วยอัลกอริทึม YOLO การทำงานของระบบควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่างแบบอัตโนมัติจะใช้กล้องเว็บแคมร่วมกับบอร์ด Raspberry Pi ในการตรวจจับภาพและวิเคราะห์ความเหมือนของภาพบุคคลด้วยอัลกอริทึม YOLO พิจารณาระบุภาพบุคคลที่ค่าคะแนนความเชื่อมั่นในช่วง 0.35-1 ในการทดลองได้ทำการตั้งเวลาการทำงานของระบบ ณ ช่วงเวลาตั้งแต่ 18.00 น. ถึง 20.30 น. โดยมีกลุ่มตัวอย่างบุคคลจำนวน 30 คน จากการทดลองเมื่อมีบุคคลเดินผ่านในบริเวณพื้นที่ในช่วงระยะทางตั้งแต่ 2 เมตร ถึงระยะ 19 เมตร จากตำแหน่งของตัวกล้อง พบว่าระบบสามารถตรวจจับภาพบุคคลได้และมีค่าคะแนนความเชื่อมั่นอยู่ในช่วงที่กำหนด นอกจากนี้ที่ระยะทาง 20 เมตร พบว่าการตรวจจับภาพบุคคลมีค่าเฉลี่ยคะแนนความเชื่อมั่นที่ต่ำกว่า 0.35 ส่งผลให้ระบบไม่สามารถควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่างแบบอัตโนมัติได้

**คำสำคัญ :** อัลกอริทึม YOLO, กล้องเว็บแคม, ความเหมือนของภาพบุคคล, คะแนนความเชื่อมั่น

## Abstract

This article presents the development of an automatic lighting control system for turning on and off hallway lighting using YOLO algorithm image processing. The automatic lighting on and off control system uses a webcam camera conjunction with a Raspberry Pi board to detect and analyze the likeness of portraits using the YOLO algorithm by considering the identification of portraits with a confidence score of 0.35-1. In the experiment, the system operation time was set from 6:00 p.m. to 8:30 p.m. using a sample of 30 individuals. The experiment results showed that when a person enters an area within the range of a portrait detection distance of 2 to 19 meters from the position of the webcam camera, the system can detect images of portraits whose confidence scores are within a preset range. In addition, at a distance of 20 meters, it was found that portrait detection had an average confidence score of less than 0.35, resulting in the system being unable to control the automatic lighting on and off.

**Keywords :** YOLO algorithm, Webcam, Likeness of Portraits, Confidence score

## 1. บทนำ

แสงสว่างถือเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการดำรงชีวิต โดยเฉพาะแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ [1-2] ซึ่งเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อสิ่งมีชีวิตโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย แต่แสงสว่างจากดวงอาทิตย์จะมีกำหนดระยะเวลาการใช้งานจำกัด ณ ช่วงเวลากลางวันและในช่วงเวลากลางคืนแสงสว่างก็จะมืดดับไป จึงต้องมีการพึ่งพาแสงสว่างจากสิ่งประดิษฐ์ของมนุษย์หรือที่รู้จักกันว่า “หลอดไฟฟ้า” เพื่อการใช้งานในช่วงเวลากลางคืน โดยการทำงานของหลอดไฟจะใช้การควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่างด้วยมนุษย์หรือระบบอัตโนมัติ [3] การใช้ไฟส่องสว่างในช่วงเวลากลางคืนพบปัญหาการควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่าง เนื่องจากการควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่างจะต้องควบคุมที่ตัวสวิตช์จ่ายไฟ จึงมีระบบการเปิดและปิดไฟส่องสว่างแบบอัตโนมัติ [4-5] เพื่ออำนวยความสะดวกการใช้งานในเวลากลางคืน เช่น การตั้งเวลาเปิดและปิดไฟส่องสว่าง การใช้วิธีนี้ประสบปัญหาเกี่ยวกับการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า เนื่องจากความต้องการใช้งานไฟส่องสว่างจะขึ้นอยู่กับผู้ที่ใช้งานตามบริเวณพื้นที่นั้น ๆ และการเปิดและปิดไฟส่องสว่างด้วยวิธีการตรวจจับความเคลื่อนไหว เพื่อควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่าง การทำงานเมื่อมีการเคลื่อนไหวในบริเวณที่กำหนดระบบจะทำการสั่งเปิดไฟส่องสว่างอัตโนมัติ และปิดไฟส่องสว่างเมื่อไม่พบการเคลื่อนไหว

ภายในบริเวณที่กำหนด แต่วิธีนี้ยังคงประสบปัญหาการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเช่นกัน เนื่องจากการตรวจจับความเคลื่อนไหวไม่สามารถจำแนกได้ว่าการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นมาจากมนุษย์หรือสัตว์ ส่งผลทำให้ระบบควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่างจะเริ่มทำงานตลอดเวลาเมื่อมีการเคลื่อนไหวในบริเวณนั้น ๆ นอกจากนี้ปัญหาการเปิดและปิดไฟส่องสว่าง ณ บริเวณโถงทางเดินหน้าห้องเรียน อาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาภาคพิเศษที่มีการเข้ามาใช้บริการบริเวณพื้นที่เป็นจำนวนมากในช่วงวันเสาร์และวันอาทิตย์ พบว่าในช่วงเวลา 20.30 น. หลังเลิกเรียนนักศึกษาได้ประสบปัญหาการเปิดและปิดไฟส่องสว่างตามบริเวณโถงทางเดินหน้าห้องเรียน ในการอำนวยความสะดวกต่อการเดินภายในตัวอาคาร เนื่องจากตำแหน่งสวิตช์ควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่างไม่ได้เอื้ออำนวยต่อการใช้งานเมื่อต้องการเปิดไฟส่องสว่างและปิดไฟส่องสว่างบริเวณโถงทางเดินเมื่อใช้งานเสร็จสิ้น

ในงานวิจัยนี้ได้จัดทำระบบควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่างบริเวณโถงทางเดินภายในอาคารแบบอัตโนมัติ โดยใช้กล้องเว็บแคมในการตรวจจับภาพและทำการประมวลผลภาพความเหมือนของภาพบุคคลด้วยอัลกอริทึม YOLO ร่วมกับชุดบอร์ด Raspberry pi การทำงานของระบบควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่างจะทำการตรวจจับภาพและประมวลผลภาพความเหมือนของภาพบุคคล ณ บริเวณพื้นที่ที่กำหนดไว้ เพื่อควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่าง

อัตโนมัติ โดยมีชุดวงจรรีเลย์สำหรับการควบคุมการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

