ระบบติดตามบุคคลภายในอาคาร

HUMAN TRACKING SYSTEM IN THE BUILDING

รัฐศาสตร์ สิทธิมงคล

อมรเดช บุญทนิมิตร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปี การศึกษา 2562

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบติดตามบุคคลภายในอาคาร

HUMAN TRACKING SYSTEM IN THE BUILDING

ผู้จัดทำ

1. นายรัฐศาสตร์ สิทธิมงคล รหัสนักศึกษา 59011138
2. นายอมรเดช บุญทนิมิตร รหัสนักศึกษา 59011511

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.อรฉัตร จิตต์โสภักตร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบติดตามบุคคลภายในอาคาร

นายรัฐศาสตร์ สิทธิมงคล 59011138

นายอมรเดช บุญทนิมิตร 59011511

รศ.ดร.อรฉัตร จิตต์โสภักตร์ อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการประมวลผล (Image Processing) และเทคโนโลยีการประมวลผลเชิงลึก (Deep Learning) เป็นที่นิยมและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังสามารถนำมาสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ๆได้อย่างมากมาย โครงงานนี้จึงได้นำเทคโนโลยีการตรวจจับวัตถุ การตรวจจับใบหน้า และการจดจำใบหน้า มาศึกษาและผสมผสานเข้ากับกล้องวงจรปิด เพื่อติดตามบุคคลที่เข้ามาภายในอาคารที่ติดตั้งกล้องวงจรปิดไว้ ซึ่งบอกตำแหน่งของบุคคลนั้นตลอดการเคลื่อนที่ภายในอาคาร โดยบันทึกข้อมูลและตำแหน่งในรูปแบบฐานข้อมูลเชิงเวลา พร้อมทั้งสามารถกำหนดพื้นที่ภายในอาคารเพื่อความสะดวกในการเรียกค้นย้อนหลังได้ว่าบุคคลใดอยู่ตำแหน่งใดภายในอาคาร หรือว่าอยู่ในพื้นที่และวันเวลาที่กำหนดหรือไม่ โดยระบบนี้จะนำเสนอผู้ใช้งานในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น (Web Application) โดยผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้ทั้งบนเว็บบราวเซอร์ (Web Browser) ในคอมพิวเตอร์ และในโทรศัพท์มือถือ เพื่อสะดวกในการใช้งานมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HUMAN TRACKING SYSTEM IN THE BUILDING

Mr. Rattasat	Sittimongkol	59011138
Mr. Amondaj	Boontanimitr	59011511
Assoc.Prof.Dr. Orachat	Chitsobhuk	Advisor

Academic Year 2019

ABSTRACT

Nowadays, Image Processing and Deep Learning Technology are popular and continuously developed. It can also be used to create many new innovations. This project has adopted the technology of object detection and face detection with an integration with CCTV to track people entering the building. It helps to tell the location of the individual throughout the movement within the building according to the recorded data and location in time database format and also the specified area within the building for convenience in retrospection checking to see who is in any position within the building or whether he/she is in the area and date as well as and time specified or not This system will present the user in the form of a web application, which the user can use both on the web browser on the computer on a mobile phone for ease of use.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์ความช่วยเหลือและข้อมูลจากรศ.ดร.อรฉัตร จิตต์โสภักตร์ อาจารย์ที่ปรึกษา คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษาในทุกเรื่อง ๆ

และขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวที่คอยสนับสนุนเสมอมา

รัฐศาสตร์ สิทธิมงคล

อมรเดช บุญทนิมิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

ระบบติดตามบุคคลภายในอาคาร I
HUMAN TRACKING SYSTEM IN THE BUILDING II
กิตติกรรมประกาศ.....III
สารบัญ IV
สารบัญรูปภาพ.....VIII
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2
1.3.1 ข้อกำหนดในการทดสอบ.....2
1.3.2 ความสามารถของระบบ 3
1.4 วิธีการดำเนินงาน 3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....5
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....5
2.1.1 Face Detection Using MTCNN 5
2.1.2 Face Recognition Using FaceNet.....8
2.1.3 Object Detection Using Faster R-CNN.....10
2.1.4 Object Tracking Using DeepSORT 13
2.1.5 React 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 Express.js 16
2.1.7 MySQL 16
2.2 เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง 17
2.2.1 Visual Code 17
2.2.2 Postman 18
2.2.3 Git Kraken 18
บทที่ 3 การวิเคราะห์ ออกแบบและพัฒนาระบบ 20
3.1 ภาพรวมระบบ 20
3.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบ 21
3.2.1 Video Record 21
3.2.2 โมเดล เข้ามาประมวลผลด้วยกระบวนการตรวจจับบุคคล (Object Detection) 22
3.2.3 โมเดล หลังจากนั้นจะส่งต่อไปเป็นอินพุต (Input) ให้กระบวนการติดตามบุคคล (Object Tracking) 22
3.2.4 โมเดล Person Re-ID 23
3.2.5 โมเดล Face Detection 24
3.2.6 โมเดล Face Recognition 24
3.2.7 การทำงานของ Web Application 25
3.3 การออกแบบ Use Case 26
3.4 การออกแบบฐานข้อมูล 31
3.4.1 Members 31
3.4.2 Admins 32
3.4.3 Realposition 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 Settings....33
3.4.5 Area....33
3.4.6 Block....33
3.5 การออกแบบหน้าการใช้งาน....34
3.5.1 Sitemap....34
3.5.2 หน้าเข้าสู่ระบบ....35
3.5.3 หน้า Live Camera....35
3.5.4 หน้า Search....36
3.5.5 หน้า Member Management....39
3.3.6 หน้า Admin Management....40
3.3.7 หน้า Setting....42
3.3.8 หน้า Profile....43
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง....45
4.1 การทดสอบโมเดล Face Detection Using MTCNN....47
4.1.1 สรุปผลการทดลอง....48
4.2 การทดสอบโมเดล Face Recognition Using Facenet....48
4.2.1 ผลสรุปผลการทดลอง....50
4.3 การทดลองโมเดล Human Detection Using Faster R-CNN....51
4.3.1 สรุปผลการทดลอง....52
4.4 การทดลองโมเดล Human Tracking Using DeepSORT....52
4.4.1 สรุปผลการทดลอง....54
4.5 การทดลองการทำ Human Re-Identification....54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1 สรุปผลการทดลอง 56
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 57
5.1 บทสรุป 57
5.1.1 ตารางสรุปผลการทำงานของระบบ 57
5.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข 58
5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ 58
บรรณานุกรม 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 2.1 Pipeline for the Multi-Task Cascaded Convolutional Neural Network Taken from: Joint Face Detection and Alignment Using Multitask Cascaded Convolutional Networks.(1) 5
รูปที่ 2.2 Pipeline for the Multi-Task Cascaded Convolutional Neural Network Taken from: Joint Face Detection and Alignment Using Multitask Cascaded Convolutional Networks.(2) 6
รูปที่ 2.3 The architectures of P-Net 6
รูปที่ 2.4 The architectures of R-Net 7
รูปที่ 2.5 The architectures of O-Net 7
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างผลลัพธ์ face detection 8
รูปที่ 2.7 ขั้นตอนการ Learning ด้วย Triplet Loss 9
รูปที่ 2.8 ภาพสรุปการทำงานของ Triplet loss 9
รูปที่ 2.9 Deep Learning for Generic Object Detection: A Survey 10
รูปที่ 2.10 The architecture of the region proposal network or RPN 10
รูปที่ 2.11 The RPN for region proposals and Fast R-CNN as a detector in the Faster R-CNN 11
รูปที่ 2.12 Faster R-CNN is a single, The RPN module serves as the attention of this network 13
รูปที่ 2.13 Kalman Filter — Prediction and Measurement Update 14
รูปที่ 2.14 Model structure neural network to extract the feature information 14
รูปที่ 2.15 Tracking with Deep Sort 15
รูปที่ 2.16 React Framework 15
รูปที่ 2.17 ตัวอย่างการใช้งานของ Express.js 16
รูปที่ 2.18 โลโก้ MySQL 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.19 ตัวอย่างการเพิ่มเครื่องมือเสริมของโปรแกรม Visual Code 17
รูปที่ 2.20 ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม Postman 18
รูปที่ 2.21 ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม Git Kraken 19
รูปที่ 3.1 ภาพรวมระบบ 20
รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบ 21
รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการทำงานของการบันทึกวิดีโอ 21
รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการทำงานของโมเดล Object Detection 22
รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการทำงานของโมเดล และกระบวนการตรวจจับใบหน้า (Face Detection) โดยที่กระบวนการติดตามบุคคล (Object Tracking) 22
รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการทำงานของโมเดล Person Re-ID 23
รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการทำงานของโมเดล Face Detection 24
รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการทำงานของโมเดล Face Recognition 24
รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการทำงานของ Web Application 25
รูปที่ 3.10 Use Case Diagram 26
รูปที่ 3.11 การออกแบบฐานข้อมูล 31
รูปที่ 3.12 Sitemap 34
รูปที่ 3.13 หน้า Login 35
รูปที่ 3.14 หน้า Live Camera 35
รูปที่ 3.15 หน้า Search ด้วยชื่อ 36
รูปที่ 3.16 หน้า Search ด้วยรูปภาพ 36
รูปที่ 3.17 หน้าตรวจสอบใบหน้า 37
รูปที่ 3.18 ผลลัพธ์การค้นหาวิดีโอย้อนหลัง 37
รูปที่ 3.19 ผลลัพธ์ของการค้นหา โดยแสดงเป็นแบบ Video Playlist 38
รูปที่ 3.20 ผลลัพธ์ของการค้นหา โดยแสดงจุดบนพื้นที่ 38
รูปที่ 3.21 หน้า Member Management 39
รูปที่ 3.22 หน้าเพิ่ม Member 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.23 หน้ายืนยันลบ Member 40
รูปที่ 3.24 หน้า Admin Management.....40
รูปที่ 3.25 หน้า Add Admin.....41
รูปที่ 3.26 หน้ายืนยันการลบผู้ดูแลระบบ.....41
รูปที่ 3.27 หน้า Setting 42
รูปที่ 3.28 หน้า Area Management 42
รูปที่ 3.29 หน้ายืนยันการลบกล้อง.....43
รูปที่ 3.30 หน้า Profile.....43
รูปที่ 3.31 หน้าเปลี่ยนรหัสผ่าน 44
รูปที่ 4.1 แผนผังแสดงตำแหน่งของการติดตั้งกล้องวงจรปิด.....45
รูปที่ 4.2 การตั้งค่าพื้นที่ในกล้องที่ 1 46
รูปที่ 4.3 การตั้งค่าพื้นที่ในกล้องที่ 2 46
รูปที่ 4.4 การตั้งค่าพื้นที่ในกล้องที่ 3 47
รูปที่ 4.5 ผลการทดลองโมเดล Face Detection Using MTCNN 47
รูปที่ 4.6 ผลการทดลองโมเดล Face Detection Using MTCNN 48
รูปที่ 4.7 ผลการทดสอบ Face Embedding Vector.....49
รูปที่ 4.8 ผลการทดสอบความคล้ายคลึง Face Embedding Distance.....50
รูปที่ 4.9 ผลการทดสอบโมเดล Human Detection Using Faster R-CNN 51
รูปที่ 4.10 ผลการทดสอบโมเดล Human Detection Using Faster R-CNN.....51
รูปที่ 4.11 ผลการทดสอบโมเดล Human Detection Using Faster R-CNN.....51
รูปที่ 4.12 ผลการทดลองโมเดล Human Tracking Using DeepSORT 52
รูปที่ 4.13 ผลการทดสอบโมเดล Human Tracking Using DeepSORT 53
รูปที่ 4.14 ผลการทดสอบโมเดล Human Tracking Using DeepSORT 53
รูปที่ 4.15 ผลการทดสอบโมเดล Human Tracking Using DeepSORT 53
รูปที่ 4.16 ผลการทดสอบการทำ Human Re-Identification 54
รูปที่ 4.17 ผลการทดสอบการทำ Human Re-Identification 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.18 ผลการทดสอบการทำ Human Re-Identification 55
รูปที่ 4.19 ผลการทดสอบการทำ Human Re-Identification with Person-ID.....55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 3.1 รายละเอียด Login 26
ตารางที่ 3.2 รายละเอียด Live camera 27
ตารางที่ 3.3 รายละเอียด Search previous video 27
ตารางที่ 3.4 รายละเอียด Add Member 27
ตารางที่ 3.5 รายละเอียด Delete Member 28
ตารางที่ 3.6 รายละเอียด Add Admin 28
ตารางที่ 3.7 รายละเอียด Delete Admin 28
ตารางที่ 3.8 รายละเอียด Add Camera 29
ตารางที่ 3.9 รายละเอียด Delete Camera 29
ตารางที่ 3.10 รายละเอียด Area management 29
ตารางที่ 3.11 รายละเอียด Change Password 30
ตารางที่ 3.12 รายละเอียด Logout 30
ตารางที่ 3.13 รายละเอียดตารางฐานข้อมูล Member 31
ตารางที่ 3.14 รายละเอียดตารางฐานข้อมูล Admin 32
ตารางที่ 3.15 รายละเอียดตารางฐานข้อมูล Realposition 32
ตารางที่ 3.16 รายละเอียดตารางฐานข้อมูล Settings 33
ตารางที่ 3.17 รายละเอียดตารางฐานข้อมูล Area 33
ตารางที่ 3.18 รายละเอียดตารางฐานข้อมูล Block 33
ตารางที่ 5.1 ตารางสรุปผลการทำงานของระบบ 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

ในปัจจุบันความปลอดภัยถือเป็นสิ่งที่สำคัญอันดับต้น ๆ ของมนุษย์ในการใช้ชีวิตประจำวัน มนุษย์จึงได้สร้างระบบคุ้มกันภัยหรือที่เรียกว่า ระบบความปลอดภัย มาหลายระบบเพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้มากขึ้น ระบบความปลอดภัยมีหลายชนิดซึ่งจะแตกต่างตามความต้องการของผู้ใช้หรือตามปัจจัยของแต่ละพื้นที่เอง ระบบความปลอดภัยที่เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายนั้นคือ “ระบบกล้องวงจรปิด” ซึ่งจำเป็นที่จะต้องติดตั้ง “กล้องวงจรปิด” ไว้รอบอาคารหรือตามมุมตึกต่าง ๆ ของสถานที่ และด้วยความที่กล้องวงจรปิดมีขนาดที่เล็ก ทำให้ง่ายต่อการติดตั้งเป็นอย่างมาก เมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้วก็จะสามารถเห็นภาพเหตุการณ์ในพื้นที่ต่าง ๆ จากกล้องวงจรปิดในมุมที่ติดตั้งไว้ โดยสามารถดูแบบสด หรือเมื่อเกิดเหตุการณ์ไม่คาดคิด เช่น การโจรกรรม หรืออุบัติเหตุ เป็นต้น ก็สามารถเรียกดูย้อนหลังได้ ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีกล้องวงจรปิดและเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image Processing) ได้พัฒนาขึ้นมาอย่างมาก จึงได้นำเอาเทคโนโลยีทั้งสองมาพัฒนาร่วมกัน ทำให้ “กล้องวงจรปิด” ไม่ได้เป็นแค่ “กล้องวงจรปิด” ธรรมดาทั่วไป ซึ่งเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image Processing) นั้นได้ถูกนำมาลดภาระการทำงานต่าง ๆ ได้มากขึ้น เช่น มีการตรวจเช็คการเข้าเรียนของโรงเรียนแห่งหนึ่ง จากการที่นักเรียนเดินผ่านกล้อง พร้อมทั้งแจ้งผู้ปกครองให้ทราบว่านักเรียนคนนั้นได้เข้าเรียนแล้ว เป็นต้น

ทางคณะผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นข้อดีและประโยชน์ของเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image Processing) และมีความตระหนักถึงความปลอดภัยภายในอาคารและสถานที่ต่าง ๆ ถึงแม้ว่าจะกล้องวงจรปิดอยู่ตามที่ต่าง ๆ อย่างทั่วถึงแล้วก็ตาม แต่หากต้องการทราบถึงบุคคลที่เข้าสู่พื้นที่ที่ต้องการทราบ หรือต้องการทราบเส้นทางการเดินของบุคคลหนึ่ง จำเป็นต้องอาศัยการสังเกตการณ์ของมนุษย์อยู่ดี ซึ่งปัญหาเหล่านี้คณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นแล้วว่าสามารถแก้ไขได้ด้วยเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image Processing) จึงเป็นที่มาของโครงงานระบบติดตามบุคคลภายในอาคาร โดยมีจุดประสงค์เพื่อติดตามการเดินหรือเคลื่อนที่ของบุคคลหลายบุคคลที่เข้ามาภายในอาคาร ที่ผ่านการบันทึกเหตุการณ์จากกล้องวงจรปิดทุกตัวในอาคาร หรือพื้นที่ที่ระบบได้กำหนดไว้ เพื่อให้สะดวกต่อการสืบค้นหรือเรียกดูภาพเหตุการณ์ย้อนหลังมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1) เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบรักษาความปลอดภัย ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
2) เพื่อศึกษาและนำองค์ความรู้ที่ได้จากการทำโครงงานให้บุคคลหรือหน่วยงานที่สนใจนำไปปรับปรุง เพื่อแก้ไขปัญหาทางด้านระบบความปลอดภัย
3) เพื่อพัฒนาระบบที่ใช้ติดตามบุคคลภายในอาคาร
4) เพื่อพัฒนาระบบการเก็บประวัติของบุคคลในแต่ละเวลาและสถานที่อย่างแม่นยำโดยแบ่งเป็นขอบเขตของแต่ละพื้นที่
5) เพื่อพัฒนาระบบการค้นหาประวัติของบุคคลในแต่ละเวลาและสถานที่อย่างสะดวกมากขึ้น
6) เพื่อพัฒนาระบบการค้นหาผู้ต้องสงสัยในกรณีที่เกิดเหตุร้าย

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ระบบติดตามบุคคลโดยการตรวจจับและจดจำใบหน้าด้วยภาพจากกล้องวงจรปิด โดยจะแสดงผลเป็นจุดหรือเส้นทางบนแผนที่ 2 มิติตามพื้นที่ที่กำหนด และระบบสามารถย้อนหลังค้นหาดูประวัติเส้นทางการเดินของแต่ละบุคคลภายในพื้นที่ที่กำหนด ระบบเริ่มจากการทำ Human Tracking แต่ละบุคคลเพื่อเก็บลงฐานข้อมูล เมื่อมีกล้องตัวใดที่สามารถตรวจจับใบหน้าและสามารถระบุตัวตนของใบหน้าได้ ระบบจะทำการเก็บข้อมูลและติดตามบุคคลที่ตรวจจับได้ นั้นว่าคือใคร จากนั้นจะบันทึกลงฐานข้อมูล หากระบบเจอบุคคลที่ไม่อยู่ในฐานข้อมูล ระบบจะจัดเก็บบุคคลเหล่านี้ไว้ว่าเป็นบุคคลที่ไม่รู้จัก โดยระบบจะมีกล้องมากกว่าหนึ่งตัวขึ้นไปเพื่อความแม่นยำในการตรวจจับและติดตามแต่ละบุคคลในหลายมุม จึงสามารถค้นหาดูประวัติเส้นทางย้อนหลังของแต่ละบุคคลได้ โดยส่วนที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้จะเป็น Web Application ที่สามารถใช้ได้ทั้งบน Tablet และ Desktop

1.3.1 ข้อกำหนดในการทดสอบ

1) ศึกษาในขอบเขตห้องจำนวน 1 ห้อง และทางเดินจำนวน 1 เส้นทาง
2) ระบบรองรับสมาชิกได้ไม่เกินจำนวน 40 คน
3) ระบบค้นหาย้อนหลังสามารถดูได้เมื่อประมวลผลเสร็จ
4) บุคคลจะต้องไม่แต่งตัวคล้ายกันมากเกินไป
5) ระบบรองรับการทำงานเฉพาะวิดีโอที่มีแสงมากพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 ความสามารถของระบบ

1) สามารถจดจำใบหน้าของบุคคลในฐานข้อมูลได้
2) สามารถติดตามบุคคลได้ไม่เกิน 10 คน ทั้งเดินไปในทิศทางเดียวกันและสวนกัน
3) สามารถกำหนดขอบเขตของแต่ละพื้นที่ได้
4) สามารถค้นหาประวัติย้อนหลังได้โดย
   a. ค้นหาด้วยชื่อของแต่ละบุคคล
   b. ค้นหาด้วยใบหน้าของแต่ละบุคคล
   c. ค้นหาด้วยเวลา
   d. ค้นหาด้วยพื้นที่
   e. ค้นหาด้วยกล้องที่เลือก
   f. ค้นหาด้วยเส้นทางที่เดินผ่าน
5) สามารถดูภาพจากกล้องแบบสดได้
6) สามารถเพิ่มใบหน้าบุคคลลงฐานข้อมูล จากการเก็บวีดีโอหน้าของบุคคลนั้น
7) สามารถแยกบุคคลที่อยู่ในฐานข้อมูลและไม่อยู่ในฐานข้อมูลได้

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1) กำหนดขอบเขตของโครงงานวิจัย
2) ออกแบบระบบ
3) วิเคราะห์ และออกแบบ User Interface ของ Web Application
4) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับอัลกอริทึมในการตรวจจับใบหน้า, การจดจำใบหน้า, การติดตามวัตถุเคลื่อนไหว และการวิเคราะห์ตำแหน่งของบุคคลจากภาพของกล้องหลายมุม
5) ศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือ อุกปกรณ์ โปรแกรม ภาษาไลบรารี่ (Library) ต่าง ๆที่ใช้ในการทำระบบ
6) ติดตั้งกล้องภายในห้อง ระบบเครือข่าย (Network) และเซิฟเวอร์ (Server) สำหรับการทำวิจัย
7) ทดลองเขียนโปรแกรมสำหรับการตรวจจับใบหน้า, การจดจำใบหน้า, การติดตามวัตถุเคลื่อนไหว และการวิเคราะห์ตำแหน่งของบุคคลจากภาพของกล้องหลายมุม
8) วิเคราะห์ และออกแบบการเขียนโปรแกรมประมวลผลภาพ
9) พัฒนาโปรแกรมสำหรับประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10) พัฒนา Web Application ที่ใช้เป็นการแสดงผลต่าง ๆ ของระบบ

11) ทำการรวมระบบระหว่างโปรแกรมส่วนประมวลผลภาพที่ทำงานอยู่คนละเซิฟเวอร์ (Server) กับ Web Application

12) ทดสอบประสิทธิภาพและแก้ไขระบบ

13) สรุปผลและจัดทำรายงานรูปเล่ม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้ระบบรักษาความปลอดภัยที่สามารถตรวจสอบ ติดตาม และเรียกดูบุคคลย้อนหลังในรูปแบบใหม่ พร้อมกับการใช้งานที่สะดวกมากยิ่งขึ้น

2) ได้ระบบรักษาความปลอดภัยภายในอาคารในรูปแบบของ Web Application และสามารถเข้าถึงข้อมูลส่วนบุคคลที่เข้าภายในอาคารได้อย่างสะดวก

3) เพิ่มประสิทธิภาพของกล้องวงจรปิด

4) สามารถนำระบบไปใช้ในอาคารหรือสถานที่จริงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

