

ระบบตรวจสอบใบหน้าด้วยปัญญาประดิษฐ์จากบัตรประชาชน

Face Recognition To Identify And

Verify System With ID Card



ปริญญาโทนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 25563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริญญาานิพนธ์ปี การศึกษา 2563

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบตรวจสอบใบหน้าด้วยปัญญาประดิษฐ์จากบัตรประชาชน

FACE RECOGNITION TO IDENTIFY AND VERIFY SYSTEM WITH ID CARD

ผู้จัดทำ

1.กิริ สมุทรพูนไพศาล

2.ชชรัฐ ช้างมงคล



อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. ดร.เจริณ วังษ์ขุ่มเย็น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

# ระบบตรวจสอบใบหน้าด้วยปัญญาประดิษฐ์จากบัตรประชาชน

นายกฤษณ์ สมุทรพูนไพศาล 60010019  
นายชัชวาล ช่างมงคล 60010376  
รศ.ดร. เจริญ วงษ์ห่มเย็น อาจารย์ที่ปรึกษา  
ปีการศึกษา 2563

## บทคัดย่อ

ขั้นตอนการพิสูจน์ตัวตนในปัจจุบันส่วนใหญ่จะทำโดยมีเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลทำการเปรียบเทียบใบหน้า ผู้เข้าใช้บริการกับใบหน้าในบัตรประชาชน ซึ่งกระบวนการนี้มีแนวโน้มที่จะเกิดความผิดพลาด เนื่องจากการทำงานของเจ้าหน้าที่มักจะต้องให้บริการกับผู้เข้าใช้บริการหลายท่านในระยะเวลาสั้น ๆ จึงทำให้เกิดข้อผิดพลาดโดยที่เจ้าหน้าที่ไม่ทันรู้ตัวและอาจส่งผลกระทบต่อองค์กรหรือบุคคลนั้นๆ

จึงเป็นแนวคิดที่จะพัฒนาโครงการระบบตรวจสอบใบหน้าด้วยปัญญาประดิษฐ์จากบัตรประชาชน โดยการตรวจจับใบหน้าและการเปรียบเทียบใบหน้า ที่มีการประยุกต์ใช้กับระบบของแผนกต้อนรับ และแผนกบุคคลในอาคารสำนักงาน ด้วยการพัฒนา Web Application ช่วยผู้เข้ามาใช้อาคารลงทะเบียน โดยใช้บัตรประชาชนเพื่อยืนยันตัวตน แล้วเมื่อทำการตรวจสอบใบหน้าด้วยปัญญาประดิษฐ์ ข้อมูลจะถูกเก็บและใช้เป็นสิทธิในการเข้าออกอาคาร ซึ่งใช้อุปกรณ์ในรับข้อมูลจากหลังการลงทะเบียน ของบุคคลในการควบคุมสิทธิการเข้าออก ซึ่งจากผลการทดสอบจากการใช้ข้อมูลรูปภาพจากบัตรประชาชนในการระบุตัวตนของระบบนี้อยู่ที่ 92.00% โดยข้อมูลจากเข้าออกจะถูกส่งและแจ้งเตือนผ่าน ไลน์แอปพลิเคชันให้ผู้ดูแลอาคารหรือบุคคลที่ดูแล ทำให้ช่วยลดการทำงานที่ผิดพลาดของบุคคลกร และทำให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น อีกทั้งยังมีระบบสำหรับบันทึกเวลาเข้างานสำหรับบุคคลากรภายใน องค์กรนั้นๆเพื่อทำการสรุปผลการการทำงานของบุคคลากรได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

# Face Recognition To Identify And Verify System With ID Card

Mr. Kree Samutpoonpaisan 60010113

Mr. Tacharat Changmongkol 60010376

Assoc. Prof. Dr. Charoen Vongchumyen Advisor

Academic Year 2020

## ABSTRACT

Most of the current authentication process is done with a caretaker comparing the visitor's face and the face on the ID card. This process is prone to failures as staff work is often required to serve multiple guests for a short period of time. It causes errors without the staff's awareness and may adversely affect the organization or the individual.

It is an idea to develop an artificial intelligence facial authentication system from an ID card by using face detection and face comparison. It is applied to the system of reception and personnel in office buildings with the development of Web Application to help visitors to use the building registration by using ID cards to verify their identity. Then, when the face is checked with artificial intelligence, the information is stored and used as access to the building. Which uses the device to obtain information from after the registration of a person to control access rights From the test results from the use of image data from the ID card to identify this system at 92.00%, the input data will be sent and alerted through the LINE application to the building supervisor or person in charge. It helps to reduce the erroneous work of the people. And make it more efficient There is also a system for recording time attendance for personnel within the organization in order to summarize the performance of the personnel.

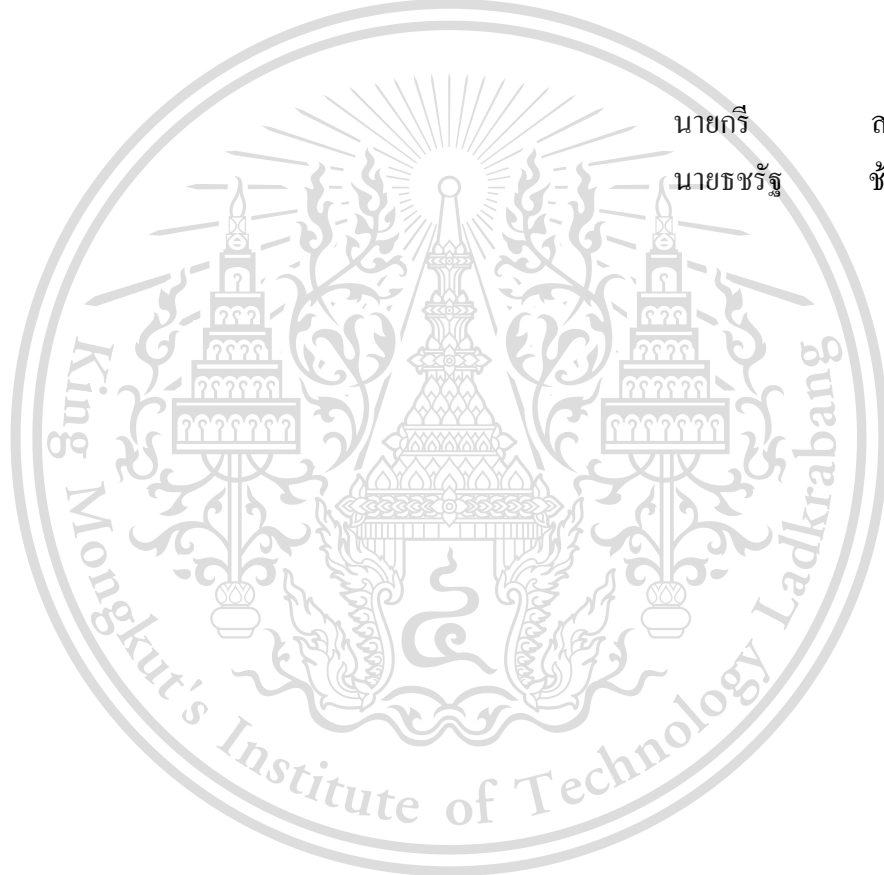
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

## กิตติกรรมประกาศ

กิตติกรรมประกาศ เป็นการกล่าวขอบคุณบุคคลที่มีส่วนร่วมให้ความช่วยเหลือจนปริญญาณิพนธ์สำเร็จลงได้ด้วยดีจาก รศ.ดร เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการได้ให้คำแนะนำ แนวคิด และให้ความรู้ในการจัดทำโครงการระบบตรวจสอบใบหน้าด้วยปัญญาประดิษฐ์จากบัตรประชาชน ตลอดจนการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆมาโดยตลอด ผู้ศึกษาจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ท้ายสุดนี้คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงการระบบตรวจสอบใบหน้าด้วยปัญญาประดิษฐ์จากบัตรประชาชน จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าและเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจต่อไป



นายกวี

สมุทรรพุนไพศาล

นายชัชรัฐ

ช่างมงคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

# สารบัญ

|   | หน้า |
|---|------|
| ระบบตรวจสอบใบหน้าด้วยปัญญาประดิษฐ์จากบัตรประชาชน.....I            | I    |
| Face Recognition To Identify And Verify System With ID Card ..... | II   |
| กิตติกรรมประกาศ.....  | III  |
| สารบัญ .....  | IV   |
| สารบัญตาราง.....  | VI   |
| สารบัญรูป.....  | VII  |
| <br>  |      |
| บทที่ 1 บทนำ .....  | 1    |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญ.....  | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....                                   | 2    |
| 1.3 ขอบเขตของโครงการ.....   | 2    |
| 1.4 วิธีการดำเนินการ .....  | 3    |
| 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....                               | 3    |
| <br>  |      |
| บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....                       | 4    |
| 2.1 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง.....                                     | 4    |
| 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....                                       | 13   |
| 2.3 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง.....                                      | 20   |
| 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....                                    | 25   |
| <br>  |      |
| บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนาระบบ .....                               | 41   |
| 3.1 ความต้องการของระบบ .....                                      | 41   |
| 3.2 ภาพรวมของระบบ .....   | 42   |
| 3.3 การทำงานภายในระบบ.....  | 42   |
| 3.4 การออกแบบฐานข้อมูล.....                                       | 45   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

## สารบัญ(ต่อ)

|  |    |
|--|----|
| บทที่ 4 การทดลองระบบ.....  | 62 |
| 4.1 การทดสอบการอ่านบัตรประชาชนเพื่อลงทะเบียนด้วย Smart Card Reader<br>รุ่น ZW-12026-1 .....    | 62 |
| 4.2 การทดสอบการสแกนใบหน้าด้วยกล้องwebcam ใ้รูปจากบัตรประชาชน .....                             | 64 |
| 4.3 การทดสอบการส่งค่าผ่านLINE Notify หลังจาการลงทะเบียน.....                                   | 66 |
| 4.4 การทดสอบการส่งค่าผ่านLINE Notify กำหนดส่งข้อมูลแบบตั้งเวลา .....                           | 67 |
| 4.5 การทดสอบการส่งสเปรดชีตสรุปผลรายเดือนของพนักงานผ่าน โปรโตคอลsmtp.....                       | 69 |
| 4.6 การทดสอบการรับส่งข้อมูลจากserver ไปที่ Raspberry Pi 4 Model B โดยใช้<br>โปรโตคอล MQTT..... | 71 |
| 4.7 การทดสอบการใช้ Raspberry Pi 4 Model B ในการทำประตู .....                                   | 73 |
| บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ .....  | 75 |
| 5.1 บทสรุป.....  | 75 |
| 5.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ และแนวทางการแก้ไข.....  | 77 |
| 5.4 แนวทางการพัฒนาต่อ.....   | 77 |
| บรรณานุกรม.....  | 79 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

# สารบัญตาราง

| ตาราง  | หน้า |
|--|------|
| 2.1 Command APDU.....  | 13   |
| 2.2 Response APDU.....   | 13   |
| 2.3 นิยามแกนของข้อกำหนดสำหรับการตรวจจับการจดจำและการระบุตัวตน.....                     | 18   |
| 2.4 ตัวอย่างระยะทางสูงสุดสำหรับการระบุตัวตน (500 px/m หรือ 80 pixels/face).....        | 19   |
| 2.5 FACE DATASET ที่ใช้.....   | 27   |
| 2.6 ตัวอย่างสำหรับการตรวจจับใบหน้าโดย ARCFACE.....                                     | 35   |
| 2.7 ตัวอย่างการเปรียบเทียบใบหน้าของคนกลุ่มเดียวกัน.....                                | 36   |
| 2.8 ตัวอย่างการเปรียบเทียบใบหน้าของคนที่แตกต่างกัน.....                                | 36   |
| 2.9 ผลลัพธ์สำหรับการตรวจจับใบหน้าระหว่าง DLIB, FACENET และ ARCFACE.....                | 37   |
| 2.10 ความแตกต่างสำหรับการตรวจจับใบหน้าระหว่าง DLIB, FACENET และ ARCFACE.....           | 37   |
| 2.11 ความแม่นยำสำหรับการเปรียบเทียบใบหน้าระหว่าง DLIB, FACENET และ ARCFACE.....        | 38   |
| 2.12 เวลาในการประมวลผลสำหรับการเปรียบเทียบใบหน้าระหว่าง DLIB, FACENET และ ARCFACE..... | 39   |
| 3.1 ตารางเปรียบเทียบรายละเอียดของกกล้องที่ใช้ในการพัฒนา.....                           | 46   |
| 3.2 ตารางเปรียบเทียบเครื่องอ่านบัตรประชาชน.....  | 46   |
| 3.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของraspberry pi.....                                      | 46   |
| 3.4 รายละเอียดตารางข้อมูลส่วนบุคคล (user).....   | 46   |
| 3.5 รายละเอียดตารางการเข้าใช้งาน (log).....  | 46   |
| 3.6 รายละเอียดตารางค่าตอบแทน (p/hr).....   | 47   |
| 3.7 รายละเอียดตารางสรุปเวลาการทำงาน (work_time).....                                   | 47   |
| 3.8 รายละเอียดตารางเก็บข้อมูลของแต่ละบริษัท (company).....                             | 48   |
| 3.9 รายละเอียด Use Case: Face Detection.....   | 49   |
| 3.10 รายละเอียด Use Case: Face Recognition.....  | 49   |
| 3.11 รายละเอียด Use Case: Face Compare.....  | 49   |
| 3.12 รายละเอียด Use Case: ID Card Reading.....   | 49   |
| 3.13 รายละเอียด Use Case: Sign up.....   | 50   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

|   |    |
|---|----|
| 3.14 รายละเอียด Use Case: Log in.....         | 50 |
| 3.15 รายละเอียด Use Case: send email.....     | 50 |
| 5.1 สรุปผลการทำงานของระบบตามแผนที่วางไว้..... | 65 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

# สารบัญรูป

| รูป  | หน้า |
|--|------|
| 2.1 ตัวอย่างบัตรประชาชน .....  | 4    |
| 2.2 Contact smart card .....   | 5    |
| 2.3 Contactless Smart card .....   | 6    |
| 2.4 Illustration of smart-card structure and packaging .....                         | 6    |
| 2.5 IC AU9540 .....  | 7    |
| 2.6 AU9540 Pin Assignment Diagram .....  | 8    |
| 2.7 Raspberry Pi 4 Model B .....   | 9    |
| 2.8 Switching Power Supply .....   | 9    |
| 2.9 แผนผัง Switching Power Supply .....  | 10   |
| 2.10 Single-Channel Relay Module .....   | 11   |
| 2.11 Magnetic Lock .....   | 12   |
| 2.12 Access control system architecture .....  | 15   |
| 2.13 ตัวอย่างของการตรวจจับใบหน้า .....   | 16   |
| 2.14 ความสูงของบุคคลคนเดียวกัน ในขนาด 20%, 40% และ 140% ของภาพ .....                 | 18   |
| 2.15 ตัวอย่างด้านหน้าและด้านหลังของบัตรประจำตัวหนึ่งใบ .....                         | 26   |
| 2.16 ตัวอย่าง Haar Classifier สำหรับการตรวจจับใบหน้า .....                           | 29   |
| 2.17 ตัวอย่างการจับคู่ระหว่างรูปถ่ายใบหน้าและบัตรประจำตัวสำหรับการรวบรวมข้อมูล ..... | 31   |
| 2.18 ผังระบบการตรวจสอบส่วนบุคคลโดยใช้บัตรประชาชนและรูปถ่ายใบหน้า .....               | 32   |
| 2.19 ตัวอย่างคุณสมบัติการจับคู่บัตรประจำตัวกับอีกใบ .....                            | 33   |
| 2.20 ตัวอย่างการหาอัตราส่วนสำหรับการครอบตัดใบหน้า .....                              | 34   |
| 2.21 ตัวอย่างผลลัพธ์ของการครอบตัดใบหน้าตามอัตราส่วน .....                            | 34   |
| 2.22 ตัวอย่างภาพบัตรประจำตัวประชาชนที่มีรอยขีดข่วนและสะท้อน .....                    | 38   |
| 2.23 ค่าระยะทางที่มากขึ้นพร้อมความแตกต่างของอายุที่เพิ่มขึ้น .....                   | 39   |
| 3.1 ภาพรวมการทำงานของระบบ .....  | 42   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

## สารบัญรูป(ต่อ)

|  |    |
|--|----|
| 3.2 Flowchartการทำงานของการลงทะเบียน.....                          | 43 |
| 3.3 Flowchartการทำงานของการเข้า-ออกประตู.....                      | 44 |
| 3.4 Entity Relationship Diagram (ERD)ของระบบ.....                  | 45 |
| 3.5 ตัวอย่างการทำงานของระบบ.....                                   | 48 |
| 4.1 ทดสอบการอ่านบัตรประชาชน.....                                   | 52 |
| 4.2 แสดงค่าข้อมูลบัตรประชาชนผ่านtext file.....                     | 52 |
| 4.3 แสดงค่าผ่านweb application.....                                | 53 |
| 4.4 แสดงค่าผ่าน web application ของการตรวจสอบบุคคล.....            | 54 |
| 4.5 แสดงค่าผ่าน Terminal ของการตรวจสอบบุคคล.....                   | 55 |
| 4.6 แสดงค่าผ่านLINE Notify ของการลงทะเบียนของGuest.....            | 56 |
| 4.7 แสดงค่าผ่านLINE Notify ของพนักงานมาแจ้งเตือน ขาด มา มาสาย..... | 57 |
| 4.8 ตารางผู้ใช้งานและการเข้าใช้งานของ PostgreSQL.....              | 58 |
| 4.9 ตารางการเข้าใช้งานของ PostgreSQL.....                          | 59 |
| 4.10 ตาราง Excel การทำงานของพนักงาน โดยทดลองแค่3วัน.....           | 59 |
| 4.11 ส่ง File Excel ผ่านGmail.....                                 | 60 |
| 4.12 เปิด service MQTT ใน raspberry pi.....                        | 61 |
| 4.13 แสดงค่าที่ส่งผ่าน โปรโตคอล MQTT.....                          | 61 |
| 4.14 การทดสอบการใช้ Raspberry Pi 4 Model B ในการทำประตู.....       | 63 |
| 4.15 นำRaspberry Pi 4 Model B และวงจร บรรจุในกล่อง.....            | 63 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันการพิสูจน์ตัวตนนั้นมีหลากหลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นการใช้เอกลักษณ์ของแต่ละบุคคลในการพิสูจน์ตัวตนเช่น การสแกนลายนิ้วมือหรือการสแกนม่านตาเป็นต้น แต่การพิสูจน์ตัวตนที่เป็นที่นิยมและเป็นมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับ นั่นคือการพิสูจน์ตัวตนด้วยบัตรประชาชน ซึ่งบัตรประชาชนนั้นเป็นเอกสารทางราชการออกให้กับประชาชนผู้มีสัญชาติไทยเพื่อพิสูจน์ทราบและยืนยันตัวตนในการขอให้สิทธิ หรือประกอบธุรกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับภาครัฐและเอกชนและเอกสารลำดับแรกๆ ก่อให้เกิดสิทธิอื่น ๆ ตามมา

จากประโยชน์และความสำคัญของบัตรประจำตัวประชาชนที่กล่าวมานั้นทำให้ผู้ไม่ประสงค์ดีต้องการบัตรประจำตัวประชาชนของผู้อื่น เพื่อไปดำเนินการด้านธุรกรรมต่าง ๆ โดยมีขอบ เช่น นำไปเปิดบัญชีธนาคาร ทำให้เกิดความเดือดร้อน และเสียหายต่อผู้เป็นเจ้าของบัตร หรืออาจนำมาซึ่งข้อมูลอันเป็นเท็จที่เกิดจากการปลอมแปลงบัตรประชาชน ซึ่งส่งผลกระทบต่อควบคุมข้อกำหนดต่าง ๆ เช่น การห้ามจำหน่ายสุราแก่ผู้ที่มีอายุต่ำกว่า 20 ปี

โดยการพิสูจน์ตัวตนโดยปกติแล้ว จะใช้เครื่องอ่านบัตรประชาชนอ่านข้อมูลจากชิปการ์ดในบัตรประชาชน ก็จะ ได้ข้อมูลภายในชิปการ์ดที่จะประกอบไปด้วย เลขบัตรประชาชน, ชื่อ, นามสกุล, วันเกิด และวันหมดอายุบัตร แล้วให้เจ้าหน้าที่นั้นจะเป็นผู้ตรวจสอบใบหน้าในบัตรประชาชนกับเจ้าของบัตร ซึ่งการทำงานในรูปแบบนี้อาจเกิดข้อผิดพลาดขึ้นได้

โครงการ “ระบบตรวจสอบใบหน้าด้วยปัญญาประดิษฐ์จากบัตรประชาชน(Face recognition to identify and verify system with id card)” นี้จึงถูกจัดทำขึ้นเพื่อสามารถพิสูจน์ตัวตนด้วยรูปจากบัตรประชาชนและใบหน้าผู้เข้าใช้บริการ เพื่อความสะดวกในการเข้าใช้บริการ และลดการใช้งานของบุคคลากร อีกทั้งยังลดและหลีกเลี่ยงการพิสูจน์ตัวตนที่ผิดพลาดของบุคคลากร เพื่อไม่ให้เกิดการละเมิดกฎต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) เพื่อสร้างซอฟต์แวร์สำหรับการเข้าใช้บริการอาคารสำนักงาน
- 2) เพื่อศึกษาระบบตรวจสอบและเปรียบเทียบใบหน้า
- 3) เพื่อลดการใช้งานของบุคลากรของอาคารสำนักงาน
- 4) เพื่อพัฒนาวิธีการเข้าใช้บริการอาคารสำนักงานสามารถทำได้สะดวกยิ่งขึ้นและทำได้ด้วยตัวผู้เข้าใช้บริการเอง

## 1.3 ขอบเขตของโครงการ

การพัฒนาซอฟต์แวร์นี้จะมุ่งเน้นไปที่ระบบการทำงานของแผนกต้อนรับและการทำงานของแผนกทรัพยากรมนุษย์-ฝ่ายบุคคลของอาคารสำนักงาน

ขอบเขตความสามารถของซอฟต์แวร์มีดังนี้

- 1) ซอฟต์แวร์การเข้าใช้บริการสามารถเข้าใช้งานผ่านระบบตรวจสอบใบหน้าใบหน้า
- 2) ซอฟต์แวร์สามารถลงทะเบียนผู้เข้าใช้บริการรายใหม่ผ่านระบบตรวจสอบใบหน้าด้วยบัตรประชาชน
- 3) ซอฟต์แวร์สามารถบันทึกเวลาการทำงานของบุคลากรภายในตึก
- 4) ซอฟต์แวร์สามารถจดใบหน้าผู้ใช้งานในอาคารสำนักงาน
- 5) ซอฟต์แวร์มีเฝ้าจุดที่แสดงผลการเข้าใช้บริการของผู้เข้าใช้งาน
- 6) ซอฟต์แวร์สามารถลงทะเบียนการเข้าใช้งานบุคคลภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 1.4 วิธีการดำเนินการ

- 1) ศึกษาข้อมูลและเอกสารการตรวจจับใบหน้า และการอ่านข้อมูลจากบัตรประชาชน
- 2) ออกแบบการทำงานและโครงสร้างซอฟต์แวร์
- 3) พัฒนาระบบตามการออกแบบ
- 4) ทดสอบการออกแบบระบบและเครื่องทุกฟังก์ชันหลัก
- 5) ปรับปรุงการออกแบบระบบและเครื่องทุกฟังก์ชันหลัก
- 6) ทดสอบออกแบบระบบและฟังก์ชันรวม
- 7) ปรับปรุงการออกแบบระบบและฟังก์ชันรวม
- 8) ทดสอบ เก็บรายละเอียด และเก็บข้อมูลที่ได้จากทำโครงการ
- 9) สรุปปัญหาและแนวทางการพัฒนาต่อ

#### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 10) สามารถสร้างซอฟต์แวร์สำหรับการเข้าใช้บริการอาคารสำนักงาน
- 11) สามารถลดการใช้งานของบุคลากรของอาคารสำนักงาน
- 12) สามารถพัฒนาวิธีการเข้าใช้บริการอาคารสำนักงานสามารถทำได้สะดวกยิ่งขึ้นและทำได้ด้วยตัวผู้เข้าใช้บริการเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

##### 2.1.1 บัตรประชาชน [1]

บัตรประจำตัวประชาชน เป็นเอกสารสำคัญในการแสดงตัวตนเพื่อสามารถพิสูจน์และยืนยันสถานภาพของตัวบุคคล ที่ทำให้สามารถอาศัยอยู่ในประเทศไทย และใช้สิทธิอย่างถูกต้องตามกฎหมายได้ โดยทางราชการออกให้กับผู้มีสัญชาติไทยในการประกอบธุรกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับภาครัฐและเอกชน ซึ่งภายในบัตรจะบ่งบอกเลขประจำบัตรประชาชนของไทยประกอบไปด้วยเลข 13 หลัก ซึ่งแต่ละหลักมีความหมายเพื่อเป็นการแบ่งประชาชนให้ชัดเจน และมีข้อมูลพื้นฐานประกอบไปด้วย ชื่อ สกุล วัน/เดือน/ปีเกิด ที่อยู่ตามทะเบียนบ้าน รูปถ่ายของผู้ถือบัตร วัน/เดือน/ปี/ที่ออกบัตร วัน/เดือน/ปี/ที่หมดอายุ กรุ๊ปเลือด ศาสนา ลายพิมพ์นิ้วมือ และจะมีชิพที่บันทึกข้อมูลของตัวบัตรติดอยู่บนบัตรประชาชน โดยบรรจุข้อมูลของหน่วยงานต่างๆ แบ่งเป็นทั้งหมดนั้น 5 หน่วยงานประกอบไปด้วย สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ กรมการปกครอง องค์การส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ ข้อมูลหน่วยบัญชาการสำรอง สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ซึ่งบัตรประชาชนเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิตและประกอบธุรกรรมของผู้ที่ถือสัญชาติไทย



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างบัตรประชาชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 2.1.2 สมาร์ทการ์ด [2]

### 2.1.2.1 สมาร์ทการ์ดแบบสัมผัส

สมาร์ทการ์ดแบบสัมผัสมีพื้นที่สัมผัสประมาณ 1 ตารางเซนติเมตร (0.16 ตร.ว.) ประกอบด้วยแผ่นสัมผัสเคลือบทองหลายแผ่น แผ่นอิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้ให้การเชื่อมต่อไฟฟ้าเมื่อเสียบเข้ากับเครื่องอ่าน ซึ่งใช้เป็นสื่อการสื่อสารระหว่างสมาร์ทการ์ดและโฮสต์ (เช่นคอมพิวเตอร์จุดขาย) หรือโทรศัพท์มือถือ การ์ดไม่มีแบตเตอรี่ เครื่องอ่านการ์ดจ่ายไฟ ปัจจุบันประเทศไทยได้ใช้สมาร์ทการ์ดชนิดนี้ทำบัตรประจำตัวประชาชนหรือซิมการ์ดของโทรศัพท์มือถือ ปัจจุบันมีการทำบัตรเครดิตที่เป็นสมาร์ทการ์ดแบบสัมผัสด้วยเป็นบัตรวิซ่า pay wave เช่น บัตรบลูการ์ด