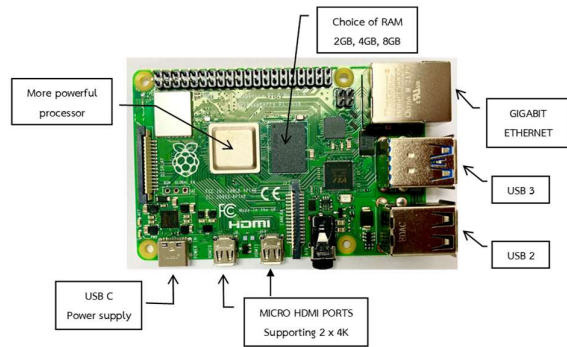
การสร้างระบบควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่างแบบอัตโนมัติใช้การประมวลผลภาพร่วมกับอัลกอริทึม YOLO ในควบคุมไฟส่องสว่างบริเวณโถงทางเดิน โดยมีทฤษฎีและหลักการการทำงานของระบบที่เกี่ยวข้องดังนี้

### 2.1 การประมวลผลภาพ

การประมวลผลภาพ (Image Processing) [6] เป็นการนำภาพมาคำนวณและประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการหรือที่สนใจทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ โดยมีขั้นตอนที่สำคัญ ได้แก่ การปรับภาพให้มีคุณภาพที่ดีขึ้น การกำจัดสัญญาณรบกวนของภาพ การแบ่งส่วนของวัตถุที่สนใจออกจากภาพเพื่อนำภาพวัตถุที่ได้ไปวิเคราะห์หาข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ขนาด รูปร่างและทิศทางการเคลื่อนของวัตถุในภาพจากนั้น ซึ่งสามารถนำข้อมูลเชิงปริมาณเหล่านี้ไปวิเคราะห์และสร้างเป็นระบบเพื่อใช้ประโยชน์ในงานด้านต่าง ๆ เช่น ระบบคัดแยกประเภทไข่มุก [7] และการตรวจจับและจดจำโมเดลรถยนต์ [8] เป็นต้น

### 2.2 บอร์ด Raspberry Pi

Raspberry Pi [9] เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลาง (CPU), หน่วยความจำ RAM, ตัวรับสัญญาณไวไฟ (Wi-Fi Receiver) ตัวรับสัญญาณบลูทูธ (Bluetooth Receiver) และพอร์ตต่าง ๆ เช่น HDMI, Audio Output, USB และ LAN เป็นต้น แสดงในรูปที่ 1 บอร์ด Raspberry Pi ได้รับการพัฒนาโดยองค์กร "Raspberry Pi" เพื่อต้องการใช้ระบบโดยไม่ต้องใช้คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ปฏิบัติการอื่น ๆ ซึ่งบอร์ด Raspberry Pi มีระบบ Broadcom BCM2835 บนชิป (SoC) รวมถึงโปรเซสเซอร์ ARM1176JZF-S 700 MHz, Video Core IV GPU และ RAM ขนาด 256 เมกะไบต์ โดยโมเดลนี้ได้รับการอัปเดตในภายหลังเป็น 512 MB (รุ่น B และรุ่น B+) ไม่มีฮาร์ดดิสก์ในตัว แต่ใช้การ์ด SD สำหรับการบูทและการจัดเก็บข้อมูล รุ่น B+ ใช้ Micro SD ซึ่งเป็นคุณสมบัติขั้นสูงของยุค และต้องใช้โปรแกรม Linux สำหรับระบบปฏิบัติการบนการ์ด SD



รูปที่ 1 โครงสร้างของบอร์ด Raspberry Pi

### 2.3 กล้องเว็บแคม Oker รุ่น 088

กล้องเว็บแคม (WEBCAM OKER 088) มีความละเอียด 10 ล้าน pixels มี LEDs for Night View Cam Sensor สามารถปรับความคมชัดที่หน้าเลนส์ได้ มีอินฟราเรดที่ช่วยการมองเห็นในที่มืดสนิทภาพที่ได้จะนุ่มนวลสวยงามเมื่อใช้งาน กล้องโน้มนวดอินฟราเรด ภาพมีความคมชัดสูงมาก สามารถปิดและเปิดระบบอินฟราเรดได้ด้วยสวิตช์ ใช้ได้กับจอ LCD หรือตั้งวางได้ ปรับแสงเองอัตโนมัติ ปรับระดับมุมมองได้ และมีไมโครโฟนในตัว (USB Microphone) มีปุ่มกดถ่ายรูป อัตโนมัติและถ่ายภาพนิ่งได้ ติดตั้งใช้งานกับโน้ตบุ๊กหรือคอมพิวเตอร์ที่มีกล้องอยู่แล้วได้ มี CMOS 2.0 M up to 10 Mega Pixels, Frame rate : 30 fps รองรับโปรแกรมแชท MSN, Camfrog , Skype ฯลฯ Digital zoom/Support Voice chat, Info noise rate : 48 dB, Focus range : 30mm-infinite, Plug and Play (no drivers required), Window NT/2000/XP/Vista/7/8 หรือสูงกว่า /Mac OS X

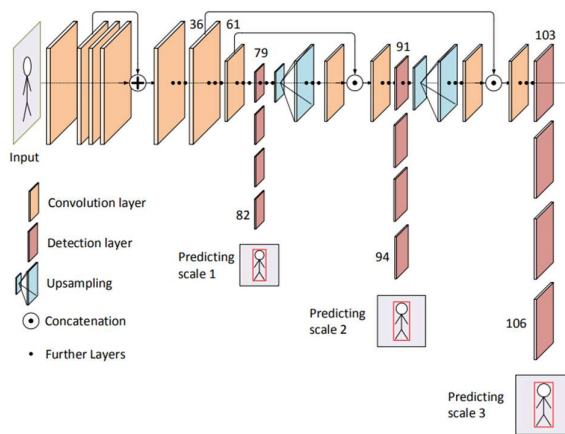
### 2.4 อัลกอริทึม YOLO

YOLO [10-11] ย่อมาจากคำว่า "You Only Look Once" เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการตรวจจับและจดจำวัตถุต่าง ๆ ภายในรูปภาพ (แบบเรียลไทม์) อัลกอริทึม YOLO จะใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Convolutional Neural Network : CNN) [11] เพื่อการตรวจจับวัตถุในภาพแบบเรียลไทม์ และการจดจำวัตถุต่าง ๆ ด้วยวิธีการที่เรียกว่า "Fast single-shot detection" เป็นวิธีการที่สามารถตรวจจับวัตถุจากการส่งผ่านรูปภาพเข้าไปในอัลกอริทึมเพียงครั้งเดียว และทำนายความน่าจะเป็นวัตถุต่าง ๆ ภายในรูปภาพทั้งหมดด้วยโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อทำนายความ