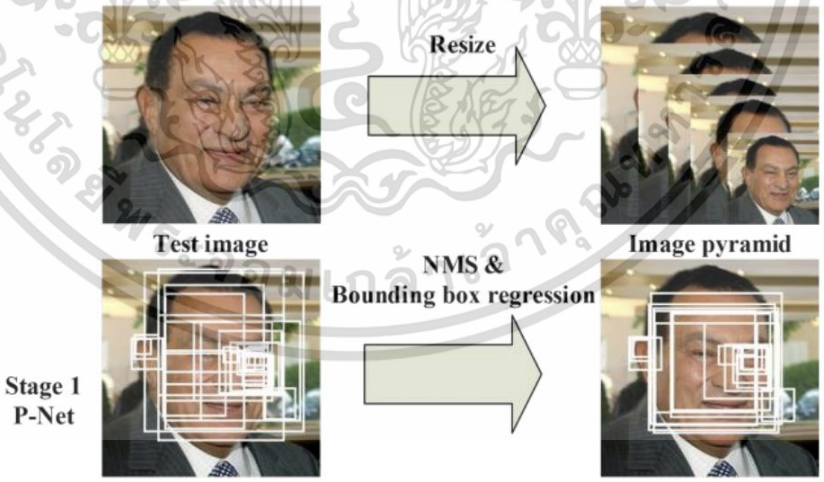
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 Face Detection Using MTCNN

การตรวจจับใบหน้าด้วย Deep Learning มีการพัฒนาวิธีการเรียนรู้จำนวนมากและหนึ่งในวิธีที่ได้รับความนิยมมากคือ “Multi-Task Cascaded Convolutional Neural Network” หรือ MTCNN ซึ่งอธิบายโดย Kaipeng Zhang และคณะ ในบทความปี 2559 เรื่อง “การตรวจจับใบหน้าและการจัดแนวข้อต่อโดยใช้ Multitask Cascaded Convolutional Networks” MTCNN ได้รับความนิยมเนื่องจากได้รับผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในชุดข้อมูลมาตรฐานในช่วงเวลานั้นและยังสามารถรับรู้คุณลักษณะใบหน้าอื่น ๆ เช่น ตา จมูกและปาก เรียกว่าการตรวจจับจุดสังเกต

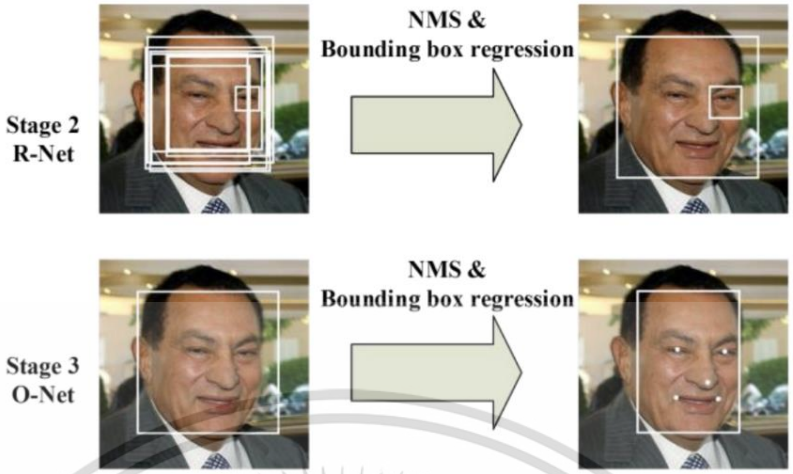
เครือข่ายใช้โครงสร้างแบบเรียงซ้อนกับสามเครือข่าย ภาพแรกจะได้รับการลดขนาดให้มีขนาดแตกต่างกัน (เรียกว่า image pyramid) จากนั้นโมเดลแรก (Proposal Network or P-Net) เสนอพื้นที่ใบหน้าทั้งหมดให้กับโมเดลที่สอง (Refine Network or R-Net) กรองกล่องขอบเขต และโมเดลที่สาม (Output Network or O-Net) แสดงกรอบหน้าและจุดที่สำคัญในใบหน้า



รูปที่ 2.1 Pipeline for the Multi-Task Cascaded Convolutional Neural Network Taken from: Joint Face Detection and Alignment Using Multitask Cascaded Convolutional Networks.(1)

ที่มา: bit.ly/2qcRG7e

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

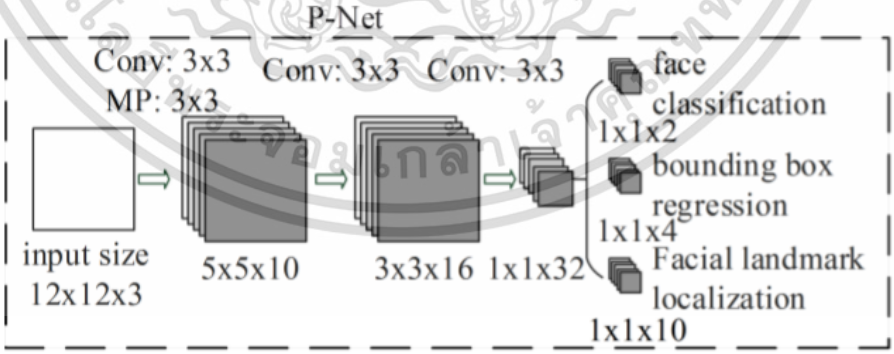


รูปที่ 2.2 Pipeline for the Multi-Task Cascaded Convolutional Neural Network Taken from: Joint Face Detection and Alignment Using Multitask Cascaded Convolutional Networks.(2)

ที่มา: bit.ly/2qcRG7e

2.1.1.1 Stage 1 (P-Net)

fully convolutional network ที่เรียกว่า Proposal Network (P-Net) เพื่อรับ candidate windows และbounding box regression vectors ในลักษณะเดียวกัน จากนั้นจะใช้การประมาณ bounding box regression vectors เพื่อปรับcandidate windows หลังจากนั้นทำการ non-maximum suppression (NMS) เพื่อผสานการซ้อนทับกันของ candidate windows



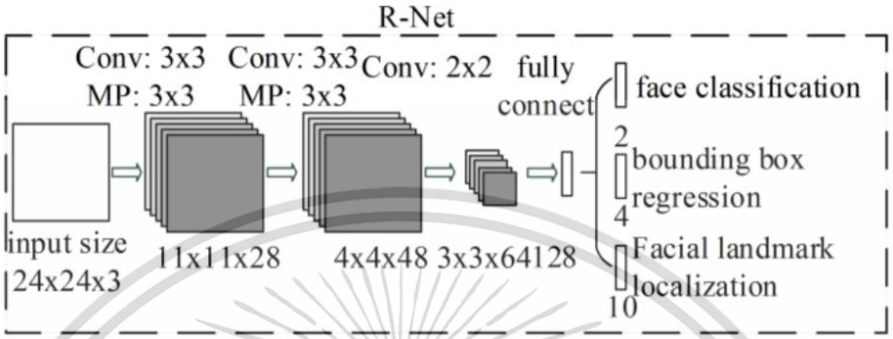
รูปที่ 2.3 The architectures of P-Net

ที่มา: bit.ly/2OgiJ9C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 Stage 2 (R-Net)

Candidate windows ทั้งหมดจะถูกส่งไปที่ CNN อีกตัวหนึ่งเรียกว่า Refine Network (R-Net) เพื่อกำจัด candidates windows ที่ผิดพลาดออกไป โดยการคำนวณจาก bounding box regression และ NMS candidate

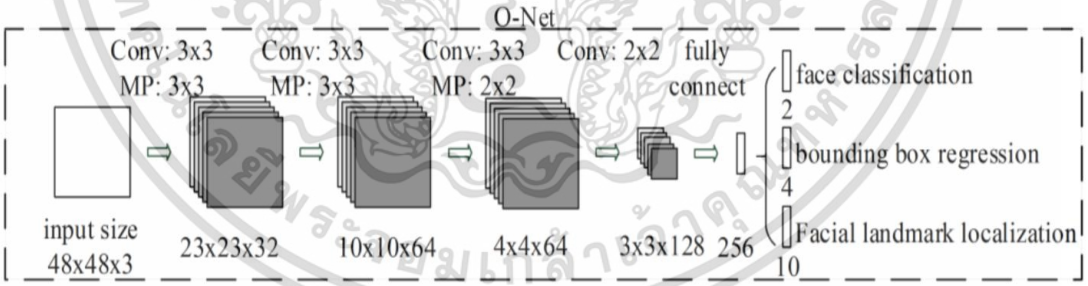


รูปที่ 2.4 The architectures of R-Net

ที่มา: bit.ly/2OgiJ9C

2.1.1.3 Stage 3 (O-Net)

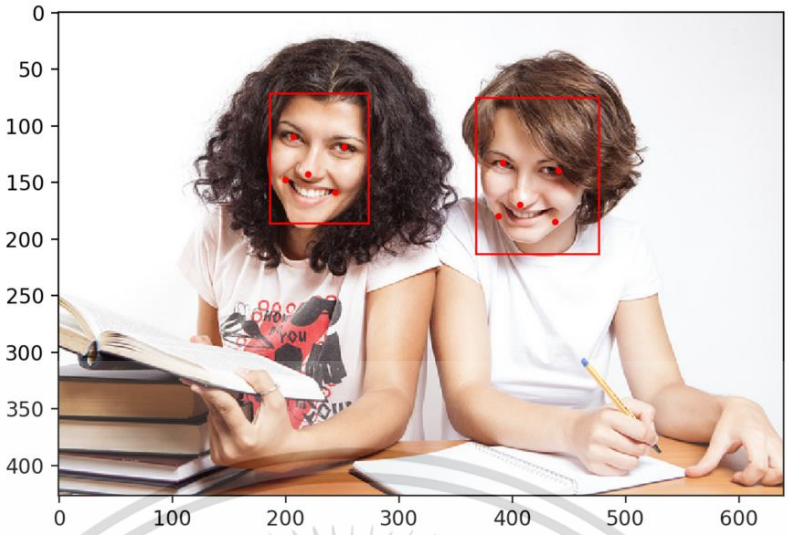
ขั้นตอนนี้คล้ายกับขั้นตอนที่2 แต่ในขั้นนี้ เป็นขั้นตอนที่มุ่งหวังที่จะอธิบายใบหน้าในรายละเอียดเพิ่มเติม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง network จะแสดงตำแหน่งของจุดสังเกตใบหน้าห้าตำแหน่ง



รูปที่ 2.5 The architectures of O-Net

ที่มา: bit.ly/2OgiJ9C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างผลลัพธ์ face detection

ที่มา: bit.ly/2qcRG7e

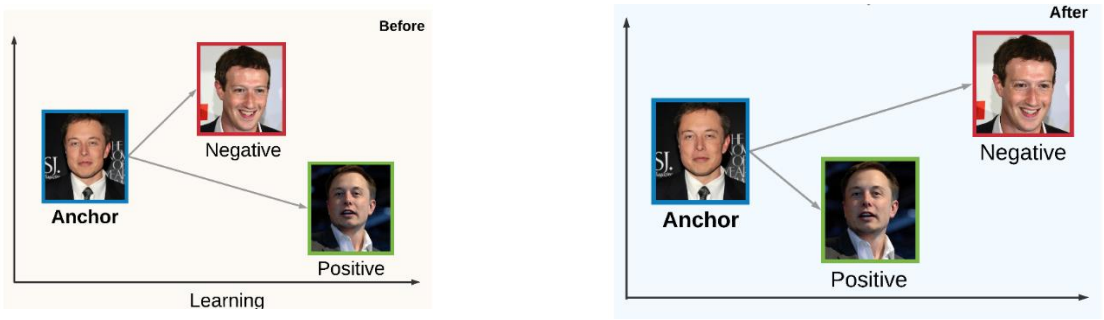
2.1.2 Face Recognition Using FaceNet

FaceNet เป็นระบบที่เรียนรู้การแมปโดยตรงจากภาพใบหน้าไปยัง 128D Euclidean space ที่สามารถวัดความคล้ายคลึงกันของใบหน้า เมื่อใช้ระบบนี้งานต่าง ๆ เช่นการจดจำใบหน้า การตรวจสอบและการจัดกลุ่มสามารถนำไปใช้งานได้ง่ายโดยใช้เทคนิคมาตรฐานกับ FaceNet embeddings เป็นคุณสมบัติของเวกเตอร์ ระยะทาง L2 (Euclidean norm) ระหว่างสอง vectors นั้นสื่อได้ถึงความเหมือนของใบหน้าได้โดยตรง (ยิ่งใบหน้าเหมือนกัน distance ยิ่งน้อย) แทนการใช้ Cosine similarity ซึ่งมี complexity สูงกว่า สามารถวัดได้จากสมการ

$$d_{L2}(x,y) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - y_i)^2}$$

FaceNet เป็น deep convolutional network ที่ใช้ฟังก์ชัน triplet loss ช่วยลดระยะห่างระหว่างจุดบวกและจุดยึดในขณะที่เพิ่มระยะห่างระหว่างจุดยึดกับจุดลบสูงสุดหรือทำให้ให้ Embeddings ของใบหน้าคนเดียวกัน อยู่ใกล้กันมากกว่าใบหน้าของคนอื่น ซึ่งจะประกอบไปด้วย 3 ส่วน 1. Anchor ตัวอย่างตั้งต้นที่ใช้ในการเปรียบเทียบ 2. Positive ตัวอย่างของใบหน้าเดียวกับ Anchor 3. Negative ตัวอย่างของใบหน้าที่ต่างกับ Anchor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก) ข)

รูปที่ 2.7 ขั้นตอนการ Learning ด้วย Triplet Loss

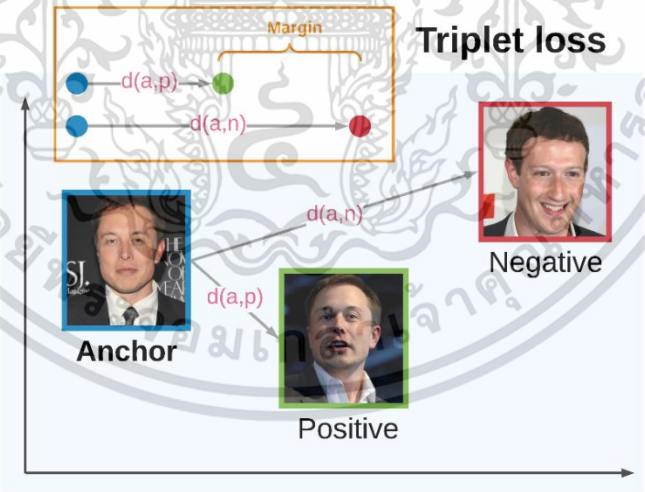
ก) Before

ข) After

ที่มา: bit.ly/2NO5j5V

ระยะทางบน embedding space ก็คือ loss ของ triplet นั่นเอง และเขียนออกมาเป็นสูตรได้เป็น

$$\mathcal{L} = max(d(a,p) - d(a,n) + margin, 0)$$



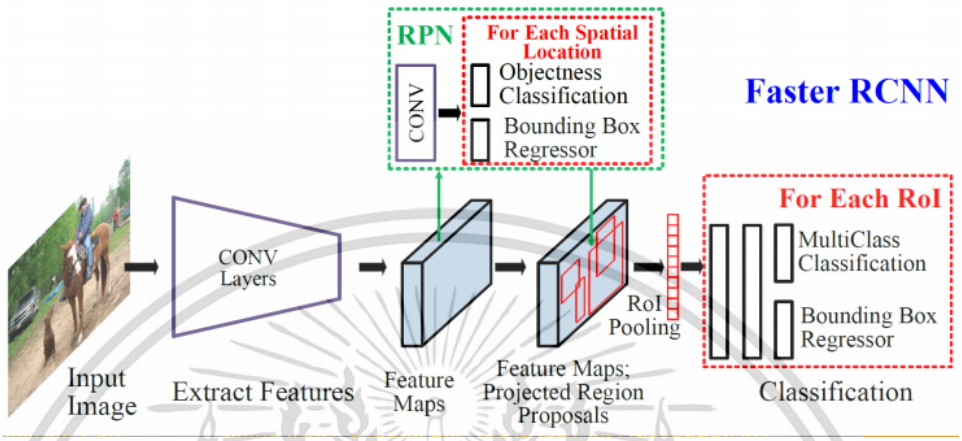
รูปที่ 2.8 ภาพสรุปการทำงานของ Triplet loss

ที่มา: bit.ly/2NO5j5V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 Object Detection Using Faster R-CNN

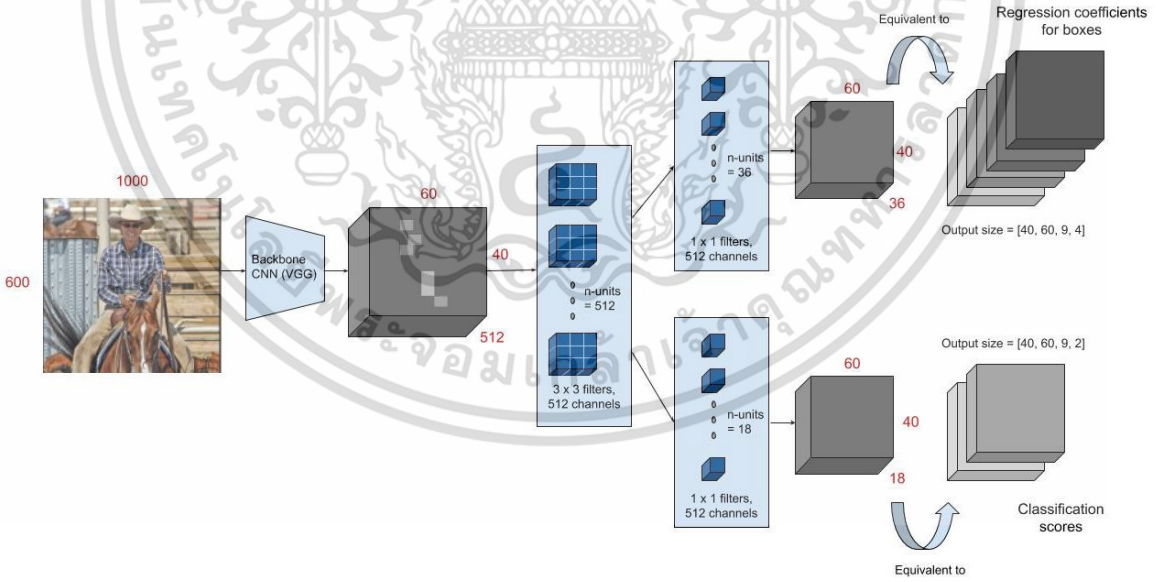
โครงสร้างของ Faster R-CNN ประกอบด้วย RPN เป็นส่วน region proposal algorithm และมี Fast R-CNN เป็น detector network



รูปที่ 2.9 Deep Learning for Generic Object Detection: A Survey

ที่มา: https://bit.ly/2NQlGyZ

2.1.3.1 Region Proposal Network (RPN)



รูปที่ 2.10 The architecture of the region proposal network or RPN

ที่มา: bit.ly/2CI8gyD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

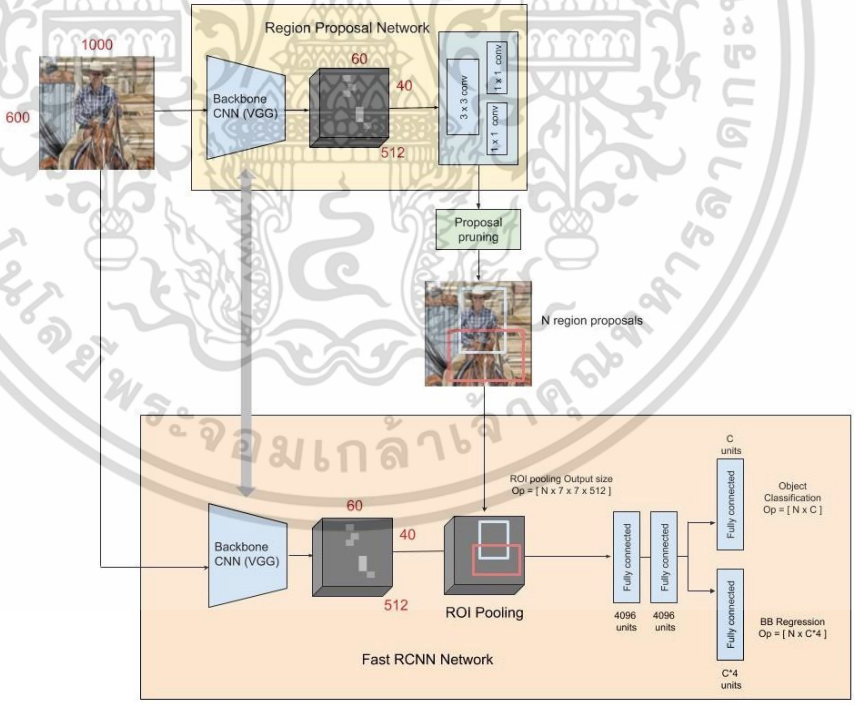
region proposal network (RPN) เริ่มต้นด้วยภาพอินพุตที่ป้อนเข้าสู่ backbone convolutional neural network ภาพอินพุตถูกปรับขนาดครั้งแรกโดยด้านที่สั้นที่สุดคือ 600px และอีกด้านยาวไม่เกิน 1,000px

ขั้นแรกจะใช้ 3 x 3 convolutionที่มี 512 ยูนิตเข้าใน backbone feature map เพื่อให้มีฟีเจอร์ 512-d สำหรับทุกตำแหน่ง ตามด้วยสองlayer a: 1 x 1 convolution layer ร่วมกับ 18 ยูนิตสำหรับการจำแนกวัตถุและ b: 1 x 1 convolution layer กับ 36 ยูนิตสำหรับ bounding box regression

18 ยูนิตใน classification branch ให้เอาต์พุตขนาด (H, W, 18) เอาต์พุตนี้ใช้เพื่อให้ความน่าจะเป็นหรือไม่แต่ละจุดใน backbone feature map (ขนาด: H x W) มีวัตถุภายในจุดยึดทั้ง 9 จุดในจุดนั้น

36 ยูนิตในregression branch ให้เอาต์พุตขนาด (H, W, 36) เอาต์พุตนี้ใช้เพื่อให้สัมประสิทธิ์การถดถอย 4 จุดของจุดยึด 9 จุดสำหรับทุกจุดใน backbone feature map (ขนาด: H x W) สัมประสิทธิ์การถดถอยเหล่านี้ใช้เพื่อปรับปรุงพิกัดของจุดยึดที่มีวัตถุ

2.1.3.2 Fast R-CNN as a detector for Faster R-CNN



รูปที่ 2.11 The RPN for region proposals and Fast R-CNN as a detector in the Faster R-CNN

ที่มา: bit.ly/2CI8gyD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพอินพุตถูกส่งผ่าน backbone CNN เพื่อที่จะได้ feature map (Feature size: 60, 40, 512). นอกเหนือจากประสิทธิภาพของเวลาทดสอบแล้วเหตุผลสำคัญอีกข้อหนึ่งที่ใช้ RPN ในฐานะตัวสร้างข้อเสนอที่สมเหตุสมผลคือข้อดีของการแบ่งปันน้ำหนักระหว่าง RPN backbone และ backbone Fast detector R-CNN

bounding box proposals จาก RPN ใช้เพื่อรวบรวมคุณสมบัติต่าง ๆ จาก backbone feature map ทำโดยใช้ ROI pooling layer ซึ่งทำงานจาก 1. การกำหนด region corresponding ให้ backbone feature map 2.การแบ่ง region นี้เป็น sub-windows จำนวนที่กำหนดไว้ 3.ทำการ max-pooling ให้กับ sub-windows เพื่อกำหนดขนาดของเอาต์พุต

เอาต์พุตจาก ROI pooling layer มีขนาดเท่ากับ (N, 7, 7, 512) โดยที่ N คือจำนวนของ proposals จาก region proposal algorithm หลังจากส่งผ่านสอง fully connected layers และ features ถูกส่งต่อไปที่ sibling classification and regression branches.