รูปที่ 2.2 Contact smart card

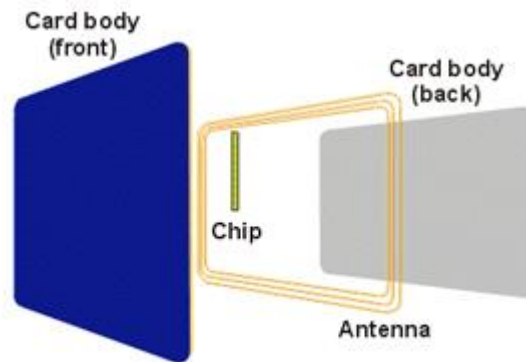
### 2.1.2.2 สมาร์ทการ์ดแบบไร้สัมผัส

สมาร์ทการ์ดแบบไร้สัมผัส (contactless smart card) สื่อสารกับเครื่องอ่านภายใต้โปรโตคอลที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน ISO / IEC 14443 รองรับอัตราข้อมูล 106–848 kbit / s การ์ดเหล่านี้ต้องการเพียงความใกล้ชิดกับเสาอากาศในการสื่อสาร เช่นเดียวกับสมาร์ทการ์ดที่มีรายชื่อการ์ดแบบไร้สัมผัสจะไม่มีแหล่งจ่ายไฟภายใน พวกเขาใช้ขดลวดเสาอากาศแบบวนซ้ำเพื่อจับสัญญาณการสอบสวนความถี่วิทยุที่ตกกระทบแก้ไขและใช้เพื่อจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของการ์ด สื่ออัจฉริยะแบบไม่สัมผัสสามารถทำด้วย PVC กระดาษ / การ์ดและ PET เพื่อตอบสนองความต้องการด้านประสิทธิภาพต้นทุนและความทนทานที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

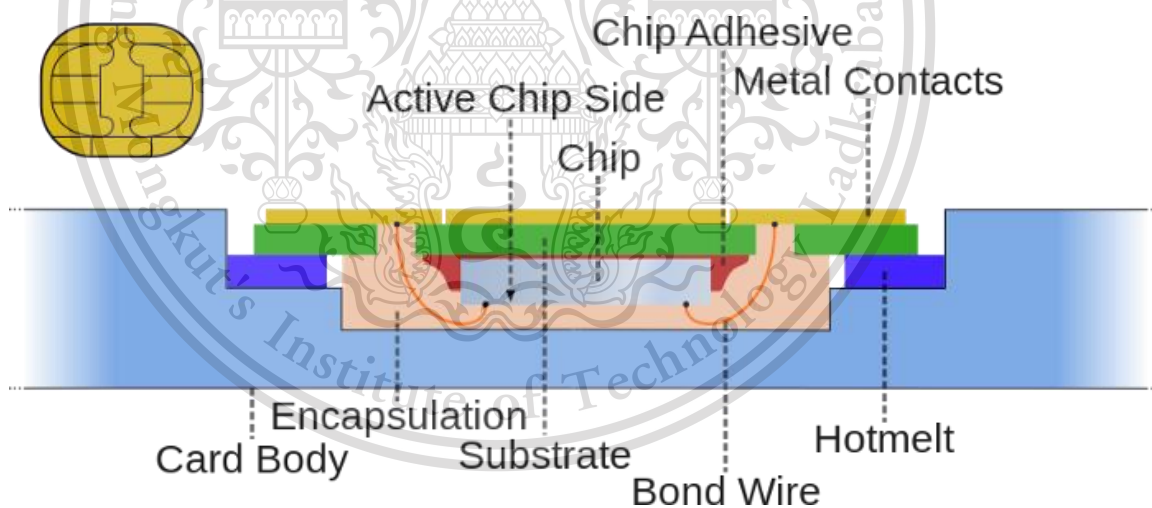
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.3 Contactless Smart card

### 2.1.3 ชิพ [2]

คือ ส่วนของพื้นที่ในบัตรมีพื้นที่สัมผัสประมาณ 1 ตารางเซนติเมตร (0.16 ตร.ว.) ประกอบด้วยแผ่นสัมผัสเคลือบทองหลายแผ่น แผ่นอิเล็กทรอนิกส์โทรคเหล่านี้ให้การเชื่อมต่อเมื่อเสียบเข้ากับเครื่องอ่าน



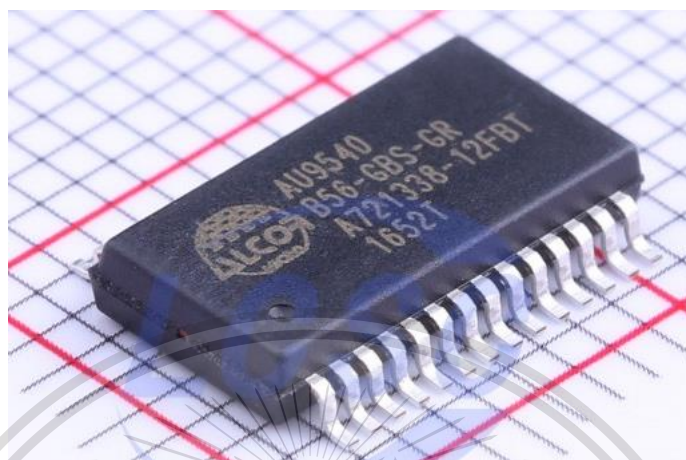
รูปที่ 2.4 Illustration of smart-card structure and packaging

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 2.1.4 AU 9540 [3]



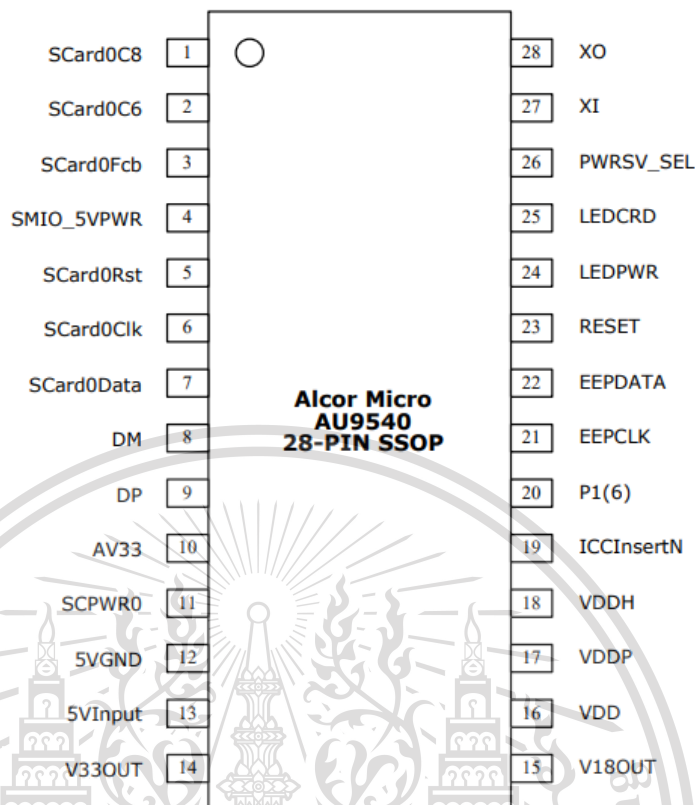
รูปที่ 2.5 IC AU9540

AU9540 เป็นคอนโทรลเลอร์ USB Smart Card reader แบบชิปเดี่ยว การผสมรวมที่สูงช่วยให้ต้นทุน BOM ต่ำที่สุดสำหรับเครื่องอ่านสมาร์ทการ์ด AU9540 รองรับมาตรฐานสากลหลายมาตรฐานรวมถึง ISO7816 สำหรับมาตรฐาน IC card, PC / SC 2.0 สำหรับมาตรฐานสมาร์ทการ์ดของ windows, Microsoft WHQL, EMV สำหรับมาตรฐาน Europay MasterCard Visa และมาตรฐาน USB-IF CCID โดยทั่วไปแอปพลิเคชัน AU9540 สามารถใช้กับอุปกรณ์ปลายทางสำหรับอ่าน / เขียนบัตรสมาร์ทการ์ดเช่น ATM เครื่อง POS โทรศัพท์สาธารณะอีคอมเมิร์ซการใช้งานส่วนบุคคลบนอินเทอร์เน็ตการรับรองส่วนบุคคล ระบบชำระเงินล่วงหน้า ระบบที่มีความสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.6 AU9540 Pin Assignment Diagram

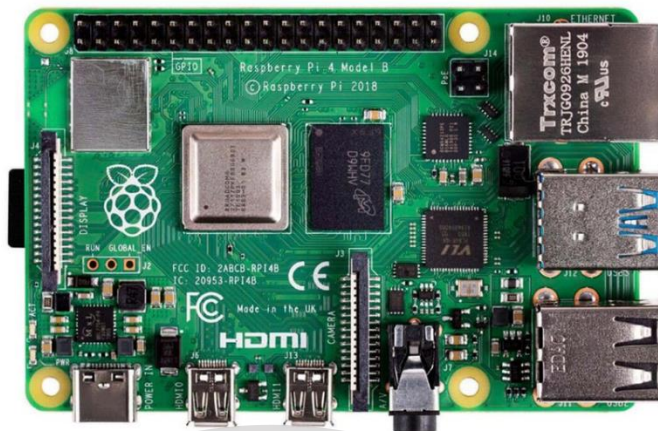
### 2.1.5 Raspberry Pi 4 Computer [4]

Raspberry Pi 4 Model B เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ล่าสุดในกลุ่ม Raspberry Pi ที่ได้รับความนิยม เพิ่มความเร็วโปรเซสเซอร์ประสิทธิภาพมัลติมีเดียหน่วยความจำและการเชื่อมต่อที่เพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดเมื่อเทียบกับ Raspberry Pi 3 Model B + รุ่นก่อนหน้าในขณะที่ยังคงความเข้ากันได้แบบย้อนหลังและการใช้พลังงานที่ใกล้เคียงกัน สำหรับผู้ใช้ Raspberry Pi 4 Model B ให้ประสิทธิภาพของเดสก์ท็อปเทียบเท่ากับระบบพีซี x86 ระดับเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.7 Raspberry Pi 4 Model B

คุณสมบัติหลักของผลิตภัณฑ์นี้ ได้แก่ โปรเซสเซอร์ Quad-Core 64 บิตประสิทธิภาพสูง, รองรับการแสดงผลที่มีความละเอียดสูงสุด 4K ผ่านพอร์ต micro-HDMI คู่, ถอดรหัสวิดีโอฮาร์ดแวร์ที่สูงสุด 4Kp60, RAM สูงสุด 4GB, dual-band 2.4 / 5.0 GHz LAN ไร้สาย, Bluetooth 5.0, Gigabit Ethernet, USB 3.0 และความสามารถ PoE (ผ่านโปรแกรมเสริม PoE HAT แยกต่างหาก)

#### 2.1.6 Switching Power Supply [6]

สวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลาย หรืออาจเรียกกันย่อๆของ Switch Mode Power Supplies (SMPS) เป็นอุปกรณ์แปลงจ่ายไฟตรงคงค่าแรงดันแบบหนึ่งและสามารถเปลี่ยนแรงดันไฟสลับค่าสูงเป็นแรงดันไฟตรงค่าต่ำได้



รูปที่ 2.8 Switching Power Supply

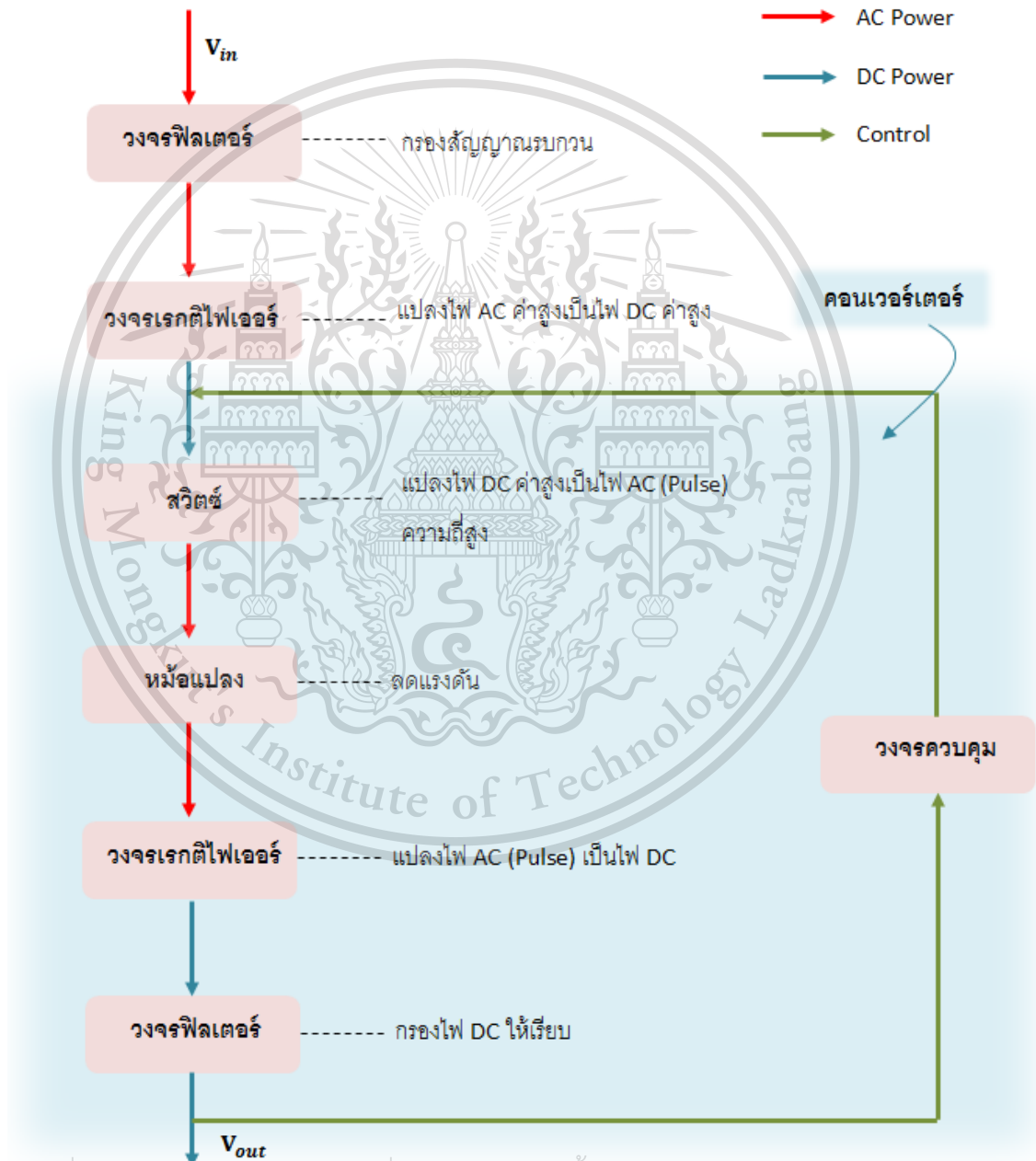
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน ที่องค์กรสื่อเท่านั้น โปรดอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Switching Power Supply จะประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ

- 1) วงจรฟิลเตอร์และเรกติไฟเออร์ ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟสลับเป็นไฟตรง
- 2) คอนเวอร์เตอร์ ทำหน้าที่แปลงไฟตรงเป็นไฟสลับความถี่สูง และแปลงกลับเป็นไฟตรงโวลต์ต่ำ
- 3) วงจรควบคุม ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของคอนเวอร์เตอร์ เพื่อให้ได้แรงดันเอาต์พุตตามต้องการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแต่งเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงชื่อเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

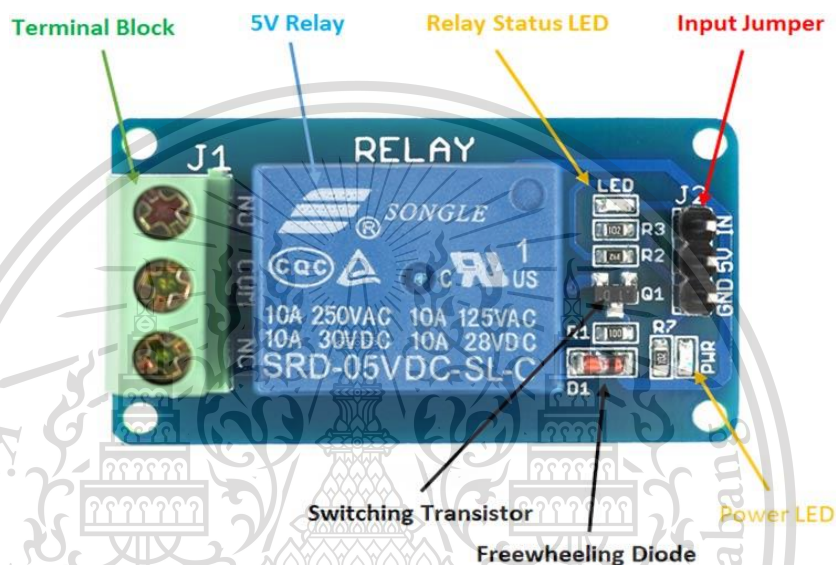
รูปที่ 2.9 แผนผัง Switching Power Supply

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 2.1.7 Single-Channel Relay Module [7]

รีเลย์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้กระแสไฟฟ้าเพื่อเปิดหรือปิดหน้าสัมผัสของสวิทช์ โมดูลรีเลย์ช่องสัญญาณเดียวเป็นมากกว่ารีเลย์ธรรมดาโดยประกอบด้วยส่วนประกอบที่ทำให้การสลับและการเชื่อมต่อง่ายขึ้นและทำหน้าที่เป็นตัวบ่งชี้เพื่อแสดงว่าโมดูลมีการขับเคลื่อนหรือไม่และรีเลย์ทำงานอยู่หรือไม่



รูปที่ 2.10 Single-Channel Relay Module

โมดูลรีเลย์ช่องสัญญาณเดียวเป็นมากกว่ารีเลย์ธรรมดาโดยมีส่วนประกอบที่ทำให้การสลับและการเชื่อมต่อง่ายขึ้นและทำหน้าที่เป็นตัวบ่งชี้เพื่อแสดงว่าโมดูลมีการขับเคลื่อนหรือไม่และรีเลย์ทำงานอยู่หรือไม่ อันดับแรกคือขั้วต่อสกรู นี่เป็นส่วนหนึ่งของโมดูลที่สัมผัสกับแหล่งจ่ายไฟดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการเชื่อมต่อที่เชื่อถือได้ การเพิ่มขั้วสกรูทำให้ง่ายต่อการเชื่อมต่อสายไฟหลักที่หนาซึ่งอาจเป็นการยากที่จะบัดกรีโดยตรง การเชื่อมต่อสามจุดบนแผงขั้วต่อเชื่อมต่อกับขั้วต่อที่เปิดตามปกติปิดตามปกติและขั้วทั่วไปของรีเลย์ ประการที่สองคือรีเลย์เองซึ่งในกรณีนี้คือกล่องพลาสติกสีน้ำเงิน ข้อมูลมากมายสามารถรวบรวมได้จากเครื่องหมายบนรีเลย์เอง หมายเลขชิ้นส่วนของรีเลย์ที่ด้านล่างระบุว่า“ 05VDC” ซึ่งหมายความว่าขดลวดรีเลย์เปิดใช้งานที่ขั้นต่ำ 5V แรงดันไฟฟ้าใด ๆ ที่ต่ำกว่านี้จะไม่สามารถปิดหน้าสัมผัสของรีเลย์ได้อย่างน่าเชื่อถือ นอกจากนี้ยังมีเครื่องหมายแรงดันและกระแสซึ่งแสดงถึงแรงดันและกระแสสูงสุดรีเลย์สามารถสลับได้ ตัวอย่างเช่นเครื่องหมายด้านซ้ายบนระบุว่า“

เอกสารนี้เป็น 10A 250VAC” ซึ่งหมายความว่ารีเลย์สามารถเปลี่ยน โหลดสูงสุด 10A เมื่อเชื่อมต่อกับวงจรไฟเมน แม้ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

250V กระเนนด้านล่างซ้ายระบุว่า “ 10A 30VDC ” ซึ่งหมายความว่ารีเลย์สามารถเปลี่ยนกระแสสูงสุด 10A DC ก่อนที่หน้าสัมผัสจะเสียหาย 'ไฟ LED แสดงสถานะรีเลย์' จะเปิดขึ้นเมื่อใดก็ตามที่รีเลย์ทำงาน และแสดงสัญญาณของกระแสที่ไหลผ่านขดลวดรีเลย์ จัมเปอร์อินพุตใช้เพื่อจ่ายพลังงานให้กับขดลวดรีเลย์และ LED จัมเปอร์ยังมีขาอินพุตซึ่งเมื่อดึงสูงจะเปิดใช้งานรีเลย์ ทรานซิสเตอร์สวิตช์รับอินพุตที่ไม่สามารถจ่ายกระแสได้เพียงพอที่จะขับเคลื่อนขดลวดรีเลย์โดยตรงและขยายโดยใช้แรงดันไฟฟ้าเพื่อขับเคลื่อนขดลวดรีเลย์ ด้วยวิธีนี้อินพุตสามารถขับเคลื่อนจากไมโครคอนโทรลเลอร์หรือเอาต์พุตเซ็นเซอร์ ไดโอดอิสระช่วยป้องกันแรงดันไฟฟ้ากระแสเพื่อเมื่อปิดรีเลย์ LED เพาเวอร์เชื่อมต่อกับ VCC และจะเปิดเมื่อใดก็ตามที่มีการขับเคลื่อน โมดูล

### 2.1.8 Magnetic Lock [8]

ตัวล็อกแม่เหล็กไฟฟ้า (maglocks) ถูกนำมาใช้มากขึ้นในอุตสาหกรรมการควบคุมการเข้าออกและการรักษาความปลอดภัย พื้นที่ใช้งาน ได้แก่ สนามบิน โรงพยาบาลอาคารสำนักงานและสถานีส่งมวลชน นอกจากนี้ยังใช้กับประตูที่มีการ จำกัด การเข้าถึงด้วยเหตุผลด้านความปลอดภัยหรือประตูสองชั้นเป็นทางออกฉุกเฉิน PCSC มี maglock คุณภาพสูงมากมายสำหรับการติดตั้งใด ๆ Maglocks สามรุ่นที่แตกต่างกันโดยมีช่วงแรงยึด 600 ปอนด์ ถึง 1200 ปอนด์ สำหรับใช้ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย นอกจากนี้ยังมี maglock คู่ 1200 ปอนด์สำหรับสภาพแวดล้อมที่ละเอียดอ่อนมากขึ้น ออกแบบมาเพื่อความน่าเชื่อถือและง่ายต่อการติดตั้ง Maglock แต่ละอันช่วยให้ใช้งานได้อย่างไร้กังวลในสภาพแวดล้อมการควบคุมการเข้าถึงใด ๆ



รูปที่ 2.11 Magnetic Lock

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.2.1 Application Protocol Data Unit (APDU) [9]

Application Protocol Data Unit (APDU) คือมาตรฐานของชุดคำสั่งเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในโปรแกรมต่างๆ โดยทำการเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องอ่านบัตรและการสื่อสารของ smart card แบ่งเป็น 2 ประเภท

#### 2.2.1.1 APDU command

เป็นคำสั่งที่ส่งไปต่อให้ smart card ทำงานตามที่ต้องการ โดยชุดคำสั่งมี 2 ส่วน คือ header และ body

ตารางที่ 2.1 Command APDU

| Command APDU |                |   |
|--------------|----------------|---|
| Field name   | Length (bytes) | Description   |
| CLA          | 1              | Instruction class - indicates the type of command, e.g. interindustry or proprietary  |
| INS          | 1              | Instruction code - indicates the specific command, e.g. "write data"  |
| P1-P2        | 2              | Instruction parameters for the command, e.g. offset into file at which to write the data  |
| $L_c$        | 0, 1 or 3      | Encodes the number ( $N_c$ ) of bytes of command data to follow<br>0 bytes denotes $N_c=0$<br>1 byte with a value from 1 to 255 denotes $N_c$ with the same value<br>3 bytes, the first of which must be 0, denotes $N_c$ in the range 1 to 65 535 (all three bytes may not be zero)  |
| Command data | $N_c$          | $N_c$ bytes of data   |
| $L_e$        | 0, 1, 2 or 3   | Encodes the maximum number ( $N_e$ ) of response bytes expected<br>0 bytes denotes $N_e=0$<br>1 byte in the range 1 to 255 denotes that value of $N_e$ , or 0 denotes $N_e=256$<br>2 bytes (if extended $L_c$ was present in the command) in the range 1 to 65 535 denotes $N_e$ of that value, or two zero bytes denotes 65 536<br>3 bytes (if $L_c$ was not present in the command), the first of which must be 0, denote $N_e$ in the same way as two-byte $L_e$ |

#### 2.2.1.2 APDU response

เป็นข้อมูลที่ส่งกลับมาโดย smart card และ data field คือข้อมูลที่บัตรส่งกลับมา ขนาดไม่แน่นอน หรือไม่มีเลย ส่วนของ SW1 และ SW2 มีขนาด 1 byte เป็นข้อมูลบอกสถานะการทำงานของ APDU command ที่ส่งไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## ตารางที่ 2.2 Response APDU

| Response APDU              |                        |   |
|----------------------------|------------------------|---|
| Response data              | $N_r$ (at most $N_e$ ) | Response data   |
| SW1-SW2 (Response trailer) | 2                      | Command processing status, e.g. 90 00 (hexadecimal) indicates success |

ตารางด้านล่างนี้ใช้อ้างอิงเวลาเขียน โปรแกรมรับส่งข้อมูลบัตร ปกติแล้วคำสั่งจะมาในรูปแบบของ array ของ command ส่งไปก่อน 1 รอบเพื่อบอก smart card ว่ากำลังจะรับส่งข้อมูลอะไร รอบ 2 ที่ส่ง เป็นการขอข้อมูลจากบัตร ก็จะทำเหมือนรอบที่ 1 แต่ส่ง array ของ get response และมี 1e ต่อท้าย โดยที่ 1e เป็น byte สุดท้ายของข้อมูล