น่าจะเป็นของคลาสวัตถุต่าง ๆ จากนั้นจะทำการแยกประเภทของวัตถุต่าง ๆ และแยกประเภทการมีอยู่ของวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในภาพแล้วสร้างกรอบขอบเขตของวัตถุนั้น ๆ และแสดงค่าคะแนนความมั่นใจ (confidence score) ของวัตถุนั้น ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2 ปัจจุบันอัลกอริทึม YOLO มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดย YOLO มีหลายรุ่น (version) ซึ่งแต่ละรุ่นจะมีโครงสร้างสถาปัตยกรรมที่แตกต่างกัน [12] ซึ่งอัลกอริทึม YOLO V3 ถือเป็นรุ่นล่าสุดและมีประสิทธิภาพทั้งด้านความแม่นยำและความเร็วในการประมวลผลที่ดีที่สุด โดยโครงสร้างสถาปัตยกรรมของรุ่นนี้มีจำนวน Layers 106 ชั้น ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งเป็นจำนวนชั้นที่ถูกกำหนดโดยผู้พัฒนาอัลกอริทึม YOLO และถูกบรรจุเป็นกรอบหรือเฟรมเวิร์คที่เรียกว่า Darknet framework



รูปที่ 2 การตรวจจับภาพวัตถุด้วยค่าคะแนนความมั่นใจ

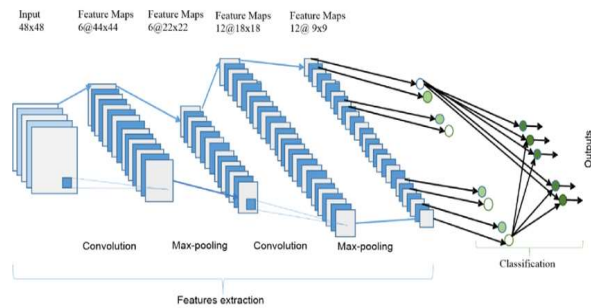


รูปที่ 3 โครงสร้างสถาปัตยกรรมของอัลกอริทึม YOLO v3

## 2.5 เครือข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน

เครือข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network, CNN) [13,14] แสดงในรูปที่ 4 จัดเป็นเครือข่ายประสาทเทียมประเภทหนึ่งที่อยู่ในกลุ่มวิธีการ

ค้นหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimizations) โดยที่ CNN จะจำลองการมองเห็นของมนุษย์ที่มองเห็นที่เป็นส่วนที่ย่อย ๆ จากนั้นนำกลุ่มของพื้นที่ย่อย ๆ เหล่านั้นมาผสานกันเพื่อตรวจสอบดูว่าสิ่งที่กำลังมองอยู่ในพื้นที่ที่มีลักษณะเด่น (Feature extraction) ของภาพ และเรียกว่าเป็น “Local feature” ของภาพดิจิทัลนั้น ๆ ซึ่งค่า Local feature ของภาพที่ตรวจจับได้นั้นถือเป็นส่วนหนึ่งของเครือข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks, ANN) ที่จะถูกปรับไปพร้อม ๆ กับตัวที่ใช้ในการแบ่งแยกประเภท (Classifier) ดังนั้นเมื่อทำการสอนให้เครือข่ายทำการเรียนรู้ (Training) เสร็จสิ้นแล้วจะได้ลักษณะของเครือข่ายประสาทเทียมที่สามารถสกัดและจำแนกลักษณะเด่น (Feature extractor) ที่เหมาะสมกับงาน ซึ่งถือว่าเป็นจุดเด่นของเครือข่าย CNN เครือข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันและที่สำคัญที่สุดคือ CNN สามารถทำการคิดอย่างเป็นขั้นเป็นตอนได้ สามารถลอกเลียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์ได้



รูปที่ 4 โครงสร้างเครือข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน

## 3. วิธีดำเนินงานวิจัย

### 3.1 การสำรวจพื้นที่สำหรับการติดตั้ง

ทำการสำรวจบริเวณพื้นที่โถงทางเดินหน้า ดังแสดงในรูปที่ 5 โดยมีลักษณะของบริเวณพื้นที่โถงทางเดินฝั่งด้านที่หนึ่งจะเป็นตัวอาคารและฝั่งด้านตรงข้ามเป็นด้านที่เปิดโล่งเพื่อให้ในช่วงเวลากลางวันสามารถใช้แสงสว่างจากธรรมชาติได้ การใช้งานพื้นที่โถงทางเดินจะมีระยะทางเดินทั้งหมด 55.22 เมตร มีความกว้าง 2.3 เมตร ในที่นี้ ได้ทำการแบ่งบริเวณพื้นที่การทำงานออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ บริเวณพื้นที่ฝั่งด้านซ้าย ดังแสดงในรูปที่ 5(ก) ซึ่งจะมีระยะทางเดิน 24.1 เมตร และบริเวณพื้นที่ฝั่งด้านขวา ดังแสดงในรูปที่ 5(ข) มีระยะทางเดิน 31.12 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 6 โดยอ้างอิง

การแบ่งบริเวณพื้นที่จากตำแหน่งของการติดตั้งระบบ ณ ตำแหน่งทางเดินบันไดหน้าลิฟต์ เนื่องจากเป็นตำแหน่งจุดกึ่งกลางการใช้บริเวณพื้นที่โถงทางเดินของทั้ง 2 ฝั่งและยังใช้เชื่อมต่อไปยังชั้นต่าง ๆ ภายในตัวอาคาร

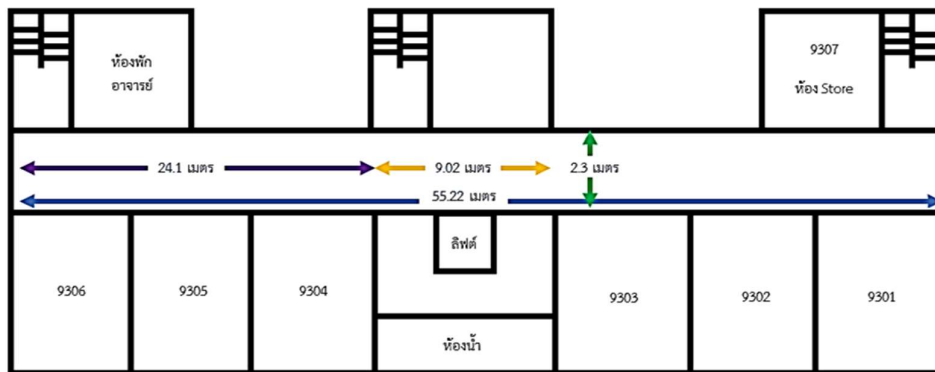


(ก)