2.1.3.3 Step Alternating training

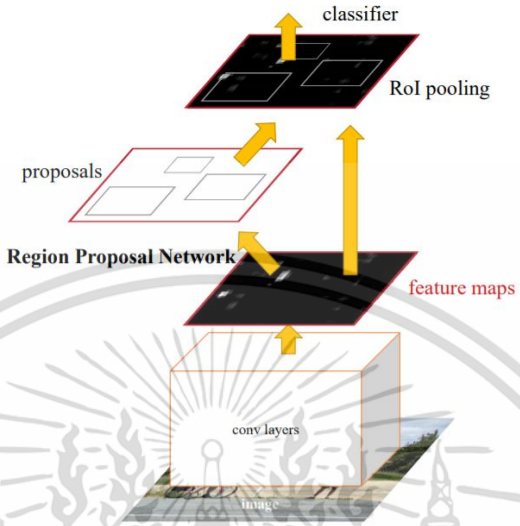
1) RPN ได้รับการเทรนอย่างอิสระตามที่อธิบายไว้ข้างต้น backbone CNN สำหรับงานนี้เริ่มต้นด้วยน้ำหนักจากเครือข่ายที่ได้รับการเทรนสำหรับงาน ImageNet classification จากนั้นจะทำการ fine-tuned สำหรับ region proposal task

2) Fast R-CNN detector network ได้รับการเทรนอย่างอิสระเช่นกัน backbone CNN สำหรับงานนี้เริ่มต้นด้วยน้ำหนักจากเครือข่ายที่ได้รับการเทรนสำหรับงาน ImageNet classification จากนั้นจะทำการ fine-tuned สำหรับงานตรวจจับวัตถุ น้ำหนัก RPN ได้รับการแก้ไขและproposals จาก RPN ถูกนำมาใช้เพื่อเทรน Faster R-CNN

3) ขณะนี้ RPN เริ่มต้นด้วยน้ำหนักจาก Faster R-CNN ที่เร็วขึ้นและ fine-tuned สำหรับ region proposal task ในตอนนี้น้ำหนักในเลเยอร์ทั่วไประหว่าง RPN และ detector ยังคงอยู่และจะมีการปรับเฉพาะเลเยอร์เฉพาะของ RPN เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ทำอีกครั้งโดยใช้ RPN และFast R-CNN detector ทำการ fine-tuned ได้รับการปรับแต่งอย่างละเอียด เฉพาะบางเลเยอร์สำหรับ detector network ถูกทำการ fine-tuned และweights ของเลเยอร์ทั่วไปจะไม่ถูกปรับ



รูปที่ 2.12 Faster R-CNN is a single, The RPN module serves as the attention of this network.

ที่มา: bit.ly/2CFFrme

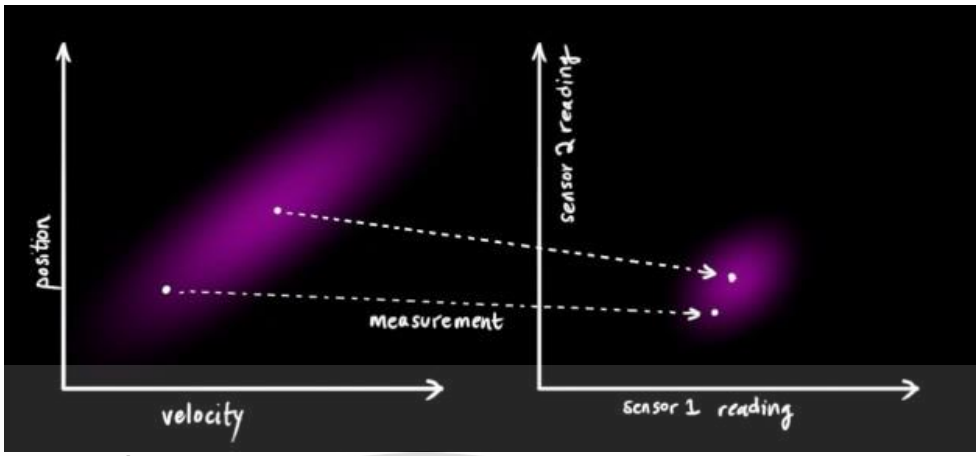
2.1.4 Object Tracking Using DeepSORT

การติดตามวัตถุที่ได้รับความนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุดคือ Deep SORT ซึ่งเป็นส่วนขยายของ SORT (Simple Real time Tracker)

2.1.4.1 The Kalman filter

ช่วยให้เราสามารถติดตามสิ่งของโดยพิจารณาจากตำแหน่งและความเร็วของวัตถุ และคาดการณ์ตำแหน่งที่น่าจะอยู่ถัดไป จำลองตำแหน่งและความเร็วในอนาคตโดยใช้สมการ Gaussians เมื่อได้รับการอ่านใหม่จะสามารถใช้ความน่าจะเป็นในการกำหนดการวัดให้เป็นการทำนายและอัปเดตตัวเองได้ใช้หน่วยความจำน้อยและรวดเร็วในการทำงาน และเนื่องจากใช้ทั้งตำแหน่งและความเร็วของการเคลื่อนที่จึงมีผลดีกว่าการติดตามด้วยเซนทรอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 Kalman Filter — Prediction and Measurement Update

ที่มา: bit.ly/33Nl8zh

2.1.4.2 Deep Sort Algorithm

Deepsort จะคำนวนค่าที่ไม่ใช่แค่จากการติดตามโดยอิงจากระยะทางและความเร็ว แต่รวมถึงลักษณะของบุคคลนั้น Deep sort ช่วยให้สามารถเพิ่มคุณสมบัตินี้ได้โดยการคำนวณ deep features สำหรับกล่องทุกขอบเขตและการใช้ความคล้ายคลึงกันระหว่าง deep features เพื่อรวมเข้ากับตรรกะการติดตาม

Deepsort เทรนเกี่ยวกับภาพของมนุษย์นับล้านและแยกเวกเตอร์ส 128D สำหรับแต่ละกล่องขอบเขตซึ่งควรจับภาพคุณสมบัติที่สำคัญของกล่อง การใช้ deep features ช่วยให้โมเดลนี้สามารถติดตามได้ดีขึ้นมากในกรณีที่ผู้คนอยู่ใกล้มาก

Name	Patch Size/Stride	Output Size
Conv 1	$3 \times 3/1$	$32 \times 128 \times 64$
Conv 2	$3 \times 3/1$	$32 \times 128 \times 64$
Max Pool 3	$3 \times 3/2$	$32 \times 64 \times 32$
Residual 4	$3 \times 3/1$	$32 \times 64 \times 32$
Residual 5	$3 \times 3/1$	$32 \times 64 \times 32$
Residual 6	$3 \times 3/2$	$64 \times 32 \times 16$
Residual 7	$3 \times 3/1$	$64 \times 32 \times 16$
Residual 8	$3 \times 3/2$	$128 \times 16 \times 8$
Residual 9	$3 \times 3/1$	$128 \times 16 \times 8$
Dense 10		128
Batch and ℓ_2 normalization		128

รูปที่ 2.14 Model structure neural network to extract the feature information

ที่มา: bit.ly/2CFFrme

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

“Dense 10” ที่แสดงในรูปด้านบนจะเป็น deep features ที่บอกคุณลักษณะที่ปรากฏของเราสำหรับการครอบตัดที่กำหนด เมื่อผ่านการเทรนแล้วจะต้องผ่านการตัดขอบของกล่องขอบเขตที่ตรวจพบจากภาพไปยังเครือข่ายนี้และรับเวกเตอร์คุณลักษณะ "128 X 1" มิติ

รูปที่ 2.15 Tracking with Deep Sort

ที่มา: bit.ly/33Nl8zh

2.1.5 React

React คือไลบารี่ของจาวาสคริปต์ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัทเฟซบุ๊ก ส่วนหลักๆของ React นั้นคือการเขียนโค้ดแบบแบ่งส่วนประกอบ (Component) อีกทั้งยังรองรับการเขียนด้วย JSX (JavaScript syntax extension) ซึ่งเป็นเฟรมเวิร์กที่มีความนิยมมาก จึงมีผู้คนแบ่งปันความรู้และปัญหาของตนไว้อย่างแพร่หลาย ทำให้สะดวกต่อการพัฒนาและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว

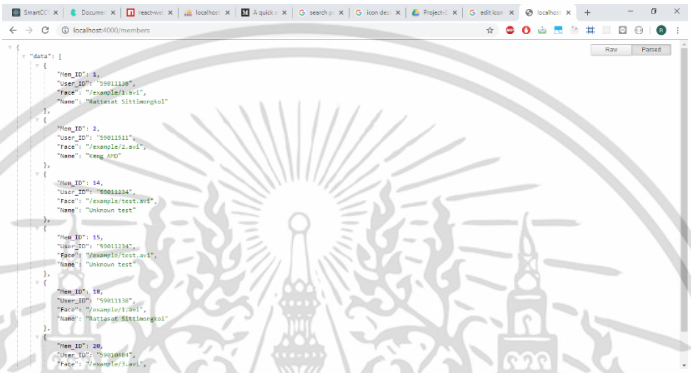
รูปที่ 2.16 React Framework

ที่มา: bit.ly/2NNG7w4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 Express.js

Express.js คือเฟรมเวิร์กของ Node.js ที่ใช้พัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นของฝั่งหลังบ้าน (Back-end) โดยทั้ง Express.js Node.js และ React ต่างก็ใช้ภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript) ในการพัฒนาทำให้ลดความยุ่งยาก รวมถึงเวลาในการเรียนรู้หลายๆภาษา ส่วนหลักของ Express.js ที่นำมาใช้คือ นำ Exprees.js มาทำเป็นเซิฟเวอร์ (Server) ในการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลเพื่อส่งข้อมูลไปยังฝั่งหน้าบ้าน (Front-end) เพื่อแสดงผลอีกที



รูปที่ 2.17 ตัวอย่างการใช้งานของ Express.js

2.1.7 MySQL

MySQL คือระบบฐานข้อมูล (Database) ซึ่งมีระบบการทำงานแบบ RDBMS (Relation Database Management System) โดยเป็นการเก็บข้อมูลในรูปแบบของตาราง (Table) โดยอาศัยภาษา SQL เป็นภาษาในการพัฒนา ซึ่งภาษา SQL มีสอนในหลักสูตรของภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ทำให้สะดวกต่อการศึกษาและพัฒนา MySQL ทำหน้าที่ในการจัดเก็บข้อมูลทั้งหมดเพื่อที่จะให้ฝั่งหลังบ้าน (Back-end) นั้นได้นำไปใช้ต่อไป

รูปที่ 2.18 โลโก้ MySQL

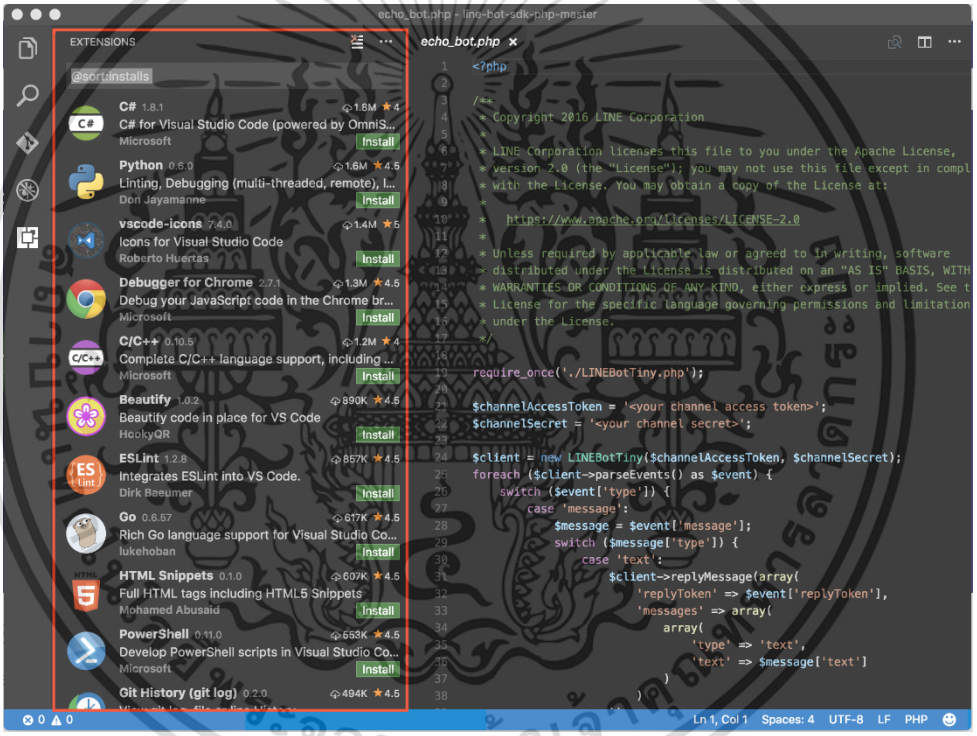
ที่มา: bit.ly/2Xj3dy6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 Visual Code

โปรแกรม Visual Code ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยบริษัทไมโครซอฟต์ (Microsoft) ซึ่ง Visual Code เป็น Text Editor ที่สามารถแก้ไขและปรับแต่ง (Code Optimized Editor) โดย Visual Code เป็นโปรแกรมที่ลดความสามารถมาจาก Visual Studio รุ่นปกติ สามารถทำงานได้หลายแพลตฟอร์ม (Platform) ทั้งวินโดวส์ แมค และลินุกซ์ อีกทั้งยังรองรับภาษาได้หลายร้อยภาษา และที่สำคัญบริษัทไมโครซอฟต์ (Microsoft) เปิดให้ใช้ฟรี รวมถึงความสามารถในการติดตั้งเครื่องมือเสริม (Extension) ที่มีมากมายสามารถติดตั้งได้อย่างอิสระ



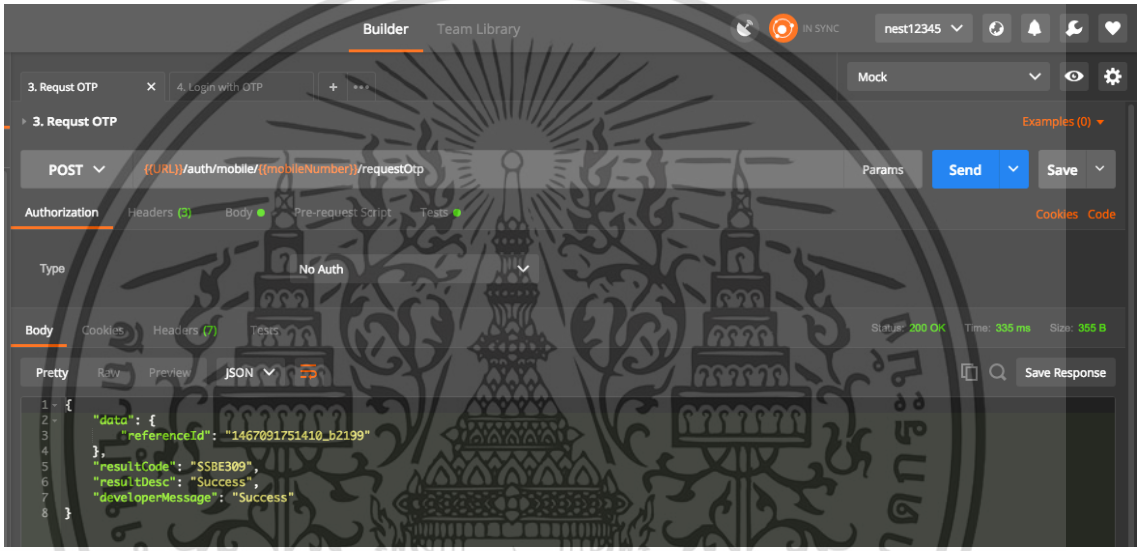
รูปที่ 2.19 ตัวอย่างการเพิ่มเครื่องมือเสริมของโปรแกรม Visual Code

ที่มา: bit.ly/2CLGOQc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 Postman

Postman เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์ (API) เพื่อทดสอบการทำงาน service ของฝั่งหลังบ้าน (Back-end) ซึ่งโปรแกรม Postman เป็นที่นิยมมาก เนื่องจากโปรแกรม Postman มีส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (User Interface) ที่สวยงามและใช้งานง่าย โดยผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องมีความรู้เรื่องการเขียนโปรแกรมก็สามารถทำความเข้าใจได้ไม่ยาก อีกทั้งโปรแกรม postman เองยังสามารถทดสอบส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์ (API) ได้ทั้งแบบปกติและแบบอัตโนมัติ



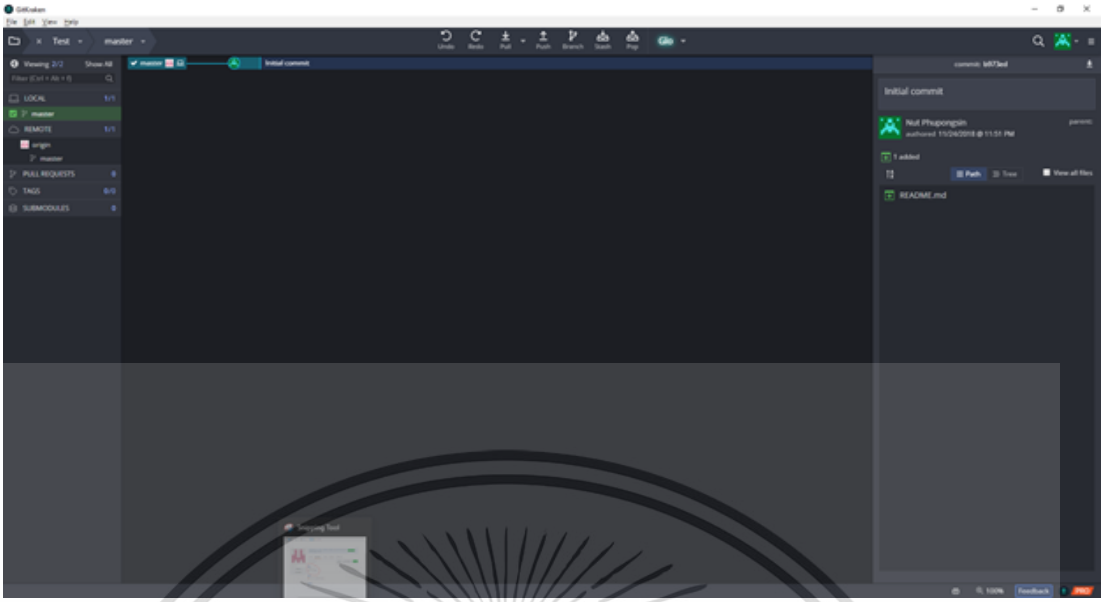
รูปที่ 2.20 ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม Postman

ที่มา: https://bit.ly/32NGBXk

2.2.3 Git Kraken

Git Kraken เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการดูรายละเอียดและกิจกรรมบนกิต (Git) ทั้งหมด รวมถึงการตรวจสอบ commit หรือ branch ในส่วนของ coding ทั้งหมดของงานวิจัย ซึ่ง Git Kraken มีส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (User Interface) ที่สวยงามและมีการใช้งานที่สะดวกกว่าเดิมที่ต้องทำการพิมพ์คำสั่งที่ละบรรทัดผ่านทาง Terminal โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม Git Kraken

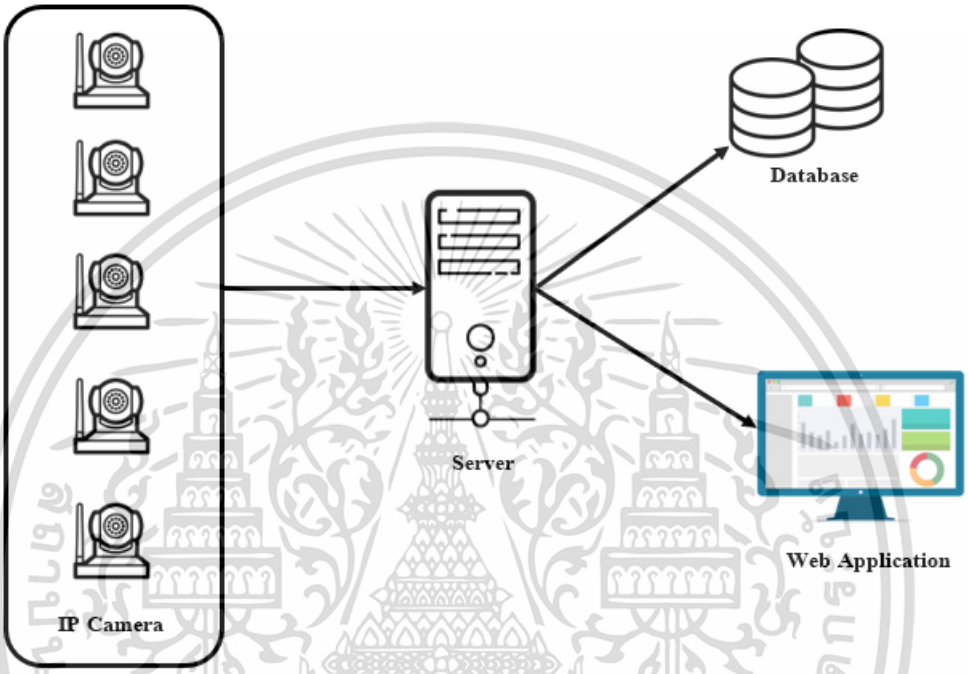
ที่มา: https://bit.ly/33MmmKV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การวิเคราะห์ ออกแบบและพัฒนาระบบ

3.1 ภาพรวมระบบ

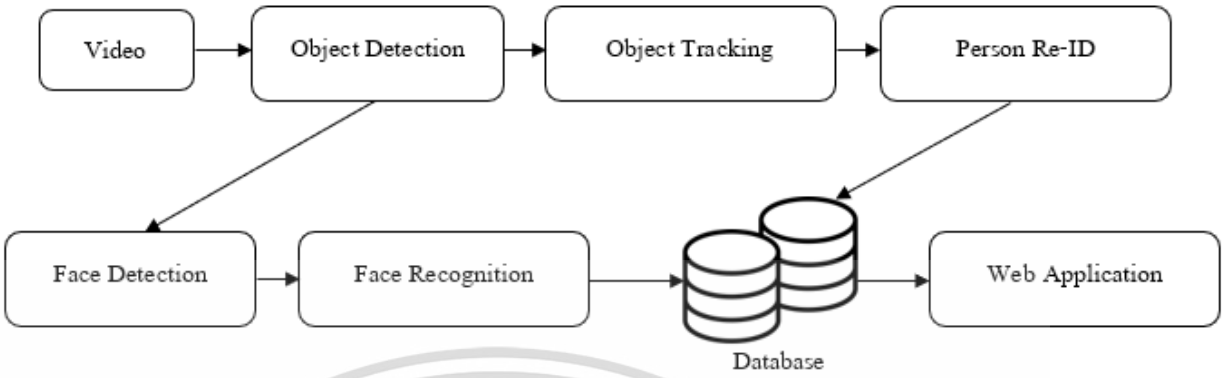


รูปที่ 3.1 ภาพรวมระบบ

ระบบติดตามบุคคลภายในอาคารจากการใช้ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงลึก เป็นระบบที่เริ่มจากการ ส่งภาพของกล้องวงจรปิดไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อจัดเก็บไฟล์วีดีโอ และในส่วนประมวลผลจะทำการนำไฟล์วีดีโอเข้ามาประมวลผลตามกระบวนการต่าง ๆ หลังจากนั้นจะนำเอาต์พุตที่ได้จากการประมวลผลเข้ามาเก็บที่ฐานข้อมูล (Database) ผู้ใช้จะสามารถค้นหาประวัติเส้นทางแต่ละบุคคลผ่านระบบค้นหาของระบบได้หลากหลายวิธี เช่นการค้นหาด้วยใบหน้า ชื่อ หรือพื้นที่ที่สนใจที่อยากจะรู้ประวัติการเข้าถึงของแต่ละคน ระบบจะทำการค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากฐานข้อมูล (Database) มาแสดงผลเป็นตาราง หรือภาพในช่วงเวลานั้น