### 2.2.2 Access Control System [10]

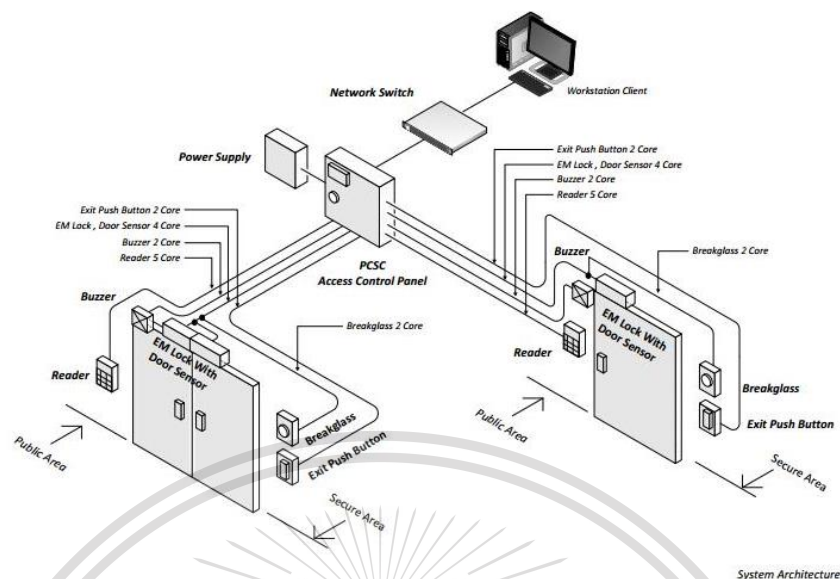
การควบคุมการเข้าถึง คือ ความสามารถในการอนุญาตหรือปฏิเสธการใช้วัตถุบางอย่าง โดยบุคคลหรือนิตินบุคคลบางอย่าง เครื่องควบคุมการเข้าถึงสามารถใช้ในการจัดการวัตถุทางกายภาพ (เช่น โรงภาพยนตร์ซึ่งอนุญาตให้เฉพาะผู้ที่มีตั๋วเท่านั้น) หรือวัตถุดิจิทัล (ตัวอย่างเช่นเอกสารข้อความ ส่วนตัวบนคอมพิวเตอร์ซึ่งมีเพียงผู้ใช้บางรายเท่านั้นที่สามารถอ่านได้)

ระบบควบคุมการเข้าออกแบบอัตโนมัติ ถูกออกแบบขึ้นเพื่อกำหนดสิทธิ์ในการเข้าออก ให้กับบุคลากรภายในที่เกี่ยวข้อง และป้องกันเหตุร้ายที่อาจเกิดจากบุคคลภายนอก มีการบริหารจัดการระบบอย่างมีประสิทธิภาพสามารถกำหนดช่วงเวลา ที่อนุญาตให้ผ่านเข้าออก และกำหนดสิทธิ์ในการเข้าออกแต่ละประตูแยกกันได้อย่างอิสระมีทั้งระบบ Standalone สำหรับทางเข้าออกเดี่ยว หรือสำหรับ อาคารขนาดเล็ก และระบบ Network ที่สามารถใช้ควบคุมทางเข้าออกทั้งหมด จากจุดควบคุมเพียงจุดเดียวหรือหลายจุดก็ตาม ซึ่งเหมาะสำหรับอาคารขนาดใหญ่ ทั้งนี้สามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสถานที่ต่าง ๆ ตามความต้องการ ปรับใช้ได้กับองค์กรทั่วไป เลือกรูปแบบการขออนุญาตเข้าออกได้หลายวิธี ซึ่งอาจตรวจสอบสิทธิ์ โดยใช้รหัส, บัตร หรือลายนิ้วมือ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือเลือกใช้ร่วมกัน เพื่อเพิ่มความปลอดภัยยิ่งขึ้น นอกจากนี้ใช้เพื่อควบคุมการเข้าออก ยังสามารถประยุกต์ใช้เพื่อ ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้อีกมากมาย เช่น ใช้สำหรับรายงานการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย ที่จะต้องไปตรวจสอบความปลอดภัยยังจุดต่าง ๆ ของอาคาร, ใช้เชื่อมต่อกับระบบ Time Attendance ระบบรายงานการเข้าออกและกำหนดเวลาปฏิบัติงานของพนักงาน หรือการใช้งานด้านอื่น ที่จะต้องอาศัยข้อมูล การผ่าน เข้าออกยังจุดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.12 Access control system architecture

### 2.2.3 Time Attendance [11]

ระบบเวลาและการเข้างาน ใช้เพื่อติดตามและตรวจสอบเมื่อพนักงานเริ่มและหยุดงาน ระบบเวลาและการเข้างานช่วยให้นายจ้างสามารถตรวจสอบเวลาทำงานของพนักงานและการมาสาย การออกก่อนเวลาการพักผ่อนและการขาดงาน นอกจากนี้ยังช่วยควบคุมต้นทุนแรงงานโดยลดการจ่ายเงินเกินซึ่งมักเกิดจากการจ่ายเงินให้พนักงานในช่วงเวลาที่ไม่ได้ทำงานและขจัดข้อผิดพลาดในการถอดความข้อผิดพลาดในการตีความและข้อผิดพลาดโดยเจตนา นอกจากนี้ยังสามารถใช้ระบบ TNA เพื่อให้แน่ใจว่ามีการปฏิบัติตามกฎระเบียบด้านแรงงานเกี่ยวกับหลักฐานการเข้างาน ระบบลงเวลา เช่น การเข้างาน ออกงาน โดยในอดีต เป็นการใช้การตอบบัตร หรือ การลงลายมือชื่อ เพื่อยืนยันการเข้างาน และในปัจจุบันเปลี่ยนมาเป็นการใช้เครื่องลงเวลา เพื่อป้องกันการทุจริต และ เป็นการอำนวยความสะดวกให้กับพนักงาน โดยเป็นเพียงเครื่องที่มีระบบเพียงแค่ว่า การดูการเข้าออกของพนักงาน บอกเวลาในการเข้างาน ออกงานของพนักงานเพียงเท่านั้น

### 2.2.4 Face detection [12]

การตรวจจับใบหน้า (รูปที่ 8) คือกระบวนการในการหาพื้นที่ของใบหน้าบนรูปภาพในปัจจุบันมีแอปพลิเคชันมากมายที่ต้องการใช้รูปใบหน้าเพื่อนำไปพัฒนาระบบเช่นระบบรู้จำใบหน้า (Face Recognition) ระบบรู้จำอารมณ์บนใบหน้า (Facial Expression Recognition) ระบบรู้จำองค์ประกอบบนใบหน้า (Facial Attribute Recognition) และระบบการประกอบโครงสร้างใบหน้า

ขึ้นมาใหม่ (Facial Shape Reconstruction) โดยทุกระบบจะต้องใช้การตรวจจับใบหน้าเป็นขั้นตอนแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ลงบนสื่อออนไลน์ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการตรวจจับสิ่งอื่นที่ไม่ใช่ใบหน้าคือน้อย (False Positive) ความถูกต้องในการตรวจจับใบหน้าต้องสูง (True Positive) และการประมวลผลต้องไวเพื่อให้การประมวลผลในขั้นตอนต่อ ๆ ไปให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างของการตรวจจับใบหน้า

ในช่วงแรกของการศึกษาการตรวจจับใบหน้านั้นวิธีที่ใช้ในการตรวจจับใบหน้าถูกแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มหลัก [10] คือ 1) การใช้กฎเกณฑ์พื้นฐานของมนุษย์ (Knowledge-based Method) 2) การค้นหาลักษณะเด่น (Feature Invariant Method) 3) การใช้แม่แบบมาตรฐาน (Template Matching Method) และ 4) การใช้วิธีทางสถิติ (Statistical-based Method)

1) การใช้กฎเกณฑ์พื้นฐานของมนุษย์ (Knowledge-based Method) นั้นจะหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ บนใบหน้าโดยใช้ระยะทางและตำแหน่งตามกฎเกณฑ์ที่ตั้งไว้ซึ่งมีอุปสรรคคือการหากฎเกณฑ์ที่เฉพาะเจาะจงที่ใช้ในการจำแนกใบหน้าของมนุษย์นั้นทำได้ยากหากกฎเกณฑ์นั้นระบุรายละเอียดมากเกินไปจะทำให้ตรวจจับใบหน้าได้ยาก (เพราะไม่มีภาพใดผ่านเกณฑ์เลย) หรือหากกฎเกณฑ์น้อยเกินไปผลที่ได้อาจจะตรวจจับสิ่งอื่นที่ไม่ใช่ใบหน้ามาด้วยอีกทั้งเมื่อนำไปใช้ตรวจจับใบหน้าที่หันในทิศทางอื่นกฎเกณฑ์ในการตรวจจับใบหน้าในทิศทางนั้น ๆ จะทำได้ยากเนื่องจากมีความซับซ้อนและไม่คงที่

2) การค้นหาลักษณะเด่น (Feature Invariant Method) จะใช้การวิเคราะห์ใบหน้าด้วยการหาองค์ประกอบบนใบหน้าเบื้องต้นเช่นตา คิ้ว จมูก และปาก จากนั้นจึงใช้แบบจำลองทางสถิติ (Statistical Model) ในการอธิบายถึงความสัมพันธ์เพื่อยืนยันการตรวจพบใบหน้าซึ่งมีข้อเสียคือเมื่อมีเงาและสภาพแสงที่ไม่คงที่องค์ประกอบดังกล่าวอาจถูกบดบังจากเงาทำให้ระบบไม่เจอหน้านั้น ๆ

3) การใช้แม่แบบมาตรฐาน (Template Matching Method) จะใช้แม่แบบมาตรฐานของใบหน้า เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ที่ถูกกำหนดขึ้นเองด้วยมือเช่นการกำหนดแม่แบบของใบหน้าซึ่งประกอบด้วย 16 พื้นที่และ 23 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ภาพที่ถูกรับเข้ามาจะนำมาหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation Value) กับใบหน้าที่เป็นรูปแบบมาตรฐานในส่วนขององค์ประกอบบนใบหน้าเช่น โครงหน้าดวงตาจมูกและปากซึ่งมีข้อดีคือสามารถทำได้ค่อนข้างง่าย แต่ประสิทธิภาพในการตรวจจับใบหน้านั้นยังไม่ดีเท่าที่ควรซึ่งเกิดจากผลของขนาดตำแหน่งการวางและรูปทรงของใบหน้าที่แตกต่างกันจากตัวแม่แบบมาตรฐาน

4) การใช้วิธีทางสถิติ (Statistical-based Method) จะเรียนรู้ความสัมพันธ์จากองค์ประกอบบนใบหน้าจากกลุ่มตัวอย่างภาพในฐานข้อมูลเพื่อหารูปแบบของใบหน้าและส่วนที่ไม่ใช่ใบหน้าวิธีการนี้มีความแม่นยำและความไวในการตรวจสูงและยังสามารถรับมือกับใบหน้าที่หันข้างได้ แต่มีข้อเสียคือต้องใช้เวลาในการสอนให้กับระบบและต้องใช้จำนวนภาพในฐานข้อมูลเยอะเพื่อให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นที่น่าพอใจ

ในปัจจุบันมีฐานข้อมูลที่เก็บภาพใบหน้าออกมาให้ใช้มากมายซึ่งช่วยสนับสนุนการใช้วิธีทางสถิติอย่างมากในปัจจุบันวิธีการตรวจจับใบหน้าจึงได้ถูกแบ่งใหม่ออกเป็น 3 ประเภทคือ 1) Boosting-Based Method 2) Deep Convolutional Neural Networks (DCNNs) lax 3) Deformable Parts-based Models (DPM) methods [11]

1) Boosting-Based Method จะใช้ตัวอย่างข้อมูลจำนวนมากของภาพใบหน้าและภาพที่ไม่ใช่ใบหน้าเพื่อนำมาสร้างเป็นแบบจำลองเพื่อใช้ในการแยกใบหน้าโดยจะหาค่าตัวจำแนกแบบอ่อนแอ (Weak Classifier) ที่มีความผิดพลาดของน้ำหนักน้อยที่สุดนำไปปรับน้ำหนักในรอบถัดไปโดยเลือกส่งเสริมน้ำหนักให้กับตัวที่ไม่ผ่านการจำแนก แต่ลดน้ำหนักตัวที่ผ่านการจำแนกจนได้ตัวจำแนกที่แข็งแกร่ง (Strong Classifier) ซึ่งจะนำตัวจำแนกนี้ไปใช้ในการหาใบหน้า

2) DCNNs จะสร้างชั้นข้อมูลที่ทำหน้าที่เรียนรู้ความเป็นไปได้ของมุมมองบนใบหน้าด้วยการขยายข้อมูลโดยการสร้างมุมมองของใบหน้าสมมติขึ้นมาซึ่งมีประสิทธิภาพในการทำงานสูง แต่ต้องใช้ฐานข้อมูลภาพใบหน้าทีหันในมุมมองต่าง ๆ จำนวนมาก

3) DPMs จะใช้ส่วนประกอบต่าง ๆ บนใบหน้าหรือวัตถุที่เราสนใจเพื่อใช้ในการตรวจจับซึ่งส่วนประกอบที่ถูกตรวจเจอนั้นจะถูกนำมารวมกันเป็นส่วนประกอบใหญ่ซึ่งวิธีนี้สามารถใช้กับภาพใบหน้าหันข้างได้เช่นเดียวกับ DCNNs แต่ใช้ข้อมูลในการสอนระบบน้อยกว่า

### 2.2.5 Face recognition [13]

การจดจำใบหน้าเริ่มต้นด้วยการแยกพิกัดของคุณสมบัติต่าง ๆ บนใบหน้าเช่น ความกว้างของปาก, ดวงตา, ม่านตา และนำมาเปรียบเทียบกับรูปที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล แล้วจึงส่งบันทึกที่ใกล้เคียงที่สุดกลับไป ปัจจุบันมีเทคนิคและอัลกอริทึมการจดจำใบหน้าจำนวนมากที่พบและพัฒนาขึ้นทั่ว

เอกสารนี้เป็น โลก การจดจำใบหน้ากลายเป็นหัวข้อวิจัยที่น่าสนใจโดยได้รับการพิสูจน์จากเอกสารเผยแพร่จำนวน  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

มากที่สุดเกี่ยวข้องกับการจดจำใบหน้ารวมถึงการดึงคุณลักษณะใบหน้าการปรับปรุงอัลกอริทึมใบหน้าและการประยุกต์ใช้การจดจำใบหน้า

### 2.2.6 ความละเอียดของภาพขั้นต่ำ [14]

วิธีดั้งเดิมในการกำหนดความละเอียดสำหรับระบบกล้องวงจรปิดแบบอะนาล็อกคือการระบุความสูงของวัตถุที่สังเกตเห็นได้เป็นเปอร์เซ็นต์ของภาพแนวตั้ง วัตถุประสงค์การเฝ้าระวังที่แตกต่างกันต้องการเปอร์เซ็นต์ที่แตกต่างกัน

ตัวอย่างเช่น สามารถจับการปรากฏตัวของบุคคลในฉากอาจกำหนดให้ความสูงของบุคคลนั้นครอบคลุม 20% สามารถจดจำบุคคลอาจกำหนดให้บุคคลนั้นมีสัดส่วน 40% และบุคคลที่ระบุตัวตนอาจต้องการ 140% ขึ้นไป (เช่นบุคคลนั้นสูงกว่าภาพ) ดังรูปภาพที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ความสูงของบุคคลคนเดียวกันในขนาด 20%, 40% และ 140% ของภาพ

อย่างไรก็ตามกล้องวิดีโอเครือข่ายในปัจจุบันมีความละเอียดที่หลากหลายมากขึ้นและการใช้ข้อกำหนดเปอร์เซ็นต์จากโลกอนาล็อกนั้นไม่สามารถใช้ได้จริงอีกต่อไป ตอนนี้สามารถใช้พิกเซลในการระบุข้อกำหนดความละเอียดแทน ตารางด้านล่างแสดงให้เห็นว่า ข้อกำหนดเหล่านี้เป็นอย่างไร

### ตารางที่ 2.3 นิยามเกณฑ์ของข้อกำหนดสำหรับการตรวจจับการจดจำและการระบุตัวตน

| Operational requirement                 | Horizontal<br>pixels/face | Px/cm   | Px/inch    |
|---|---------------------------|---------|------------|
| Identification (Challenging conditions) | 80 px/face                | 5 px/cm | 12,5 px/in |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

|                                  |            |            |           |
|----------------------------------|------------|------------|-----------|
| Identification (Good conditions) | 40 px/face | 2,5 px/cm  | 6,3 px/in |
| Recognition                      | 20 px/face | 1,25 px/cm | 3,2 px/in |
| Detection                        | 4 px/face  | 0,25 px/cm | 0,6 px/in |

สำหรับการอภิปรายโดยละเอียดเกี่ยวกับข้อกำหนดความละเอียดสำหรับการระบุตัวตน การจดจำและการตรวจจับ โพรดคุมทแนะนำการนับพิกเซลที่สมบูรณ์แบบ เกณฑ์อื่น ๆ จะใช้ได้กับวัตถุอื่น ๆ เช่นป้ายทะเบียนซึ่งคำแนะนำทั่วไปคือความสูงของตัวอักษรและตัวเลขควรเป็น 15 พิกเซล (ประมาณ 200 พิกเซล / ม.) เพื่อให้แน่ใจว่าชัดเจน เมื่อพิจารณาความละเอียดที่จำเป็นเพื่อใช้ภาพจากกล้องเป็นหลักฐานในศาลสิ่งสำคัญคือต้องคำนึงถึงข้อกำหนดทางกฎหมายและข้อบังคับด้วย

ความละเอียดของฉากที่ถ่ายจะพิจารณาจากความละเอียดของกล้องและขนาดของฉาก เลือกล้องและเลนส์ที่จะช่วยให้มุมมองตรงกับความกว้างของฉากในระยะที่ต้องการจากกล้อง

#### ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างระยะทางสูงสุดสำหรับการระบุตัวตน (500 px/m หรือ 80 pixels/face)

| ความคมชัดของกล้องตามแนวนอน | ระยะโฟกัส    | ระยะทางไกลที่สุด | ความกว้างของฉากมากที่สุด |
|----------------------------|--------------|------------------|--------------------------|
| 2592 pixels                | 2.8 – 8 mm   | 9 m              | 5.2 m                    |
| 1280 pixels                | 3.3 – 12 mm  | 6 m              | 2.6 m                    |
| 1920 pixels                | 5.1 – 51 mm  | 41 m             | 3.8 m                    |
| 736 pixels                 | 3.3 – 119 mm | 50 m             | 1.5 m                    |
| 1280 pixels                | 4.4 – 132 mm | 67 m             | 2.6 m                    |

#### 2.2.7 MQTT [15]

MQTT เป็นโพรโตคอลการส่งข้อความมาตรฐาน OASIS สำหรับ Internet of Things (IoT) ได้รับการออกแบบให้เป็นการส่งข้อความเพื่อเผยแพร่ / สมัครสมาชิกที่มีน้ำหนักเบาซึ่งเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ระยะไกลที่มีรหัสขนาดเล็กและแบนด์วิดท์เครือข่ายน้อย ปัจจุบัน MQTT ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมหลากหลายประเภทเช่นยานยนต์การผลิตโทรคมนาคมน้ำมันและก๊าซ เป็นต้น

#### 2.2.8 Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) [16]

Simple Mail Transfer Protocol หรือ SMTP คือ มาตรฐานบน Internet สำหรับการรับส่ง Email นั้นเอง หรือจะเรียกว่า protocol ส่ง mail ก็ว่าได้ ปัจจุบัน mail server และ ระบบส่งเมลล์ทั่วโลก

ต่างใช้ SMTP ในการรับและส่งข้อมูลเมลล์กันหมดแล้ว ซึ่งสำหรับฝั่ง client เองแล้ว ตัว program mail ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จะใช้ SMTP สำหรับขาส่งไปหา mail server เท่านั้น สำหรับขารับ client program จะใช้ IMAP หรือ POP3

SMTP จะสื่อสารกันระหว่าง mail server ด้วย port 25 ในทางกลับกันฝั่ง mail client จะส่ง mail ไปยัง mail server ที่ port 587 แต่บางครั้งก็อาจจะไปใช้ port 456 แทนด้วยเหตุผลบางประการ และสำหรับ SSL connection จะเรียก protocol ว่า SMTPS

ส่วนสำหรับระบบที่เป็น proprietary หรือ เขียนด้วยภาษาเฉพาะเช่น IBM Lotus Notes, Microsoft Exchange รวมถึง webmail เช่น Outlook, Gmail, Yahoo! พวกนี้จะใช้มาตรฐานของภายในบริษัทเองในการเข้าถึงข้อมูลภายในบัญชี mail box ของแต่ละ mail server แต่ทั้งหมดจะยังคงใช้ SMTP ในการรับส่งเมลล์อยู่ดี

## 2.3 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

### 2.3.1 กฎหมายการคุ้มครองแรงงาน [17]

#### 2.3.1.1 เวลาทำงานปกติ

งานทั่วไปไม่เกิน 8 ชม./วัน หรือตามที่นายจ้างลูกจ้างตกลงกัน และไม่เกิน 48 ชม./สัปดาห์ งานที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพและความปลอดภัยของลูกจ้าง ได้แก่ งานที่ต้องทำใต้ดิน ใต้น้ำ ในถ้ำ ในอุโมงค์ หรือในที่อับอากาศ งานเกี่ยวกับกัมมันตภาพรังสี งานเชื่อมโลหะ งานขนส่งวัตถุอันตราย งานผลิตสารเคมีอันตราย งานที่ต้องทำด้วยเครื่องมือ หรือเครื่องจักร ซึ่งผู้ทำได้รับความสั่นสะเทือนอันอาจเป็นอันตราย และงานที่ต้องทำเกี่ยวกับความร้อนจัดหรือความเย็นจัดอันอาจเป็นอันตราย ซึ่งโดยสภาพของงานมีความเสี่ยงอันตรายสูงหรือมีภาวะแวดล้อมในการทำงานเกิน มาตรฐานความปลอดภัยที่กำหนดไว้ซึ่งไม่สามารถปรับปรุงแก้ไขที่แหล่งกำเนิดได้ และต้องจัดให้มีการป้องกันที่ตัวบุคคล ให้มีเวลาทำงานปกติไม่เกิน 7 ชม./วัน และไม่เกิน 42 ชม./สัปดาห์

#### 2.3.1.2 เวลาพัก

ระหว่างการทำงานปกติ ไม่น้อยกว่า 1 ชม./วัน หลังจากลูกจ้างทำงานมาแล้วไม่เกิน 5 ชม. ติดต่อกัน หรืออาจตกลงกันพักเป็นช่วง ๆ ก็ได้แต่รวมแล้วต้องไม่น้อยกว่า 1 ชม./วัน งานในร้านอาหารหรือร้านขายเครื่องดื่มซึ่งเปิดจำหน่ายหรือให้บริการในแต่ ละวันไม่ติดต่อกัน อาจพักเกิน 2 ชม./วันก็ได้ นายจ้างอาจจะไม่จัดเวลาพักได้กรณีเป็นงานที่มีลักษณะหรือสภาพของงานต้องทำติดต่อกันไปโดยได้รับความยินยอมจากลูกจ้างหรือเป็นงานฉุกเฉิน

ก่อนการทำงานล่วงเวลา กรณีให้ลูกจ้างทำงานล่วงเวลาต่อจากเวลาทำงานปกติไม่

เอกสารนี้เป็นน้อยกว่า 2 ชม. ต้องจัดให้ลูกจ้างพักก่อนเริ่มทำงานล่วงเวลาไม่น้อยกว่า 20 นาทีไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.1.3 วันหยุด

วันหยุดประจำสัปดาห์ ไม่น้อยกว่า 1 วัน/สัปดาห์ โดยให้มีระยะห่างกันไม่เกิน 6 วัน สำหรับงานโรงแรม งานขนส่ง งานในป่า งานในที่ทุรกันดาร หรืองานอื่นตามที่กำหนดในกฎกระทรวงอาจตกลงกันสะสมและเลื่อนวันหยุดประจำ สัปดาห์ไปหยุดเมื่อใดก็ได้ภายในระยะเวลา 4 สัปดาห์ติดต่อกัน

วันหยุดตามประเพณี ไม่น้อยกว่า 13 วัน/ปี โดยรวมวันแรงงานแห่งชาติ โดยพิจารณาจากวันหยุดราชการประจำปี วันหยุดทางศาสนาหรือขนบธรรมเนียมประเพณีแห่งท้องถิ่น ถ้าวันหยุดตามประเพณีตรงกับวันหยุดประจำสัปดาห์ให้หยุดชดเชยวันหยุดตาม ประเพณีในวันทำงาน ถัดไป สำหรับงานในกิจการ โรงแรม สถานมหรสพ ร้านอาหาร ร้านขายเครื่องดื่ม ฯลฯ อาจตกลงกันหยุดวันอื่นชดเชยวันหยุดตามประเพณี หรือจ่ายค่าทำงานในวันหยุดให้ก็ได้

วันหยุดพักผ่อนประจำปี ไม่น้อยกว่า 6 วันทำงาน/ปี สำหรับลูกจ้างซึ่งทำงานติดต่อกันมาครบ 1 ปี อาจตกลงกันล่วงหน้าสะสมและเลื่อนวันหยุดพักผ่อนประจำปี ไปรวมหยุดในปีต่อ ๆ ไปได้

### 2.3.1.4 การทำงานล่วงเวลา การทำงานในวันหยุด

อาจให้ลูกจ้างทำได้โดยได้รับความยินยอมจากลูกจ้างก่อนเป็นคราว ๆ ไป อาจ ให้ลูกจ้างทำงานล่วงเวลา และทำงานในวันหยุดได้เท่าที่จำเป็น ถ้าลักษณะหรือสภาพของงานต้องทำติดต่อกันไป ถ้าหยุดจะเสียหายแก่งาน หรือเป็นงานฉุกเฉิน อาจให้ทำงานในวันหยุด สำหรับกิจการ โรงแรม สถานมหรสพ งานขนส่ง ร้านอาหาร ร้านขายเครื่องดื่ม สโมสร สมาคม และสถานพยาบาลได้ โดยไม่จำเป็นต้องได้รับความยินยอมจากลูกจ้างก่อน ชั่วโมงการทำงานล่วงเวลา การทำงานในวันหยุด และการทำงานล่วงเวลาในวันหยุด รวมแล้วต้องไม่เกิน 36 ชม./สัปดาห์

### 2.3.1.5 วันลา

วันลาป่วย ลูกจ้าง ลาป่วยได้เท่าที่ป่วยจริง การลาป่วยตั้งแต่ 3 วันทำงานขึ้นไป นายจ้างอาจให้ลูกจ้างแสดงใบรับรองของแพทย์แผนปัจจุบันชั้น หนึ่งหรือของสถานพยาบาลของทางราชการได้ หากลูกจ้าง ไม่อาจแสดงได้ให้ลูกจ้างชี้แจงให้นายจ้างทราบ วันที่ลูกจ้างไม่อาจทำงานได้เนื่องจากประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยซึ่งเกิดจาก การทำงาน หรือวันลาเพื่อคลอดบุตรไม่ถือเป็นวันลาป่วย

วันลากิจ ลูกจ้างลาเพื่อกิจธุระอันจำเป็นได้ตามข้อบังคับเกี่ยวกับการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

วันลาทำหมัน ลูกจ้างลาเพื่อทำหมันและเนื่องจากการทำหมันได้ตามระยะเวลาที่แพทย์แผนปัจจุบันชั้นหนึ่งกำหนดและออกใบรับรอง

วันลาข้าราชการทหาร ลูกจ้างลาเพื่อรับราชการทหารในการเรียกพล เพื่อตรวจสอบฝีมือวิชาทหาร หรือทดลองความ พรั่งพร้อมตามกฎหมายว่าด้วยการรับราชการทหารได้

วันลาคลอดบุตร ลูกจ้างหญิงมีครรภ์ลาเพื่อคลอดบุตรได้ครรภ์หนึ่งไม่เกิน ๕๐ วัน โดยนับรวมวันหยุด