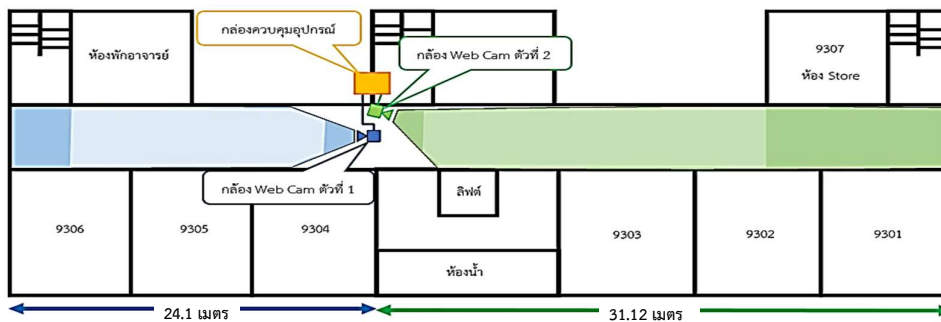
(ข)

รูปที่ 5 ลักษณะของบริเวณพื้นที่โถงทางเดิน

จากนั้นทำการออกแบบการติดตั้งระบบควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่างอัตโนมัติ ณ บริเวณพื้นที่โถงทางเดินพิจารณาการติดตั้งการทำงานของกล้องเว็บแคมทั้งหมด 2 ตัว โดยการติดตั้งกล้องทั้ง 2 ตัว จะกำหนดให้มีการทำงานสำหรับการตรวจจับภาพในทิศทางตรงกันข้าม ดังแสดงในรูปที่ 7 กล้องตัวที่ 1 ทำการตรวจจับภาพบริเวณพื้นที่ฝั่งด้านซ้าย โดยจะติดตั้งตัวกล้องที่ตำแหน่งความสูงจากพื้นทางเดิน 3 เมตร ทำมุม 60 องศา มีบริเวณพื้นที่ในการตรวจจับภาพระยะทาง 24.1 เมตร และกล้องตัวที่ 2 ตรวจจับภาพบริเวณพื้นที่ฝั่งด้านขวา โดยติดตั้งตัวกล้องที่ตำแหน่งความสูงจากพื้นทางเดิน 2.33 เมตร ทำมุม 60 องศา มีบริเวณพื้นที่ในการตรวจจับภาพระยะทาง 31.12 เมตร



รูปที่ 6 แผนผังบริเวณพื้นที่โถงทางเดิน



รูปที่ 7 การติดตั้งกล้องเว็บแคมสำหรับการตรวจจับภาพบุคคล

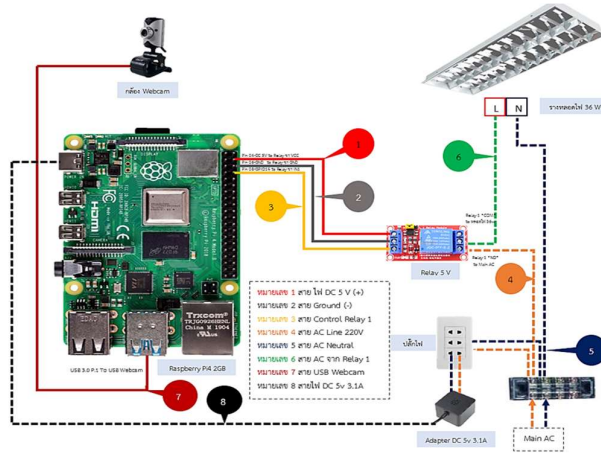
### 3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์

ระบบควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่างอัตโนมัติ ได้ทำการออกแบบฮาร์ดแวร์จำนวน 2 ชุด โดยอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ชุดที่ 1 ประกอบด้วย บอร์ด Raspberry Pi กล้องเว็บแคม

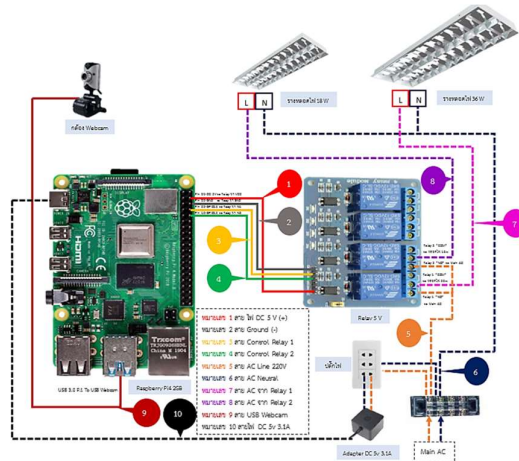
Oker รุ่น 088 ชุดอุปกรณ์รีเลย์ 1 ช่องสัญญาณ และหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18 วัตต์ ดังแสดงในรูปที่ 8 โดยสัญญาณหมายเลข 1,2,3 เชื่อมต่อระหว่างบอร์ด Raspberry Pi กับชุดอุปกรณ์รีเลย์ หมายเลข 1 คือ ไฟฟ้า

กระแสตรง 5 โวลต์ หมายเลข 2 คือ สัญญาณกราวด์ หมายเลข 3 คือ สัญญาณควบคุมการทำงานของชุดอุปกรณ์รีเลย์ หมายเลข 4, 5, 6 คือ แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับชุดหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เชื่อมต่อควบคุมการทำงานผ่าน

ชุดอุปกรณ์รีเลย์ หมายเลข 7 คือ พอร์ต USB เชื่อมต่อกับกล้องเว็บแคม และหมายเลข 8 คือ ไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ ขนาด 3.1 แอมป์ สำหรับบอร์ด Raspberry Pi



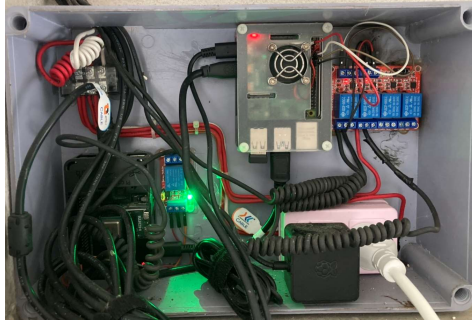
รูปที่ 8 ชุดอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ระบบควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่างอัตโนมัติ 1



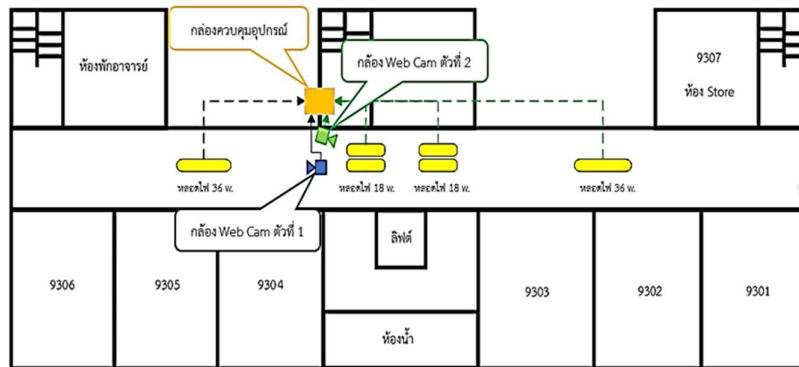
รูปที่ 9 ชุดอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ระบบควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่างอัตโนมัติ 2

การออกแบบอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ชุดที่ 2 ประกอบด้วยบอร์ด Raspberry Pi กล้องเว็บแคม ชุดอุปกรณ์รีเลย์ 4 ช่องสัญญาณ และหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18 วัตต์ และ 36 วัตต์ โดยสัญญาณหมายเลข 1,2,3,4 เชื่อมต่อระหว่างบอร์ด Raspberry Pi กับชุดอุปกรณ์รีเลย์ จะทำการเพิ่มสัญญาณควบคุมการทำงานของชุดอุปกรณ์รีเลย์เป็น 2 ช่องสัญญาณ ได้แก่ หมายเลข 3 และหมายเลข 4 ดังแสดงในรูปที่ 9 ในที่นี้จะใช้งานร่วมกับชุดหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ที่มีการติดตั้งใช้งานอยู่ก่อนแล้วจากนั้น ทำการ

ติดตั้งระบบควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่างอัตโนมัติ ทั้ง 2 ชุด ดังแสดงในรูปที่ 10 และรูปที่ 11 การติดตั้งชุดอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่ 1 จะควบคุมการทำงานการเปิดและปิดหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์จำนวน 1 ชุด และชุดอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่ 2 จะมีการควบคุมการทำงานของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์จำนวน 2 ชุด ซึ่งหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ชุดที่ 1 ประกอบด้วยหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18 วัตต์ จำนวน 4 หลอด และชุดที่ 2 ประกอบด้วยหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 1 หลอด



รูปที่ 10 อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ระบบควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่างอัตโนมัติ



รูปที่ 11 การติดตั้งอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ระบบควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่างแบบอัตโนมัติ

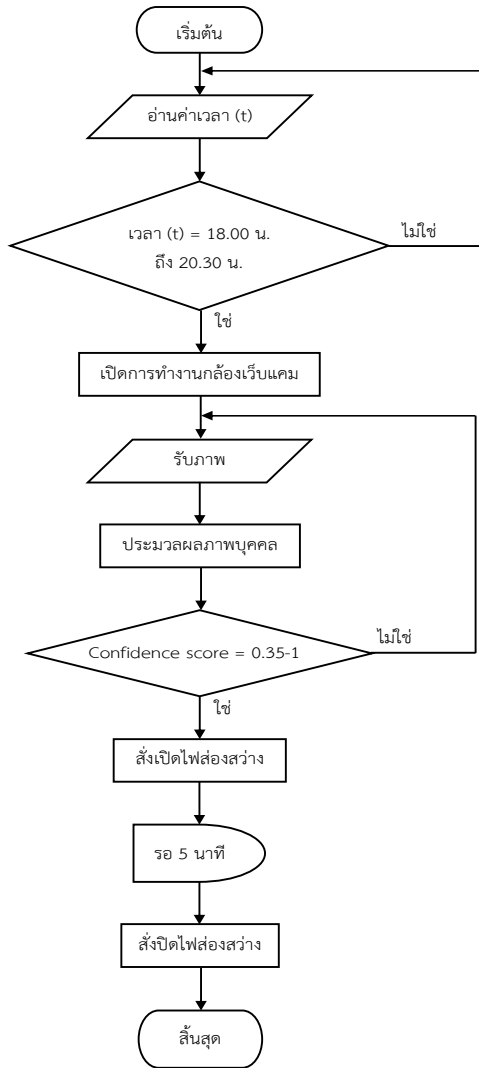
### 3.3 การออกแบบซอฟต์แวร์

การออกแบบการทำงานของระบบควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่างแบบอัตโนมัติด้วยโปรแกรม Python การทำงานของ ระบบจะทำการตรวจสอบช่วงเวลาสำหรับการเริ่มทำการตรวจจับภาพบุคคล โดยระบบจะถูกตั้งเวลาการทำงานในช่วงเวลา 18.00 น. ถึง 20.30 น. เมื่อเข้าสู่ช่วงเวลาที่กำหนดไว้ ระบบจะทำการเปิดใช้งานกล้องเว็บแคมเพื่อทำการตรวจจับภาพและประมวลผลภาพบุคคลด้วยอัลกอริทึม YOLO วิเคราะห์ความเหมือนของภาพบุคคล โดยอัลกอริทึม YOLO จะแสดงผลลัพธ์ (Output) คือค่าคะแนนความเชื่อมั่น ซึ่งค่าคะแนนความเชื่อมั่นเท่ากับ 1 หมายถึง ความเหมือนของภาพบุคคลมีความชัดเจนมาก แต่ถ้าค่าคะแนนความเชื่อมั่นน้อยกว่า 1 หรือเท่ากับ 0 แสดงว่าความเหมือนของภาพบุคคลมีความชัดเจนน้อยหรือไม่มีภาพบุคคล ในที่นี้ พิจารณาความเหมือนของภาพบุคคลที่ค่าคะแนนความเชื่อมั่นในช่วง 0.35-1 เนื่องจากต้องการให้ระบบสามารถตรวจจับภาพบุคคลได้ในระยะ 20 เมตร

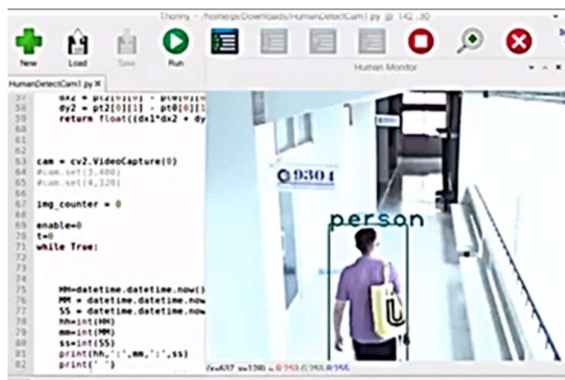
จากนั้นเมื่อระบบตรวจพบภาพบุคคลภายในบริเวณพื้นที่ที่กำหนด ระบบจะสั่งการเปิดไฟส่องสว่างด้วยหลอดไฟลูออเรสเซนต์ภายในบริเวณพื้นที่นั้น ๆ เป็นระยะเวลา 5 นาที แล้วสั่งปิดไฟส่องสว่างของหลอดไฟลูออเรสเซนต์ ดังแสดงในรูปที่ 12