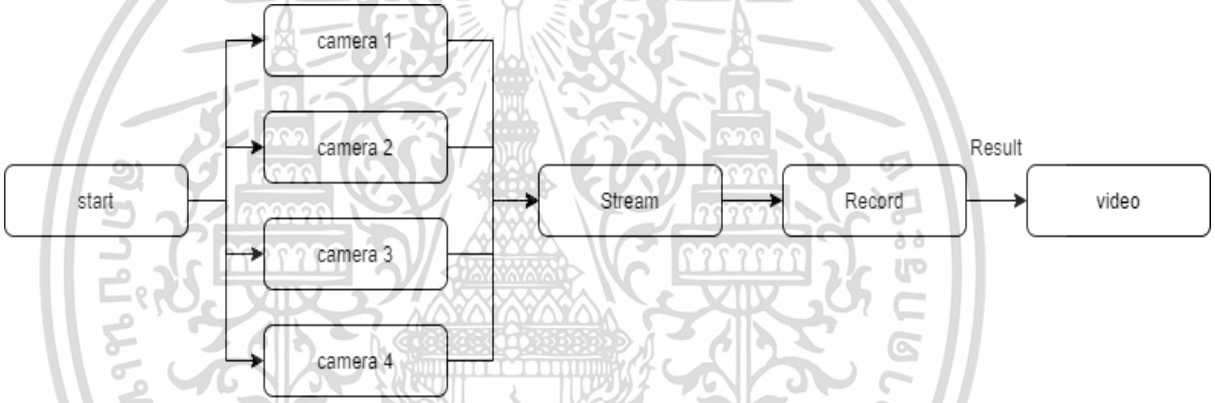
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบ



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

3.2.1 Video Record

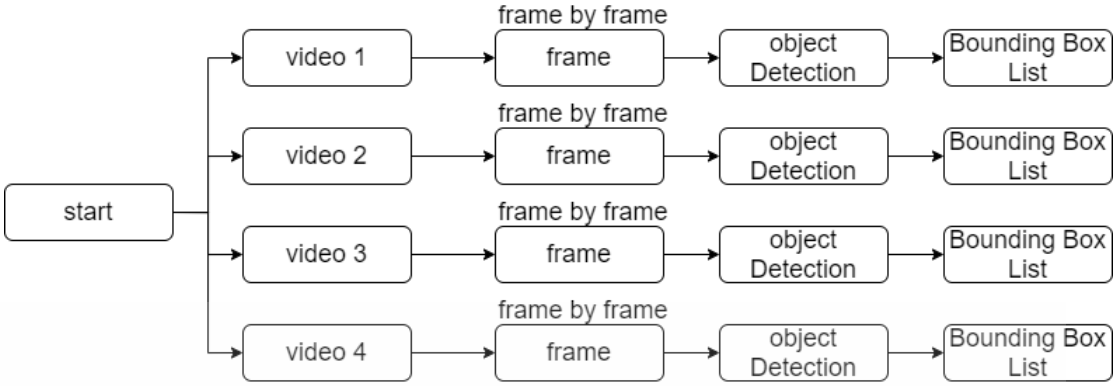


รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการทำงานของการบันทึกวิดีโอ

ระบบจะทำการบันทึกวิดีโอแบบสดเริ่มต้นจากรับอินพุตเป็นคลิปวีดีโอจากกล้องวงจรปิด จัดเก็บเป็นคลิป ทั้งหมดที่ได้ติดตั้งไว้ โดยความยาวคลิปละ 15 วินาที โดยชื่อคลิปจะเป็นชื่อกล้องแล้วตามด้วยวันและเวลา เพื่อส่งไปประมวลผลต่อไป โดยจะทำพร้อมกันทั้งหมด 4 กล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

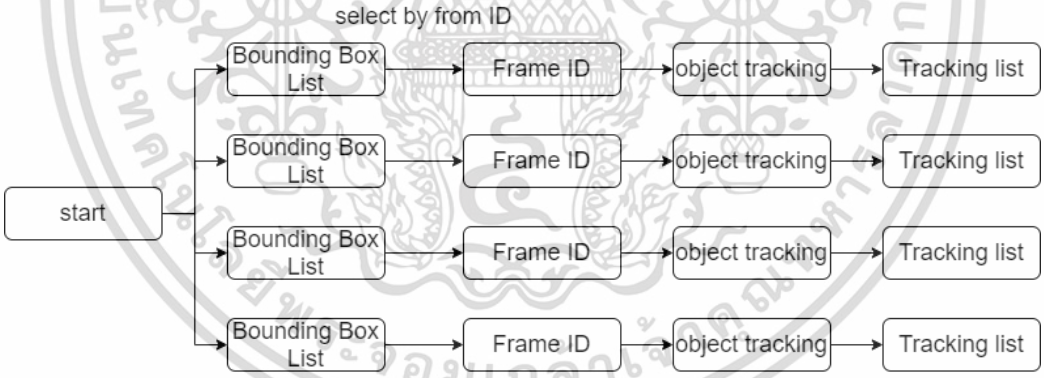
3.2.2 โมเดล เข้ามาประมวลผลด้วยกระบวนการตรวจจับบุคคล (Object Detection)



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการทำงานของโมเดล Object Detection

Object Detection ทำการนำวิดีโอที่บันทึกแล้วเข้ามาทีละ 15 วินาที โดยนำมาผ่าน object Detection model) ซึ่งจะทำการตรวจหาและตรวจสอบคนภายในภาพแต่ละเฟรมของคลิปวีดีโอ จากนั้นจะได้เอาต์พุต (Output) จากกระบวนการนี้เป็น หมายเลขกำกับของแต่ละเฟรม (Frame ID) และ Bounding Box ของแต่ละคนในภาพ โดยทำพร้อมกันทีละ 4 คลิปจากกล้อง4ตัว

3.2.3 โมเดล หลังจากนั้นจะส่งต่อไปเป็นอินพุต (Input) ให้กระบวนการติดตามบุคคล (Object Tracking)



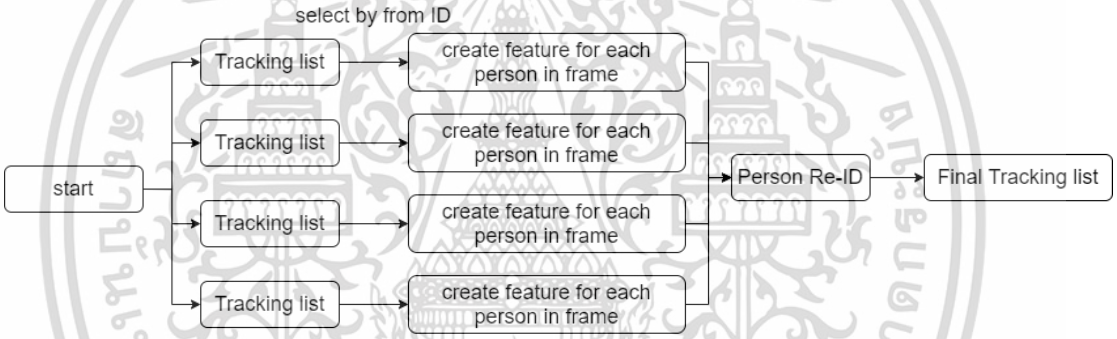
รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการทำงานของโมเดล และกระบวนการตรวจจับใบหน้า (Face Detection) โดยที่กระบวนการติดตามบุคคล (Object Tracking)

Object Tracking รับผลจากการประมวลผล Object Detection มา) นั้นจะนำอินพุต (Input) ที่ได้รับมาคำนวนหาว่าแต่ละ Bounding Box ของแต่ละคนในภาพ (Frame ID) อันใดหรือคนใดเป็นคนเดียวกัน โดยที่เอาต์พุต (Output) ของกระบวนการนี้จะคล้ายกับกระบวนการตรวจจับบุคคล (Object Detection) แต่ที่เพิ่มขึ้นมาคือหมายเลขกำกับตัวบุคคล (Person ID) ของแต่ละคนในคลิปนั้น และทำพร้อมกันทั้ง 4 คลิป โดยเอาต์พุต (Output) ที่เป็น ID จะมีรูปแบบ เลขกล้อง_ลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คนที่ Detect ได้ภายในกล้องนั้น ตัวอย่างเช่น กล้องตัวที่ 1 จะมี ID แรกเป็น 1_1 , 1_2 และ 1_3 ไล่ต่อไปเรื่อย ๆ ส่วนกล้องตัวที่ 3 จะมี ID แรกเป็น 3_1 , 3_2 และ 3_3 ไล่ต่อไปเรื่อย ๆ โดยจะไม่มี ID ซ้ำกันเลย ต่อมาจะถูกส่งไปที่กระบวนการกำกับหมายเลขบุคคล (Person Re-ID) จะทำการตรวจเช็คว่าในเวลาเดียวกันภาพจากกล้องตัวอื่น ๆ มีกล้องตัวใดบ้างที่จับภาพคนคนเดียวกันอยู่ ถ้ามีก็จะใส่หมายเลขกำกับของคนคนนั้นว่าเป็นคนเดียวกัน หลังจากนั้นจะถูกเก็บลงในฐานข้อมูล (Database) และกระบวนการตรวจจับใบหน้า (Face Detection) รับอินพุต (Input) มาจากกระบวนการตรวจจับใบหน้า (Face Detection) ใน Bounding Box ของแต่ละคนในภาพ หากตรวจจับได้จะทำการส่งเอาต์พุต (Output) เป็น Bounding Box ของหน้าบุคคลไปที่กระบวนการจดจำใบหน้า (Face Recognition) เพื่อเทียบกับใบหน้าในฐานข้อมูลว่าเป็นบุคคลใด หลังจากนั้นนำไปเก็บในฐานข้อมูลเพื่อให้ server ของ Web Application ได้นำข้อมูลไปแสดงผลต่อไป

3.2.4 โมเดล Person Re-ID



รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการทำงานของโมเดล Person Re-ID

Person Re-ID เริ่มจากการนำผลการทำ Object Tracking มารวมกันและนำ feature ของ DeepSORT ออกมาเพื่อหาความใกล้เคียงกันด้วยสมการ Euclidean distance แต่ละผลรับ ของทั้ง4 กล้อง ว่าบุคคลในกล้องไหนคล้ายกับบุคคลในกล้องอื่น จะทำให้เกิดการ Re-ID เป็นคนคนเดียวกัน โดย ID ที่มีความสำคัญมากที่สุดคือID จากกล้องตัวที่ติดไว้หน้าห้องเพื่อเก็บหน้าด้วย โดยที่เอาต์พุต (Output) ของกระบวนการนี้จะคล้ายกับกระบวนการติดตามบุคคล (Object Tracking)แต่ต่างที่ทำการ Re-ID ให้คนที่เป็นคนคนเดียวกันเป็น ID เดียวกัน โดยระดับความสำคัญในการทำ Re-ID นั้นเรียงจากกล้องหมายเลข 3 หรือกล้องหน้าประตูที่เห็นใบหน้าบุคคล ต่อมาเป็นกล้องหมายเลข 1 และ2 ตามลำดับ ขั้นตอนการทำ Re-ID แบ่งเป็น 2 ระดับ 1. ทำการ Re-ID บุคคลจากกล้องหมายเลข 2 ที่เป็นบุคคลเดียวกันในกล้องที่ 1 เป็น ID จากกล้องที่ 1 และ 2. ทำการ Re-ID บุคคลจากกล้องหมายเลข 1 และ 2 ที่เป็นบุคคลเดียวกันในกล้องที่ 3 เป็น ID จากกล้องที่ 3 หลังจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

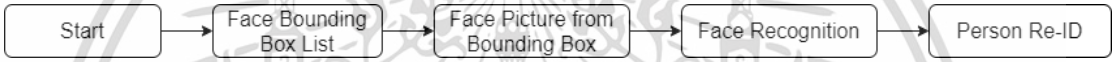
นั้นแปลงพิกัดจากTracking List ในแต่ละกล้องลงกับพิกัดจริงของพื้นที่ หลังจากนั้นเก็บลงฐานข้อมูล (Database)

3.2.5 โมเดล Face Detection

รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการทำงานของโมเดล Face Detection

Face Detection นำผลจากการทำ Object Detection มาทำการหาใบหน้าภายใน Bounding Box ของแต่ละคนในภาพนั้น เพื่อส่งต่อไปทำ Face recognition โดยที่เอาต์พุต (Output) คือ Bounding Box ของใบหน้าแต่ละคนในภาพนั้น

3.2.6 โมเดล Face Recognition

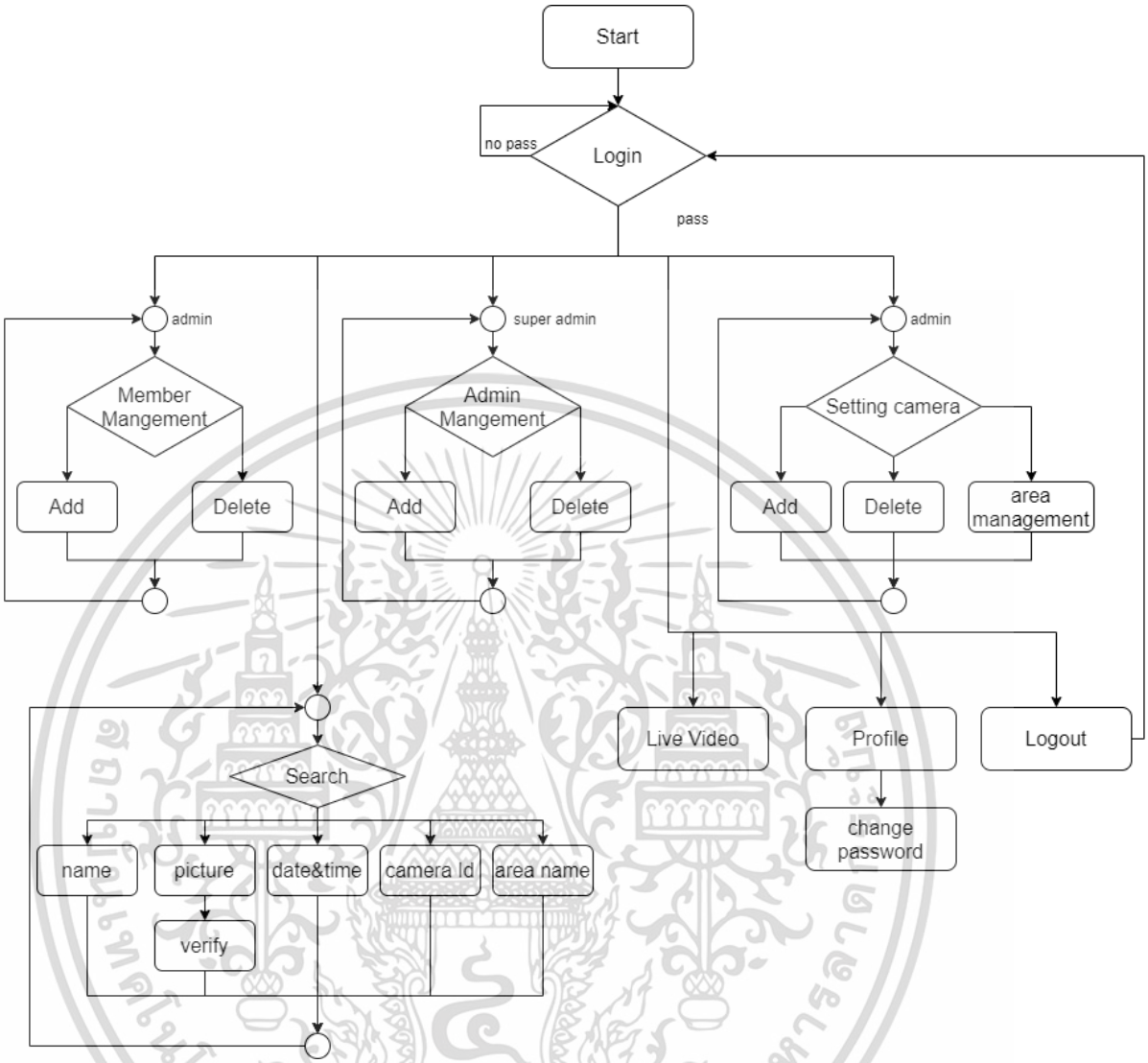


รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการทำงานของโมเดล Face Recognition

Face Recognition รับผลจากการทำ Face Detection มาทำการจดจำใบหน้าและเปรียบเทียบกับใบหน้าจากฐานข้อมูลเพื่อหาว่าใบหน้านั้นเป็นใคร หลังจากนั้นทำการใส่ ID ของบุคคลนั้นลงในฐานข้อมูล (Database)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

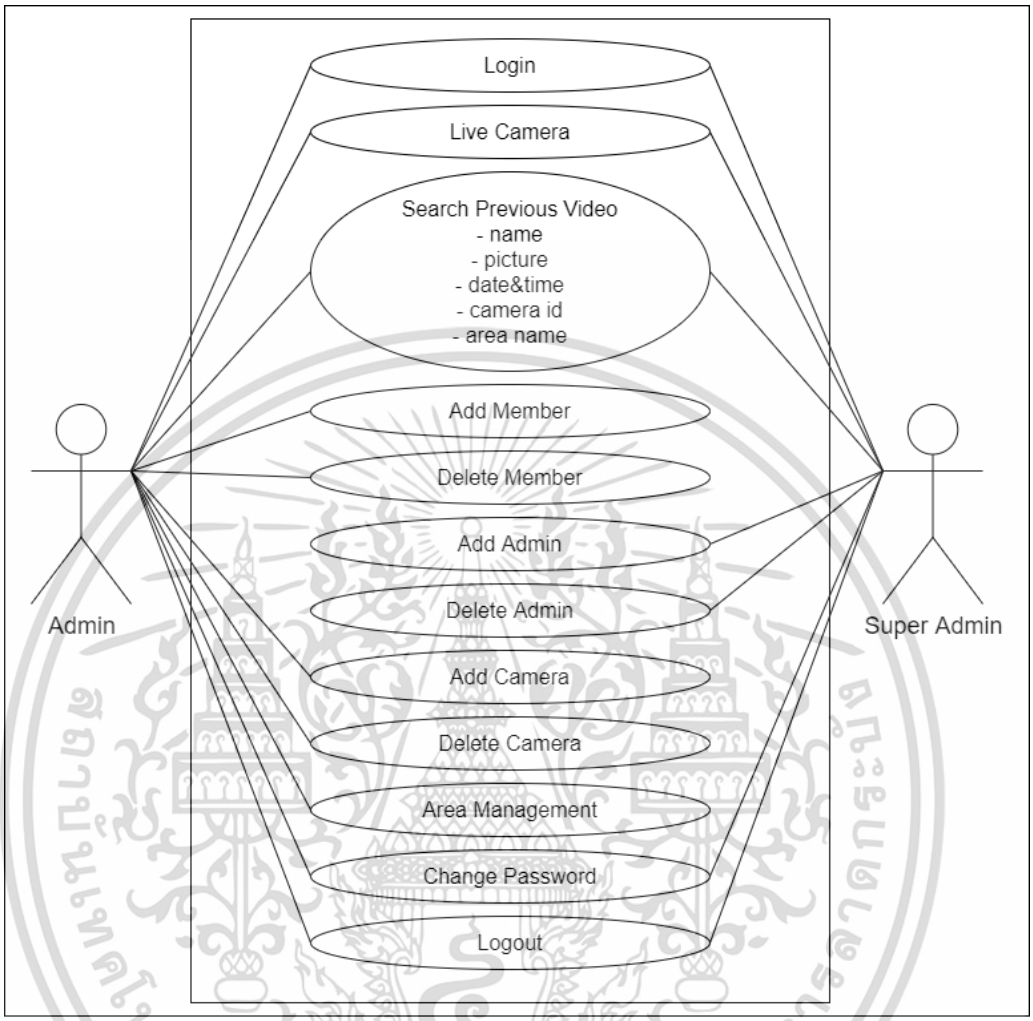
3.2.7 การทำงานของ Web Application



รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการทำงานของ Web Application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบ Use Case



รูปที่ 3.10 Use Case Diagram

ตารางที่ 3.1 รายละเอียด Login

Use Case:	การเข้าสู่ระบบ
Actor:	Admin, Super Admin
Main Flow:	เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานทำการเข้าสู่ระบบ
Exceptional Flow:	ขึ้นข้อความ “Please check your username and password” หากมีการใส่ username หรือ password ผิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 รายละเอียด Live camera

Use Case:	ดูกล้องวงจดปิดแบบสด
Actor:	Admin, Super Admin
Main Flow:	เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานสามารถดูกล้องวงจรปิดทั้งหมดแบบสด
Exceptional Flow:	ขึ้นข้อความ “Unable to connect to IP 192.168.1.120” หากกล้องตัวนั้นไม่สามารถเชื่อมต่อได้ และจะเปลี่ยนเลข IP ไปตามกล้องที่เชื่อมต่อไม่ได้

ตารางที่ 3.3 รายละเอียด Search previous video

Use Case:	การค้นหาวิดีโอย้อนหลัง
Actor:	Admin, Super Admin
Main Flow:	เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานสามารถค้นหาวิดีโอย้อนหลังทั้งหมดด้วยชื่อของสมาชิก (name) รูปภาพ(picture) วันและเวลา (date&time) เลขประจำกล้อง (camera id) หรือชื่อของพื้นที่(area name) และแสดงเส้นทางการเดินของสมาชิกคนนี้
Exceptional Flow:	ขึ้นข้อความ “Not found, Please check your input again” หากชื่อของสมาชิกค้นหาไม่เจอ

ตารางที่ 3.4 รายละเอียด Add Member

Use Case:	การเพิ่มสมาชิก
Actor:	Admin
Main Flow:	เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานทำการเพิ่มสมาชิก
Exceptional Flow:	ขึ้นข้อความ “ID already exists” หากเลขประจำตัวของสมาชิกซ้ำกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 รายละเอียด Delete Member

Use Case:	การลบสมาชิกออกจากระบบ
Actor:	Admin
Main Flow:	เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานทำการลบสมาชิก และมีการยืนยันการลบก่อนจะทำการลบสมาชิก
Exceptional Flow:	ขึ้นข้อความ “Can’t find Id to delete” หากไม่พบไอดีที่จะทำการลบ

ตารางที่ 3.6 รายละเอียด Add Admin

Use Case:	การเพิ่มผู้ดูแลระบบ
Actor:	Super Admin
Main Flow:	เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานทำการเพิ่มผู้ดูแลระบบ
Exceptional Flow:	ขึ้นข้อความ “Username already exists” หาก username ของผู้ดูแลระบบซ้ำกัน

ตารางที่ 3.7 รายละเอียด Delete Admin

Use Case:	การลบผู้ดูแลระบบออกจากระบบ
Actor:	Super Admin
Main Flow:	เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานทำการลบผู้ดูแลระบบ และมีการยืนยันการลบก่อนจะทำการลบผู้ดูแลระบบ
Exceptional Flow:	ขึ้นข้อความ “Can’t find Id to delete” หากไม่พบไอดีที่จะทำการลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.8 รายละเอียด Add Camera

Use Case:	การเพิ่มกล้อง
Actor:	Admin
Main Flow:	เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานทำการเพิ่มกล้อง
Exceptional Flow:	ขึ้นข้อความ “IP already exists” หากเลข IP ของกล้องซ้ำกัน

ตารางที่ 3.9 รายละเอียด Delete Camera

Use Case:	การลบกล้องออกจากระบบ
Actor:	Admin
Main Flow:	เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานทำการลบกล้อง และมีการยืนยันการลบก่อนจะทำการลบสมาชิก
Exceptional Flow:	ขึ้นข้อความ “Can’t find Id to delete” หากไม่พบไอดีที่จะทำการลบ

ตารางที่ 3.10 รายละเอียด Area management

Use Case:	การกำหนดพื้นที่
Actor:	Admin
Main Flow:	เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานทำการกำหนดบล็อกในพื้นที่ของแต่ละกล้องกับพื้นที่จริง
Exceptional Flow:	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.11 รายละเอียด Change Password