วันลาฝึกอบรม ลูกจ้าง มีสิทธิลาเพื่อการฝึกอบรมหรือพัฒนาความรู้ความสามารถ เพื่อประโยชน์ต่อการแรงงานและสวัสดิการสังคมหรือการเพิ่มทักษะความชำนาญเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของลูกจ้างตาม โครงการหรือหลักสูตร ซึ่งมีกำหนดช่วงเวลาที่แน่นอนและชัดเจน และเพื่อการสอบวัดผลทางการศึกษาที่ทางราชการจัดหรืออนุญาตให้จัดขึ้น ลูกจ้างต้องแจ้งเหตุในการลาโดยชัดแจ้ง พร้อมทั้งแสดงหลักฐานที่เกี่ยวข้อง (ถ้ามี) ให้นายจ้างทราบล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 7 วันก่อนวันลา นายจ้างอาจไม่อนุญาตให้ลาหากในปีที่ลาลูกจ้างเคยได้รับอนุญาตให้ลามาแล้วไม่น้อยกว่า 30 วัน หรือ 3 ครั้งหรือแสดงได้ว่าการลาของลูกจ้างอาจก่อให้เกิดความเสียหายหรือกระทบต่อการประกอบธุรกิจของนายจ้าง

### 2.3.1.6 ค่าตอบแทนในการทำงาน

ค่าจ้างจ่าย เป็นเงินเท่านั้น จ่ายค่าจ้างให้แก่ลูกจ้างไม่น้อยกว่าอัตราค่าจ้างขั้นต่ำ ถ้ากำหนดเวลาทำงานปกติเกิน 9 ชม./วัน ให้จ่ายค่าตอบแทนแก่ลูกจ้าง ซึ่งไม่ได้รับค่าจ้างเป็นรายเดือน สำหรับการทำงานที่เกิน 9 ชม.ขึ้นไปไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของอัตราค่าจ้างต่อชั่วโมงหรือต่อหน่วยในวันทำงาน และในอัตราไม่น้อยกว่า 3 เท่าของอัตราค่าจ้างต่อชั่วโมงหรือต่อหน่วยในวันหยุด

ค่าจ้างในวันหยุด จ่าย ค่าจ้างสำหรับวันหยุดประจำสัปดาห์ วันหยุดตามประเพณี และวันหยุดพักผ่อนประจำปี ยกเว้นลูกจ้างรายวัน รายชั่วโมง หรือตามผลงาน ไม่มีสิทธิได้รับค่าจ้างในวันหยุดประจำสัปดาห์

ค่าจ้างในวันลา จ่ายค่าจ้างในวันลาป่วยไม่เกิน 30 วันทำงาน/ปี จ่ายค่าจ้างในวันลาเพื่อทำหมัน จ่ายค่าจ้างในวันลาเพื่อรับราชการทหาร ไม่เกิน 60 วัน/ปี จ่ายค่าจ้างในวันลาเพื่อคลอดบุตร ไม่เกิน 45 วัน/ครรภ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 2.3.2 พ.ร.บ. ข้อมูลส่วนบุคคล (PDPA) [18]

#### 2.3.2.1 ข้อมูลส่วนบุคคล มาตรา 6

ข้อมูลเกี่ยวกับบุคคลซึ่งทำให้สามารถระบุตัวบุคคลนั้นได้ไม่ว่าทางตรงหรือทางอ้อม เช่น ชื่อ-สกุล, ที่อยู่, เลขบัตรประชาชน, ข้อมูลสุขภาพ, หมายเลขโทรศัพท์, e-mail, ประวัติอาชญากรรม เป็นต้น

#### 2.3.2.2 บุคคลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลส่วนบุคคล มาตรา 6

เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล (Data Subject) ตามกฎหมายไม่ได้ให้คำนิยามไว้ แต่โดยหลักการทั่วไปแล้วหมายถึง บุคคลที่ข้อมูลนั้นระบุไปถึง

##### ผู้ควบคุมข้อมูลส่วนบุคคล (Data Controller)

- บุคคลหรือนิติบุคคลซึ่งมีอำนาจหน้าที่ตัดสินใจเกี่ยวกับการเก็บรวบรวม ใช้ หรือเปิดเผยข้อมูล ส่วนบุคคล เช่น หน่วยงานของรัฐ หรือเอกชนโดยทั่วไป ที่เก็บรวบรวม ใช้หรือเปิดเผยข้อมูล ส่วนบุคคลของประชาชนหรือลูกค้าที่มาใช้บริการ

- ผู้ควบคุมข้อมูลส่วนบุคคลมีหน้าที่สำคัญที่กฎหมายกำหนดไว้เช่น จัดให้มีมาตรการรักษา ความมั่นคงปลอดภัยข้อมูลส่วนบุคคล, ดำเนินการเพื่อป้องกันมิให้ผู้อื่นใช้หรือเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคลโดยมิชอบ, แจ้งเหตุการฉ้อฉลละเมิดข้อมูลส่วนบุคคลให้สำนักงานคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลทราบภายใน 72 ชั่วโมงนับแต่ทราบเหตุ, แต่งตั้งเจ้าหน้าที่คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (Data Protection Officer : DPO) เพื่อตรวจสอบการทำงานของตน เป็นต้น

##### ผู้ประมวลผลข้อมูลส่วนบุคคล (Data Processor)

- บุคคลหรือนิติบุคคลซึ่งดำเนินการเกี่ยวกับการเก็บรวบรวม ใช้ หรือเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคล ตามคำสั่งหรือในนามของผู้ควบคุมข้อมูลส่วนบุคคล เช่น บริการ cloud service เป็นต้น

- ผู้ประมวลผลข้อมูลส่วนบุคคลมีหน้าที่หลัก คือ ดำเนินการตามคำสั่งที่ได้รับจากผู้ควบคุมข้อมูล ส่วนบุคคลเท่านั้น เว้นแต่คำสั่งนั้นขัดต่อกฎหมายหรือบทบัญญัติในการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล

#### 2.3.2.3 การเก็บรวบรวม ใช้ หรือเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคลได้โดยชอบด้วยกฎหมาย มาตรา

##### 24 และ 27

การเก็บรวบรวม ใช้ หรือเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคลดังกล่าวจะชอบด้วยกฎหมาย หากดำเนินการตามหลักการใดหลักการหนึ่ง ดังต่อไปนี้

- Consent

- เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลให้ความยินยอมในการเก็บรวบรวม ใช้หรือเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคล

เอกสารนี้เป็น เอกสารแจ้งวัตถุประสงค์ของการเก็บรวบรวม ใช้หรือเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคลให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- มีแบบหรือข้อความที่อ่านแล้วเข้าใจได้ง่าย และต้องไม่เป็นการหลอกลวง
- เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลจะถอนความยินยอมเมื่อใดก็ได้ ถ้าไม่มีข้อจำกัดสิทธิ เช่น มีกฎหมายที่กำหนดให้เก็บรวบรวมข้อมูลส่วนบุคคลนั้นไว้ก่อน
  - Scientific or Historical Research
- จัดทำเอกสารประวัติศาสตร์, จดหมายเหตุ, การศึกษาวิจัย, สถิติ
  - Vital Interest
- เพื่อป้องกันหรือระงับอันตรายต่อชีวิตร่างกาย หรือสุขภาพของบุคคล เช่น การเข้ารับบริการทางการแพทย์ ณ โรงพยาบาล
  - Contract
- เป็นการจำเป็นเพื่อการปฏิบัติตามสัญญา เช่น เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลทำสัญญากู้ยืมเงินจากธนาคาร ธนาคารสามารถเก็บรวบรวม ใช้ หรือเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคลนั้นได้ตามวัตถุประสงค์ของสัญญา
  - Public Task
- เป็นการจำเป็นเพื่อการปฏิบัติหน้าที่ในการดำเนินการกิจเพื่อประโยชน์สาธารณะ หรือปฏิบัติหน้าที่ในการใช้อำนาจรัฐ เช่น หน่วยงานของรัฐจัดทำ Big Data เพื่อแก้ปัญหาความยากจนของเกษตรกร
  - Legitimate Interest
- เป็นการจำเป็นเพื่อประโยชน์โดยชอบด้วยกฎหมายของผู้ควบคุมข้อมูลส่วนบุคคล หรือของบุคคลหรือนิติบุคคลอื่น เช่น บริษัทเอกชนติดตั้งกล้องวงจรปิดภายในอาคารเพื่อรักษาความปลอดภัย ซึ่งบริษัทสามารถเก็บรวบรวมภาพถ่ายซึ่งเป็นข้อมูลส่วนบุคคลของบุคคลที่อยู่ในบริเวณดังกล่าวได้
  - Legal Obligations
- เป็นการปฏิบัติตามกฎหมายนอกจากหลักการข้างต้นแล้ว มีข้อมูลส่วนบุคคลอีกประเภทซึ่งเรียกว่า ข้อมูลส่วนบุคคลที่มีความละเอียดอ่อน (Sensitive Personal Data) เช่น เชื้อชาติ, ประวัติอาชญากรรม, ข้อมูลพันธุกรรม, พฤติกรรมทางเพศ เป็นต้น การเก็บรวบรวม ใช้ หรือเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคลดังกล่าว จะมีหลักการที่เข้มงวดกว่าข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป โดยจะกระทำได้หากดำเนินการตามหลักการใดหลักการหนึ่ง เช่น ได้รับความยินยอมโดยชัดแจ้ง (Explicit Consent) จากเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล, เพื่อป้องกันหรือระงับอันตรายต่อชีวิต ร่างกาย หรือสุขภาพ ของบุคคลซึ่งเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลไม่สามารถให้ความยินยอมได้ เป็นต้น

### 2.3.2.4 สิทธิของเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล (Data Subject Right)

สิทธิขอให้โอนข้อมูล (Right to data portability) มาตรา 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จะใช้สิทธินี้ได้ต้องเป็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากการให้ความยินยอม หรือฐานสัญญาตามมาตรา 24 (3) เท่านั้น

สิทธิขอให้อลบหรือทำลาย หรือทำให้ข้อมูลส่วนบุคคลเป็นข้อมูลที่ไม่สามารถระบุตัวบุคคล (Right to erasure (also known as right to be forgotten)) มาตรา 33

- เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลมีสิทธิขอให้อลบหรือทำลายหรือทำให้ข้อมูลส่วนบุคคลเป็นข้อมูลที่ไม่สามารถระบุตัวบุคคลได้ หากข้อมูลส่วนบุคคลที่หมกความจำเป็น หรือข้อมูลส่วนบุคคลที่ขอลอนความยินยอมแล้ว

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.4.1 Personal Verification System Using ID Card and Face Photo [19]

#### 2.4.1.1 บทนำ

ปัจจุบันบัตรประจำตัวประชาชนใช้เป็นหลักฐานในการระบุตัวตนและมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับงานต่าง ๆ เช่น การเปิดบัญชีธนาคาร การสมัครบัญชีบัตรเครดิต การสมัครงาน และการทำธุรกรรมทางการเงินอื่น ๆ อย่างไรก็ตามยังคงมีการปลอมแปลงบัตรประจำตัวประชาชนหรือใช้บัตรประชาชนอื่น ๆ เพื่อประโยชน์ของตนเอง ตัวอย่างเช่น ชาวต่างชาติบางคนปลอมบัตรประชาชนเพื่อปกปิดและหลบเลี่ยงการควบคุมตัวของตำรวจ อาชญากรบางคนลักลอบนำบัตรประชาชนไปเปิดบัญชีธนาคาร [1], [2]

เครื่องอ่านบัตรประจำตัวประชาชนมักใช้การยืนยันตัวตนซึ่งอ่านจากชิปการ์ดที่มีอยู่ในบัตรประชาชน โดยจะมีหมายเลขบัตร ชื่อ นามสกุล วันเกิด และวันหมดอายุ ตามเนื้อผ้าเจ้าหน้าที่ธนาคารจะทำการเปรียบเทียบใบหน้าระหว่างใบหน้าบนบัตรประชาชนและใบหน้าของเจ้าของ โดยใช้สายตา วิธีการดังกล่าวมักเกิดความผิดพลาด

ดังนั้นบทความนี้จึงได้เสนอและพัฒนาระบบที่เปรียบเทียบระหว่างใบหน้าบนภาพถ่ายบัตรประชาชนและภาพถ่ายใบหน้าโดยอัตโนมัติเพื่อเร่งและเพิ่มความแม่นยำของขั้นตอนการตรวจสอบบัตรประชาชน ซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์บางตัวเช่น โปรแกรม Jumio [2] สามารถยืนยันตัวตนด้วยรูปถ่ายใบหน้าและรูปถ่ายบัตรประจำตัวประชาชน แต่แอปพลิเคชันมีราคาแพง นั่นคือสองดอลลาร์สหรัฐต่อการยืนยันหนึ่งครั้ง

ขั้นตอนแรกของการยืนยันตัวตนโดยใช้การเปรียบเทียบใบหน้าคือการตรวจจับใบหน้าซึ่งได้รับการศึกษา

มาหลายปีแล้ว มีหลากหลายวิธีในการตรวจจับใบหน้า วิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือ Haar Classifier [3] และ CNN [4] เนื่องจาก Haar Classifier ใช้งานง่ายและ CNN ก็ค่อนข้างแม่นยำ โลบาริที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูเขางานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้กันอย่างแพร่หลายหลายแห่งที่ใช้ลักษณะนาม Haar ได้แก่ OpenCV และ Dlib ในทางกลับกัน Facenet และ ArcFace ใช้ MTCNN [5] ซึ่งเป็น CNN ประเภทหนึ่ง ในบทความนี้ MTCNN ได้รับเลือกเนื่องจากมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดสำหรับการตรวจจับใบหน้าและมี MTCNN หลายรุ่น

หลังจากการตรวจจับใบหน้าเสร็จสิ้นการเปรียบเทียบใบหน้าสามารถดำเนินการต่อได้ แนวทางซึ่งรวมถึง Dlib, Facenet และ ArcFace ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง โดยการเลือก ArcFace เนื่องจากให้ความแม่นยำ 99.80% บน LFW ซึ่งสูงกว่าความแม่นยำของ Dlib (99.38%) และความแม่นยำของ Facenet (99.68%)

ส่วนที่เหลือของบทความมีการจัดเรียงดังนี้ส่วนที่ 2 อธิบายถึงความเป็นมาของการศึกษานี้ส่วนที่ 3 อธิบายถึงวิธีการเปรียบเทียบใบหน้าโดยใช้บัตรประจำตัวประชาชนและภาพถ่ายใบหน้าและผลการทดลองจะถูกนำเสนอและวิเคราะห์ในส่วนที่ 4 ในที่สุดข้อสรุปจะอยู่ในส่วน 5

#### 2.4.1.2 พื้นหลัง

##### 2.4.1.2.1 บัตรประชาชน



รูปที่ 2.15 ตัวอย่างด้านหน้าและด้านหลังของบัตรประจำตัวหนึ่งใบ

บัตรประจำตัวประชาชนไทย [6] เป็นเอกสารทางราชการที่ออกให้สำหรับ

คนไทยที่อยู่ในทะเบียนบ้านเท่านั้น จำเป็นต้องใช้หลักฐานสำหรับเอกสารสำคัญเช่น ใบขับขี่และบัตร  
 เครดิต บัตรประจำตัวประชาชนมีภาพใบหน้าของผู้ถือบัตรที่ไม่มีแว่นตาและหมวก ภาพใบหน้า พื้น  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นที่ไม่มีเหตุที่เปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องยื่นไปยังเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หลังประกอบด้วยเส้นที่มีความสูง หมายเลขบัตรมี 13 หลักไม่ซ้ำกันและมีชื่อนามสกุลวันเกิดที่อยู่ฉบับ และวันหมดอายุของผู้ถือบัตรดังแสดงในรูปที่ 2.15

#### 2.4.1.2.2 ชุดข้อมูลใบหน้า

LFW (Labeled Faces in the Wild) [7] คือฐานข้อมูลภาพใบหน้าที่ออกแบบมาเพื่อศึกษาปัญหาการจดจำใบหน้า มีภาพใบหน้ามากกว่า 13,000 ภาพที่รวบรวมโดยเว็บ แต่ละใบหน้ามีป้ายชื่อเฉพาะบุคคลที่มีจำนวน 1,680 คน สำหรับหนึ่งคนมีรูปถ่ายที่แตกต่างกันสองรูปขึ้นไป ฐานข้อมูลนี้เป็นความท้าทายในการแข่งขันการจดจำใบหน้า FaceScrub [8] เฝิชญกับชุดข้อมูลที่มีรูปภาพมากกว่า 100,000 ภาพจาก 530 คน ชุดข้อมูลใบหน้าขนาดใหญ่จำเป็นสำหรับการวิจัยการจดจำใบหน้าขั้นสูง ฐานข้อมูล FaceSync สร้างขึ้นโดยใช้วิธีนี้ตามด้วยการตรวจสอบความถูกต้องและล้างข้อมูลด้วยตนเอง ประกอบด้วยรูปภาพทั้งหมด 141,130 ภาพของคาราชาย 348 คนและคาราหญิง 347 คนโดยมีประมาณ 200 ภาพต่อคนทำให้เป็นฐานข้อมูลสาธารณะที่กว้างขวางที่สุด ภาพเหล่านี้ถูกค้นหาจากอินเทอร์เน็ตและอยู่ภายใต้สภาพจริง

VGG [9] มี 2,622 ใบหน้า ข้อมูลรับรองแต่ละรายการมีไฟล์ข้อความที่เกี่ยวข้องซึ่งมีลิงก์การตรวจจับภาพและใบหน้าที่เกี่ยวข้อง

MegaFace [10] การมีใบหน้าที่มากกว่า 4 ล้านใบหน้าถือเป็นสิ่งที่พึงปรารถนาสำหรับการตรวจจับใบหน้าและการจดจำใบหน้า

VGG2 [11] มีตัวตนมากกว่า 9000 รายการซึ่งครอบคลุมหลากหลายชาติพันธุ์สำเนียงอาชีพและอายุที่แตกต่างกันและอีกกว่า 3.3 ล้านใบหน้าที่ถูกจับโดย "In the wild" ด้วยท่าทางและอารมณ์ที่แตกต่างกันและสภาพแสงและการบดบังที่แตกต่างกัน

MS1M [12] มี 10 ล้านภาพสำหรับคนดังกล่าว 100k และเป็นฐานข้อมูลภาพที่เปิดเผยต่อสาธารณะที่ใหญ่ที่สุดแห่งหนึ่งในโลก

LFW ได้รับการทดลองใน 113 บทความว่าอัลกอริทึมหลายตัวมีความแม่นยำ 100% ดังนั้นบทความนี้จึงเลือกใช้ไลบรารีโอเพนซอร์สที่ใช้ LFW ซึ่งมีความแม่นยำมากกว่า 99% ไลบรารีเหล่านี้ ได้แก่ Dlib, Facnet และ ArcFace (ดูตารางที่ 2.6)

#### ตารางที่ 2.5 FACE DATASET ที่ใช้

| Data set name | # of images  | # of people | age | year |
|---------------|--------------|-------------|-----|------|
| LFW           | 13,000       | 1,680       | -   | 2007 |
| YTF           | 3,425 videos | -           | -   | 2011 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

|           |         |       |     |      |
|-----------|---------|-------|-----|------|
| FaceScrub | 141,130 | 695   | -   | 2014 |
| VGG       | 2.6 M   | 2,622 | -   | 2015 |
| MegaFace  | 4.7 M   | 690 K | Yes | 2016 |
| MS1M      | 10 M    | 100 K | Yes | 2016 |
| VGG2      | 3.3 M   | 9131  | Yes | 2017 |

#### 2.4.1.2.3 การตรวจจับใบหน้า

การตรวจจับใบหน้าคือกระบวนการที่ตรวจจับบริเวณใบหน้าของบุคคล โดยใช้เทคนิคต่างๆเช่น Neural Network [13] ซึ่งเป็นเทคนิคที่ให้ผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำสูง แต่ใช้เวลาในการประมวลผลนานในทางกลับกันแบบจำลองสี่เทคนิค [14] เป็นเทคนิคขอดีม แต่ถูกรบกวนจากแสงได้ง่าย Geometric Facial Template [15] คือ เทคนิคการประมวลผลที่รวดเร็ว แต่การค้นหาใบหน้ายังมีจำกัด

การแยกคุณลักษณะ [16] ใช้สำหรับกระบวนการรับรู้ ลักษณะใบหน้าของเทคนิคการสร้างใบหน้า ได้แก่ วิธีทั่วไปวิธีที่ใช้เทมเพลตคุณลักษณะและวิธีการจับคู่แบบมีโครงสร้าง

วิธีการทั่วไปจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติพื้นฐานของใบหน้าสำหรับการดึงใบหน้า ได้แก่ ขอบเส้นและส่วนโค้งของใบหน้า

วิธีการใช้เทมเพลตคุณลักษณะคือการใช้เทมเพลตคุณลักษณะใบหน้าที่กับคุณลักษณะใบหน้าในรูปภาพเพื่อตรวจจับลักษณะใบหน้าที่สำคัญเช่นตาจมูกและปาก

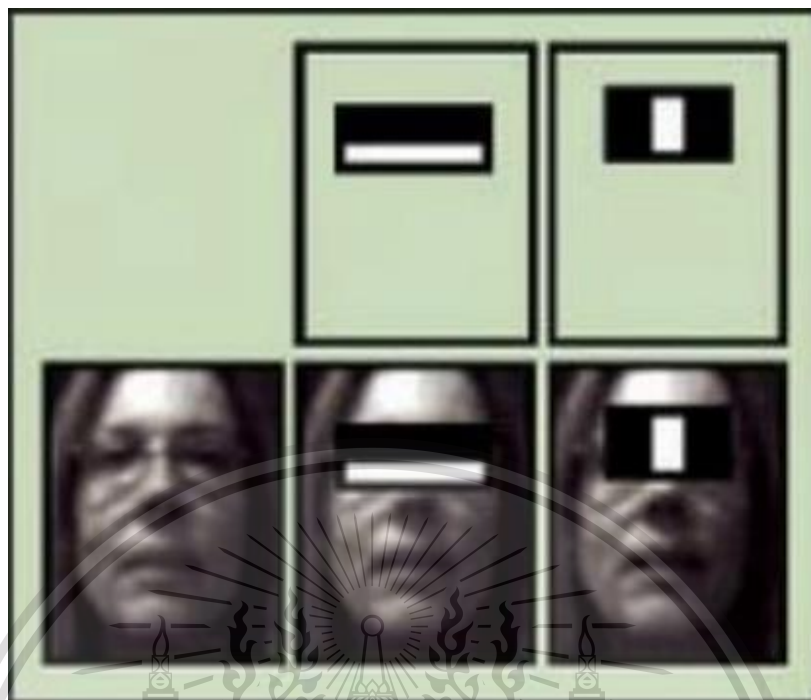
วิธีการจับคู่แบบมีโครงสร้างถือเป็นชุดของรูปทรงเรขาคณิตบนใบหน้าเช่นความกว้างและความยาวของจมูกตำแหน่งของปากและรูปร่างของคาง

Haar Classifier [17] คำนวณ โดยการลบค่าของพิกเซลมาสก์สีขาวออกจากค่าของ black mask ลักษณะของใบนารีมาสก์อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ตัวอย่างเช่นการตรวจจับใบหน้าในรูปแบบตรงกลางเหมาะสำหรับการตรวจจับแก้มที่สว่างกว่าดวงตา ในทำนองเดียวกันหน้ากากในรูปทรงที่เหมาะสมเหมาะสำหรับการตรวจจับจมูกซึ่งสว่างกว่าดวงตาดังแสดงในรูปที่ 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.16 ตัวอย่าง Haar Classifier สำหรับการตรวจจับใบหน้า

MTCNN ทำงานในสามขั้นตอนและใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับเครือข่าย ส่วนแรกคือเครือข่ายข้อเสนอที่จะให้บริการตำแหน่งที่มีศักยภาพและกรอบขอบเขตในเครือข่ายผลประโยชน์ใน R-CNN การตรวจจับและการจัดตำแหน่งที่สองใช้ภาพและผลลัพธ์ของการทำนายครั้งแรก ลดผลบวกที่ผิดพลาดและขอบเขตของกล่องสุดท้ายปรับแต่งการคาดการณ์และเพิ่มการทำนายใบหน้า

#### 2.4.1.2.4 การจดจำ

การจับคู่เทมเพลต [18] เป็นวิธีการคำนวณความคล้ายคลึงกันระหว่างเทมเพลตและรูปภาพที่พิจารณา ใช้การย้ายแม่แบบไปยังจุดอื่นในรูปภาพจากนั้นหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเทมเพลตและรูปภาพเริ่มต้น ข้อเสียคือต้องใช้เวลาในการคำนวณสำหรับเทมเพลตขนาดใหญ่ วิธีนี้เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการค้นหาพีเจอร์ที่มีขนาดไม่ใหญ่เกินเทมเพลต วิธีการทางสถิติ [19] เป็นวิธีการที่อาศัยข้อมูลทางสถิติที่ได้จากการแยกคุณลักษณะของภาพ ภาพจะถูกนำเข้าสู่กระบวนการรับรู้เพื่อกำหนดลักษณะของแต่ละภาพตามการตัดสินใจของหลักการทางสถิติเพื่อประเมินว่าข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลที่ต้องการหรือไม่ เพื่อความแม่นยำยิ่งขึ้นผู้ใช้งานสามารถนำผลลัพธ์ไปใช้กับกระบวนการจดจำอื่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 2.4.1.2.5 การจดจำใบหน้า

การจดจำใบหน้าจะเปรียบเทียบกับหน้าที่ตรวจพบกับใบหน้าของมนุษย์ในฐานข้อมูล

Dlib [20] เป็นซอฟต์แวร์ที่พัฒนาโดยใช้แมชชีนเลิร์นนิงใน C++ แบบจำลอง Dlib ประกอบด้วยเครือข่าย ResNet-34 ที่มีเลเยอร์ Conv. 29 ชั้นที่ได้รับการฝึกฝนบนชุดข้อมูลประมาณ 3 ล้านเช่นการจดจำและชุดข้อมูล VGG ทำให้ความแม่นยำ 99.38% บน LFW

Facenet [10] เป็นสิ่งล้ำสมัยที่นักวิจัยของ Google แสดงการจดจำใบหน้าในเกณฑ์มาตรฐาน LFW และ YTF Facenet ใช้เครือข่าย Convolutional เชิงลึกและให้ความแม่นยำ 99.68% สำหรับ LFW และ 95.12% บน YTF OpenFace [11] คือการนำ FaceNet มาใช้เพื่อความสะดวกในการใช้งาน มีความแม่นยำ 92.92% สำหรับ LFW

ArcFace [12] ปรับแต่งข้อมูลการฝึกอบรมที่เปิดเผยต่อสาธารณะอย่างกว้างขวางที่สุดนั่นคือ MS-Celeb-1M ทั้งแบบอัดโน้ตและแบบแมนนวล รับ VGG2 เป็นข้อมูลการฝึกอบรมทำการทดลองคอนทราสต์อย่างละเอียดเกี่ยวกับการตั้งค่าคอนโวลูชันเน็ตเวิร์กและรายงานความแม่นยำในการตรวจสอบ LFW (และ 99.80%) นำเสนอฟังก์ชันการสูญเสียใหม่ขอบเชิงมุมที่เพิ่มเข้ามา (ArcFace) เพื่อเรียนรู้คุณสมบัติที่มีการแยกแยะอย่างมากสำหรับการจดจำใบหน้าที่มีประสิทธิภาพ บรรลุผลลัพธ์ที่ล้ำสมัยใน MegaFace Challenge ซึ่งเป็นเกณฑ์มาตรฐานใบหน้าสาธารณะที่สำคัญที่สุดโดยมีหนึ่งล้านใบหน้าสำหรับการจดจำ