### 4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ในการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่างอัตโนมัติทั้ง 2 ชุด ได้ทำการทดลอง ณ บริเวณพื้นที่โถงทางเดิน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจากผู้ใช้งานจริง ณ ช่วงเวลาที่กำหนด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยผู้ใช้งานที่ 30 คนต่อวัน ในการทดลองได้พิจารณาลักษณะของบุคคลที่ใช้พื้นที่ ได้แก่ การใช้บริเวณพื้นที่โถงทางเดินจำนวน 1 คนหรือมากกว่า 1 คน การเดินในทิศทางหันหน้าเข้าหาตัวกล้องหรือหันหลังเข้าหาตัวกล้อง ดังแสดงในรูปที่ 13 และรูปที่ 14 ไม่มีผลต่อการตรวจจับความเหมือนของภาพบุคคล



รูปที่ 12 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของระบบ



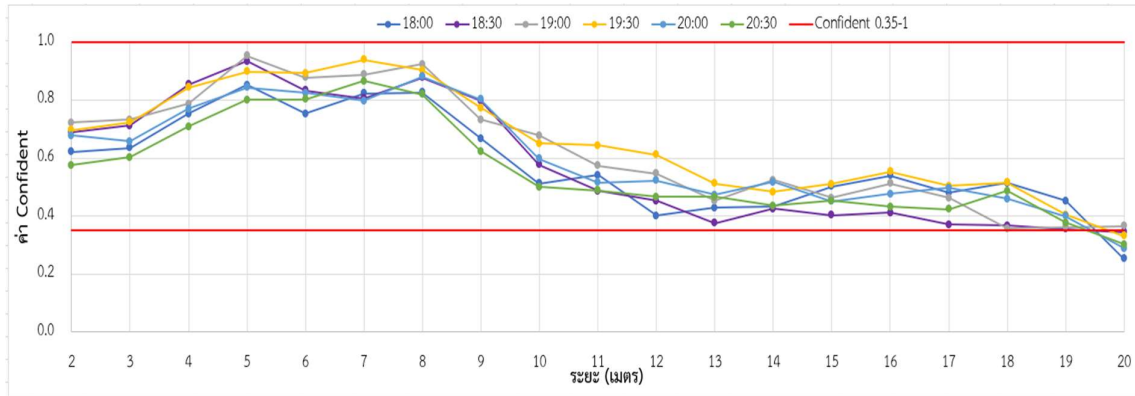
รูปที่ 13 การตรวจจับภาพบุคคลแบบเรียลไทม์ของกล้อง 1



รูปที่ 14 การตรวจจับภาพบุคคลแบบเรียลไทม์ของกล้อง 2

การตรวจจับภาพบุคคลแบบเรียลไทม์ เพื่อสั่งการควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่างอัตโนมัติตามบริเวณพื้นที่โถงทางเดิน ได้พิจารณาค่าเฉลี่ยคะแนนความเชื่อมั่นของความเหมือนของภาพบุคคลจากระบบการทำงานของกล้องตัวที่ 1 และกล้องตัวที่ 2 ในช่วงเวลา 18.00 น. เวลา 18.30 น. เวลา 19.00 น. เวลา 19.30 น. เวลา 20.00 น. และเวลา 20.30 น. ที่ระยะทางตั้งแต่ 1 เมตร ถึง 20 เมตร ผลการทดลองพบว่า ที่ระยะทาง 1 เมตร การตรวจจับภาพบุคคลของกล้องตัวที่ 1 และกล้องตัวที่ 2 ระบบไม่สามารถตรวจจับภาพบุคคลได้ เนื่องจากตำแหน่งความสูงและมุมมองของการติดตั้งตัวกล้องเว็บแคมมีผลทำให้การตรวจจับภาพบุคคลมีระยะเริ่มต้นที่ 2 เมตร และผลการตรวจจับภาพบุคคลของกล้องตัวที่ 1 ที่ระยะทางตั้งแต่ 2 เมตร ถึง 20 เมตร ดังแสดงผลดังรูปที่ 15 เส้นสีแดง คือช่วงค่าคะแนนความเชื่อมั่นของความเหมือนภาพบุคคลที่กำหนด เส้นสีน้ำเงิน คือค่าเฉลี่ยที่เวลา 18.00 น. เส้นสีม่วง คือค่าเฉลี่ยที่เวลา 18.30 น. เส้นสีเทา คือค่าเฉลี่ยที่เวลา 19.00 น. เส้นสีเหลือง คือค่าเฉลี่ยที่เวลา 19.30 น. เส้นสีฟ้า คือค่าเฉลี่ยที่เวลา 20.00 น. และเส้นสีเขียว คือค่าเฉลี่ยที่เวลา 20.30 น. จากกราฟแสดงผลค่าเฉลี่ยคะแนนความเชื่อมั่นของความเหมือนภาพบุคคลตามช่วงเวลาต่าง ๆ พบว่า การทำงานของกล้องตัวที่ 1 สามารถตรวจจับภาพบุคคลซึ่งมีค่าเฉลี่ยคะแนนความเชื่อมั่นอยู่ในช่วงที่กำหนดมีระยะทางถึง 19 เมตร และที่ระยะทาง 20 เมตร พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนความเชื่อมั่นมีค่าต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $0.254 \pm 0.18$ ,  $0.346 \pm 0.24$ ,  $0.365 \pm 0.21$ ,  $0.331 \pm 0.19$ ,  $0.289 \pm 0.21$ , และ  $0.302 \pm 0.25$  ตามลำดับ แสดงในตารางที่ 1

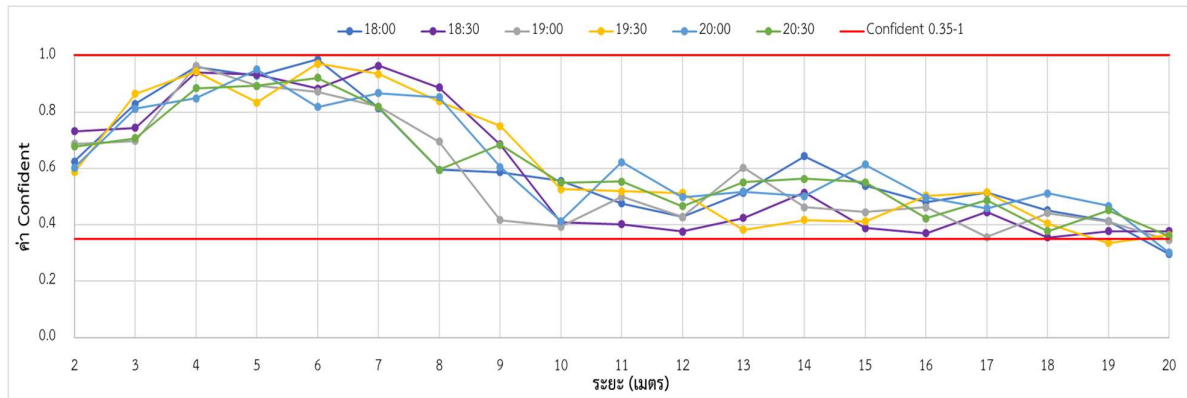




รูปที่ 15 ค่าเฉลี่ยคะแนนความเชื่อมั่นของความเหมือนภาพบุคคลสำหรับระบบการทำงานของกล้อง 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยคะแนนความเชื่อมั่นของความเหมือนภาพบุคคลสำหรับระบบการทำงานของกล้อง 1 ที่ระยะทาง 20 เมตร