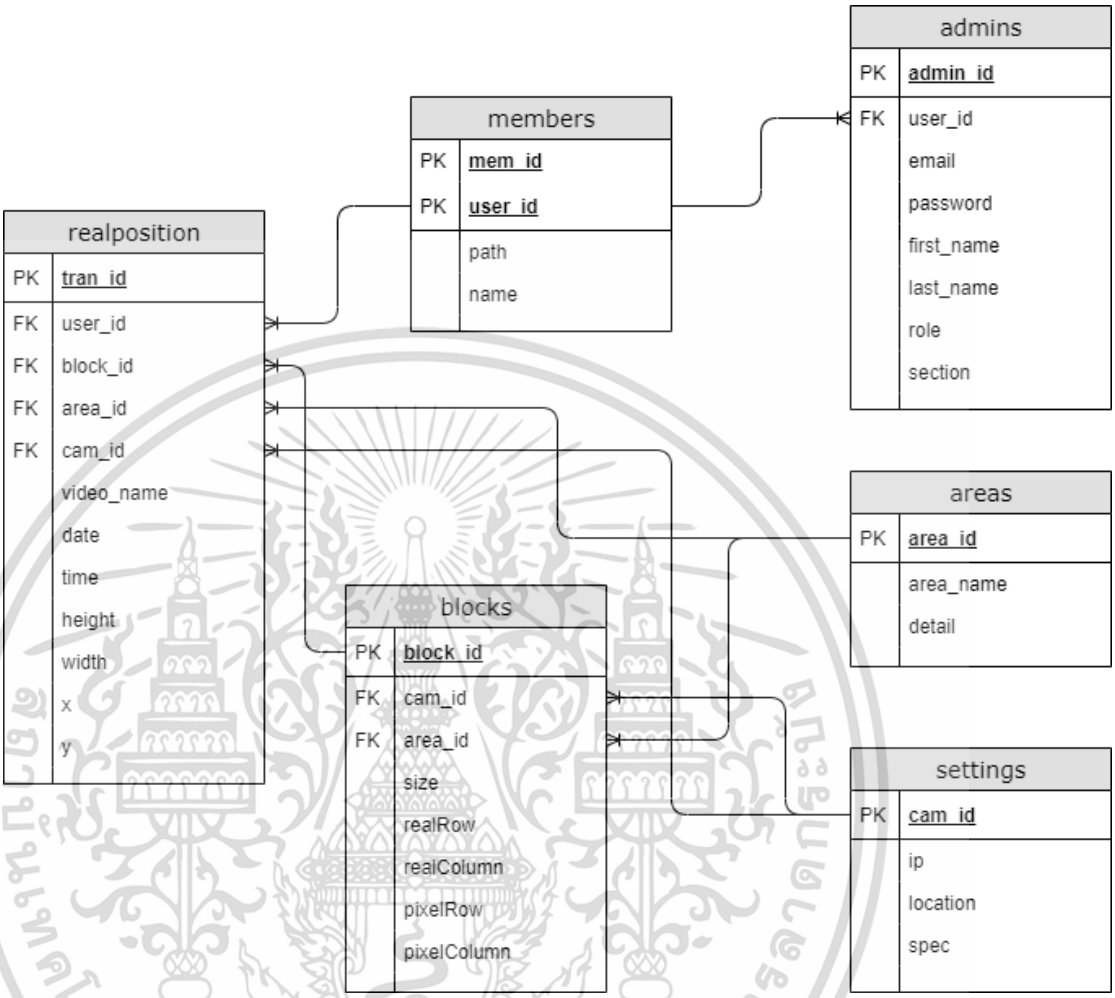
Use Case:	การเปลี่ยนรหัสผ่าน
Actor:	Admin, Super Admin
Main Flow:	เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานเปลี่ยนรหัสผ่านของตัวเอง
Exceptional Flow:	ขึ้นข้อความ “Please check your password” หากมีการใส่ password ผิด

ตารางที่ 3.12 รายละเอียด Logout

Use Case:	การออกจากระบบ
Actor:	Admin, Super Admin
Main Flow:	เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานทำการออกจากระบบ
Exceptional Flow:	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบฐานข้อมูล



รูปที่ 3.11 การออกแบบฐานข้อมูล

3.4.1 Members

ตารางฐานข้อมูล Member เป็นตารางการเก็บข้อมูลของสมาชิก

ตารางที่ 3.13 รายละเอียดตารางฐานข้อมูล Member

คีย์	ชื่อแอดทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	mem_id	INT	ไอดีของแต่ละสมาชิก
PK	user_id	TEXT	เลขประจำตัวของแต่ละสมาชิก
-	name	TEXT	ชื่อของแต่ละผู้ใช้
-	path	TEXT	Path ไปที่เก็บรูปภาพหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 Admins

ตารางฐานข้อมูล Admin เป็นตารางการเก็บข้อมูลของผู้ดูแลระบบ ซึ่งผู้ดูแลระบบจะถูกเพิ่มและลบโดย Super Admin และ Admin ทุกคนจะเห็นข้อมูลที่กำหนดไว้ของกันและกัน

ตารางที่ 3.14 รายละเอียดตารางฐานข้อมูล Admin

คีย์	ชื่อแอดทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	admin_id	INT	ไอดีของแต่ละผู้ดูแลระบบ
FK	user_id	TEXT	เลขประจำตัวของแต่ละสมาชิก
-	email	TEXT	ไอดีของ admin ที่ใช้ในการ Login
-	password	TEXT	Password ของ admin ใช้ในการ Login
-	first_name	TEXT	ชื่อของผู้ดูแลระบบ
-	last_name	TEXT	นามสกุลของผู้ดูแลระบบ
-	role	TEXT	ตำแหน่งของผู้ดูแลระบบ
-	section	TEXT	พื้นที่ที่ได้รับมอบหมาย

3.4.3 Realposition

ตารางฐานข้อมูล Realposition เป็นตารางการเก็บข้อมูลหลังจากการประมวลผล

ตารางที่ 3.15 รายละเอียดตารางฐานข้อมูล Realposition

คีย์	ชื่อแอดทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	tran_id	INT	ไอดีของแต่ละการ Process
FK	user_id	TEXT	เลขประจำตัวของแต่ละสมาชิก
FK	block_id	INT	ไอดีของแต่ละช่อง
FK	area_id	INT	ไอดีของแต่ละพื้นที่
FK	cam_id	INT	ไอดีของแต่ละกล้อง
-	video_name	TEXT	ชื่อของแต่ละวิดิโอ
-	date	TEXT	วันเดือนปีขณะนั้น
-	time	TEXT	เวลาขณะนั้น
-	height	INT	ความสูงของกล่องที่ตรวจจับบุคคล
-	width	INT	ความกว้างของกล่องที่ตรวจจับบุคคล
-	x	INT	จุดอ้างอิงของกล่องที่ตรวจจับบุคคล
-	y	INT	จุดอ้างอิงของกล่องที่ตรวจจับบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 Settings

ตารางฐานข้อมูล Settings เป็นตารางการเก็บข้อมูลของกล้อง

ตารางที่ 3.16 รายละเอียดตารางฐานข้อมูล Settings

คีย์	ชื่อแอดทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	cam_id	INT	ไอดีของแต่ละกล้อง
-	ip	TEXT	เลขไอพีของแต่ละกล้อง
-	spec	TEXT	คุณสมบัติของแต่ละกล้อง
-	location	TEXT	สถานที่ที่ติดตั้งกล้อง

3.4.5 Area

ตารางฐานข้อมูล Area เป็นตารางการเก็บข้อมูลของพื้นที่

ตารางที่ 3.17 รายละเอียดตารางฐานข้อมูล Area

คีย์	ชื่อแอดทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	area_id	INT	ไอดีของแต่ละพื้นที่
FK	area_name	TEXT	ชื่อของแต่ละพื้นที่
-	Detail	TEXT	คำอธิบายของแต่ละพื้นที่

3.4.6 Block

ตารางฐานข้อมูล Block เป็นตารางการเก็บข้อมูลของช่องในพื้นที่

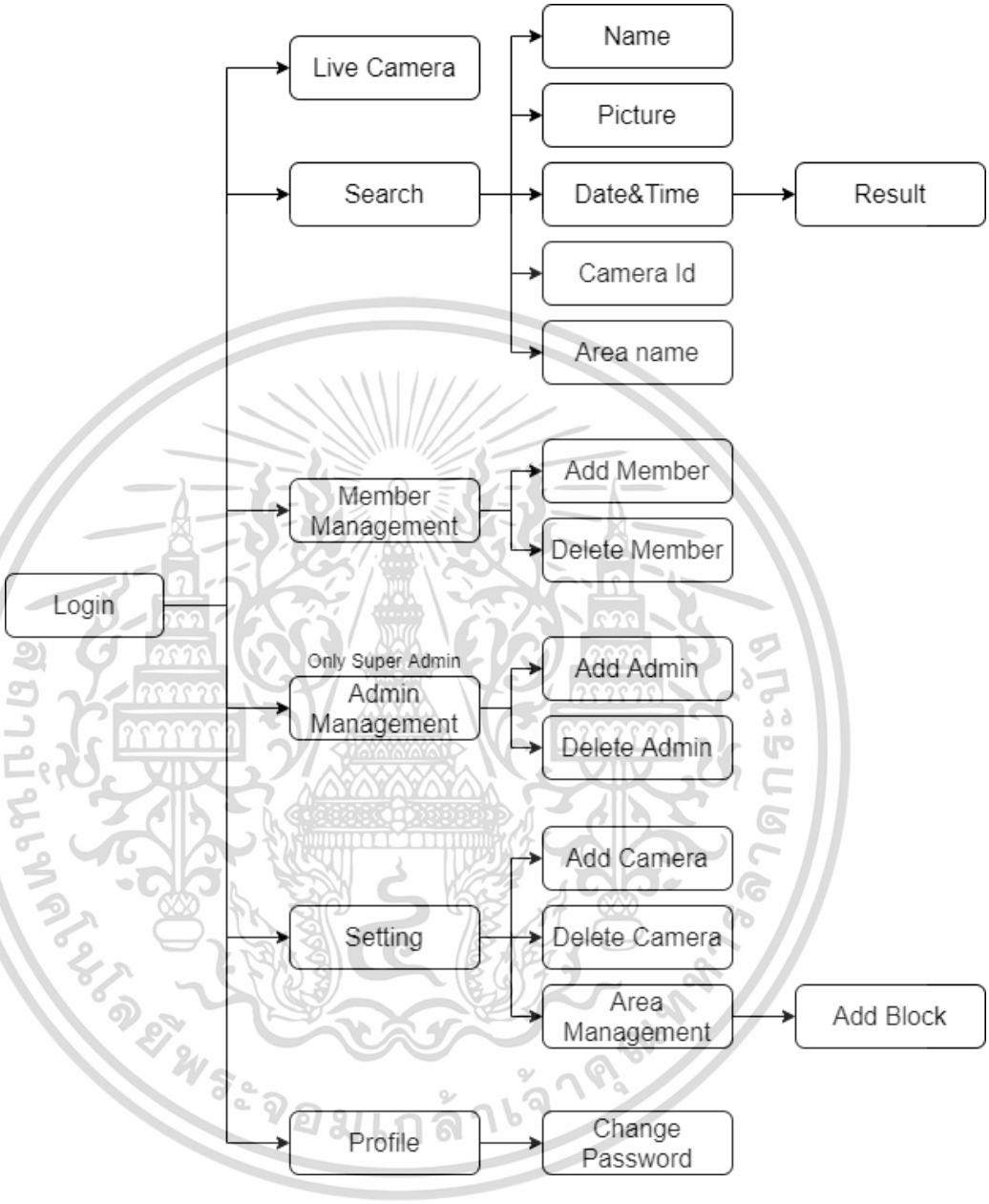
ตารางที่ 3.18 รายละเอียดตารางฐานข้อมูล Block

คีย์	ชื่อแอดทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	รายละเอียด
PK	block_id	INT	ไอดีของแต่ละช่อง
FK	cam_id	INT	ไอดีของแต่ละกล้อง
FK	area_id	INT	ไอดีของแต่ละพื้นที่
-	size	INT	ความละเอียดของช่อง (1, 5, 10)
-	realRow	INT	แถวของพื้นที่จริง
-	realColumn	INT	คอลัมน์ของพื้นที่จริง
-	pixelRow	INT	แถวของภาพบนกล้อง
-	pixelColumn	INT	คอลัมน์ของภาพบนกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบหน้าการใช้งาน

3.5.1 Sitemap



รูปที่ 3.12 Sitemap

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

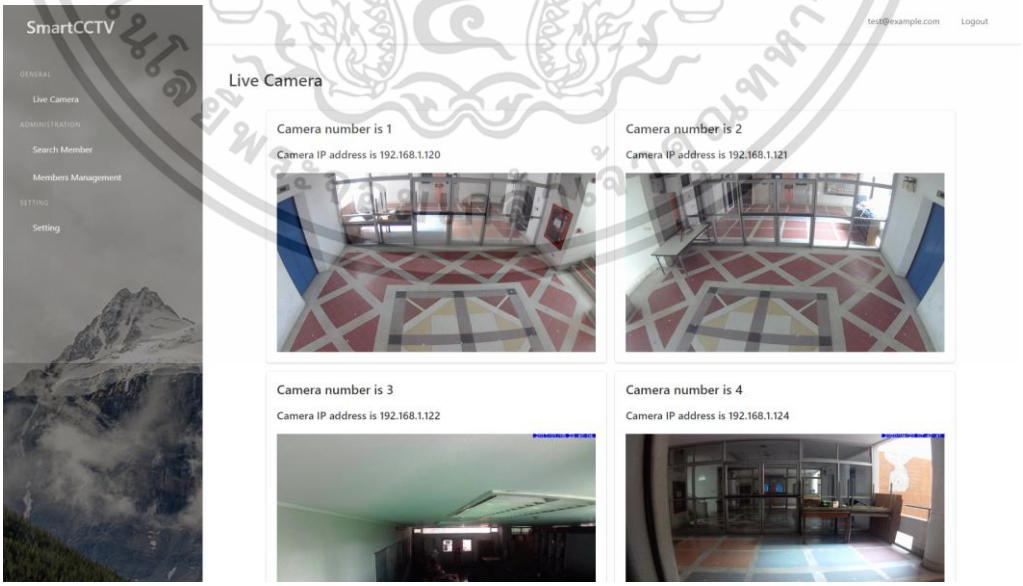
3.5.2 หน้าเข้าสู่ระบบ

หน้าเข้าสู่ระบบเป็นหน้าที่ให้ผู้ใช้งานได้ทำการกรอก username และ password จากนั้นทำการกดปุ่ม Submit เพื่อทำการเข้าสู่ระบบ

รูปที่ 3.13 หน้า Login

3.5.3 หน้า Live Camera

หน้า Live Camera เป็นหน้าเว็บที่ผู้ใช้งานได้ดูการถ่ายทอดสดของกล้องวงจรปิด

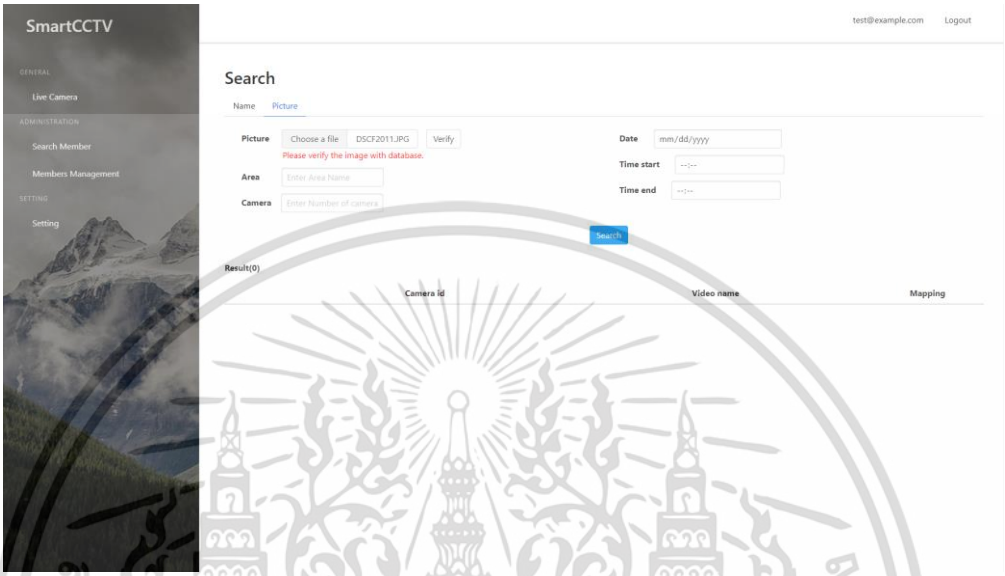


รูปที่ 3.14 หน้า Live Camera

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

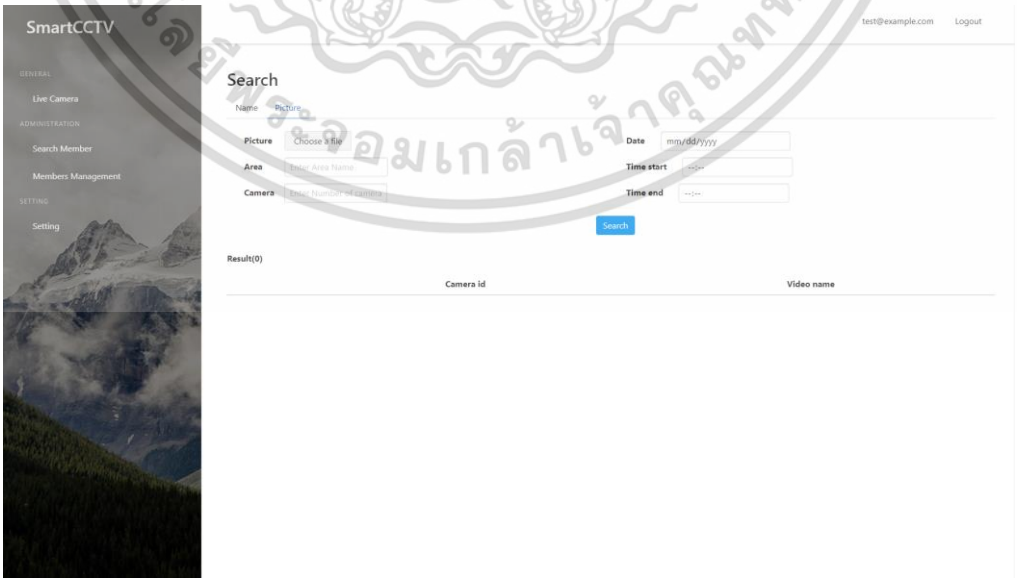
3.5.4 หน้า Search

หน้า Search เป็นหน้าเว็บที่ผู้ใช้งานสามารถค้นหาวิดีโอย้อนหลัง ซึ่งสามารถค้นหาได้โดยการกรอกข้อมูลต่าง ๆ เช่น วันที่ เวลา หรือชื่อของสมาชิก เป็นต้น และผลลัพธ์ของการค้นหาจะแสดงในรูปแบบตาราง



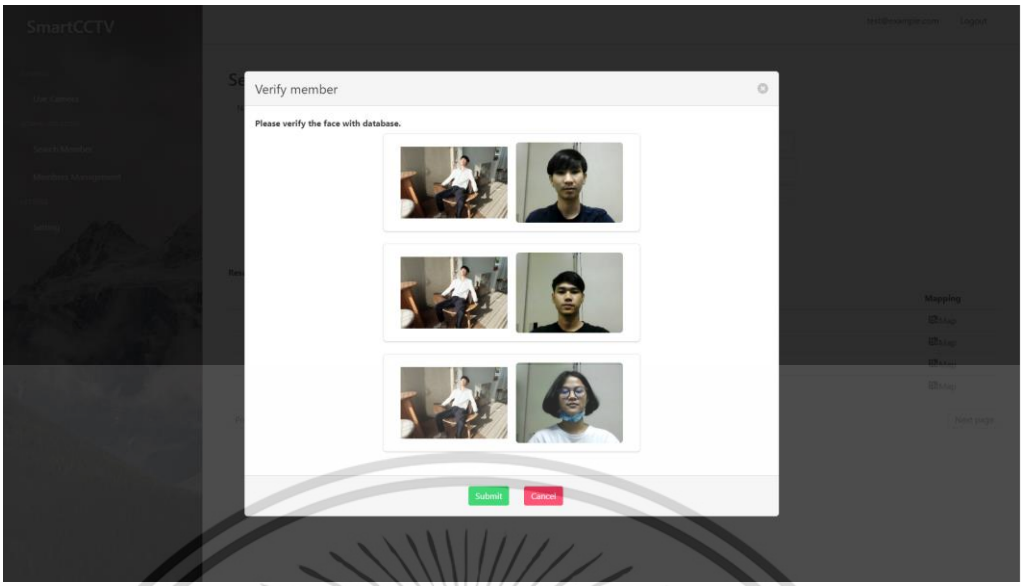
รูปที่ 3.15 หน้า Search ด้วยชื่อ

หน้าของการค้นหาด้วยรูปภาพ ผู้ใช้งานจะต้องทำการอัพโหลดรูปภาพ จากนั้นจะต้องกดปุ่ม verify เพื่อตรวจสอบและเลือกบุคคลใกล้เคียงกับบุคคลในภาพที่จะค้นหา จาก 3 อันดับแรกที่ระบบได้ทำการตรวจสอบมาให้



รูปที่ 3.16 หน้า Search ด้วยรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

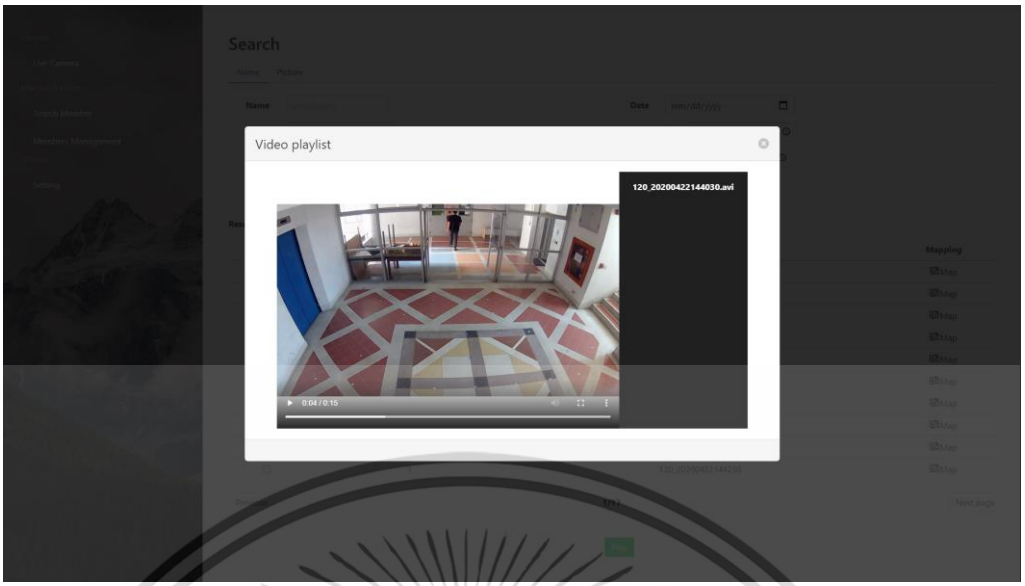


รูปที่ 3.17 หน้าตรวจสอบใบหน้า

ผลลัพธ์จากการค้นหานั้นสามารถเลือกวิดิโอที่จะแสดง โดยการเลือกจากปุ่มข้างๆ จากนั้นทำการกดปุ่ม Play วิดิโอจะแสดงผลในรูปแบบเพลย์ลิสต์ที่สามารถเล่นวิดิโอต่อไปต่อจากวิดิโอแรกจบลง