#### 2.4.1.2.6 การประมวลผลภาพล่วงหน้า

การประมวลผลภาพ [13] คือการประมวลผลภาพเข้าสู่คอมพิวเตอร์เพื่อระบุรูปภาพโดยปราศจากการตัดสินใจของผู้คน การคำนวณประกอบด้วยวิธีการต่างๆเช่นการคำนวณสีของแต่ละจุด (Pixel) และการประมาณพื้นที่ต่างๆ (Area)

OpenCV [14] คือไลบรารีสำหรับการประมวลผลภาพและการมองเห็นด้วยคอมพิวเตอร์ มีคุณสมบัติที่พึงประสงค์หลายประการเช่นความสามารถในการตรวจจับขอบของภาพการตรวจจับการเคลื่อนไหวและการแบ่งส่วนภาพ (Image segmentation) เป็นชุดคำสั่งแบบไม่ใช้โปรแกรม ดังนั้นจึงต้องมีโปรแกรมเพื่อดำเนินการคำสั่งเหล่านั้น ภาษาที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่ C, C++ และ Python OpenCV ประกอบด้วยสองส่วนคือโครงสร้างข้อมูลซึ่งใช้ในการจัดเก็บข้อมูลเช่นรูปภาพเมทริกซ์และฟังก์ชันความสามารถของ OpenCV ในการจัดการงานก่อนการประมวลผลภาพรวมถึงการเปลี่ยนมุมมองซึ่งทำให้ปรับประจำตัวและใบหน้าตรงเพื่อให้จับตรงใบหน้าได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Feature Matching [15] คือการเปรียบเทียบภาพสองภาพ ภาพแรกคือภาพต้นฉบับ ภาพที่สองคือภาพที่จะพบว่าตรงกับภาพแรกหรือไม่ ตรวจสอบกรอบรูปที่เหมือนกันบางส่วนจากต้นฉบับและครอบตัดเฉพาะส่วนในเฟรมโดยการเปลี่ยนมุมมอง [16]

### 2.4.1.3 วิธีการ

#### 2.4.1.3.1 การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมภาพถ่ายใบหน้าและภาพถ่ายบัตรประจำตัวจากนักศึกษา 774 คนที่มหาวิทยาลัยขอนแก่น ดังนั้นจำนวนรูปถ่ายใบหน้าและรูปถ่ายบัตรประจำตัวจึงมี 774 คู่ ตัวอย่างภาพถ่ายใบหน้าและบัตรประชาชนแสดงในรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 ตัวอย่างการจับคู่ระหว่างรูปถ่ายใบหน้าและบัตรประจำตัวสำหรับการรวบรวมข้อมูล

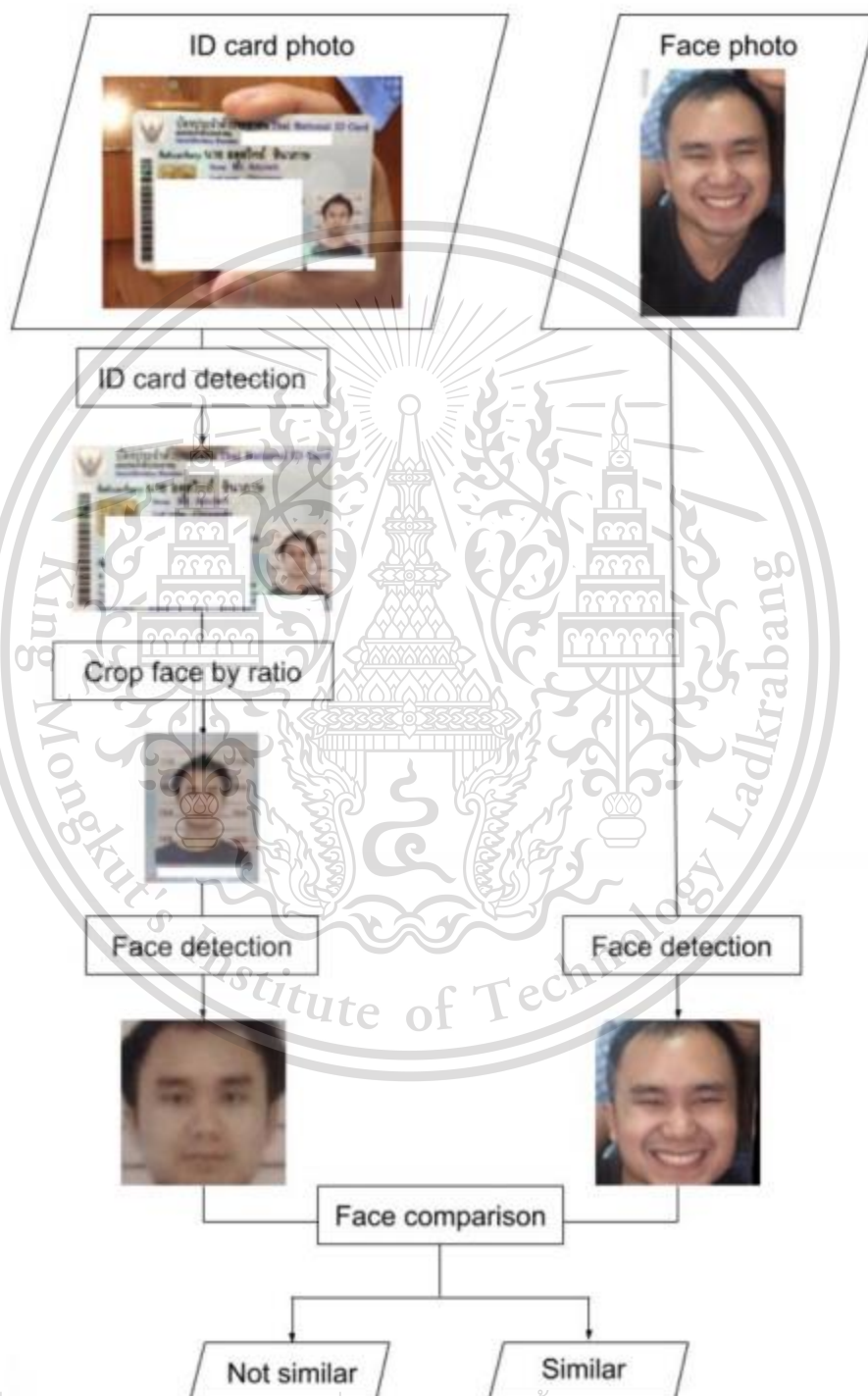
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 2.4.1.3.2 การออกแบบระบบ

ในรูปที่ 2.18 ขั้นตอนของระบบเริ่มต้นด้วยการตรวจจับบัตรประจำตัวประชาชน จากนั้นดำเนินการตรวจจับใบหน้าก่อนการเปรียบเทียบใบหน้าซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้าย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับอาจารย์และบุคลากรในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ไม่สามารถนำออกเผยแพร่ได้โดยไม่ได้รับอนุญาต  
รูปที่ 2.18 ผังระบบการตรวจสอบส่วนบุคคลโดยใช้บัตรประชาชนและรูปถ่ายใบหน้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- 1) การตรวจจับบัตรประชาชน: ขนาดรูปถ่ายบัตรประชาชนไม่เท่ากัน ในการเริ่มตรวจจับใบหน้า ภาพทุกภาพจะถูกปรับให้มีขนาดเท่ากัน เครื่องมือที่ช่วยในเรื่องนี้คือ Feature Matching [21] ใน OpenCV [22] ซึ่งนำเสนอในรูปแบบที่ 2.19 เส้นสีเขียวเชื่อมต่อกันคุณสมบัติที่คล้ายกันจากภาพแรกไปยังภาพที่สอง บัตรประจำตัวถูกล้อมรอบด้วยกรอบสีขาวและครอบตัดด้วยการเปลี่ยนแปลงมุมมอง ประสิทธิภาพในการตรวจจับบัตรประชาชนเป็น 100% สำหรับการรวบรวมข้อมูล
- 2) การครอบตัดใบหน้าตามอัตราส่วน: เนื่องจากภาพบัตรประชาชนหลายภาพมีความละเอียดแตกต่างกันจำนวนพิกเซลสำหรับการ์ดที่มีขนาดเท่ากันจึงแตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องการ เพื่อหาอัตราส่วนของใบหน้าที่ครอบตัดและบัตรประจำตัวประชาชน การครอบตัดใบหน้าตามอัตราส่วนจำเป็นต้องวัดความกว้าง และความสูงของรูปบัตรประชาชนและรูปหน้า สำหรับตัวอย่างเช่นในรูปแบบที่ 2.20 รูปบัตรประชาชนมีความกว้างเท่ากับ (ก) 1243px และความสูงเท่ากับ (ข) 780px ในทางกลับกันใบหน้า ภาพมีระยะห่างระหว่างขอบด้านซ้ายของบัตรประชาชน ภาพและภาพใบหน้าคือ (ค) 920px ในทำนองเดียวกัน ระยะห่างระหว่างด้านบนของรูปบัตรประชาชน และภาพใบหน้าคือ (ด) 340px ดังนั้นอัตราส่วน ซ้าย =  $920/1243 = 0.74$  และบน  $340/780 = 0.43$  ด้วยประการฉะนี้ สำหรับภาพบัตรประชาชนทั้งหมดจึงใช้อัตราส่วนของ การครอบตัด ใบหน้าและรูปบัตรประชาชนเป็น 0.74 (ซ้าย) และ 0.43 (บน) ในรูปแบบที่ 2.21



รูปที่ 2.19 ตัวอย่างคุณสมบัติการจับคู่บัตรประจำตัวกับอีกใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.20 ตัวอย่างการหาอัตราส่วนสำหรับการครอบตัดใบหน้า



รูปที่ 2.21 ตัวอย่างผลลัพธ์ของการครอบตัดใบหน้าตามอัตราส่วน

- 3) การตรวจจับใบหน้า: Arcface ใช้เครื่องตรวจจับ MTCNN สำหรับรูปแบบการตรวจจับใบหน้า และการจัดตำแหน่ง เกณฑ์สำหรับสามขั้นตอนที่ใช้คือ 0.6, 0.7 และ 0.8 (ดูตารางที่ 2.7)
- 4) การเปรียบเทียบใบหน้า: Arcface ใช้ LResNet 100E-IR โมเดลที่ใช้ ResNet100 เป็นแบ็กเอนด์

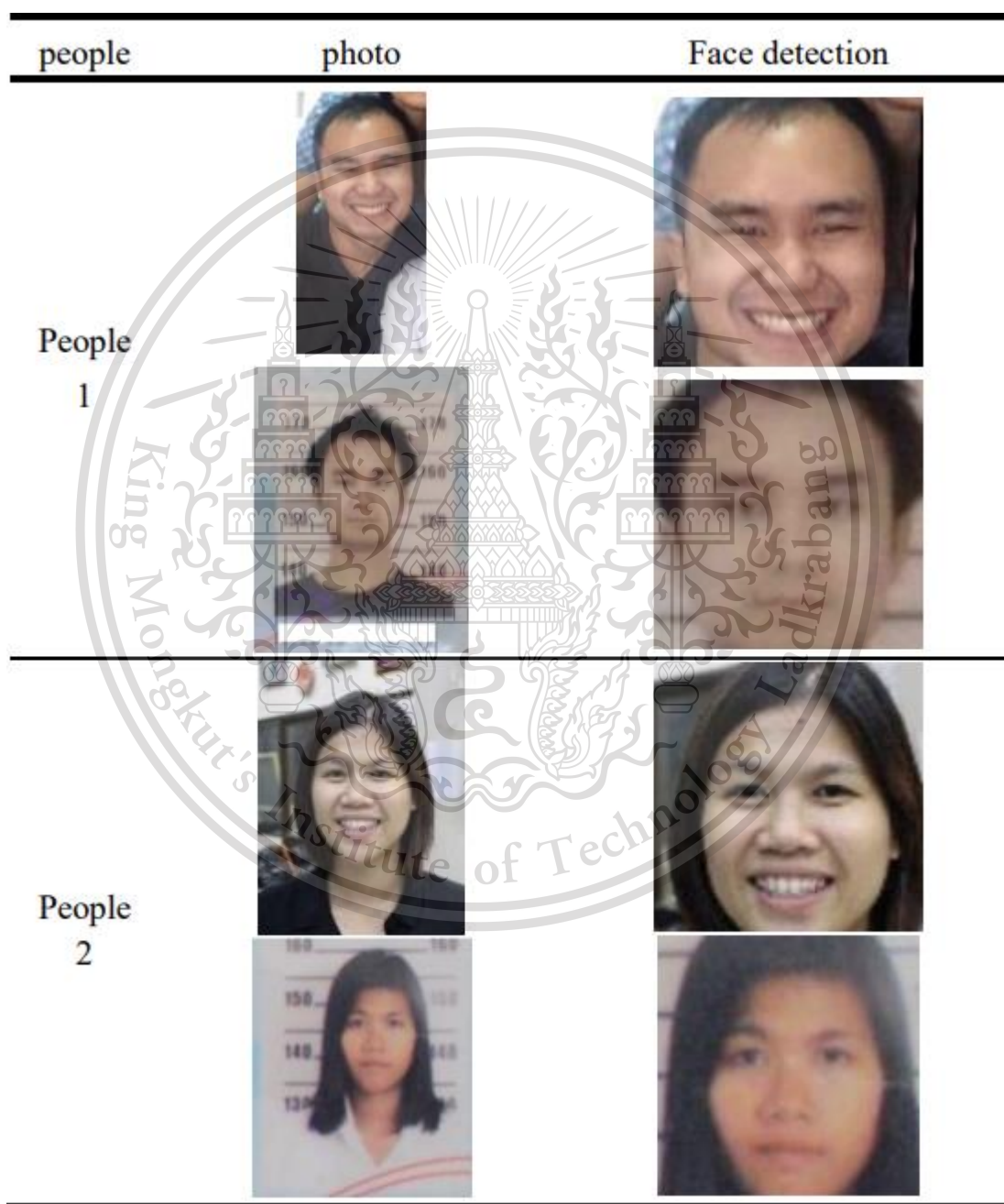
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ขึ้นด้านการค้า หรือไม่โดยใช้เกณฑ์ หากค่าระยะห่างน้อยกว่าเกณฑ์นั้นหมายความว่าใบหน้าทั้งสองจะ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

คล้ายกัน (ดูตารางที่ 2.8) ในทางกลับกันถ้าระยะห่างมากกว่าเกณฑ์นั้นหมายความว่าใบหน้าทั้งสองต่างกัน (ดูตารางที่ 2.9) จากการทดลองของค่าเกณฑ์ค่าหนึ่งที่ส่งผลให้มีประสิทธิภาพสูงสุดคือ 1.4488

ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างสำหรับการตรวจจับใบหน้าโดย ARCFACE







เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 2.7 ตัวอย่างการเปรียบเทียบใบหน้าของคนกลุ่มเดียวกัน

| Face  | Face-id-card   | distance value |
|---|--|----------------|
|  |  | 0.572750       |
|  |  | 0.740060       |

ตารางที่ 2.8 ตัวอย่างการเปรียบเทียบใบหน้าของคนที่แตกต่างกัน

| Face  | Face-id-card   | distance value |
|---|--|----------------|
|  |  | 1.831967       |
|  |  | 1.865852       |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 2.4.1.4 ผลการทดลอง

### 2.4.1.4.1 ประสิทธิภาพของการตรวจจับใบหน้า

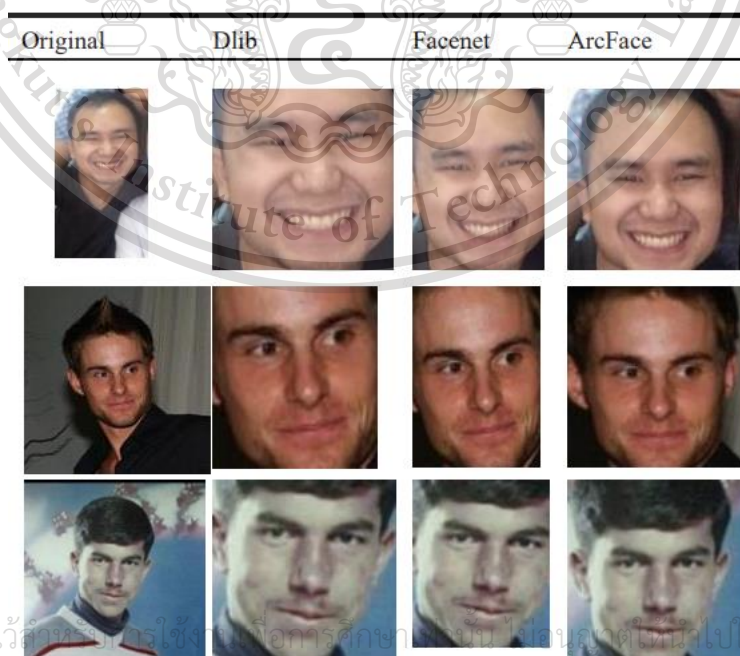
ความแม่นยำของ Dlib, Facenet และ ArcFace คือ 100% บนชุดข้อมูลใบหน้า ในชุดข้อมูลบัตรประจำตัว ArcFace และ Facenet มีความแม่นยำ 99.06% เท่ากันซึ่งสูงกว่า Dlib (93.66%) เนื่องจาก Dlib ใช้ Haar Classifier ในขณะที่ ArcFace และ Facenet ใช้ MTCNN ผลการตรวจจับใบหน้าเปิดอยู่ในการรวบรวมข้อมูลแสดงไว้ในตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.9 ผลลัพธ์สำหรับการตรวจจับใบหน้าระหว่าง DLIB, FACENET และ ARCFACE

| Method  | Faces dataset | ID cards dataset |
|---------|---------------|------------------|
| Dlib    | 100%          | 93.66%           |
| Facenet | 100%          | 99.06%           |
| ArcFace | 100%          | 99.06%           |

แม้ว่าทั้ง ArcFace และ Facenet จะใช้ MTCNN แต่ ArcFace จะปรับภาพใบหน้าโดยการหมุนภาพให้เป็นหน้าตรง ด้วยเหตุนี้ตำแหน่งของคิ้วตาจมูกและปากในภาพต่างๆจึงใกล้เคียงกันซึ่งจะเพิ่มประสิทธิภาพของการเปรียบเทียบใบหน้าที่แสดงในตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.10 ความแตกต่างสำหรับการตรวจจับใบหน้าระหว่าง DLIB, FACENET และ ARCFACE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สำหรับภาพบัตรประจำตัวประชาชนที่มีรอยขีดข่วนและสะท้อน ArcFace จะมีประสิทธิภาพเหนือกว่าวิธีอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม ArcFace ไม่สามารถตรวจจับภาพที่มีการสะท้อนแสงที่มีความเข้มสูงดังแสดงในรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 ตัวอย่างภาพบัตรประจำตัวประชาชนที่มีรอยขีดข่วนและสะท้อน

#### 2.4.1.4.2 ประสิทธิภาพของการเปรียบเทียบใบหน้า

ตารางที่ 2.12 แสดงผลของการเปรียบเทียบใบหน้าในการรวบรวมข้อมูล ArcFace ให้ความแม่นยำสูงสุดเนื่องจากการยึดภาพใบหน้าช่วยลดข้อผิดพลาด แม้ว่า ArcFace จะให้การเปรียบเทียบใบหน้าที่แม่นยำที่สุด แต่เวลาในการประมวลผลนั้นสูงกว่าวิธีอื่น ๆ มากเนื่องจากจะหมุนภาพไปยังใบหน้าตรงหลังจากตรวจพบ ตาราง 2.13 เปรียบเทียบเวลาในการประมวลผลของวิธีการทั้งหมด

ตารางที่ 2.11 ความแม่นยำสำหรับการเปรียบเทียบใบหน้าระหว่าง DLIB, FACENET และ ARCFACE

| Method  | Same people | Different people |
|---------|-------------|------------------|
| Dlib    | 84.48%      | 84.86%           |
| Facenet | 85.90%      | 85.69%           |
| ArcFace | 96.09%      | 96.09%           |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

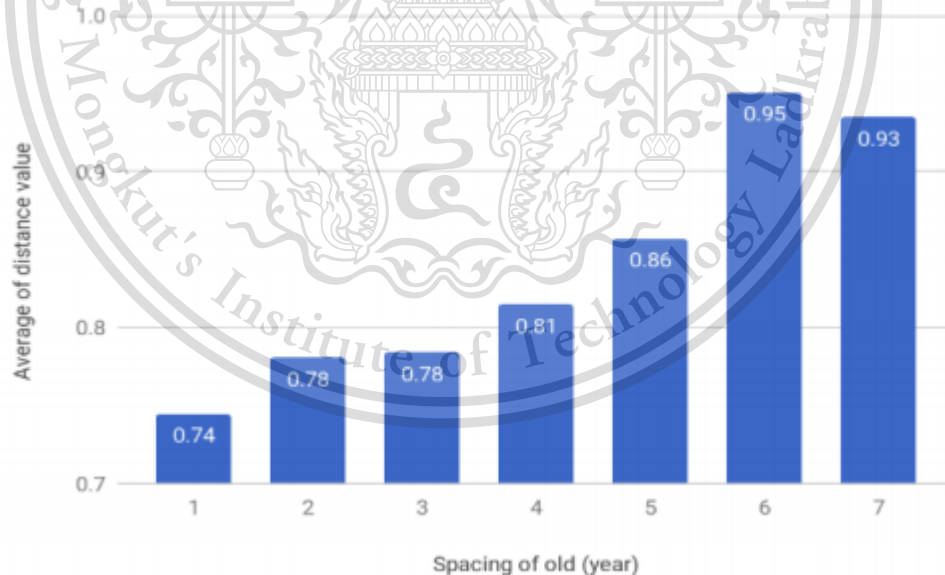
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตาราง 2.12 เวลาในการประมวลผลสำหรับการเปรียบเทียบใบหน้าระหว่าง DLIB, FACENET และ ARCFACE

| Method  | Time (sec) |
|---------|------------|
| Dlib    | 0.13       |
| Facenet | 0.41       |
| ArcFace | 1.29       |

ประเด็นสำคัญอย่างหนึ่งของการเปรียบเทียบใบหน้าคือความแตกต่างของอายุระหว่างภาพถ่ายซึ่งส่งผลให้ค่าระยะทางมากขึ้นดังแสดงในรูปที่ 2.23 ในการปรับให้เข้ากับความแตกต่างของอายุอย่างมีนัยสำคัญที่อาจเพิ่มค่าเกณฑ์ อย่างไรก็ตามนั้นจะส่งผลให้ความแม่นยำต่ำลงสำหรับภาพถ่ายสองภาพที่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นปัญหาที่ท้าทายอย่างหนึ่งที่เหลืออยู่คือการกำหนดค่าเกณฑ์ที่เหมาะสมซึ่งส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพที่ดีที่สุดสำหรับทั้งสองกรณีที่ใบหน้ามีความคล้ายคลึงกันและกรณีที่ใบหน้าแตกต่างกัน



รูปที่ 2.23 ค่าระยะทางที่มากขึ้นพร้อมความแตกต่างของอายุที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 2.4.1.5 บทสรุป

บทความนี้ศึกษาและดำเนินการระบบด้วยการตรวจจับใบหน้าและการเปรียบเทียบใบหน้าโดยใช้สามวิธีที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง ได้แก่ Dlib, Facenet และ ArcFace การวิเคราะห์เชิงทดลองของแสดงให้เห็นว่า ArcFace เป็นโซลูชันที่เหมาะสมที่สุดโดยมีความแม่นยำสูงสุดถึง 96% เนื่องจากหน้าตรงของ ArcFace สามารถเปรียบเทียบคุณสมบัติที่โดดเด่นบนใบหน้าได้ดีกว่าวิธีอื่น ๆ นอกจากนี้ ArcFace ยังตรวจจับใบหน้าบนภาพที่มีรอยขีดข่วนและสะท้อนแสงได้ดีกว่าวิธีอื่น ๆ สำหรับการทำงานในอนาคตการเปรียบเทียบใบหน้าโดยคำนึงถึงอายุของใบหน้าเป็นสิ่งที่น่าสนใจเนื่องจากบัตรประชาชนหลายใบมีอายุการใช้งานที่แน่นอน ระยะเวลามากกว่าหนึ่งปีเป็นเวลาที่ยาวนานเพียงพอสำหรับการเปลี่ยนแปลงใบหน้าของใครบางคนและด้วยเหตุนี้ข้อผิดพลาดในการเปรียบเทียบใบหน้าจึงอาจเกิดขึ้นได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บทที่ 3

### การออกแบบและพัฒนาระบบ

การออกแบบและพัฒนาระบบตรวจสอบใบหน้าด้วยปัญญาประดิษฐ์จากบัตรประชาชนนั้นต้องออกแบบและพัฒนาเพื่อที่จะช่วยในความสะดวกและแม่นยำในการยืนยันตัวตน รวมถึงเพื่อที่ใช้งานทำงานในองค์กรหรือในอาคารสำนักงานนั้นทำงานให้เป็นระบบยิ่งขึ้นมีการใช้แพลตฟอร์มเดียวกันทั้งในของแต่ละแผนกโดยมีผู้ดูแลเป็นผู้จัดการการเพิ่มข้อมูลของแต่ละบุคคลกรและข้อมูลของบริษัทแต่ละบริษัท อาศัยการทำงานของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ซึ่งมุ่งเน้นในเรื่องของความถูกต้องในการพิสูจน์ตัวตนเป็นหลัก ซึ่งการออกแบบ โปรแกรม และอุปกรณ์มีเหตุผลที่ต้องสอดคล้องวัตถุประสงค์และแก้ปัญหาของโครงการ โดยรับข้อมูลมาจากรูปภาพจากกล้องและข้อมูลจากบัตรประชาชนเพื่อนำมาเปรียบเทียบในการพิสูจน์ตัวตนเพื่อในบรรดาเป้าหมายของโครงการได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ จึงจะต้องมีความต้องการในเรื่องของความปลอดภัย ไปจนกระทั่งเรื่องความสะดวกสบายในการใช้งาน การออกแบบนั้นต้องรู้ถึงความต้องการของระบบซึ่งจะมีความต้องการของระบบต่าง ๆ ดังนี้

### 3.1 ความต้องการของระบบ

#### 3.1.1 ความต้องการของฮาร์ดแวร์

##### 3.1.1.1 ระบบกล้อง

โดยตัวกล้องนั้นต้องมีความละเอียดของภาพสูง โดยที่ความละเอียดไม่น้อยกว่า 3MP หรือดีกว่า ระยะของเลนส์สามารถจับหน้าใบหน้าของบุคคลได้ชัดเจน มีขนาดเล็ก สามารถจับภาพในที่มืดแสงน้อยได้ frame per second ไม่กำหนด สภาพแวดล้อมที่ใช้เป็นพื้นที่ภายในอาคาร โดยมีการตารางเปรียบเทียบของกล้องที่เป็นตัวเลือกในการพัฒนา จากตารางที่ 3.1 ทำให้ผู้พัฒนาเลือกใช้ webcam fintech luminous c30 เพราะมีขนาดเล็ก ความละเอียดภาพดีที่สุดใน และรองรับการจับภาพในพื้นที่ที่มีแสงน้อยได้