เวลา	18.00 น.	18.30 น.	19.00 น.	19.30 น.	20.00 น.	20.30 น.
ค่าเฉลี่ย	0.254	0.346	0.365	0.331	0.289	0.302
S.D.	±0.18	±0.24	±0.21	±0.19	±0.21	±0.25



รูปที่ 16 ค่าเฉลี่ยคะแนนความเชื่อมั่นของความเหมือนภาพบุคคลสำหรับระบบการทำงานของกล้อง 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยคะแนนความเชื่อมั่นของความเหมือนภาพบุคคลสำหรับระบบการทำงานของกล้อง 2 ที่ระยะทาง 20 เมตร

เวลา	18.00 น.	18.30 น.	19.00 น.	19.30 น.	20.00 น.	20.30 น.
ค่าเฉลี่ย	0.297	0.378	0.346	0.364	0.301	0.361
S.D.	±0.16	±0.26	±0.21	±0.22	±0.18	±0.25

ผลการตรวจจับภาพบุคคลกล้องตัวที่ 2 พบว่าในระยะทาง ตั้งแต่ 2 เมตร จนถึง 20 เมตร มีค่าเฉลี่ยคะแนนความเชื่อมั่นของความเหมือนภาพบุคคลอยู่ในช่วงที่กำหนด โดยมีระยะทางถึง 19 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 16 เส้นสีแดงคือช่วงค่าคะแนนความเชื่อมั่นของความเหมือนภาพบุคคลที่กำหนดไว้ เส้นสีน้ำเงิน คือค่าเฉลี่ยที่เวลา 18.00 น. เส้นสีม่วง คือค่าเฉลี่ยที่เวลา 18.30 น. เส้นสีเทา คือค่าเฉลี่ยที่เวลา 19.00 น. เส้นสีเหลือง คือค่าเฉลี่ยที่เวลา 19.30 น. เส้นสีฟ้า คือค่าเฉลี่ยที่เวลา 20.00 น. และเส้นสีเขียว คือค่าเฉลี่ยที่เวลา 20.30 น. นอกจากนี้พบว่าที่ระยะทาง 20 เมตร มีค่าเฉลี่ยคะแนนความเชื่อมั่นของความเหมือนภาพบุคคลต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ ซึ่งมีค่าเท่ากับ  $0.297 \pm 0.16$ ,  $0.378 \pm 0.26$ ,  $0.346 \pm 0.21$ ,  $0.364 \pm 0.22$ ,  $0.301 \pm 0.18$ , และ  $0.361 \pm 0.25$  ตามลำดับ แสดงในตารางที่ 2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานการตรวจจับภาพบุคคลของกล้องตัวที่ 1 และกล้องตัวที่ 2 โดยพิจารณาที่ค่าเฉลี่ยคะแนนความเชื่อมั่นของความเหมือนภาพบุคคลในช่วงเวลานั้น ๆ ของแต่ละระยะทางตั้งแต่ 3 เมตร ถึง 20 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 19 เส้นสีแดง คือช่วงค่าคะแนนความเชื่อมั่นที่กำหนด เส้นสีเขียว คือค่าเฉลี่ยคะแนนความเชื่อมั่นของระบบกล้องตัวที่ 1 เส้นสีน้ำเงิน คือค่าเฉลี่ยคะแนนความเชื่อมั่นของระบบกล้องตัวที่ 2 จากการเปรียบเทียบพบว่า ระบบการทำงานของกล้องทั้ง 2 ตัว สามารถตรวจจับภาพบุคคล โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนความเชื่อมั่นของความ

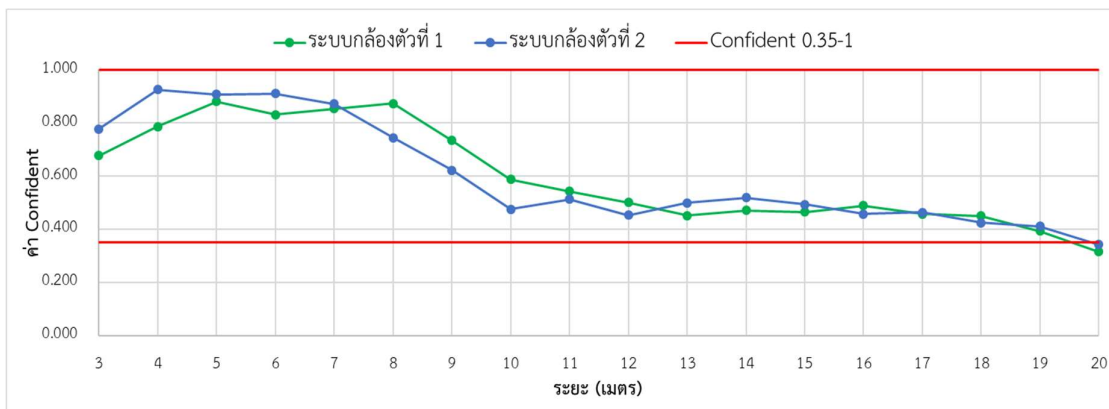
เหมือนภาพบุคคลที่ใกล้เคียงกัน ดังแสดงในตารางที่ 3 และตารางที่ 4 นอกจากนี้พบว่าที่ระยะทาง 20 เมตร มีค่าเฉลี่ยคะแนนความเชื่อมั่นต่ำกว่าค่าที่กำหนด ลักษณะของภาพบุคคลมีขนาดเล็กและไม่ชัดเจนจึงส่งผลต่อการวิเคราะห์ความเหมือนของภาพบุคคล ดังแสดงในรูปที่ 17 และรูปที่ 18



รูปที่ 17 การตรวจจับภาพบุคคลที่ระยะ 20 เมตร ของกล้อง 1



รูปที่ 18 การตรวจจับภาพบุคคลที่ระยะ 20 เมตร ของกล้อง 2



รูปที่ 19 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความเชื่อมั่นของความเหมือนภาพบุคคลของกล้องทั้ง 2 ตัว

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยคะแนนความเชื่อมั่นของความเหมือนภาพบุคคลสำหรับระบบการทำงานของกล้อง 1

ระยะ (เมตร)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ค่าเฉลี่ย	0.67	0.78	0.88	0.83	0.85	0.87	0.73	0.58	0.54	0.50	0.45	0.47	0.46	0.48	0.45	0.45	0.39	0.31
S.D.	±0.05	±0.05	±0.05	±0.05	±0.05	±0.04	±0.07	±0.07	±0.06	±0.07	±0.04	±0.04	±0.04	±0.05	±0.05	±0.07	±0.03	±0.04