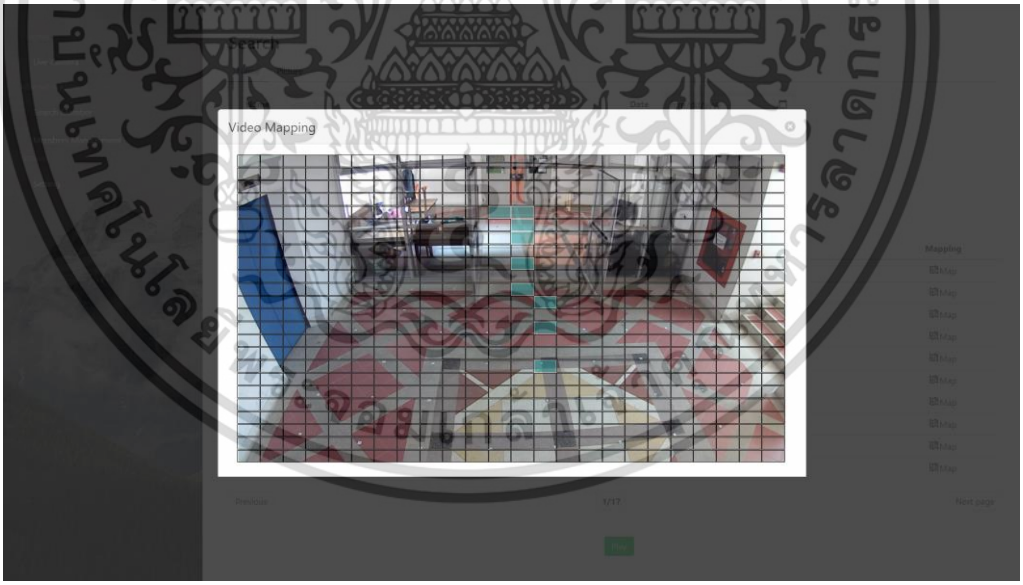
รูปที่ 3.18 ผลลัพธ์การค้นหาวิดิโอย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 ผลลัพธ์ของการค้นหา โดยแสดงเป็นแบบ Video Playlist

การแสดงเส้นทางการเดินของบุคคลที่ค้นหาในแต่ละวิดีโอ สามารถแสดงผลได้ด้วยการกดปุ่ม Map ในหัวข้อ Mapping ซึ่งจะแสดงเส้นทางโดยนำเสนอเป็นช่อง ว่าบุคคลนั้นเดินไปที่ช่องไหนบ้าง ในแต่ละวิดีโอ

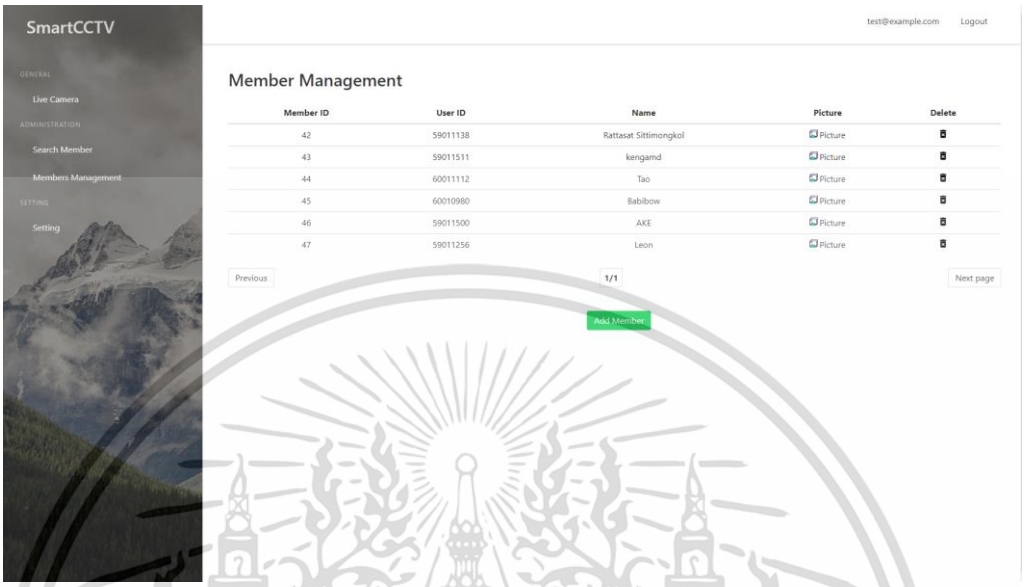


รูปที่ 3.20 ผลลัพธ์ของการค้นหา โดยแสดงจุดบนพื้นที่

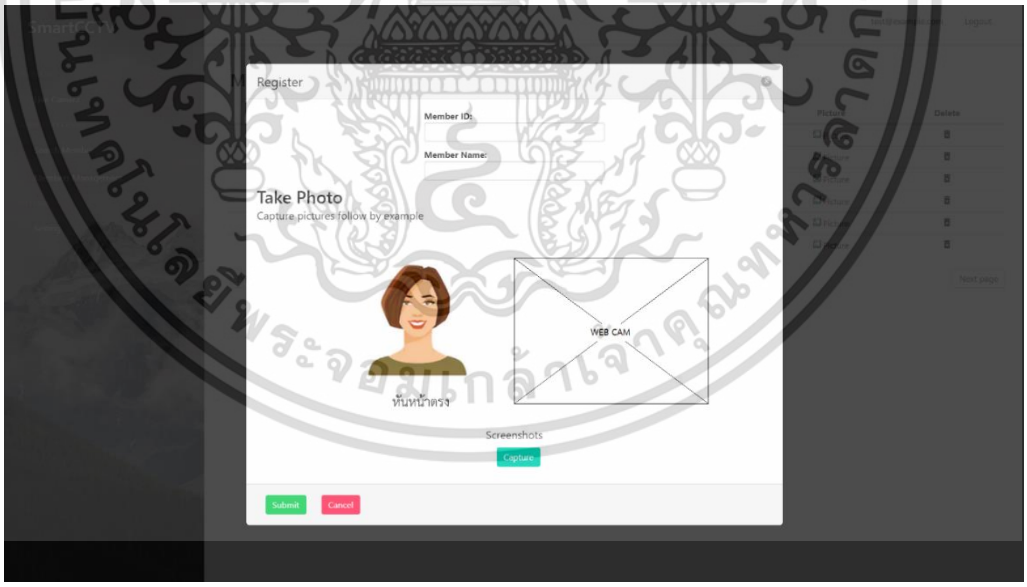
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.5 หน้า Member Management

หน้า Member Management เป็นหน้าเว็บสำหรับการจัดการสมาชิก ทั้งเพิ่มสมาชิก ลบสมาชิก และแก้ไขสมาชิก โดยรายชื่อสมาชิกทั้งหมดจะแสดงในรูปแบบตาราง

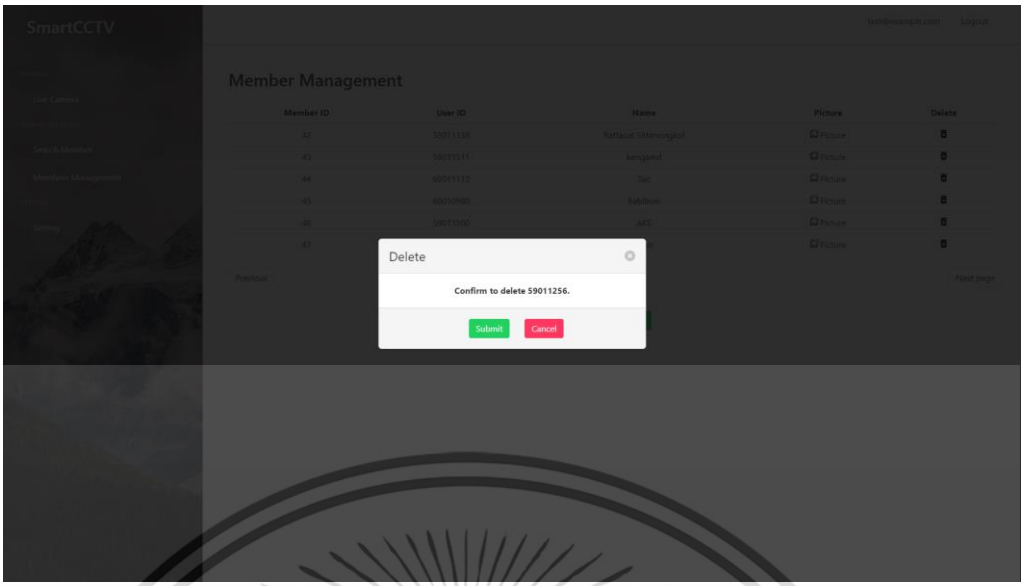


รูปที่ 3.21 หน้า Member Management



รูปที่ 3.22 หน้าเพิ่ม Member

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



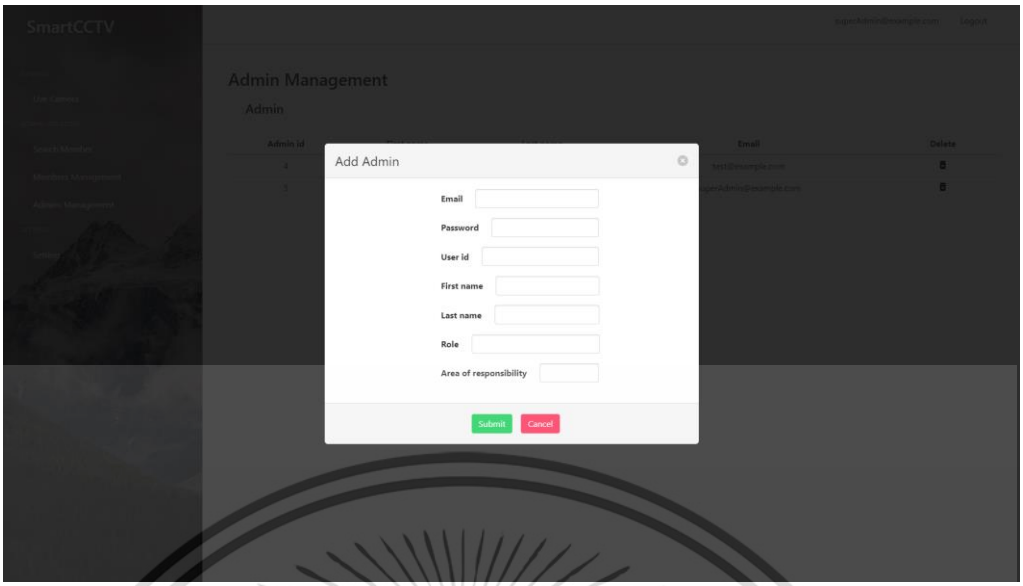
รูปที่ 3.23 หน้ายืนยันลบ Member

3.3.6 หน้า Admin Management

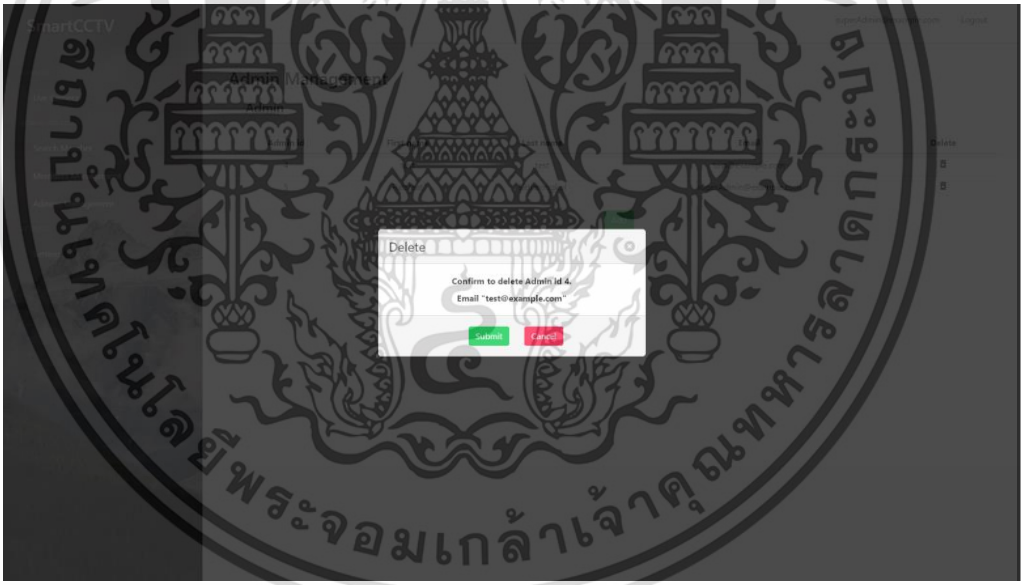
หน้า Admin Management เป็นหน้าที่เข้าใช้งานได้เฉพาะผู้ใช้งานที่มีสิทธิ์เป็น Super Admin การใช้งานในหน้านี้จะเป็นการเพิ่มและลบผู้จัดการระบบ (Admin)

รูปที่ 3.24 หน้า Admin Management

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 หน้า Add Admin

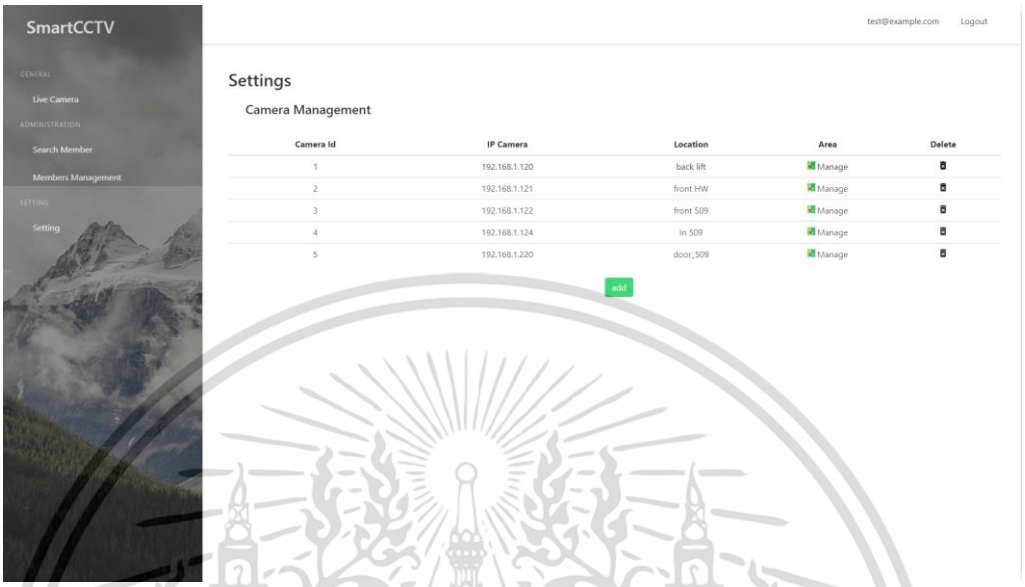


รูปที่ 3.26 หน้ายืนยันการลบผู้ดูแลระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

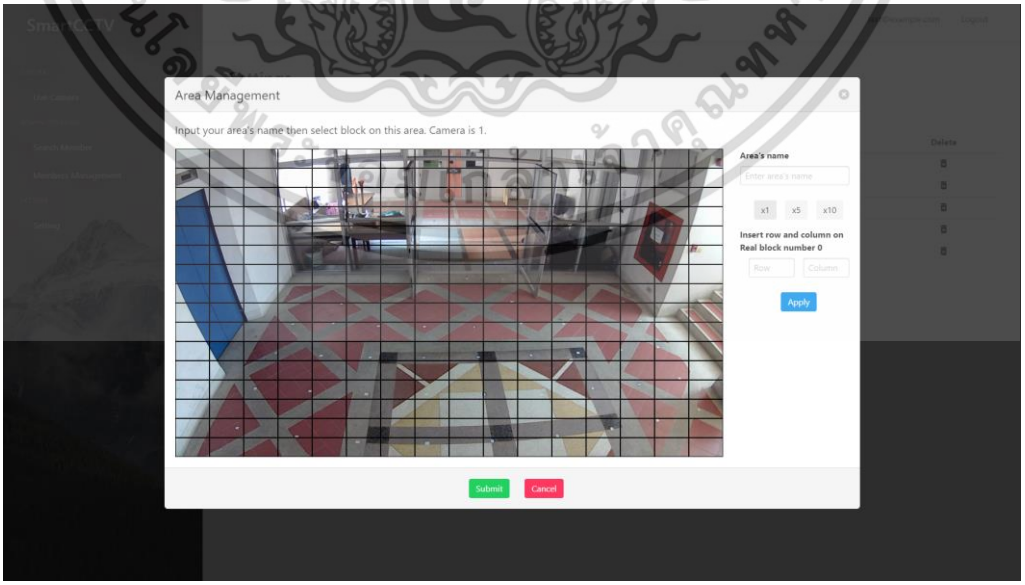
3.3.7 หน้า Setting

หน้า Setting เป็นหน้าที่ผู้ใช้งานสามารถเข้ามาจัดการกับกล้องทั้งหมดที่อยู่ในระบบ



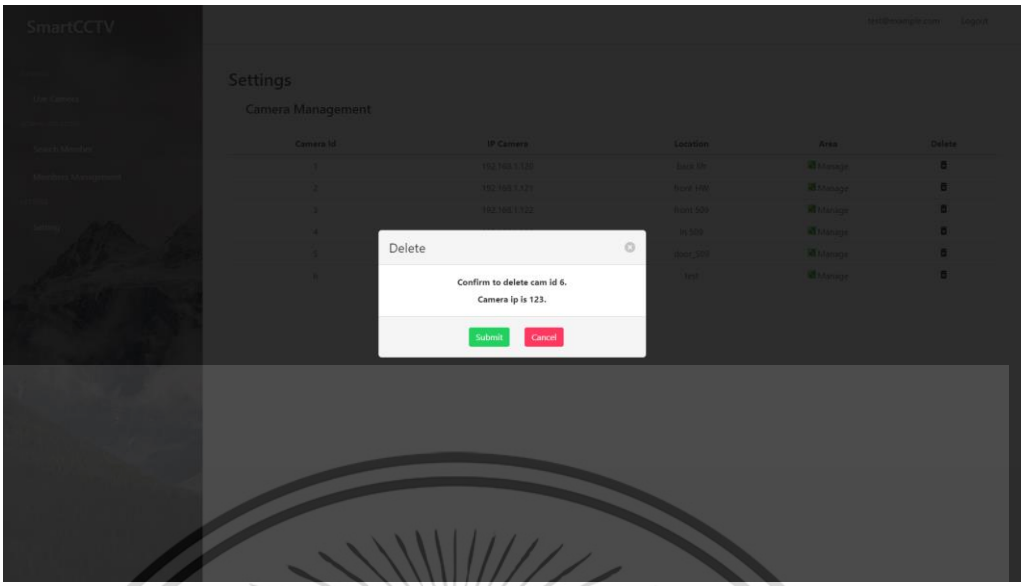
รูปที่ 3.27 หน้า Setting

หน้าการกำหนดพื้นที่บนภาพกับพื้นที่จริง ผู้ใช้งานจะต้องเลือกเข้ามากำหนดในแต่ละกล้องเอง โดยผู้ใช้งานจะต้องกรอกชื่อพื้นที่ จากนั้นสามารถเลือกความละเอียดของขนาดช่องได้ 3 ขนาด แล้วเลือกชื่อ 1 ช่อง กรอกแถวและคอลัมน์ตามพื้นที่จริง



รูปที่ 3.28 หน้า Area Management

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



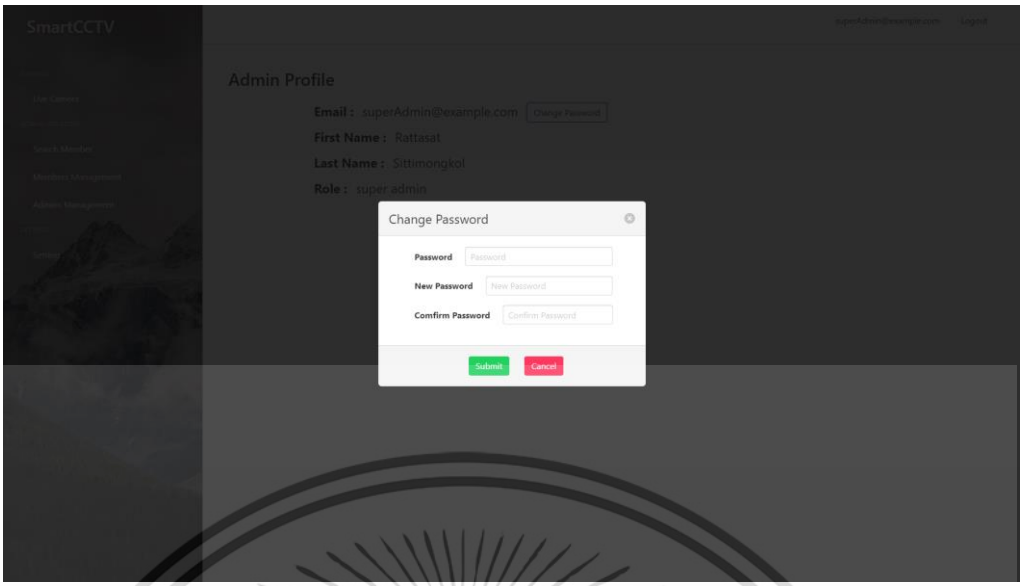
รูปที่ 3.29 หน้ายืนยันการลบกล้อง

3.3.8 หน้า Profile

หน้า Profile หรือหน้าข้อมูลส่วนตัว เป็นหน้าที่ผู้ใช้งานสามารถเข้ามาดูรายละเอียดของตนเอง และเปลี่ยนรหัสผ่านได้

รูปที่ 3.30 หน้า Profile

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



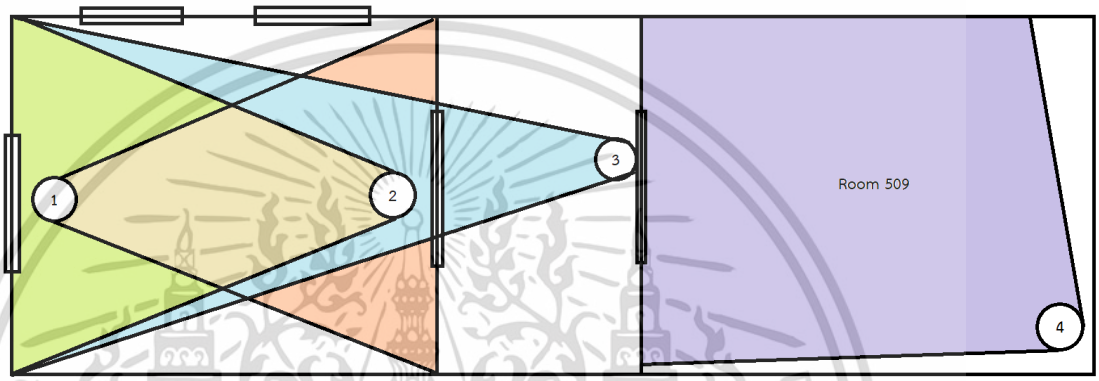
รูปที่ 3.31 หน้าเปลี่ยนรหัสผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

เงื่อนไขของการทดสอบระบบ มีจำนวนกล้องวงจรปิดทั้งหมด 4 ตัว ติดตั้งที่อาคารปฏิบัติการรวมวิศวกรรมศาสตร์ 2 (ECC Building) ชั้น 5 บริเวณหน้าห้อง 509 โดยตำแหน่งของกล้องวงจรปิดจะเป็นดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แผนผังแสดงตำแหน่งของการติดตั้งกล้องวงจรปิด

กล้องวงจรปิดหมายเลข 1 และ 2 จะติดตั้งที่เพดานของชั้น หันหน้ากล้องทั้งสองสวนทางกัน เพื่อทดสอบการRe-Id ระหว่างกล้อง