ตารางที่ 3.1 ตารางเปรียบเทียบรายละเอียดของกล้องที่ใช้ในการพัฒนา

| ชื่อและรุ่น | ความละเอียดภาพเกิน 3MP | resolution | การจับภาพในพื้นที่มีแสงน้อยหรือมากได้ | Frame per second(fps) | การใช้งานภายในหรือภายนอกอาคาร | ขนาด (กว้าง x ยาว x สูง) |
|-------------|------------------------|------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------|
|             |                        |            |                                       |                       |                               |                          |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

|                                       |                 |             |  |         |                   |                                |
|---------------------------------------|-----------------|-------------|--|---------|-------------------|--------------------------------|
|                                       | หรือ<br>มากกว่า |             |  |         |                   |                                |
| HD Webcam<br>YG79                     | น้อยกว่า        | 1280x720    | ไม่มี  | 30 fps  | ใช้ภายใน<br>อาคาร | 8 x 3 x 5.5<br>cm              |
| webcam<br>fintech<br>luminous<br>c30- | มากกว่า         | 2560 x 1440 | จับภาพในที่ที่มี<br>แสงน้อยได้                   | 25 fps  | ใช้ภายใน<br>อาคาร | 7.3 x 4.9<br>x 5.2 cm          |
| Xiaomi<br>IMILAB C20                  | น้อยกว่า        | 1440x1080   | จับภาพใน<br>ตอนกลางคืน<br>ได้                    | ไม่ระบุ | ใช้ภายใน<br>อาคาร | 11.5 x 7.8<br>x7.8 cm          |
| ezviz ip<br>camera c6t                | น้อยกว่า        | 1920 x 1080 | จับภาพได้<br>ในพื้นที่มี<br>แสงมากและ<br>น้อยได้ | 30fps   | ใช้ภายใน<br>อาคาร | 12.70 ×<br>12.70 ×<br>15.20 cm |

### 3.1.1.2 ระบบอ่านบัตรประชาชน

การใช้เครื่องอ่านบัตรประชาชนที่มีมาตรฐาน iso 7816 รองรับการอ่านบัตรประชาชนในไทย หลังจากเสียบบัตรตัวเครื่องอ่านจะนำข้อมูลที่ได้จากการอ่านส่งมายังระบบ โดยจะได้รับข้อมูลที่ประกอบไปด้วย เลขประจำตัวประชาชน คำนำหน้า ชื่อ ชื่อสกุล วันเกิด และรายละเอียดที่อยู่ โดยผู้พัฒนาเลือกใช้ Smart Card Reader รุ่น ZW-12026-1 เพราะตัวเครื่องอ่านบัตรมีซอฟต์แวร์รองรับในการช่วยการพัฒนา

### ตารางที่ 3.2 ตารางเปรียบเทียบเครื่องอ่านบัตรประชาชน

| ชื่อและรุ่น | ร อ ง ร ับ<br>มาตรฐาน<br>iso 7816 | ร อ ง ร ับ ร ะ บ บ<br>ปฏิบัติการ | ขนาด(กว้าง x ยาว x สูง) | มีซอฟต์แวร์<br>API ให้ |
|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|------------------------|
|             |                                   |                                  |                         |                        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในงานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขข้อมูลของเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

|                                   |        |                  |                  |       |
|-----------------------------------|--------|------------------|------------------|-------|
| uTrust2700 R                      | รองรับ | Window/mac/linux | 7.1 x 6 x 1.5 cm | ไม่มี |
| Smart Card Reader รุ่น ZW-12026-1 | รองรับ | Window/mac/linux | 8.5 x 6.5 x 1 cm | มี    |

### 3.1.1.3 ระบบตรวจจับใบหน้า

สามารถวิเคราะห์การตรวจจับใบหน้าและสามารถทำการเปรียบเทียบใบหน้า โดยระบบจะวิเคราะห์จากลักษณะเฉพาะต่าง ๆ บนใบหน้า ประกอบไปด้วย โครงหน้า ความกว้างของ จมูก ระยะห่างระหว่างตาทั้งสองข้าง ขนาดของโหนกแก้ม ความลึกของเบ้าตา และ พื้นผิวใบหน้าเป็นต้น ซึ่งการวิเคราะห์ผลของการวิเคราะห์ใบหน้านั้นรูปภาพใบหน้าที่รับมาจากกล้องต้องไม่มีการสวมหมวก ใส่แว่นตา และการสวมใส่หน้ากาก ซึ่งควรอยู่ในที่ที่มีแสงเพียงพอ และไม่สว่างจนเกินไป การตรวจจับใบหน้าพื้นที่กล้องต้องเก็บภาพควรเห็นใบหน้าของคนที่มีส่วนสูงช่วง 159-170 เซนติเมตร ได้หมดทุกซึ่งค่าต่ำที่สุดนำมาคือค่าเฉลี่ยความสูงของผู้หญิงในประเทศไทย และค่าสูงสุดที่นำมาเป็นค่าเฉลี่ยความสูงของผู้ชายในประเทศไทย

### 3.1.1.4 การเลือกใช้งาน raspberry pi

การเลือกใช้งานเครื่อง raspberry pi มีปัจจัยมาจากการเลือกกล้องข้อ 3.1.1.1 เนื่องจากตัวกล้องมีความละเอียดภาพที่สูงจึงต้องใช้ตัวการเข้ารหัสวิดีโอที่สูงตามไปด้วย ซึ่งใน Pi 4 model B มีตัว H.265 ซึ่งช่วยในการบีบอัดไฟล์วิดีโอหรือรูปภาพได้มากกว่า H.264 จาก Pi 3 model B+ ซึ่งทำให้ผู้พัฒนาเลือก raspberry pi 4 model b เพราะมีประสิทธิภาพในการจัดการเรื่องวิดีโอและภาพดีกว่า

ตารางที่ 3.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ raspberry pi

| model      | Core type            | Multimedia                   | GPU          | CPU Clock (MAX) | ram   |
|------------|----------------------|------------------------------|--------------|-----------------|-------|
| 4 model B  | Cortex-A72<br>64 bit | H.265 decode<br>H.264 encode | VideoCore VI | 1.5 GHz         | LDDR4 |
| 3 model B+ | Cortex-A53<br>64 bit | H.264 decode<br>H.264 encode | VideoCore IV | 1.4 GHz         | LDDR2 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

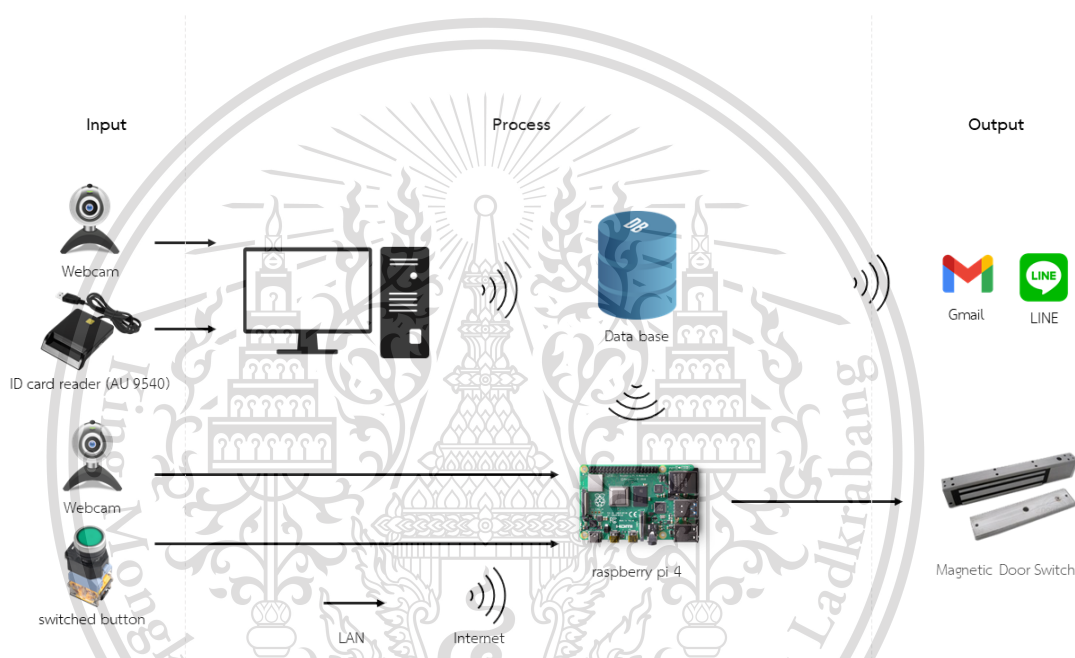
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.2 ภาพรวมของระบบ

ระบบตรวจสอบใบหน้าด้วยปัญญาประดิษฐ์จากบัตรประชาชนถูกออกแบบมาเพื่อตอบสนองการพิสูจน์ตัวตนด้วยบัตรประชาชน

สำหรับการนำข้อมูลจากบัตรประชาชนมาใช้งานมีอุปกรณ์อ่านข้อมูลจากชิปบัตรประชาชนเพื่อดึงข้อมูลผู้ใช้งาน ต่อมาหลังจากทำงานดึงข้อมูลแล้วทำงานจับภาพของผู้ใช้งานด้วยกล้อง ข้อมูลผู้ใช้งานจะถูกเก็บและประมวลผลในโปรแกรมโดยตั้งค่าเงื่อนไขต่าง ๆ ได้



ภาพที่ 3.1 ภาพรวมการทำงานของระบบ

โดยสามารถแบ่งการทำงานของระบบเป็นรายละเอียดของแต่ละส่วนได้ดังนี้

- 1) Web App เป็นแอปพลิเคชันสำหรับลงทะเบียนสำหรับผู้ที่มาติดต่อและยังเป็นแอปพลิเคชันลงทะเบียนข้อมูลสำหรับผู้ดูแลที่จะลงทะเบียนข้อมูลของบุคคลกรในบริษัทต่าง ๆ อีกด้วย
- 2) ฐานข้อมูล (Data Base) เป็นฐานข้อมูลที่จะเก็บข้อมูลทั้งหมดของระบบ โดยมีตั้งแต่ข้อมูลของบุคคลกรในแต่ละบริษัท ข้อมูลผู้ที่เข้ามาติดต่อ ข้อมูลของบริษัทแต่ละบริษัท ข้อมูลของการเข้าใช้บริการในแต่ละจุดของแต่ละบริษัท รวมไปถึงข้อมูลเวลาการทำงานของแต่ละบุคคลกร ซึ่งสามารถนำมาคิดเป็นเงินแต่ละคนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- 4) เครื่องอ่านบัตรประชาชน เป็นเครื่องที่อ่านข้อมูลจากบัตรประชาชนส่งไปยัง Web Application ณ จุดลงทะเบียน
- 5) การแจ้งเตือน (Notification) มีการแจ้งเตือนการเข้า-ออกของบุคคลกร เรื่องของเวลาการทำงานซึ่งสามารถส่งข้อมูลเหล่านี้ไปยังผู้ที่มีความต้องการข้อมูลในส่วนนี้เช่น HR รวมถึงการสรุปผล สถิติต่างๆ ไปยังผู้ดูแลระบบอีกด้วย
- 6) Raspberry Pi เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่จะมาทำเป็นอุปกรณ์ IOT ที่จะสามารถควบคุมประตูให้สามารถเปิดประตูได้เมื่อมีบุคคลกรหรือผู้ติดต่อที่ทำการลงทะเบียนแล้วทำการสแกนหน้า ณ บริเวณหน้าประตู

### 3.3 การทำงานภายในระบบ

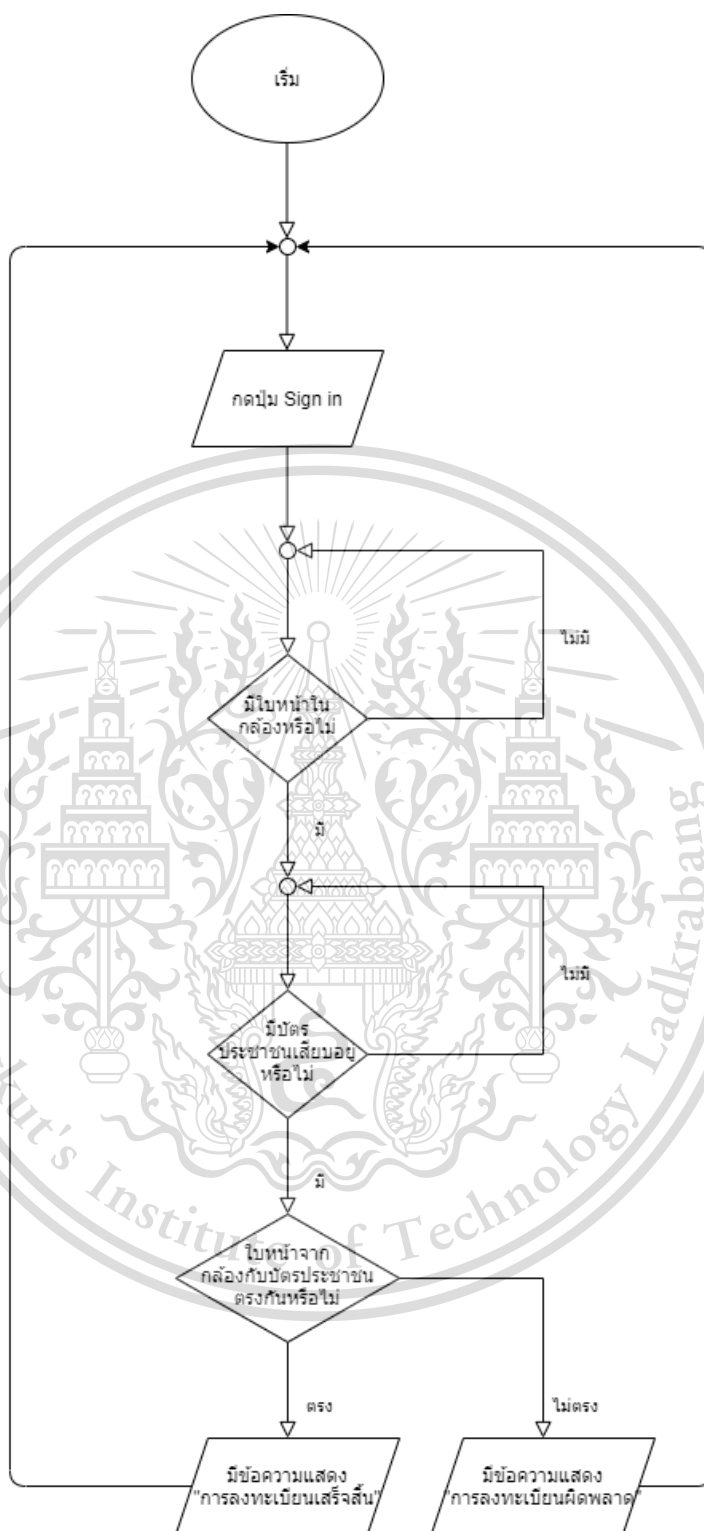
#### 3.3.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบตรวจสอบใบหน้าด้วยปัญญาประดิษฐ์จากบัตรประชาชน ณ จุดลงทะเบียน

- 1) ผู้ใช้งานกดปุ่มลงทะเบียน
- 2) ผู้ใช้งานกดยินยอมข้อตกลง
- 3) กล้องตรวจสอบใบหน้าผู้ใช้งาน
- 4) ระบบแสดงใบหน้าผู้ใช้งาน
- 5) ตรวจสอบการเทียบบัตรประชาชน
- 6) หากมีการเทียบบัตรประชาชนจะดึงรูปภายในบัตรประชาชนเพื่อมาตรวจสอบใบหน้า
- 7) หากมีใบหน้าที่ตรงกันจะทำการบันทึกข้อมูลและแสดงข้อความว่าการลงทะเบียนเสร็จสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาพที่ 3.2 Flowchartการทำงานของการลงทะเบียน

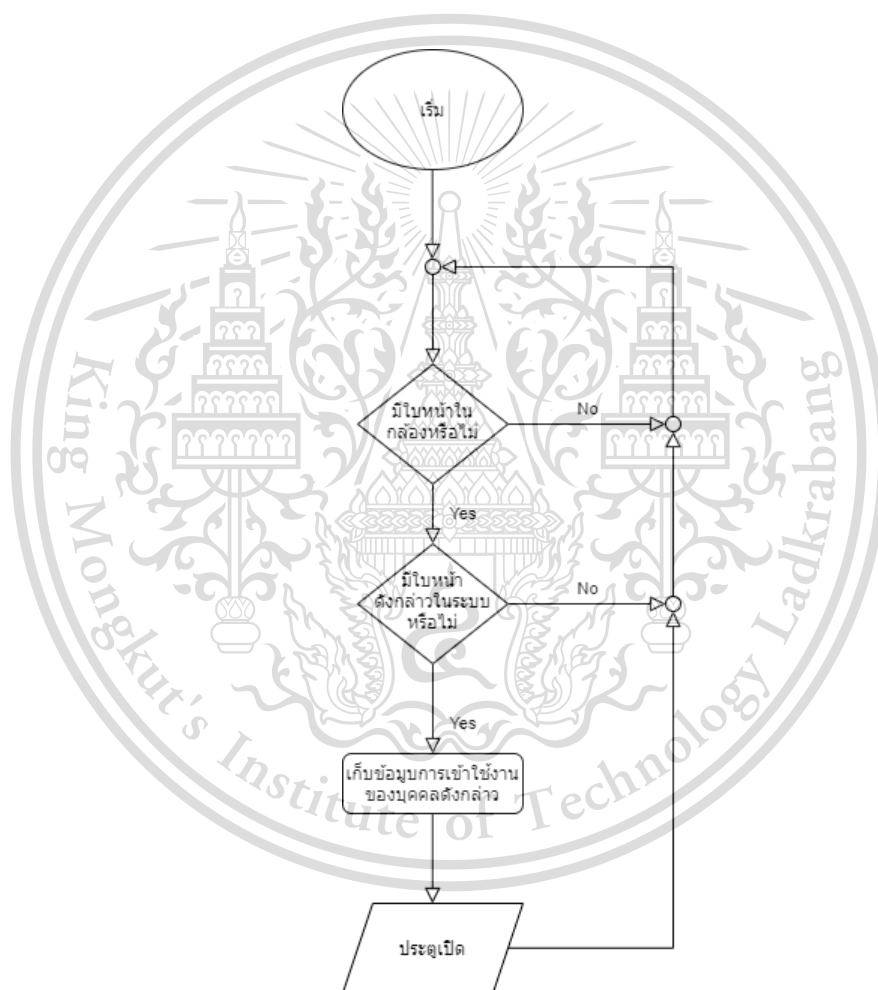
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.3.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบตรวจสอบใบหน้าด้วยปัญญาประดิษฐ์จากบัตรประชาชน ณ ประตูทางเข้า-ออก

- 1) ผู้เข้าใช้งานเดินมาหน้าประตู
- 2) มีการตรวจจับใบหน้าผู้เข้าใช้งาน
- 3) ตรวจสอบใบหน้าที่ดังกล่าวกับใบภายในระบบ
- 4) หากมีข้อมูลภายในระบบประตู และเก็บข้อมูลผู้เข้าใช้งาน



ภาพที่ 3.3 Flowchartการทำงานของระบบการเข้า-ออกประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.4 การออกแบบฐานข้อมูล

จากการทำงานของส่วนระบบตรวจสอบใบหน้าด้วยปัญญาประดิษฐ์จากบัตรประชาชน ทำให้ระบบได้ออกแบบค่าตัวเลขเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาการทำงานของอุปกรณ์ให้รับคำสั่ง และตอบสนองกับผู้ใช้งานได้ตามส่วนการออกแบบภายในระบบ โดยมีขั้นตอนดังนี้

#### 3.4.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของฐานข้อมูล

ทำการกำหนดวัตถุประสงค์สำคัญจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบใดจึงเหมาะสมตามขอบเขตของโครงการ

#### 3.4.2 สืบค้นข้อมูลที่จำเป็นในการเก็บ และ นำข้อมูลมาจัดระเบียบ

ศึกษาวิธีการและรูปแบบในการเก็บข้อมูลของหัวข้อโครงการที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และนำมาวิเคราะห์ใช้กับรูปในโครงการ

#### 3.4.3 นำข้อมูลที่ได้แบ่งออกเป็นตาราง

ข้อมูลที่จะนำมาเก็บในฐานข้อมูลจัดระเบียบความสัมพันธ์และความสำคัญแบ่งออกมาเป็นตาราง

#### 3.4.4 นำรายการข้อมูลที่จัดเก็บไว้ นำมาสร้างเป็น Entity

แบ่งหัวข้อสำหรับเก็บข้อมูลในแต่ละตารางมาเป็นหัวข้อ Colum ตามตารางที่สร้างไว้ตามหัวข้อที่แล้ว

#### 3.4.5 กำหนด Primary Key ของแต่ละตาราง

Entity ที่กำหนดในแต่ละจะต้องมีอย่างน้อย 1 Primary Key ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่ไม่ซ้ำกับข้อมูลเดิมในหัวข้อนั้นๆ จึงมีความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะเจาะจงและง่ายแก่การหาข้อมูล

#### 3.4.6 กำหนดความสัมพันธ์ของแต่ละตาราง

แต่ละตารางจะมีความสัมพันธ์กับตารางอื่นๆด้วย โดยความสัมพันธ์นั้นมีหลายรูปแบบประกอบไปด้วย one to one, one to many, many to one และ many to many ซึ่งมีความหมายที่ต่างกันออกไปจึงจะต้องเลือกใช้ให้ถูกต้องแต่ถ้าความสัมพันธ์นั้นไม่ชัดเจนหรือไม่สามารถกำหนดได้ให้สร้างตารางใหม่เพื่อทดแทนส่วนที่ขาดไปนั่นเอง

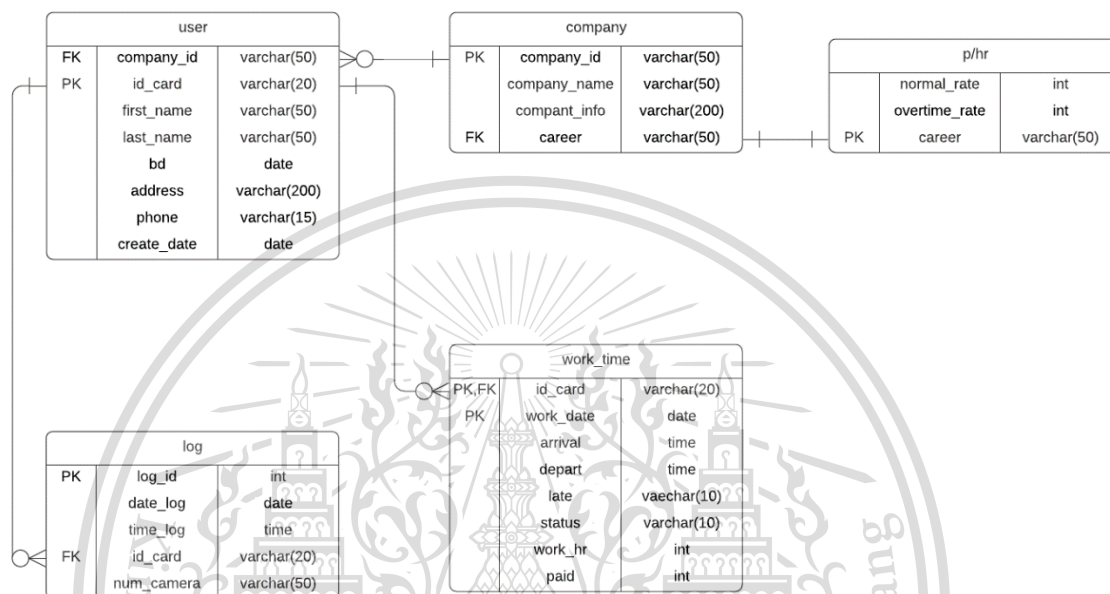
#### 3.4.7 กำหนด Type ของแต่ละข้อมูล

การกำหนดรูปแบบของการจัดเก็บข้อมูลนั้นต้องคำนึงถึงการเก็บของข้อมูลว่าต้องการเก็บของข้อมูลในรูปแบบใด ซึ่งต้องคำนึงถึงภาษาที่ใช้ในการจัดเก็บเพราะมีการใช้ตัวแปรที่ไม่เหมือนกันในการจัดเก็บในแต่ละภาษา นอกเหนือจากนั้นต้องคำนึงปริมาณในการจัดเก็บว่าต้องมีขอบเขตไม่เกินค่าที่ตั้งเอาไว้ หากเกินอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดขึ้นได้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.8 ทำการปรับปรุงให้ฐานข้อมูลอยู่ในกฎ Normalized

ปรับปรุงฐานข้อมูลให้อยู่ตามกฎ Normalized ตั้งแต่ Normal Form 1 ถึง Normal Form 5 ซึ่งปรับรูปแบบต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับโครงการ



ภาพที่ 3.4 Entity Relationship Diagram (ERD) ของระบบ

จึงได้ออกแบบฐานข้อมูลเป็นแผนภาพความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลดังภาพสามารถนำไปใช้พัฒนาระบบได้โดยตรงจากรูปภาพที่ 3.4 ทำให้สรุปรายละเอียดของแต่ละตารางดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.4.9 ตารางข้อมูลส่วนบุคคล (user)

เป็นตารางสำหรับเก็บข้อมูลของผู้ใช้งานในระบบที่ได้ทำการลงทะเบียนผ่านจุดลงทะเบียน

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดตารางข้อมูลส่วนบุคคล (user)

| คีย์ | ชื่อแอตทริบิวต์ | ชนิดตัวแปร    | คำอธิบาย   |
|------|-----------------|---------------|--|
| FK   | company_id      | Varchar (50)  | รหัสชื่อบริษัทที่ทำงานอยู่หรือบริษัทที่จะทำการเข้าพบของผู้ใช้งาน |
| PK   | id_card         | Varchar (20)  | รหัสบัตรประจำตัวประชาชนของผู้ใช้งาน                              |
| -    | first_name      | Varchar (50)  | ชื่อของผู้ใช้งาน   |
| -    | last_name       | Varchar (50)  | นามสกุลของผู้ใช้งาน  |
| -    | bd              | Date          | วัน/เดือน/ปี เกิดของผู้ใช้งาน                                    |
| -    | address         | Varchar (200) | ที่อยู่ของผู้ใช้งาน  |
| -    | phone           | Varchar (15)  | เบอร์โทรศัพท์ของผู้ใช้งาน  |
| -    | create_date     | Date          | วันที่ทำการเพิ่มข้อมูลเข้ามาของผู้ใช้งาน                         |