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยคะแนนความเชื่อมั่นของความเหมือนภาพบุคคลสำหรับระบบการทำงานของกล้อง 2

ระยะ (เมตร)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ค่าเฉลี่ย	0.77	0.92	0.90	0.91	0.87	0.74	0.62	0.47	0.51	0.45	0.49	0.51	0.49	0.45	0.46	0.42	0.41	0.34
S.D.	±0.06	±0.04	±0.04	±0.06	±0.06	±0.12	±0.11	±0.07	±0.07	±0.05	±0.07	±0.07	±0.08	±0.05	±0.05	±0.05	±0.04	±0.03

## 5. สรุปผลการดำเนินงาน

จากการทดลองการติดตั้งระบบควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่างอัตโนมัติทั้ง 2 ชุด บริเวณพื้นที่โถงทางเดิน โดยระบบได้ถูกตั้งโปรแกรมให้เริ่มทำงานในช่วงเวลา 18.00 น. ถึง 20.30 น. เนื่องจากในช่วงระยะเวลาดังกล่าวเป็นช่วงระยะเวลาที่แสงสว่างจากธรรมชาติได้มีดับลงแต่ยังคงมีผู้ใช้งานบริเวณพื้นที่โถงทางเดินอยู่ ดังนั้นเพื่อการอำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้พื้นที่ ระบบจะทำการตรวจจับภาพและประมวลผลภาพบุคคลด้วยอัลกอริทึม YOLO แบบเรียลไทม์ พิจารณาความเหมือนของภาพบุคคลที่ค่าเฉลี่ยคะแนนความเชื่อมั่น 0.35-1 เพื่อสั่งการควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่างอัตโนมัติตามบริเวณพื้นที่โถงทางเดิน จากการทดลองพบว่า เมื่อมีบุคคลเดินผ่านบริเวณพื้นที่โถงทางเดินที่กำหนด ระบบสามารถตรวจจับภาพบุคคลและสั่งการควบคุมการเปิดและปิดไฟส่องสว่างอัตโนมัติในบริเวณพื้นที่ได้ โดยระบบสามารถทำงานได้ดีและมีเสถียรภาพที่ระยะทางตรวจจับภาพบุคคลตั้งแต่ 2 เมตร ถึง 19 เมตร จากตำแหน่งของตัวชุดอุปกรณ์ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยคะแนนความเชื่อมั่นของความเหมือนของภาพบุคคลอยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ และช่วงระยะทางการตรวจจับภาพบุคคลที่ 1 เมตร ระบบไม่สามารถตรวจจับภาพบุคคลได้ เนื่องจากตำแหน่งการติดตั้งตัวกล้องเว็บแคม นอกจากนี้ ที่ระยะทางตรวจจับภาพบุคคลที่ 20 เมตร พบว่า การตรวจจับภาพและการระบุภาพตัว

บุคคลมีความเสถียรภาพลดน้อยลง ส่งผลให้มีค่าเฉลี่ยคะแนนความเชื่อมั่นของความเหมือนของภาพบุคคลซึ่งมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] P. Kakham, and B. Ounpanich, "The Room Model Using LED Lighting Systems with Integrated Daylighting," *The Journal of Engineering Journal Chiang Mai University*, vol. 24, no. 1, pp. 35–44, Jan. 2017 (in Thai).
- [2] P. Kakham, and B. Ounpanich, "The LED Lighting Systems with Integrated Daylighting for Enhancing Energy Performance," *The Journal of Engineering Journal Chiang Mai University*, vol. 24, no. 3, pp. 13–24, Sep. 2017 (in Thai).
- [3] K. Putthiphong, T. Suthi, S. saowalak, and S. Anusorn, "Automatic Brightness Control Room on the basis of the Standard for Saving Energy," in *Proceedings of The 8<sup>th</sup> Thailand Renewable Energy for Community Conference*, Pathum Thani, Thailand, November. 4-6, 2015, pp. 215-218 (in Thai).

- [4] A. Phunphanasakul, T. Srirasan, P. Chankao, and K. Chanmano, "Development of Room Lighting and Air Conditioners Control Systems via Smart Phones," in *Proceeding of The 10<sup>th</sup> Hatyai National and International Conference*, Hatyai, Thailand, July. 12-13, 2018, pp.645-659 (in Thai).
- [5] C. Duangtasang, I. Saenkhok, S. Ritcharoenwat, S. Hansungnoen, "Automatic Room Lighting Control System," in *Proceedings of the 8<sup>th</sup> Thailand Renewable Energy for Community Conference*, Pathum Thani, Thailand, November. 4-6, 2014, pp. 211-214 (in Thai).
- [6] S. Udomhunsakul, *Fundamentals of Digital Image Processing*. Bangkok: Toptextbook, 2011 (in Thai).
- [7] J. Jaroenjit, A. Panpanasakul, P. Chaisri, P. Promduang, and S. Prompongusawa, "Classification pearls using image processing," in *Proceedings of the 9<sup>th</sup> Hatyai National and International Conference*, Hatyai, Thailand, July. 20-21, 2018, pp. 1679 – 1691 (in Thai).
- [8] A. Tungkastan and K. Leewun, "Pixel-Based Car Model Detection and Recognition," *The Journal of Engineering Journal of Siam University*, vol. 19, pp. 90–102, January-June. 2018 (in Thai).
- [9] A. Ingole, S. Ambatkar, S. Kakde, "Implementation of health-care monitoring system using Raspberry Pi," in *Proceeding of 2015 International Conference on Communications and Signal Processing (ICCSP)*, India, April. 2-4, 2015, pp. 1083-1086.
- [10] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection," in *Proceeding of 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, USA, June. 27-30, 2016, pp. 779-788.
- [11] Y. Lu, L. Zhang, and W. Xie, "YOLO-compact: An Efficient YOLO Network for Single Category Real-time Object Detection," in *Proceeding of 2020 Chinese Control And Decision Conference (CCDC)*, China, August. 22-24, 2020, pp. 1931-1936.
- [12] M. Mahendru, and S. K. Dubey, "Real Time Object Detection with Audio Feedback using Yolo vs. Yolo\_v3," in *Proceeding of 2021 11<sup>th</sup> International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence)*, India, January. 28-29, 2021, pp. 734-740.
- [13] H. Yanagisawa, T. Yamashita, and H. Watanabe, "A study on object detection method from manga images using CNN," in *Proceeding of 2018 International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT)*, Chiang Mai, Thailand, January. 7-9, 2018 (in Thai).
- [14] H. Bi, J. Deng, T. Yang, J. Wang, and L. Wang, "CNN-Based Target Detection and Classification When Sparse SAR Image Dataset is Available," *International Journal of IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, vol. 14, pp. 6815-6826, Jan. 2014.