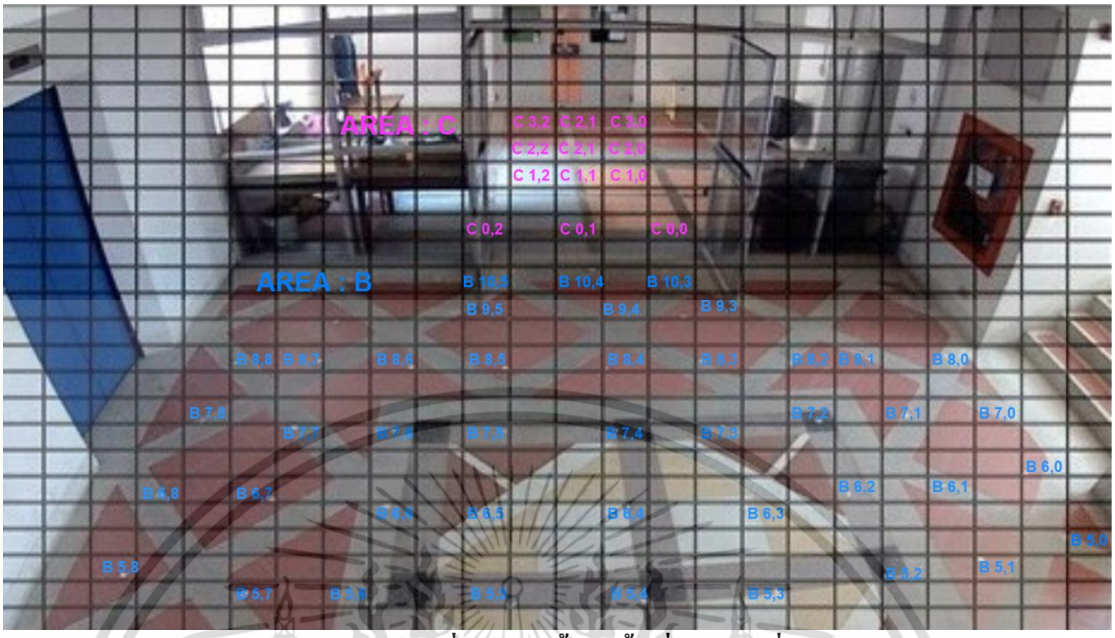
กล้องวงจรปิดหมายเลข 3 จะติดตั้งที่ประตูในระดับความสูงประมาณ 1.6 เมตร เพื่อตรวจจับใบหน้าและจดจำใบหน้าของบุคคล

กล้องวงจรปิดหมายเลข 4 จะติดตั้งที่มุมเพดานของห้อง 509 เพื่อเก็บวิดีโอของบุคคลที่เดินเข้ามาภายในห้อง 509

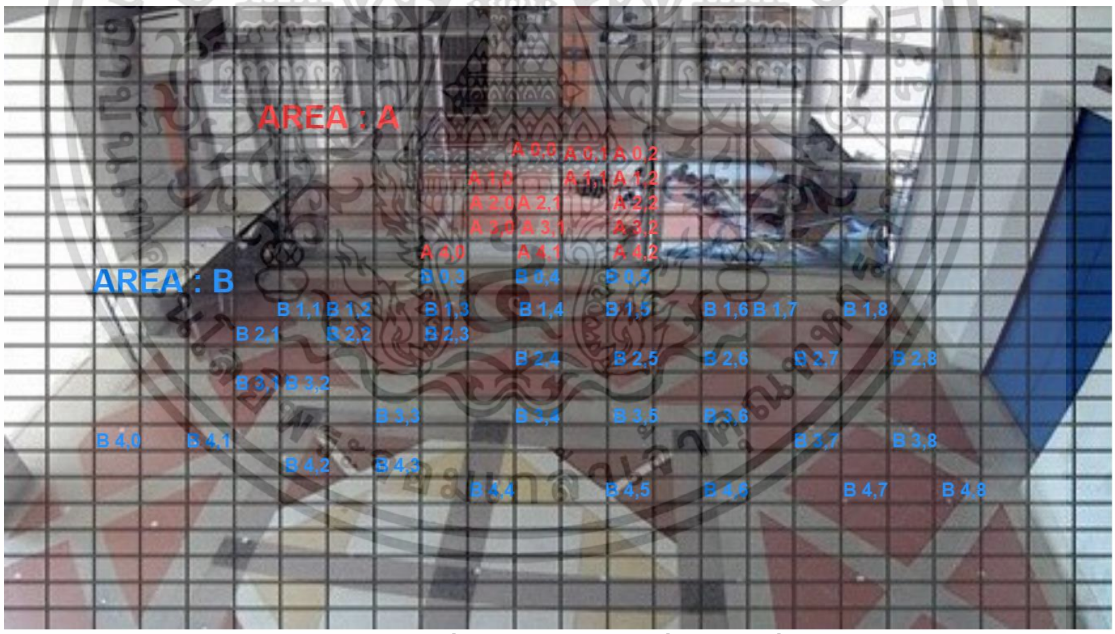
กล้องวงจรปิดทั้งหมดต่อเข้ากับเร้าเตอร์ภายในห้อง 509 ด้วยสาย LAN และกล้องวงจรปิดทั้งหมดได้ทำการกำหนด IP Address ไว้แบบ static โดยกล้องวงจรปิดจะมีความละเอียดภาพ 1280x720 พิกเซล และแต่ละวิดีโอมี Frame rate 20 เฟรมต่อวินาที อัตราการ Sampling ภาพจริงที่ถูกนำไปใช้คือ 280-290 ต่อคลิป

พื้นที่ที่ได้ทำการกำหมดไว้มีทั้งหมด 3 พื้นที่ คือ พื้นที่ A, พื้นที่ B และพื้นที่ C ช่องทั้งหมดมี 105 ช่อง พื้นที่ A มีทั้งหมด 15 ช่อง พื้นที่ B มีทั้งหมด 78 ช่อง และพื้นที่ C มีทั้งหมด 12 ช่อง โดยกำหนดช่องจากจุดบนพื้นที่จริงตามรูปที่ 4.2, 4.3 และรูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

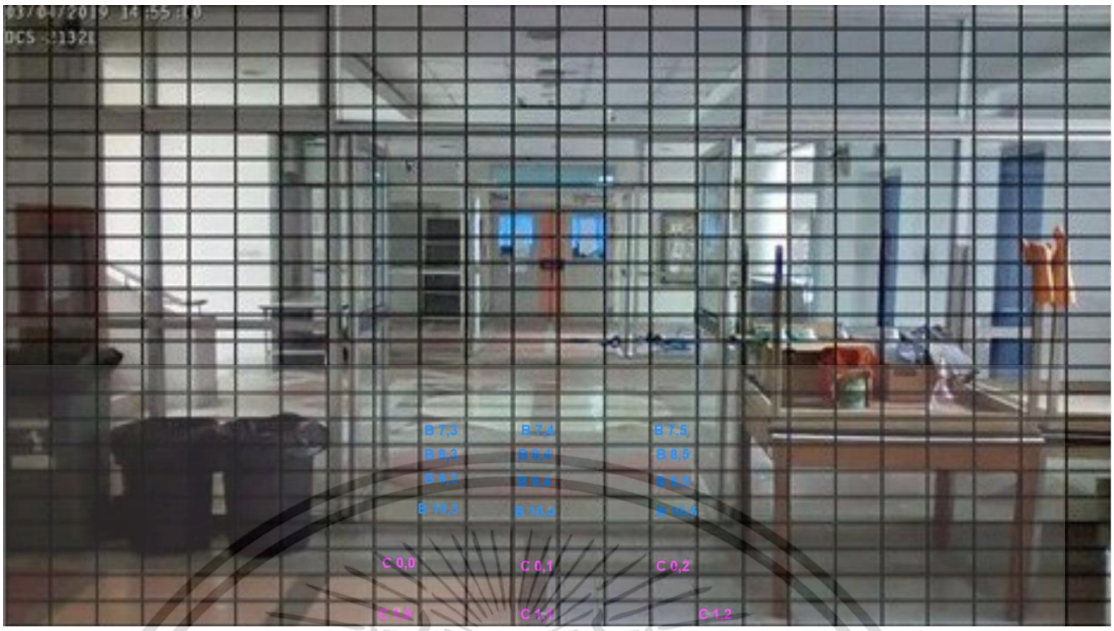


รูปที่ 4.2 การตั้งค่าพื้นที่ในกล้องที่ 1



รูปที่ 4.3 การตั้งค่าพื้นที่ในกล้องที่ 2

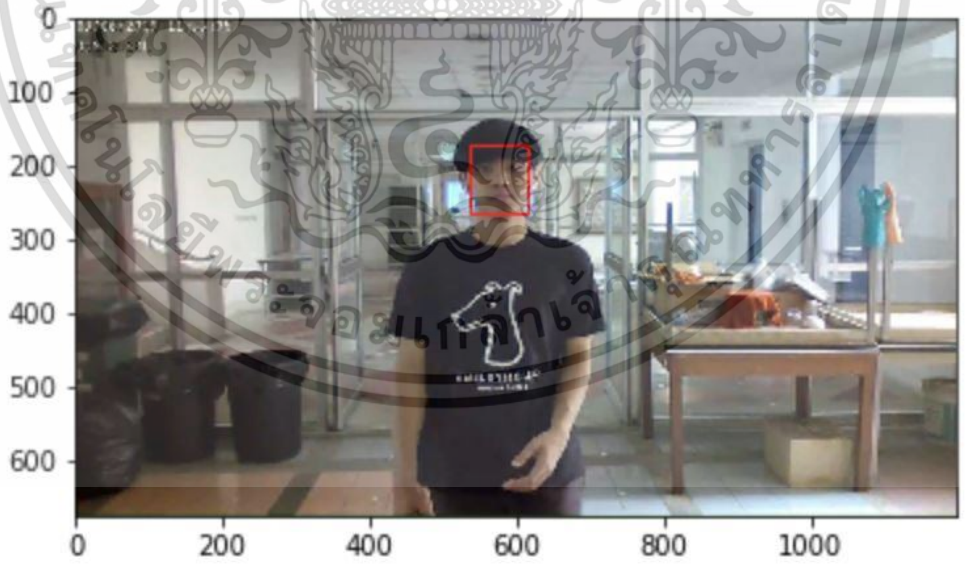
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 การตั้งค่าพื้นที่ในกล้องที่ 3

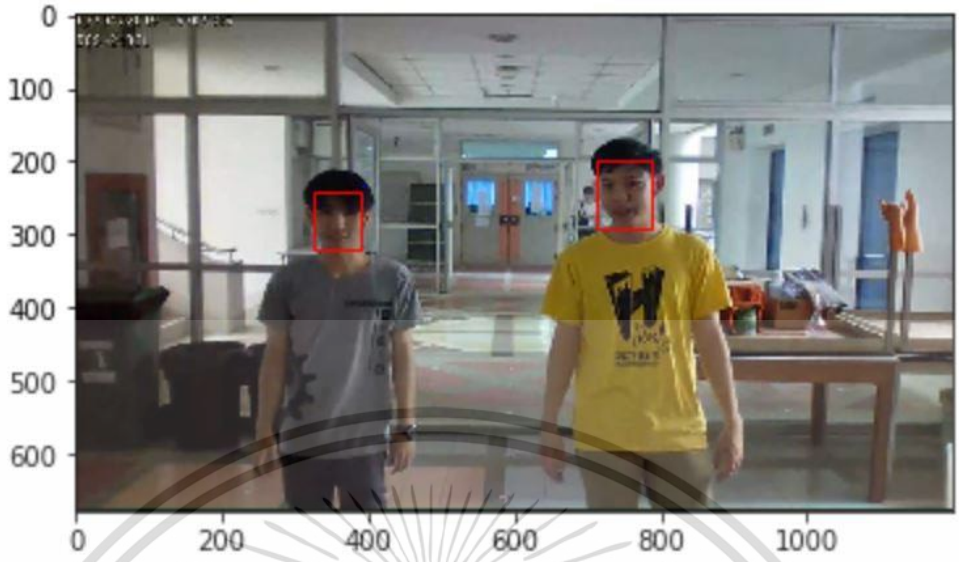
4.1 การทดสอบโมเดล Face Detection Using MTCNN

การทดลองโมเดล Face Detection Using MTCNN เป็นการทดสอบการตรวจจับใบหน้าด้วย Deep Learning โดยทดสอบจากวิดีโอย้อนหลังที่รับเข้ามาแล้วนำมาประมวลผล ผลที่ได้จากการทดสอบเป็นไปตามรูป 4.5



รูปที่ 4.5 ผลการทดลองโมเดล Face Detection Using MTCNN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ผลการทดลองโมเดล Face Detection Using MTCNN

4.1.1 สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองโมเดล Face Detection Using MTCNN โดยการนำวิดีโอย้อนหลังมาประมวลผล พบว่าสามารถตรวจจับใบหน้าได้ โดยจะทำงานได้สมบูรณ์ในสภาพแวดล้อมที่มีแสงเพียงพอ (Average Grayscale 100-160) โดยระบบจะเลือกมาเฉพาะภาพใบหน้าที่มีขนาดมากกว่า 100 *100 pixel เพื่อนำไปประมวลผลต่อไป

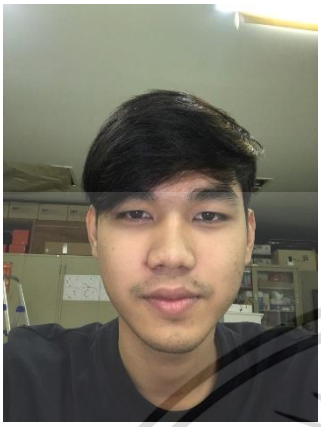
4.2 การทดสอบโมเดล Face Recognition Using Facenet

การทดลองโมเดล Face Recognition Using Facenet เป็นการทดสอบการจดจำใบหน้า โดยการนำรูปภาพมาประมวลผลให้ได้ค่าคุณลักษณะทั้งหมด 128 ค่า แล้วนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันของใบหน้าของคนอื่น ผลที่ได้จากการทดสอบเป็นไปตามรูป 4.2 และรูป 4.3

```
Embeddings = [[ 0.06608485 -0.09419087 -0.07032379  0.05840328  0.09900028 -0.03013843
  0.04340561 -0.19055727  0.06460566  0.11280939 -0.22282286 -0.0702929
 -0.06064285 -0.22516067 -0.0558405  -0.10348033  0.08544294  0.00547662
  0.05648345 -0.12911223  0.05256536 -0.05174359 -0.11251865 -0.01722687
  0.03517058  0.06146904  0.05042511  0.05144078 -0.02004749 -0.01756078
  0.0711101   0.1042625   0.03858118 -0.130475   -0.00165499 -0.10581639
 -0.04658252 -0.00176357  0.13722663 -0.1130783  -0.05346611 -0.03524715
 -0.14694211 -0.04155283 -0.02545257  0.10425741 -0.10838947  0.14490977
 -0.16606186  0.04893066 -0.09479792 -0.00278394  0.00722433  0.06487657
  0.158437    0.05352215  0.00804062 -0.1259157   0.02727908 -0.14608699
 -0.13563524 -0.22311342 -0.03046959  0.06696106 -0.01480679  0.13481127
  0.00105531 -0.12602346  0.03380127 -0.08299153  0.00850268 -0.17849249
  0.02422872 -0.04499976 -0.03540796  0.01364475 -0.06395828  0.02236933
  0.0543041   0.00331179  0.01875493 -0.06914673 -0.04687404  0.02153661
  0.11823799 -0.08226134 -0.02441004 -0.11812308 -0.04718009  0.17900132
  0.02018221 -0.01452604 -0.13764548  0.00795551 -0.01352221 -0.02461797
 -0.02039579 -0.01057376 -0.18916588 -0.12447447 -0.03640493  0.11033421
  0.049236   -0.10680521 -0.1153668   0.05958671 -0.03935242 -0.08371089
  0.05153693 -0.07018126 -0.09013824  0.07926682 -0.11652991  0.00887329
  0.01841007  0.08251647 -0.13028312 -0.01842643 -0.05027687  0.05679856
  0.05337113 -0.0474693   0.06199505  0.03211737 -0.00993481 -0.00129133
  0.1877096  -0.00776673]]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก)



ข)