### 3.4.10 ตารางการเข้าใช้งาน (log)

เป็นตารางสำหรับเก็บข้อมูลการเข้าใช้งานแต่ละครั้ง

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดตารางการเข้าใช้งาน (log)

| คีย์ | ชื่อแอตทริบิวต์ | ชนิดตัวแปร   | คำอธิบาย                            |
|------|-----------------|--------------|-------------------------------------|
| PK   | log_id          | Int          | ลำดับการเข้าใช้งานของผู้ใช้งาน      |
| -    | date_log        | Date         | วันที่ทำการเข้าใช้งานของผู้ใช้งาน   |
| -    | time_log        | Time         | เวลาที่เข้าใช้งานของผู้ใช้งาน       |
| FK   | id_card         | Varchar (50) | รหัสบัตรประจำตัวประชาชนของผู้ใช้งาน |
| -    | num_camera      | Varchar (50) | จุดที่เข้าใช้ของผู้ใช้งาน           |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.4.11 ตารางค่าตอบแทน (p/hr)

เป็นตารางสำหรับเก็บค่าตอบแทนของแต่ละตำแหน่ง

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดตารางค่าตอบแทน (p/hr)

| คีย์ | ชื่อแอตทริบิวต์ | ชนิดตัวแปร   | คำอธิบาย                                     |
|------|-----------------|--------------|--|
| -    | normal_rate     | Int          | ค่าตามชั่วโมงการทำงานปกติของผู้ใช้งาน        |
| -    | overtime_rate   | Int          | ค่าแรงตามชั่วโมงการทำงานล่วงเวลาของผู้ใช้งาน |
| PK   | carrer          | Varchar (50) | ตำแหน่งงานของผู้ใช้งาน                       |

### 3.4.12 ตารางสรุปเวลาการทำงาน (work\_time)

ตารางสำหรับเก็บรายละเอียดการทำงานของผู้ใช้

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดตารางสรุปเวลาการทำงาน (work\_time)

| คีย์      | ชื่อแอตทริบิวต์ | ชนิดตัวแปร   | คำอธิบาย   |
|-----------|-----------------|--------------|--|
| PK,<br>FK | id_card         | Varchar (20) | รหัสบัตรประจำตัวประชาชนของผู้ใช้งาน  |
| PK        | work_date       | Date         | วันที่ทำงานของผู้ใช้งาน  |
| -         | arrival         | Time         | เวลาเข้าทำงานของผู้ใช้งาน  |
| -         | depart          | Time         | เวลาออกงานของผู้ใช้งาน   |
| -         | late            | Varchar (10) | สถานะการเข้างานตรงเวลาของผู้ใช้งาน   |
| -         | status          | Varchar (10) | บอกสถานะเวลารวมการทำงานของผู้ใช้งาน (fulltime, parttime, overtime, absent) |
| -         | work_hr         | Int          | จำนวนชั่วโมงรวมการทำงานในแต่ละวันของผู้ใช้งาน                              |
| -         | paid            | Int          | ค่าแรงงานรวมในแต่ละวันของผู้ใช้งาน   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.4.13 ตารางเก็บข้อมูลของแต่ละบริษัท (company)

ตารางสำหรับเก็บข้อมูลของบริษัทซึ่งมีข้อมูลรายละเอียดหลักและย่อยของแต่ละบริษัท รวมถึงไปถึงข้อมูลสาขาอาชีพของแต่ละบริษัทอีกด้วย

ตารางที่3.5 รายละเอียดตารางเก็บข้อมูลของแต่ละบริษัท (company)

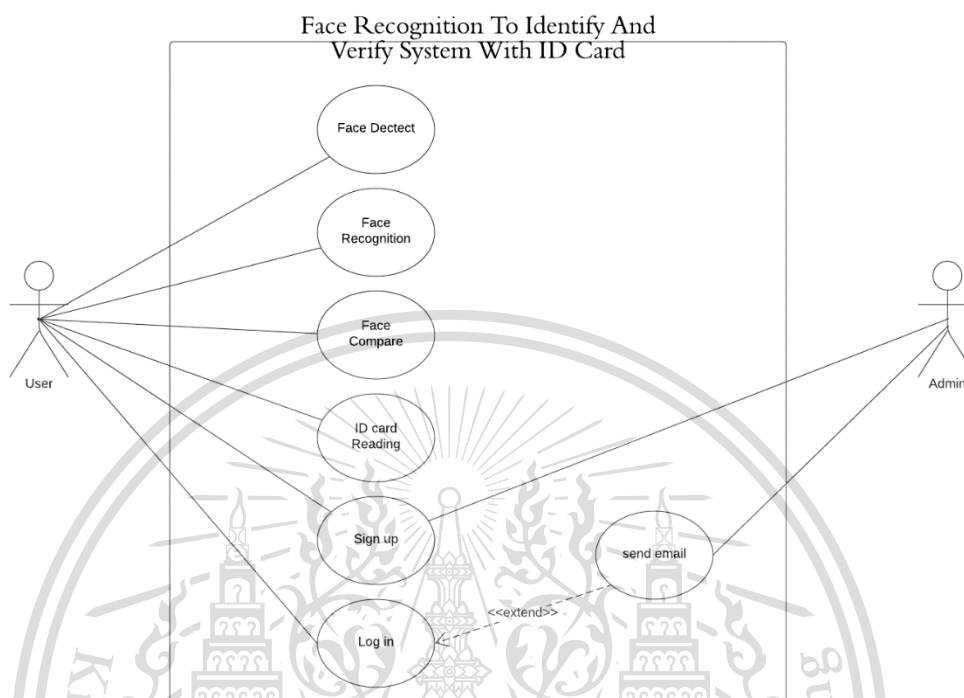
| คีย์ | ชื่อแอตทริบิวต์ | ชนิดตัวแปร    | คำอธิบาย   |
|------|-----------------|---------------|--|
| PK   | company_id      | Varchar (50)  | รหัสชื่อบริษัทที่ทำงานอยู่หรือบริษัทที่จะทำการเข้าพบ<br>ของผู้ใช้งาน                 |
| -    | company_name    | Varchar (50)  | ชื่อบริษัทที่ทำงานอยู่หรือบริษัทที่จะทำการเข้าพบของ<br>ผู้ใช้งาน                     |
| -    | company_info    | Varchar (200) | ข้อมูลบริษัทที่ทำงานอยู่หรือบริษัทที่จะทำการเข้าพบ<br>ของผู้ใช้งาน                   |
| FK   | career          | Varchar (50)  | ชื่อตำแหน่งที่งานอยู่ ณ ปัจจุบันของผู้ใช้งาน(ถ้าหากไม่<br>ใช้พนักงานจะเป็นชื่อสถานะ) |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.5 ขั้นตอนการทำงานของระบบ



ภาพที่ 3.5 Use Case Diagram

จากภาพที่ 3.5 เป็น Use Case Diagram ที่สร้างตามการออกแบบภาพรวมของระบบ จะสามารถทราบได้ว่ามีผู้ใช้งานหลักอยู่ 2 ประเภทด้วยกัน ได้แก่ ผู้ใช้งานทั่วไป หรือก็คือผู้ที่เข้ามาติดต่อภายในกับอาคารสำนักงาน กับ ส่วนของผู้ดูแลระบบที่จะคอยจัดการเรื่องการเพิ่มข้อมูลของบุคคลภายในองค์กร และมีระบบ Monitoring สำหรับผู้ดูแลระบบนั่นเอง

ตารางที่ 3.6 รายละเอียด Use Case: Face Detection

|                                       |                |
|---------------------------------------|----------------|
| Use Case Title: Face Detection        | Use Case ID: 1 |
| Description: ตรวจสอบหารูปภาพในรูป     |                |
| Actor: User                           |                |
| Precondition: มีการเปิดใช้งานระบบ     |                |
| Postcondition: ไปเปรียบเทียบใบหน้า    |                |
| Trigger: ผู้เข้าใช้สแกนใบหน้ากับกล้อง |                |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับองค์กรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### ตารางที่ 3.7 รายละเอียด Use Case: Face Recognition

|   |                |
|---|----------------|
| Use Case Title: Face Recognition                                | Use Case ID: 2 |
| Description: เปรียบเทียบใบหน้ากับฐานข้อมูล                      |                |
| Actor: User   |                |
| Precondition: ตรวจสอบพบใบหน้าและมีใบหน้าตรงกับใบหน้าในฐานข้อมูล |                |
| Postcondition: ทำการให้permission                               |                |
| Trigger: ผู้เข้าใช้สแกนใบหน้ากับกล้อง                           |                |

### ตารางที่ 3.8 รายละเอียด Use Case: Face Compare

|  |                |
|--|----------------|
| Use Case Title: Face Compare               | Use Case ID: 3 |
| Description: เปรียบเทียบใบหน้ากับฐานข้อมูล |                |
| Actor: User                                |                |
| Precondition: มีการตรวจจับใบหน้า           |                |
| Postcondition: ส่งผลความถูกต้องให้ระบบ     |                |
| Trigger: ผู้เข้าใช้สแกนใบหน้ากับกล้อง      |                |

### ตารางที่ 3.9 รายละเอียด Use Case: ID Card Reading

|   |                |
|---|----------------|
| Use Case Title: ID Card Reading                                   | Use Case ID: 4 |
| Description: อ่านข้อมูลในบัตรประชาชน ในการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในระบบ |                |
| Actor: User   |                |
| Precondition: มีการลงทะเบียน                                      |                |
| Postcondition: เก็บข้อมูลบัตรประชาชน                              |                |
| Trigger: สียบบัตรประชาชน  |                |

### ตารางที่ 3.10 รายละเอียด Use Case: Sign up

|   |                |
|---|----------------|
| Use Case Title: Sign up                     | Use Case ID: 5 |
| Description: การลงทะเบียนข้อมูลเข้าสู่ระบบ  |                |
| Actor: User                                 |                |
| Precondition: ผู้เข้าใช้งานต้องการลงทะเบียน |                |

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

|  |
|--|
| Postcondition: ผู้ใช้งานมีข้อมูลในระบบ |
| Trigger: กดลงทะเบียน                   |

### ตารางที่ 3.11 รายละเอียด Use Case: Log in

|   |                |
|---|----------------|
| Use Case Title: Log in                              | Use Case ID: 6 |
| Description: การเข้าใช้บริการของผู้เข้าใช้บริการ    |                |
| Actor: User   |                |
| Precondition: มีการจดจำใบหน้าผ่านกล้องตัวใดตัวหนึ่ง |                |
| Postcondition: เก็บข้อมูลการเข้าใช้งานในฐานะข้อมูล  |                |
| Trigger: มีการตรวจพบใบหน้า                          |                |

### ตารางที่ 3.12 รายละเอียด Use Case: send email

|  |                |
|--|----------------|
| Use Case Title: send email                             | Use Case ID: 7 |
| Description: การส่งรายงานการเข้าใช้งานไปยังผู้ดูแลระบบ |                |
| Actor: Admin   |                |
| Precondition: ผู้ใช้งานเข้างาน                         |                |
| Postcondition: ข้อมูลถูกส่งไปยังผู้ดูแลระบบ            |                |
| Trigger: มีการเข้าใช้บริการของผู้ใช้บริการตามเงื่อนไข  |                |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

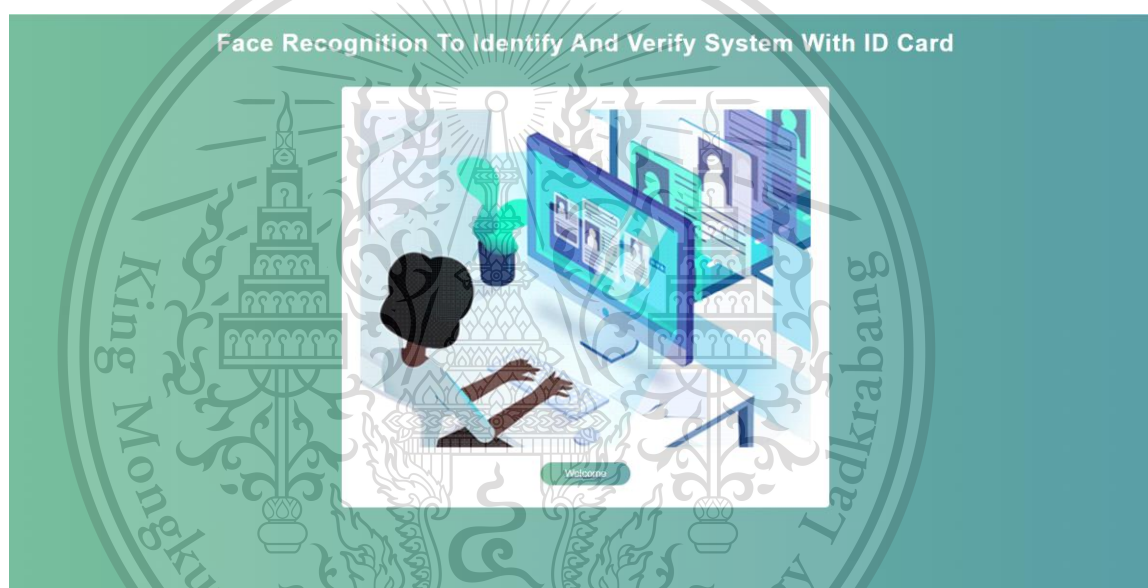
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.6 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน

ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานผ่าน Web Application ออกแบบสำหรับการลงทะเบียนสำหรับการเข้าอาคาร และ เพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลของผู้ดูแล โดยแบ่งผู้ใช้งานของweb application เป็น 2 ประเภท ซึ่งผู้ใช้งานทั้งมีการใช้งานที่แตกต่างกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 3.6.1 ส่วนหน้าหลัก

เป็นหน้าของweb application ในเข้าสู่ระบบเพื่อเข้าไปใช้งานตามแต่ละผู้ใช้งานซึ่งออกแบบตามUse-case เมื่อเปิดเว็บขึ้นมาจะเข้าสู่หน้าHome เมื่อกดปุ่มwelcome จะเข้าสู่หน้าเลือกประเภทผู้ใช้งานซึ่งมีส่วนคือปุ่มEmployee และ Guest

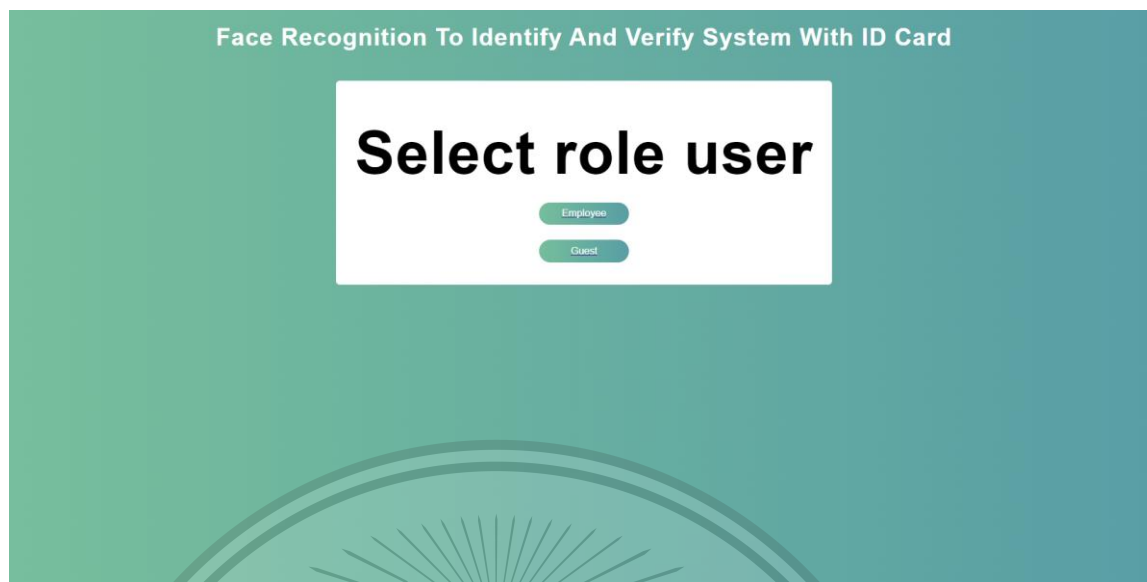


ภาพที่ 3.6 หน้า HOME

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

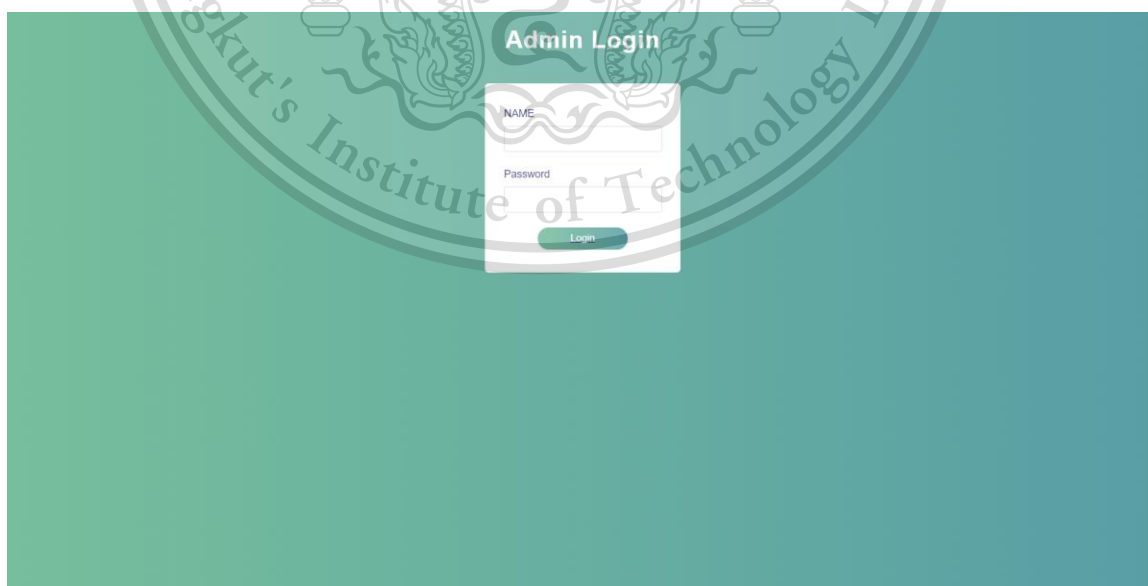
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาพที่ 3.7 หน้าเลือกประเภทผู้ใช้งาน

### 3.6.2 ส่วนหน้าของผู้ดูแลระบบ

หลังจากผู้ใช้งานกดปุ่ม Employee จากหน้าเลือกประเภทผู้ใช้งาน จะเข้าหน้า login สำหรับ admin กรอก username และ password สำหรับแอดมิน เมื่อเข้าสู่หน้ารายชื่อบริษัทสามารถเลือกบริษัทเพื่อเข้าสู่รายชื่อของพนักงานในบริษัทนั้นเพื่อทำการเพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลพนักงานได้



ภาพที่ 3.8 หน้า Admin Login

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาพที่ 3.9 หน้าเลือกบริษัท

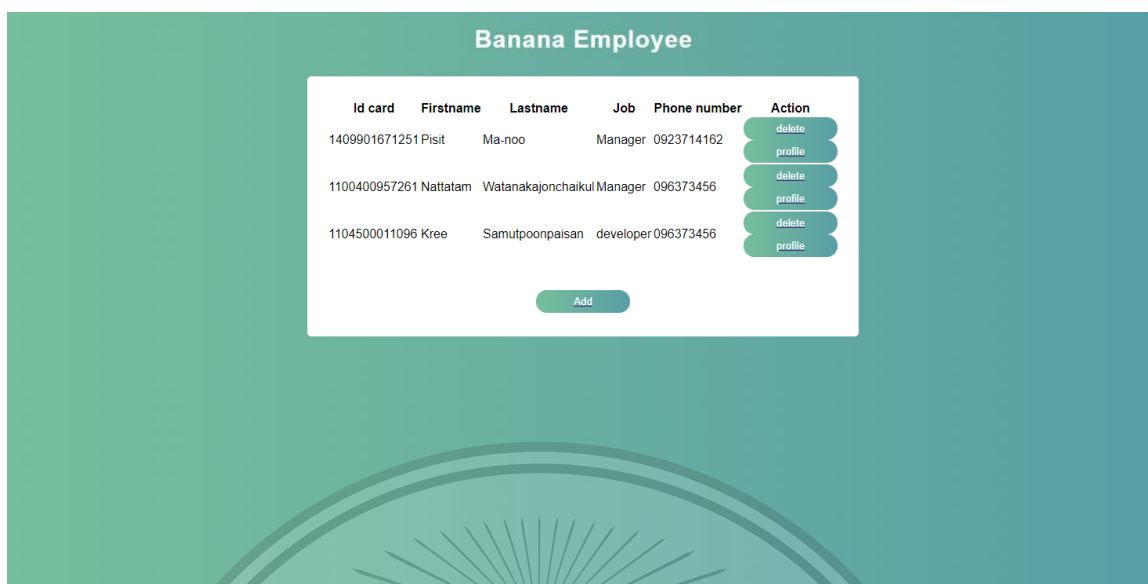


ภาพที่ 3.10 หน้ารายชื่อบุคลากรในบริษัท ตอนยังไม่มีรายชื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาพที่ 3.11 หน้ารายชื่อบุคลากรในบริษัท ตอนมีรายชื่อ

### 3.6.3 ส่วนหน้าของผู้ลงทะเบียน

หลังจากผู้ใช้งานกดปุ่ม Guest จากหน้าเลือกประเภทผู้ใช้งาน จะเข้าหน้านโยบายความเป็นส่วนตัวเมื่อให้ทราบถึงข้อตกลงการใช้งานระบบระบบตรวจสอบใบหน้าด้วยปัญญาประดิษฐ์จากบัตรประชาชนว่าระบบนี้ทำการเก็บข้อมูลส่วนตัวของข้อมูลใช้งานและแจ้งทราบถึงวัตถุประสงค์การนำไปใช้ เมื่อผู้ลงทะเบียนทำการกดยอมรับเงื่อนไขการเข้าใช้บริการแล้วดังหน้าภาพที่ 3.12 ต่อมาผู้ลงทะเบียนทำการเลือกบัตรประชาชน แล้วทำการเลือกบริษัทที่จะเข้า กรอกเบอร์โทร และเขียนเหตุผลที่มาทำธุรกรรมดังภาพที่ 3.13 เสร็จจกดยืนยันจะเข้าสู่หน้ากล้องเพื่อทำการตรวจสอบใบหน้าดังภาพที่ 3.14 ถ้าใช้จะเข้าสู่หน้าต้อนรับของบริษัทและบอกชั้นที่ต้องไปดังภาพที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## Face Recognition To Identify And Verify System With ID Card

### นโยบายความเป็นส่วนตัว

เก็บรวบรวมข้อมูลส่วนบุคคลโดยง่าย

"ข้อมูลส่วนบุคคล" หมายถึง ข้อมูลใด ๆ เกี่ยวกับท่านที่สามารถระบุตัวตนท่านได้ ไม่ว่าจะโดยทางตรงหรือทางอ้อม (ทั้งนี้ ไม่รวมถึงข้อมูลของบุคคลที่ถึงแก่กรรมไปแล้ว) โดยบริษัทอาจเก็บรวบรวมข้อมูลส่วนบุคคลประเภทต่าง ๆ ตามที่ ระบุด้านล่าง

ข้อมูลส่วนตัว เช่น ชื่อ-นามสกุล คำนำหน้า อายุ เพศ รูปถ่าย วีดีโอ ข้อมูลจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ที่ติดตั้ง ภูมิศาสตร์ วันเดือนปีเกิด สัญชาติ สถานภาพการสมรส ข้อมูลสถานภาพทางการเงิน (เช่น ข้อมูลหนังสือรับรองฐานะทางการเงิน ข้อมูลเครดิต แหล่งที่มาของเงินได้ สลิปหรือเช็คการ และหนี้สิน) ข้อมูลด้านการศึกษาและการทำงาน (เช่น ตำแหน่งงาน แผนก อาชีพ ข้อมูลในสมุดรายนาม บริษัทที่ท่านทำงานหรือจ้างงานท่าน ข้อมูลการอบรม รายได้และ เงินเดือน)

ข้อมูลจากเอกสารราชการ (เช่น หมายเลขบัตรประชาชน หมายเลขหนังสือเดินทาง หมายเลขประจำตัวผู้เสียภาษี อากร หมายเลขใบขับขี่ หมายเลขทะเบียนบ้าน) ข้อมูลเกี่ยวกับรถยนต์ (เช่น หมายเลขตัวถังหรือหมายเลขทะเบียนรถยนต์) หมายเลขชื่อ (รวมถึงลายมือชื่ออิเล็กทรอนิกส์) ข้อมูลทรัพย์สินส่วนตัว (รวมถึง ประเทศค่า) ข้อมูลบัญชีธนาคารและ การชำระเงิน (เช่น ชื่อเจ้าของบัญชี ธนาคารที่เปิดบัญชี ประเภทบัญชี และหมายเลขบัญชีธนาคาร ข้อมูลบัญชีรับ

ประกัน วันที่ยื่นประกัน บริษัทประกันภัย สกุลเงินที่ชำระ และบัญชีที่ทำการชำระเงิน รายละเอียดการโอนเงินใน/นอกประเทศไทย และข้อมูลร่วมบุคคลอื่น (เช่น ข้อมูลบัญชีผู้ใช้โซเชียล) ข้อมูลที่ดินที่ท่านเป็นเจ้าของ (เช่น หมายเลขหนังสือสำคัญ และกรมที่ดิน) ข้อมูลที่อยู่ติดต่อ (เช่น หมายเลขโทรศัพท์ หมายเลขโทรสาร ที่อยู่ อีเมล และข้อมูลอื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกัน)

ข้อมูลอื่น ที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ทางธุรกิจกับพันธมิตรทางธุรกิจ เช่น ข้อมูลที่ท่านไปแก่บริษัทที่ท่านไปปรากฏในสัญญา แบบฟอร์ม หรือแบบสำรวจ) ข้อมูลทางธุรกรรมที่ท่านทำกับบริษัท (เช่น เมื่อทำสัญญาเช่าพื้นที่ หรือสัญญา

ให้บริการขนส่งสินค้า) บันทึกข้อมูลคอมพิวเตอร์ ข้อมูลของบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้องกับท่าน เช่น ข้อมูลที่รวมข้อมูลส่วนบุคคลของท่าน ข้อมูลพนักงานของบริษัทที่เกี่ยวข้องกับท่าน ข้อมูลสมาชิกบริการ (เช่น รหัสและชื่อของสมาชิกบริการ เป็นต้น) ข้อมูลส่วนบุคคลที่ละเมิดอื่น เช่น เชื้อชาติ ศาสนา ข้อมูลสุขภาพแรงงาน ข้อมูลชีวภาพ (เช่น ข้อมูลการจดจำใบหน้า และ ลายนิ้วมือ) ข้อมูลสุขภาพหรือสภาพร่างกายหรือจิตใจ และประวัติอาชญากรรม ทั้งนี้ รวมถึงข้อมูลส่วนบุคคลที่ละเอียดอ่อนจากบัตรประจำตัวประชาชน (เช่น เชื้อชาติ และ ศาสนา)