```
Embeddings = [[ 0.08437298  0.01801403 -0.07097638  0.0679573   0.06257514 -0.02694891
  0.07584111 -0.21983294  0.02939343  0.05081845 -0.18425094  0.01863841
 -0.02345786 -0.23306432  0.03109891 -0.1063722   0.04958007 -0.03359354
  0.07762235 -0.14368409 -0.02505274 -0.07236558 -0.13490658 -0.05756557
  0.02116393  0.05109427  0.03684097  0.08060218 -0.07338425  0.00504112
  0.07261079  0.06778356 -0.01818539 -0.13781942 -0.03635936 -0.09628575
 -0.06677811 -0.05584221  0.1730813  -0.06872737 -0.04140037 -0.01008559
 -0.15651213 -0.02852162 -0.022529    0.14533415 -0.04336831  0.10018728
 -0.18557161  0.06452253 -0.08269097  0.0272866   0.02614612  0.07364365
  0.15516075  0.04865613  0.01069069 -0.08952474  0.04644338 -0.09068844
 -0.07015366 -0.2882712   0.01497218 -0.00974952  0.08405154  0.02177526
 -0.02636578 -0.12797001 -0.07501833 -0.08155234  0.02067528 -0.11155317
 -0.00045124 -0.02647348 -0.02559186  0.07274544 -0.03703464  0.12114605
  0.04922843  0.01314114  0.01132085 -0.0328071  -0.05851286 -0.01236961
  0.09649072 -0.13275449 -0.04432944 -0.15071146 -0.08784578  0.1041109
  0.02689122 -0.05977347 -0.09994222 -0.05416313 -0.01525126 -0.02251134
 -0.06713736  0.03378648 -0.14884998 -0.14080016 -0.0315902   0.1000216
  0.07449454 -0.11401399 -0.13863704  0.05523061 -0.09375818  0.00165957
  0.04812732 -0.09658922 -0.12488671  0.11787421 -0.08324677 -0.04025868
  0.06032955  0.12974863 -0.12001751  0.00032253 -0.02018358  0.14245792
  0.03830663 -0.08579997  0.11554077  0.0436141   0.01650493 -0.01697938
  0.10445643 -0.00193491]]
```

ค)

ง)

รูปที่ 4.7 ผลการทดสอบ Face Embedding Vector

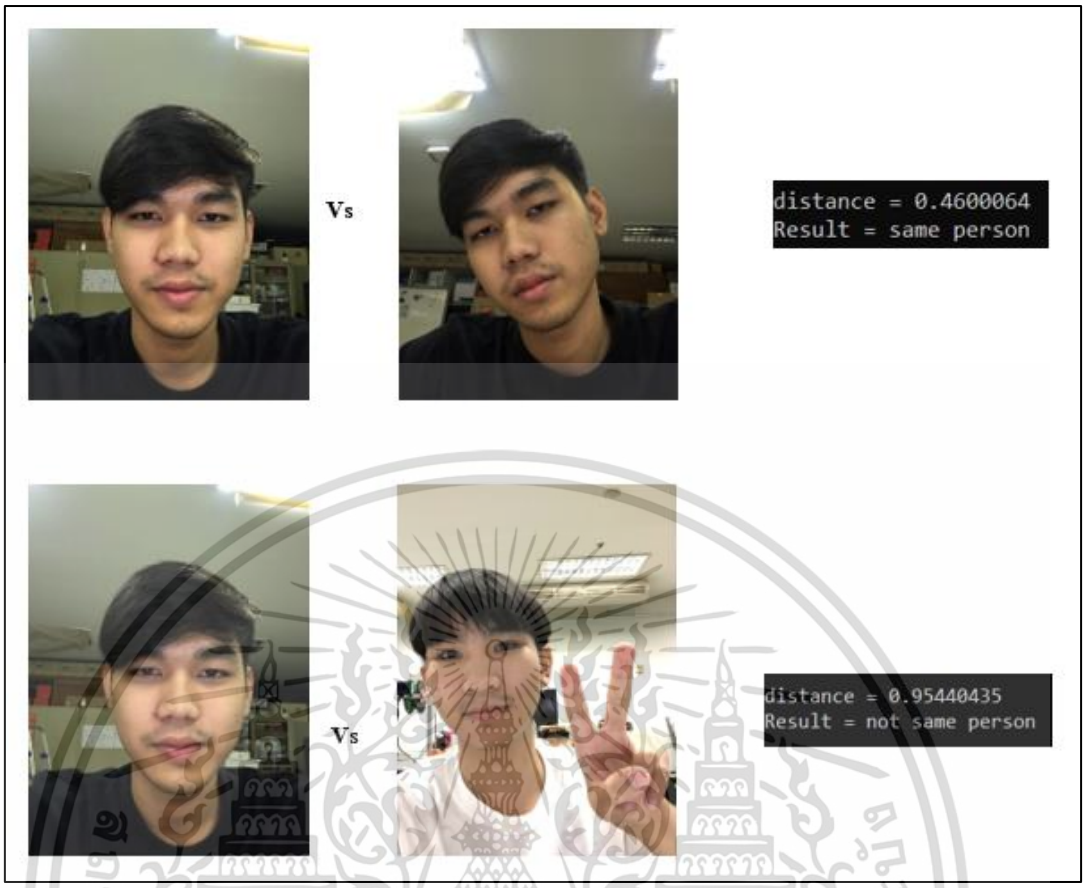
ก) รูปภาพที่นำเข้ามาทดสอบรูปภาพที่ 1

ข) ผลลัพธ์ค่าคุณลักษณะที่ได้หลังจากการประมวลผลรูปภาพที่ 1

ค) รูปภาพที่นำเข้ามาทดสอบรูปภาพที่ 2

ง) ผลลัพธ์ค่าคุณลักษณะที่ได้หลังจากการประมวลผลรูปภาพที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ผลการทดสอบความคล้ายคลึง Face Embedding Distance

4.2.1 ผลสรุปผลการทดลอง

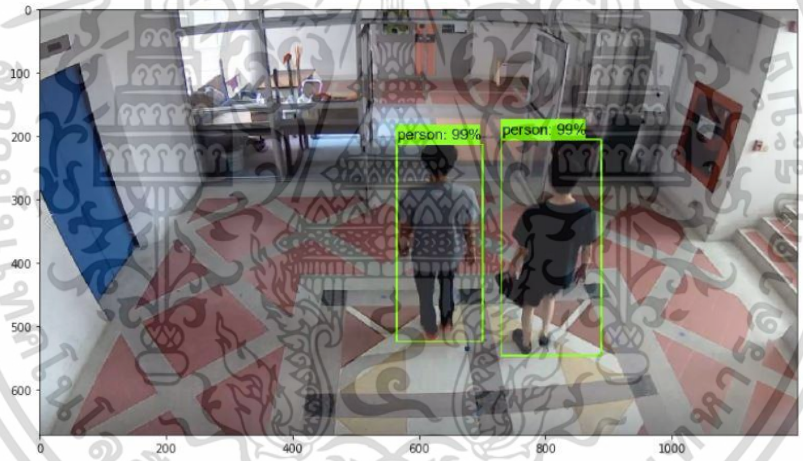
ผลการทดลองโมเดล Face Recognition Using Facenet พบว่าสามารถแปลงรูปภาพที่รับเข้ามาเป็นค่าได้ 128 ค่า เพื่อนำไปเปรียบเทียบความคล้ายคลึง และสามารถเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของบุคคล 2 คนออกจากกันได้ เพื่อนำไปเปรียบเทียบความคล้ายคลึง และสามารถเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของบุคคล 2 คนออกจากกันได้ โดยเลือก Threshold Distance ที่ 0.8 หากมากกว่าแสดงว่าไม่ใช่คนเดียวกัน โดยจะทำงานได้สมบูรณ์ในสภาพแวดล้อมที่มีแสงเพียงพอ (Average Grayscale 100-160)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

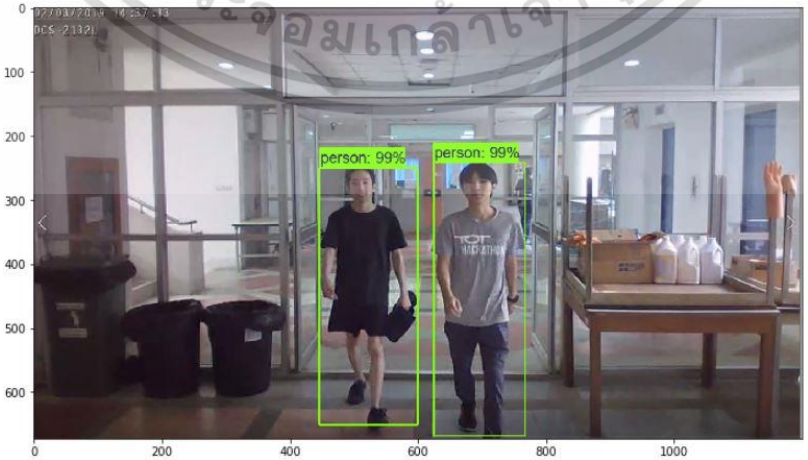
4.3 การทดลองโมเดล Human Detection Using Faster R-CNN

การทดลองโมเดล Human Detection Using Faster R-CNN เป็นการทดสอบการตรวจจับคน โดยนำวิดีโอที่บันทึกย้อนหลังมาทดสอบ ผลที่ได้จากการทดสอบเป็นไปตามรูป 4.7

รูปที่ 4.9 ผลการทดสอบโมเดล Human Detection Using Faster R-CNN



รูปที่ 4.10 ผลการทดสอบโมเดล Human Detection Using Faster R-CNN



รูปที่ 4.11 ผลการทดสอบโมเดล Human Detection Using Faster R-CNN

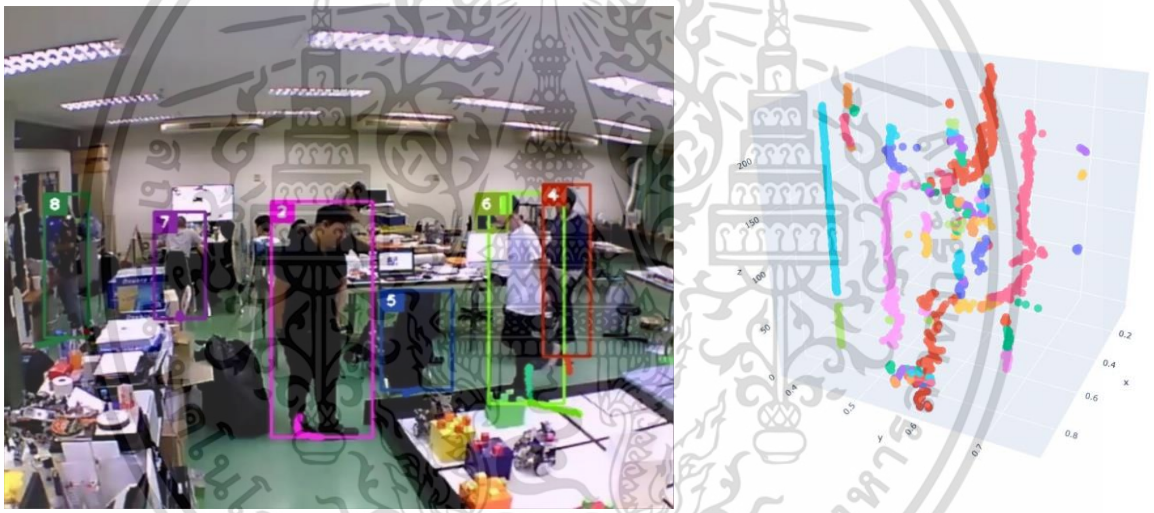
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองโมเดล Human Detection Using Faster R-CNN พบว่าสามารถตรวจจับบุคคลได้ โดยสามารถตรวจจับบุคคลได้มากกว่า 1 คนและมากที่สุด 5 คนเพื่อความแม่นยำของระบบ พร้อมทั้งบอกความแม่นยำของการตรวจจับแต่ละบุคคลกำกับไว้กับกรอบของบุคคลนั้น โดยจะทำงานได้สมบูรณ์ในสภาพแวดล้อมที่มีแสงเพียงพอ (Average Grayscale 100-160)

4.4 การทดลองโมเดล Human Tracking Using DeepSORT

การทดลองโมเดล Human Tracking Using DeepSORT เป็นการทดสอบการติดตามวัตถุ ซึ่งเป็นส่วนขยายของ SORT (Simple Real time Tracker) โดยนำวิดีโอที่บันทึกย้อนหลังมาทดสอบ ผลที่ได้จากการทดสอบเป็นไปตามรูป 4.8



ก) ข)

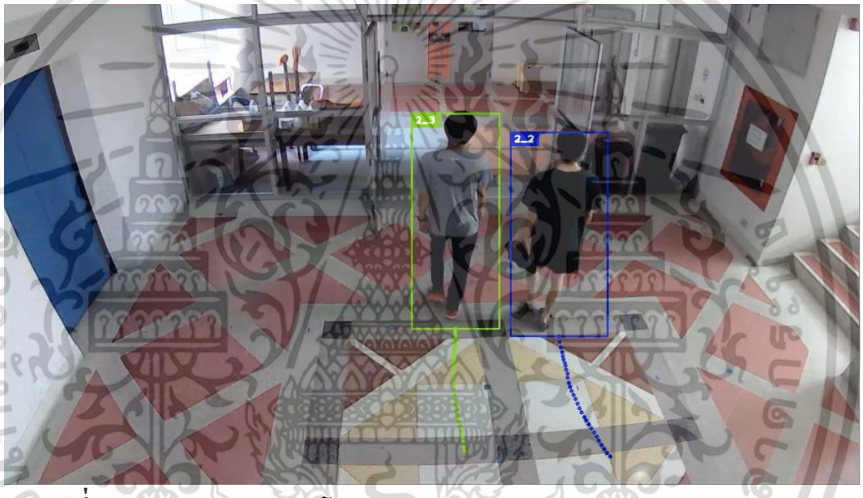
รูปที่ 4.12 ผลการทดลองโมเดล Human Tracking Using DeepSORT

ก) ผลการทดสอบการติดตามวัตถุ

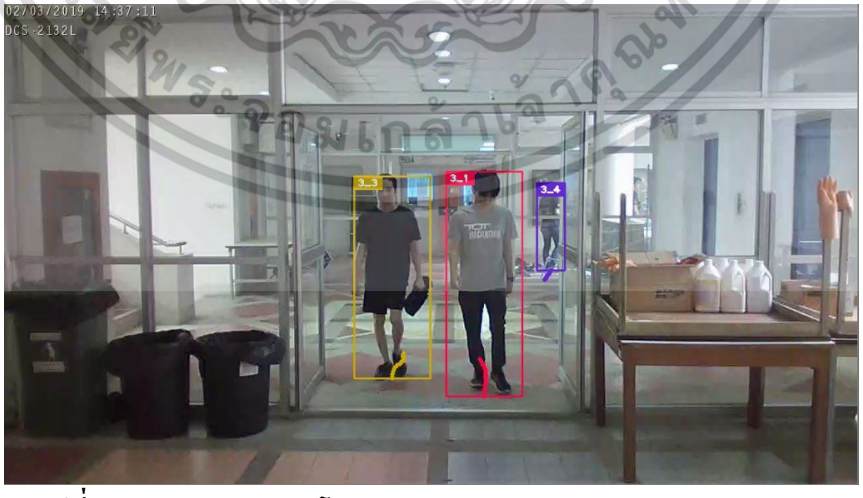
ข) กราฟแสดงตำแหน่งการติดตามวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.13 ผลการทดสอบโมเดล Human Tracking Using DeepSORT



รูปที่ 4.14 ผลการทดสอบโมเดล Human Tracking Using DeepSORT



รูปที่ 4.15 ผลการทดสอบโมเดล Human Tracking Using DeepSORT

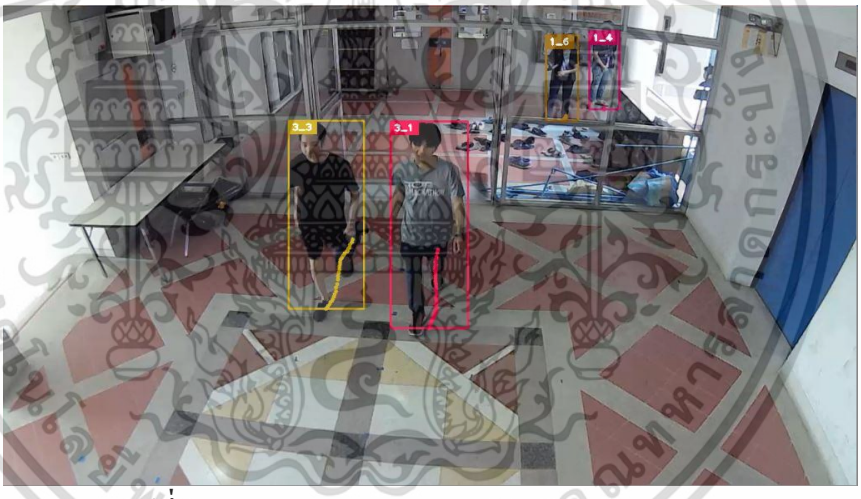
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองโมเดล Human Tracking Using DeepSORT พบว่าสามารถตรวจจับบุคคลที่เคลื่อนที่ และบอกตำแหน่งของบุคคลที่กำลังเคลื่อนที่อยู่ตั้งแต่วิดีโอเริ่มจนกระทั่งจบวิดีโอที่นำเข้ามาประมวลผล พร้อมทั้งมีเอาต์พุต (Output) เป็นกราฟเพื่อแสดงเฉพาะตำแหน่งที่บุคคลเคลื่อนที่ไป สีต่าง ๆ แทนบุคคล แกน x และแกน y แทนตำแหน่ง และแกน z แทนเวลา โดยหากมีสิ่งของมาบัง หรือการเดินสวนของบุคคล อาจทำให้เกิดการtracking ผิดพลาดบางครั้งทำให้ Detection ID มีการสลับ หรือเปลี่ยน ID ใหม่ขึ้นได้

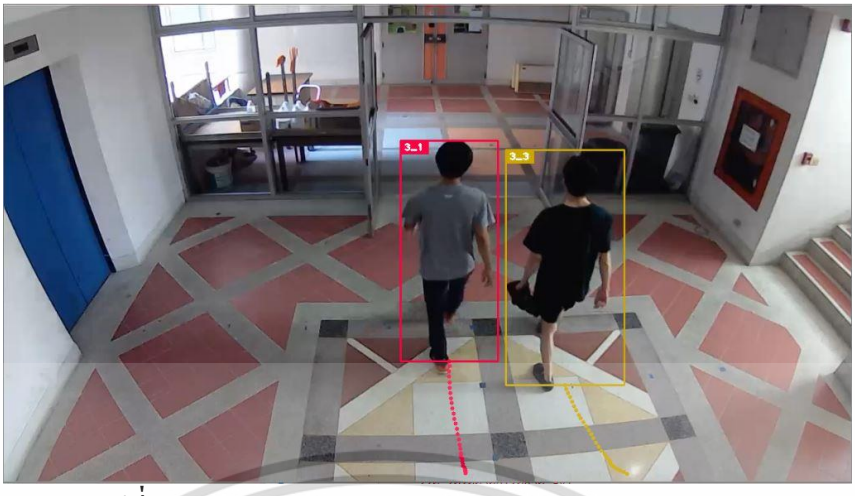
4.5 การทดลองการทำ Human Re-Identification

การทดลองทำการ Human Re-Identification เป็นการทดสอบการระบุตัวบุคคลใหม่ จึงนำโมเดลนี้มาเพื่อระบุว่ากำลังกำกับหมายเลขบุคคลเดิมอยู่ ผลที่ได้จากการทดสอบเป็นไปตามรูป

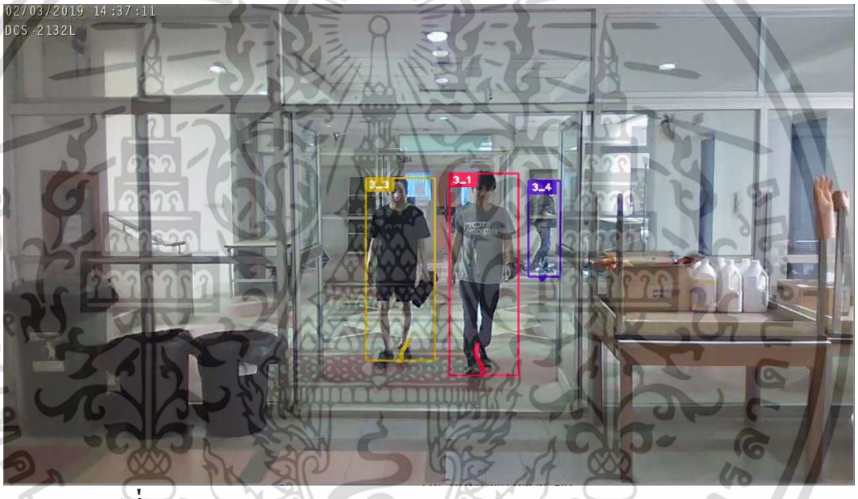


รูปที่ 4.16 ผลการทดสอบการทำ Human Re-Identification

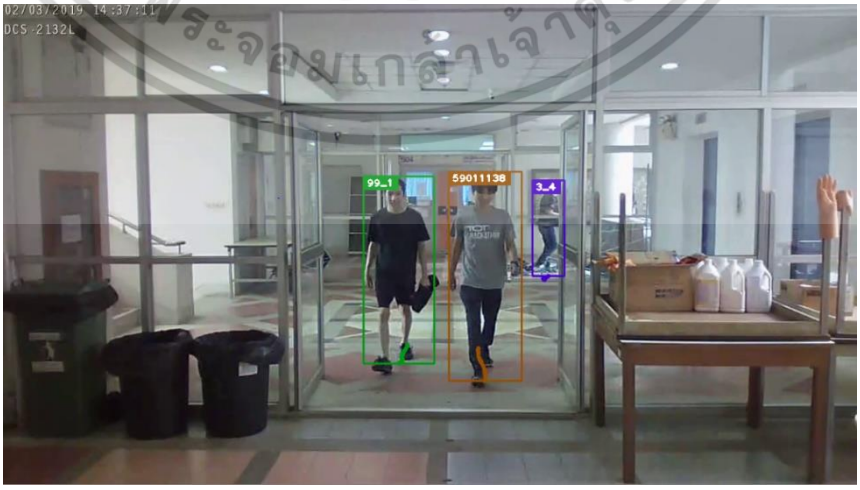
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 ผลการทดสอบการทำ Human Re-Identification



รูปที่ 4.18 ผลการทดสอบการทำ Human Re-Identification



รูปที่ 4.19 ผลการทดสอบการทำ Human Re-Identification with Person-ID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.19 จะเห็นได้ว่าหลังจากการทำ **Human Re-Identification** และใส่เป็น user_id ของหน้าแต่ละบุคคล โดย user_id จะมีรูปแบบทั้งหมด 3 รูปแบบ

1) เลขกล้อง_ลำดับคนที่ Detect เช่น 3_4 หรือกล้องเลขที่ 3 ลำดับบุคคลที่ 4 เกิดจากบุคคลนั้นไม่เคยเดินผ่านกล้องตัวที่ตรวจจับหน้า ทำให้ไม่สามารถเช็คใบหน้าได้
2) user_id ของบุคคล เช่น 59011138 หรือ user_id บุคคล 59011511 เกิดจากบุคคลนั้นเดินผ่านกล้องตรวจจับใบหน้าและ เช็คว่าเป็นบุคคลในฐานข้อมูล
3) 99_ลำดับคนที่ Detect เช่น 99_1 หรือเป็นบุคคลที่ไม่อยู่ในฐานข้อมูล ลำดับที่ 1 เกิดจากบุคคลนั้นเดินผ่านกล้องตรวจจับใบหน้าและ เช็คว่าไม่เป็นบุคคลในฐานข้อมูล

4.5.1 สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองการทำ Human Re-Identification จะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบภาพที่มีบุคคลเดียวกันจากหลายมุมกล้อง หลังจากผ่านขั้นตอนการสร้าง Picture embedding (การนำภาพของบุคคลที่ detect ได้มาสร้างเป็นตัวเลข feature 128 ค่า) แล้วนำมาเปรียบเทียบกันทั้งหมด จะสามารถรู้ได้ว่า บุคคลไหนในช่วงเวลาไหนจากทุกกล้องใกล้เคียงกัน จึงสามารถทำการ Re-Identification ได้ จากการทดสอบในคลิปที่มีบุคคล 1-2 คน ความแม่นยำในการทำ Re-Identification อยู่ที่ 92% และ 3-4 คนความแม่นยำ Re-Identification อยู่ที่ 80% จากการรันต่อเนื่อง 10 นาที และมีจำนวนบุคคลเดินภายในคลิป ทั้งหมด 8 คน โดยข้อผิดพลาดที่พบคือ เมื่อมีจำนวนคนในกล้องพร้อมกันมากกว่า 4 คน หรือบุคคลภายในคลิปมีการแต่งกายที่เหมือนกัน จะทำให้การทำ Re-Identification มีความแม่นยำน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

ระบบติดตามบุคคลภายในอาคารจากภาพใบหน้าของบุคคลและแสดงผลบนแผนที่จำลอง ที่ทำการตรวจจับตัวคนและใบหน้าเพื่อทำการเก็บข้อมูล สามารถค้นหาบุคคลที่ต้องการได้หลากหลายวิธีโดยการใช้Web Application เช่นค้นหาจาก ช่วงเวลา ชื่อของบุคคล ใบหน้า พื้นที่ที่สนใจ การแสดงผลจะมีการแสดงประวัติเส้นทางการเดินของบุคคลที่สนใจ เป็นตาราง และวีดีโอ จากการที่ทดลองใช้ module ทั้งหมดที่ใช้พบว่าได้ผลลัพธ์ที่น่าพึงพอใจ แม้ว่าจะยังไม่ได้เริ่มทำการ Train model ในส่วนของ Human Tracking หลังจากการทดลองในพื้นที่ที่มีแสงเพียงพอถ้าบุคคลในคลิปไม่โดนสิ่งของบังเป็นเวลานาน พบว่า model ไม่มีความผิดพลาดเลย สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและยังสามารถรู้ได้ว่าบุคคลเดียวกันในคนละกล้องคือบุคคลเดียวกัน อยู่ภายใน box เดียวกัน

ในส่วนของทางแสดงผลนั้นผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้งาน web application ได้อย่างหลากหลาย เช่นการดูวิดีโอแบบสด, การเพิ่มหรือลบข้อมูลของสมาชิกในระบบ, การค้นหาวิดีโอย้อนหลังโดยสามารถค้นหาได้ทั้งชื่อ รูปภาพ เวลา พื้นที่ และกล้อง พร้อมกันได้ และผู้ใช้สามารถเพิ่มหรือลบข้อมูลของกล้องภายในระบบและสามารถกำหนดพื้นที่และจุดบนพื้นที่ภายในกล้องได้

5.1.1 ตารางสรุปผลการทำงานของระบบ

ตารางที่ 5. 1 ตารางสรุปผลการทำงานของระบบ

ลำดับ	หัวข้อการทำงาน	ผลลัพธ์
1	ระบบจดจำหน้าของบุคคลทุกคนได้	✓
2	ระบบสามารถติดตามแต่ละบุคคลได้	✓
3	ระบบสามารถติดตามแต่ละบุคคลพร้อมกันมากกว่า 4 คน (ภายใน 1 กล้อง)	✗
4	ระบบสามารถ setting พื้นที่การทำงานได้	✓
5	ระบบสามารถเรียกดูวิดีโอย้อนหลังได้ จากการค้นด้วยชื่อ	✓
6	ระบบสามารถเรียกดูวิดีโอย้อนหลังได้ จากการค้นด้วยรูปภาพใบหน้า	✓
7	ระบบสามารถเรียกดูวิดีโอย้อนหลังได้ จากการค้นด้วยเวลา	✓
8	ระบบสามารถเรียกดูวิดีโอย้อนหลังได้ จากการค้นด้วยพื้นที่ ที่ได้ตั้งค่าไว้	✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9	ระบบสามารถดูกล้องวงวรปิดสดได้	✓
10	ระบบสามารถเพิ่มใบหน้าบุคคล จากรูปถ่ายพร้อมชื่อ	✓
11	ระบบสามารถดูกล้องวงจรปิดเฉพาะ admin	✓
12	ระบบสามารถแยกบุคคลที่ไม่อยู่ในฐานข้อมูลได้ และสามารถติดตามได้	✓
13	ระบบสามารถทำงานภายในความสว่างที่เหมาะสม (Average Grayscale 100-160)	✓
14	ระบบสามารถติดตามบุคคลต่อเมื่อหายไปจากกล้องไปมากกว่า 2 วินาที	✗
15	ระบบยังสามารถติดตามบุคคลที่เดินสวนทางกัน หรือเดินใกล้กันได้	✓
16	ระบบสามารถติดตามบุคคลที่แต่งตัวเหมือนกันได้	✗

5.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข

การทำ Object tracking ยังมีความผิดพลาดหากตัวบุคคลในคลิปวีดีโอหายไปจากภาพ เช่นถูกบังหรือออกจากกรอบภาพเป็นเวลาเกิน 15 เฟรม จะทำให้เกิดการเปลี่ยน ID ทำให้บุคคลนั้นกลายเป็นบุคคลใหม่ทันที และการทำ Person Re-ID ของบุคคลเดียวกันแต่อยู่คนละกล้องยังไม่สามารถทำได้แบบสมบูรณ์ ทำให้มีความผิดพลาดในการค้นหาในบางครั้ง โดยระบบจะทำงานได้เต็มที่หากมีบุคคลภายในกล้องไม่เกิน 4 คน มีแสงสว่างมากเพียงพอ

การตั้งค่าช่องในพื้นที่ของแต่ละกล้องนั้น ต้องมีความรอบคอบในการกำหนดช่องในพื้นที่จริงกับพื้นที่ของภาพภายในกล้องให้ตรงกัน และจำเป็นที่จะต้องใช้จอแสดงผลขนาด 1920 x 1080 เพื่อเพิ่มความละเอียดของช่อง

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ

1) ปรับปรุงระบบการทำ Person Re-ID ให้แม่นยำมากขึ้น
2) เพิ่มความเร็วของระบบการทำ Object detection
3) เพิ่มความปลอดภัยให้กับ back-end ของส่วนแสดงผล
4) พัฒนาระบบล็อกอินให้มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

Zhang,K., Zhang,Z., Li,Z., & Qiao,Y. (2014) . Joint Face Detection and Alignment using Multi-task Cascaded Convolutional Networks. [Online]. Available: https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1604/1604.02878.pdf

Medium, Shilpa Ananth. (2019). Faster R-CNN for object detection. [Online]. Available: https://towardsdatascience.com/faster-r-cnn-for-object-detection-a-technical-summary-474c5b857b46

Ren,S., He,K., Girshick,R., & Sun,J. (2016). Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks. [Online]. Available: https://arxiv.org/pdf/1506.01497.pdf

Medium, Priya Dwivedi. (2019). People Tracking using Deep Learning. [Online]. Available: https://towardsdatascience.com/people-tracking-using-deep-learning-5c90d43774be

Zhuanlan, TeddyZhang. (2019). Multi-target tracking: SORT and Deep SORT. [Online]. Available: https://zhuanlan.zhihu.com/p/59148865

Zhang,X., Luo,H., Fan,X., Xiang,W. , Sun,Y., Xiao,Q., et al. AlignedReID: Surpassing Human-Level Performance in Person Re-Identification. (2018). [Online].Available: https://arxiv.org/pdf/1711.08184.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้