สามารถแจ้งข้อกล่าวหาได้

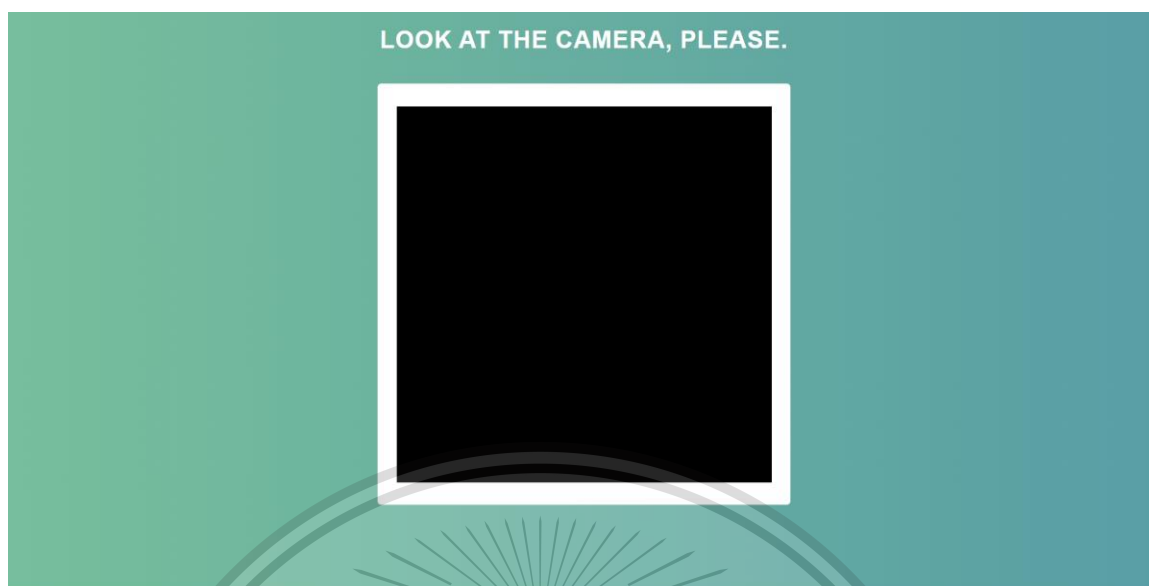
ภาพที่ 3.12 หน้านโยบายส่วนบุคคล

ภาพที่ 3.13 หน้าเสียบบัตรประชาชนและกรอกข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาพที่ 3.14 หน้าสำหรับถ่ายรูปีืนยันตัวตน



ภาพที่ 3.15 หน้าทำการลงทะเบียนเสร็จสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 4บทที่ 4

### การทดลองระบบ

#### 4.1 การทดสอบการอ่านบัตรประชาชนเพื่อลงทะเบียนด้วย Smart Card Reader รุ่น ZW-12026-1

##### 4.1.1 จุดประสงค์การทดลอง

เพื่อทดสอบการอ่านบัตรประชาชนเพื่อลงทะเบียนด้วย Smart Card Reader ผ่าน API

##### 4.1.2 ผลการทดลองที่คาดหวัง

สามารถอ่านบัตรประชาชนเพื่อดึงข้อมูลหน้าของบัตรประชาชนและรูปภาพซึ่งข้อมูลที่ได้มาถูกต้องตามข้อมูลหน้าบัตร

##### 4.1.3 วิธีการทดลอง

4.1.3.1 นำเครื่องอ่านบัตรประชาชนมาต่อเข้าเครื่องและทำการลงโปรแกรมของเครื่องอ่านบัตร

4.1.3.2 ทำการเขียนโปรแกรมดึงข้อมูลจากเครื่องอ่านบัตรมาเก็บไว้เป็น text file ดังภาพที่ 4.2

4.1.3.3 ทำการเสียบบัตรประชาชนเข้าเครื่องอ่านบัตรแล้วโปรแกรมทำการดึงข้อมูลมาเก็บทันที

4.1.3.4 ทำการแสดงผลข้อมูลที่อ่านได้ผ่าน web application ดังภาพที่ 4.3

##### 4.1.4 สรุปผลการทดลอง

สามารถอ่านข้อมูลบัตรประชาชนและรูปภาพมาและนำมาเก็บในรูปแบบ text file และทำการแสดงผลผ่าน web application

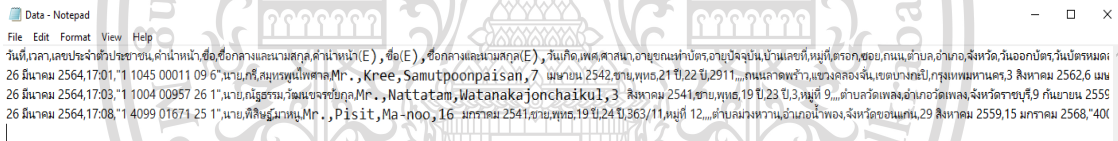
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาพที่ 4.1 ทดสอบการอ่านบัตรประชาชน



ภาพที่ 4.2 แสดงค่าข้อมูลบัตรประชาชนบันทึกลงtext file

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาพที่ 4.3 แสดงค่าผ่านweb application

## 4.2 การทดสอบการสแกนใบหน้าด้วยกล้องwebcamใช้รูปจากบัตรประชาชน

### 4.2.1 จุดประสงค์การทดลอง

เพื่อทดสอบว่ารูปจากบัตรประชาชนมีคุณภาพมากพอที่จะสามารถระบุตัวตนจริงของผู้ถือบัตรได้

### 4.2.2 ผลการทดลองที่คาดหวัง

สามารถใช้รูปจากบัตรประชาชนมาเป็นเปรียบเทียบกับผู้ถือบัตรได้และระบุว่าบัตรนั้นเป็นของผู้ถือบัตรจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 4.2.3 วิธีการทดลอง

4.2.3.1 เมื่อทำการเสียบบัตรเข้าเครื่องอ่านบัตรประชาชนและเก็บข้อมูล และสถานะของบัตรประชาชนเป็น 0 เพื่อรอทำการเปรียบเทียบใบหน้า

4.2.3.2 ต่อกล้องเพื่อเก็บภาพของบุคคลและนำภาพที่ได้เก็บข้อมูลบัตรประชาชนมาทดสอบด้วยโปรแกรม

4.2.3.3 ทำการตรวจสอบใบหน้าที่ได้จากกล้องและประมวลผลเปรียบเทียบใบหน้าจากฐานข้อมูล เพื่อหาชื่อว่าตรงกับบุคคลนั้นจริงหรือไม่ ถ้าตรงกับใบหน้าในบัตรประชาชนสถานะของหมายเลขบัตรประชาชนจะเป็น 1 แล้วจึงสามารถยืนยันตัวได้

### 4.2.4 สรุปผลการทดลอง

สามารถใช้รูปจากบัตรประชาชนมาเป็นเปรียบเทียบกับผู้ถือบัตรได้และระบุว่าบัตรนั้นเป็นของผู้ถือบัตรจริง



ภาพที่ 4.4 แสดงค่าผ่าน web application ของการตรวจสอบบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
C:/Users/Tacha/VideoStreamingFlask/static/img/SIAM-ID/1101801037083.jpg
['1101801037083']
0
1
03/29/2021, 05:55:25
```

ภาพที่ 4.5 แสดงค่าผ่าน Terminal เมื่อทำกระบวนการยืนยันตัวตน

## 4.3 การทดสอบการส่งค่าผ่านLINE Notify หลังการลงทะเบียน

### 4.3.1 จุดประสงค์การทดลอง

เพื่อส่งข้อมูลบุคคล หลังลงทะเบียนบนweb applicationเสร็จเรียบร้อยแล้ว แสดงผลใน LINE Notify

### 4.3.2 ผลการทดลองที่คาดหวัง

หลังจากลงทะเบียนเสร็จเรียบร้อยแล้วจะส่งข้อมูลรูปภาพและข้อความไปแจ้งเตือนใน LINE Notify

### 4.3.3 วิธีการทดลอง

4.3.3.1 ลงทะเบียนบนweb application และทำการลงทะเบียนแบบguest

4.3.3.2 ทำการียบัตรประชาชนทำการยืนยัน

4.3.3.3 เมื่อทำการยืนยันเสร็จสิ้นทำการส่งข้อมูลไปยังLINE Notify

### 4.3.4 สรุปผลการทดลอง

เมื่อทำการลงทะเบียนบนweb applicationเสร็จเรียบร้อยแล้ว สามารถส่งข้อมูลไปแจ้งเตือน LINE

Notify

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาพที่ 4.6 แสดงค่าผ่านLINE Notify ของการลงทะเบียนของGuest

#### 4.4 การทดสอบการส่งค่าผ่านLINE Notify กำหนดส่งข้อมูลแบบตั้งเวลา

##### 4.4.1 จุดประสงค์การทดลอง

เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการยืนยันตัวตนของพนักงานมาสรุปผลและทำการแจ้งเตือน ผ่านLINE Notify

##### 4.4.2 ผลการทดลองที่คาดหวัง

นำข้อมูลที่ได้จากการยืนยันตัวตนของพนักงานมาสรุปผลสถานะ มาตรงเวลา มาสาย ไม่มา และช่วงเวลาไปยังLINE Notify

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 4.4.3 วิธีการทดลอง

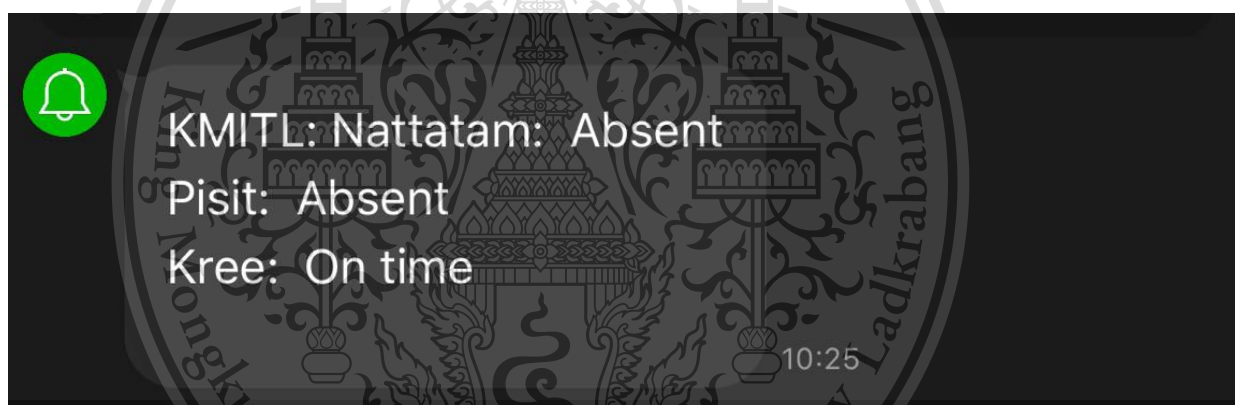
4.4.3.1 ลงทะเบียนข้อมูลของพนักงาน และทำงานยืนยันตัวตนตามเวลาก่อนช่วงเวลา 10 โมง

4.4.3.2 เขียนโปรแกรมโดยตั้งค่าเวลาส่งรายชื่อและสถานะการมาตรงเวลา ขาด สาย โดยให้ส่งเวลา 10 โมงของทุกวัน

4.4.3.3 สถานะตรงเวลา ขาด สาย มีเงื่อนไขคือมายืนยันตัวตนก่อน 9 โมง ไม่มีงานยืนยันตัวตน และยืนยันตัวตนในช่วงเวลาหลัง 9 โมง ถึง 10 โมง ตามลำดับ

#### 4.4.4 สรุปผลการทดลอง

สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการยืนยันตัวตนของพนักงานมาสรุปผลสถานะ มาตรงเวลา มาสาย ไม่มา และช่วงเวลาไปยังLINE Notify



ภาพที่ 4.7 แสดงค่าผ่านLINE Notify ของพนักงานมาแจ้งเตือน ขาด มา มาสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

postgres=# select * from "user";
 office_name | job      | id_card  | first_name | last_name  | bd      | address |
 phone      | create_date
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
 banana      | developer | 1100400957261 | Nattatam  | Watanakajonchaikul | 1998-08-03 |      | 08
53242891 | 2021-03-26
 banana      | developer | 1409901671251 | Pisit     | Ma-noo     | 1998-01-16 |      | 09
42984445 | 2021-03-26
 banana      | manager  | 1104500011096 | Kree      | Samutpoonpaisan  | 1999-04-07 |      | 09
23714162 | 2021-03-26
(3 rows)

postgres=# select * from "log";
 log_id | date_log | time_log | id_card  | num_camera
-----+-----+-----+-----+-----
      0 | 2021-03-24 | 09:00:17 | 1104500011096 | 0
(1 row)

```

ภาพที่ 4.8 ตารางผู้ใช้งานและการเข้าใช้งานของ PostgreSQL

## 4.5 การทดสอบการส่งสเปรดชีตสรุปผลรายเดือนของพนักงานผ่านโปรโตคอล SMTP

### 4.5.1 จุดประสงค์การทดลอง

เพื่อทำสรุปรายงานการมาทำงานของพนักงานและนำมาคิดเงินเดือน

### 4.5.2 ผลการทดลองที่คาดหวัง

นำข้อมูลที่ได้จากสแกนหน้ามาทำเป็นรายงานการมาทำงานของพนักงานและคิดเงินเดือนพนักงาน

### 4.5.3 วิธีการทดลอง

#### 4.5.3.1 ทำการเชื่อมต่อฐานข้อมูลจากการยืนยันตัวตนด้วยใบหน้า

#### 4.5.3.2 นำข้อมูลจากฐานข้อมูลมาในช่วงเวลา 3 วัน มาทำการใส่ในตารางของสเปรดชีต

4.5.3.3 โดยสร้าง column ระบุเวลาการทำงานปกติโดยมีเวลาอยู่ที่ 9 ชม โดยนำตั้งแต่สแกนใบหน้าครั้งแรกถึงสแกนใบหน้าครั้งสุดท้าย และมี column status แสดงสถานะของการทำงาน ซึ่งมี 3 รูปแบบ absent , full-time และ part-time ซึ่งหมายถึงการขาด ทำงานเต็มเวลา และ ทำงานไม่เต็มเวลาตามลำดับ

#### 4.5.3.4 Column สุดท้ายเป็นชั่วโมงการทำงานโดยนำเวลาในการทำงานมาคูณด้วย

#### 4.5.3.5 หลังจากสร้างไฟล์สเปรดชีตเสร็จแล้วทำงานส่งไปยัง Gmail ที่กำหนด

### 4.5.4 สรุปผลการทดลอง

สามารถนำข้อมูลที่ได้จากสแกนหน้ามาทำเป็นรายงานการมาทำงานของพนักงานและส่งผ่าน Gmail

แต่จะเกิดข้อผิดพลาดเกี่ยวกับตัวบุคคลเมื่อไม่ได้สแกนใบหน้าทำให้ข้อมูลที่ได้อาจไม่ตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สามารถนำข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูลมาทำเป็นรายงานการเข้าออกของพนักงาน โดยระบุเวลาทำงาน และข้อมูลเงินที่ควรได้รับต่อวันและทำการส่งข้อมูลด้วย Protocol SMTP

```
postgres=# select * from "log";
 log_id | date_log | time_log | id_card | num_camera
-----+-----+-----+-----+-----
      0 | 2021-03-24 | 09:00:17 | 1104500011096 | 0
      1 | 2021-03-24 | 12:00:17 | 1104500011096 | 0
      2 | 2021-03-24 | 13:00:17 | 1104500011096 | 0
      3 | 2021-03-24 | 18:10:17 | 1104500011096 | 0
      4 | 2021-03-25 | 09:00:17 | 1104500011096 | 0
      5 | 2021-03-25 | 12:00:17 | 1104500011096 | 0
      6 | 2021-03-25 | 13:00:17 | 1104500011096 | 0
      7 | 2021-03-25 | 18:00:17 | 1104500011096 | 0
      8 | 2021-03-26 | 09:00:17 | 1104500011096 | 0
      9 | 2021-03-26 | 12:00:17 | 1104500011096 | 0
     10 | 2021-03-26 | 13:00:17 | 1104500011096 | 0
     11 | 2021-03-26 | 18:00:17 | 1104500011096 | 0
(12 rows)
```

ภาพที่ 4.9 ตารางการเข้าใช้งานของ PostgreSQL

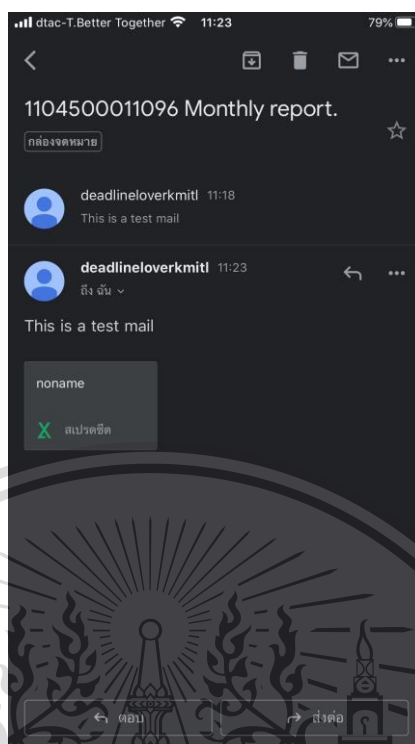
|               | A | B         | C       | D        | E        | F       | G    |
|---------------|---|-----------|---------|----------|----------|---------|------|
| log_id        |   | work_date | arrival | depart   | status   | work_hr | paid |
| 1104500011096 |   | 3/24/2021 | 9:00:17 | 18:10:17 | fulltime | 8.1     | 640  |
| 1104500011096 |   | 3/25/2021 | 9:00:17 | 18:00:17 | fulltime | 8       | 640  |
| 1104500011096 |   | 3/26/2021 | 9:00:17 | 18:00:17 | fulltime | 8       | 640  |

ภาพที่ 4.10 ตาราง Excel การทำงานของพนักงานโดยทดลองแล้ววัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาพที่ 4.11 ส่ง File Excel ผ่าน Gmail

#### 4.6 การทดสอบการรับส่งข้อมูลจากเครื่อง server ระหว่าง Raspberry Pi 4 Model B โดยใช้โปรโตคอล MQTT

##### 4.6.1 จุดประสงค์การทดลอง

ส่งและรับข้อมูลจากเครื่องที่ใช้ลงทะเบียนไปยัง Raspberry Pi

##### 4.6.2 ผลการทดลองที่คาดหวัง

สามารถรับส่งข้อมูลข้อความและรูปภาพ โดยใช้โปรโตคอล MQTT ระหว่างเครื่อง server และ raspberry Pi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 4.6.3 วิธีการทดลอง

4.6.3.1 ทำการดาวน์โหลดและติดตั้ง mqtt protocol แล้วเปิด service mqtt ให้ขึ้น running

4.6.3.2 เปิด service mqtt และ run ไฟล์โปรแกรมสำหรับทำการเชื่อมต่อในเครื่อง server และ raspberry pi ด้วยคำสั่ง systemctl status mosquito บน command prompt ให้ขึ้น active (running) ดังภาพที่ 4.12

4.6.3.3 เปิดโปรแกรมและทำการลงทะเบียนเมื่อลงทะเบียนเสร็จสิ้น ไฟล์รูปภาพและข้อมูลจะถูกส่งไปยัง raspberry โดยแปลงข้อมูลเป็น ไรต์แล้วแปลงเป็น base64 เพื่อส่งผ่าน Protocol MQTT จากภาพที่ 4.13 แบ่งเป็น 3 ส่วน บรรทัดแรกเป็น header บรรทัดที่ 2 เป็น เลขประประชาชน บรรทัดที่เหลือเป็น jpg เป็น base64

### 4.6.4 สรุปผลการทดลอง

อุปกรณ์สามารถรับส่งข้อมูลผ่าน โปโตคอล MQTT เป็นข้อความและรูปภาพ แต่รูปภาพต้องทำการแปลงเป็น Base 64 เพื่อให้ส่งข้อมูลผ่าน โปโตคอลนี้ได้

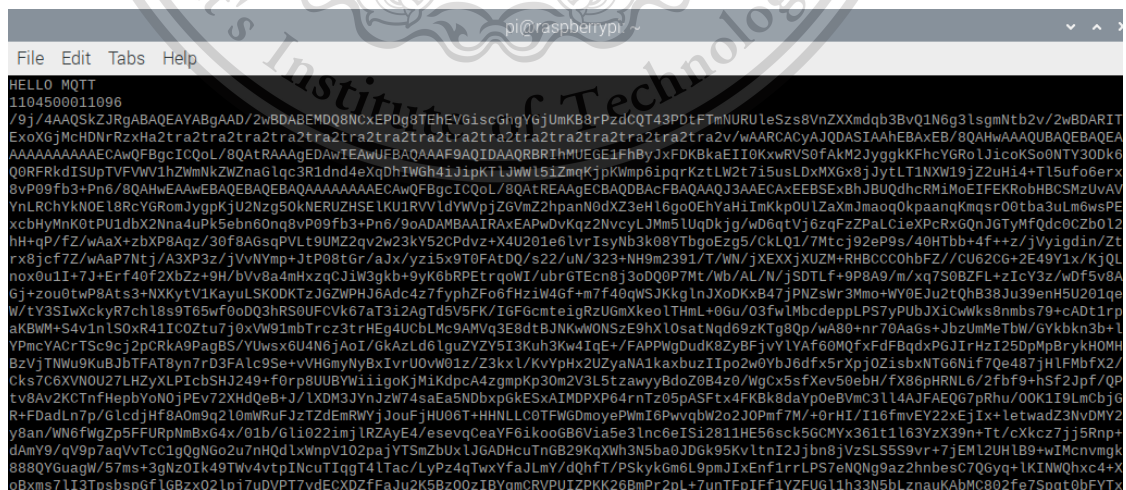
```

pi@raspberrypi:~$ systemctl status mosquitto
● mosquitto.service - Mosquitto MQTT v3.1/v3.1.1 Broker
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/mosquitto.service; enabled; vendor preset:
   Active: active (running) since Mon 2021-03-29 16:50:56 +07; 57s ago
     Docs: man:mosquitto.conf(5)
           man:mosquitto(8)
   Main PID: 1892 (mosquitto)
      Tasks: 1 (limit: 4915)
   CGroup: /system.slice/mosquitto.service
           └─1892 /usr/sbin/mosquitto -c /etc/mosquitto/mosquitto.conf

Mar 29 16:50:56 raspberrypi systemd[1]: Starting Mosquitto MQTT v3.1/v3.1.1 Brok

```

ภาพที่ 4.12 เปิด service MQTT ใน raspberry pi



ภาพที่ 4.13 แสดงค่าที่ส่งผ่านโปรโตคอล MQTT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพียงอย่างเดียว ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 4.7 การทดสอบการใช้ Raspberry Pi 4 Model B ในการทำประตู

### 4.7.1 จุดประสงค์การทดลอง

เมื่อทำการลงทะเบียนแล้วต้องเข้าบริษัทต้องสแกนใบหน้าผ่าน Raspberry Pi เพื่อให้ประตูเปิด

### 4.7.2 ผลการทดลองที่คาดหวัง

เมื่อสแกนหน้าผ่านกล้อง ทำพิสูจน์ใบหน้าว่าตรงกับฐานข้อมูลเพื่อทำการปลดล็อกประตูแม่เหล็ก และส่งข้อมูลการเข้าออกไปยังเครื่อง server

### 4.7.3 วิธีการทดลอง

4.7.3.1 เปิด service ของ mosquito แล้ว run file server.py เริ่มจากเครื่อง server และเครื่อง raspberry pi ตามลำดับ

4.7.3.2 เปิดโปรแกรม web application แล้วทำการลงทะเบียนเพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อระหว่าง server และ raspberry pi

4.7.3.3 ผู้ทดลองนำบุคคลตัวอย่าง 2 แบบ 1. บุคคลที่ทำการลงทะเบียนเรียบร้อยแล้ว 2. บุคคลที่ไม่ได้ทำการลงทะเบียน ให้บุคคลทั้ง 2 เดินผ่านกล้องในคนตามลำดับ เพื่อบันทึกผลว่าบุคคลดังกล่าวที่โดนกล้องตรวจสอบ ประตูที่ติดตั้งได้ทำการปลดล็อกประตูแม่เหล็กให้เข้าออก และส่งข้อมูลจาก raspberry pi มายัง server ได้หรือไม่

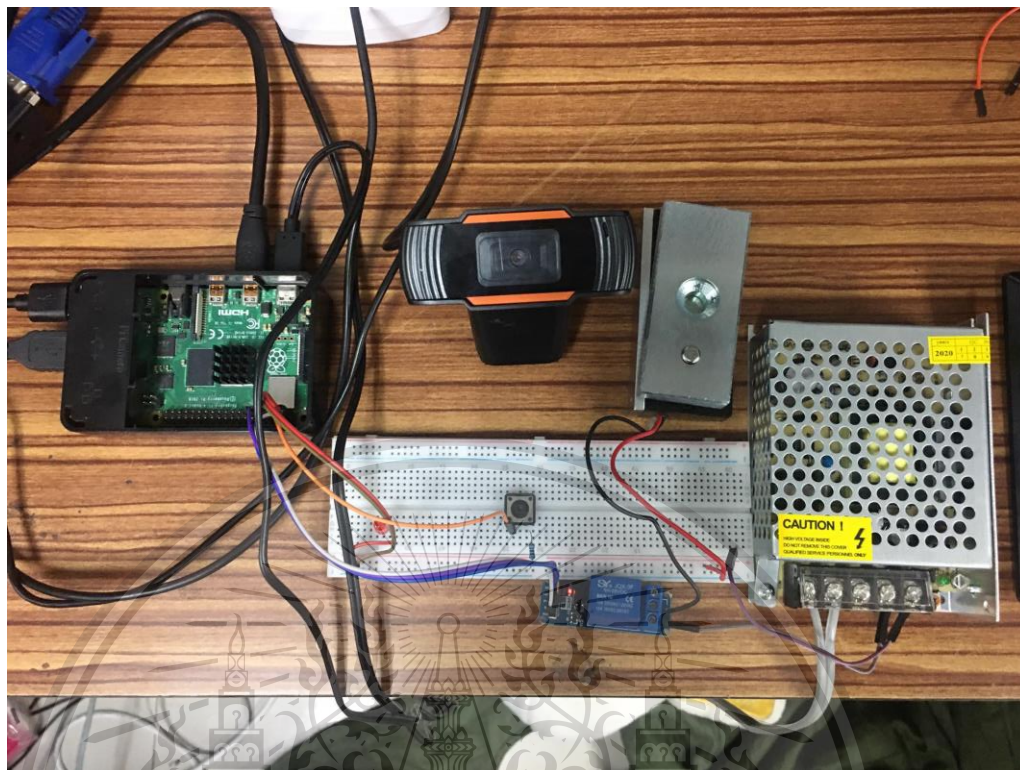
### 4.7.4 สรุปผลการทดลอง

หลังจากสแกนหน้าผ่านกล้องที่ต่อเข้ากับ raspberry pi เพื่อทำพิสูจน์ใบหน้าว่าตรงกับฐานข้อมูลของบุคคลที่ลงทะเบียน บุคคลที่ลงทะเบียนเมื่อสแกนใบหน้าประตูแม่เหล็กไฟฟ้าจะถูกปลดล็อกและส่งข้อมูลไปยังเครื่อง server แต่บุคคลที่ไม่ได้ทำการลงทะเบียน ประตูแม่เหล็กไฟฟ้าไม่ปลดล็อกและไม่ทำการส่งข้อมูลไปยัง server

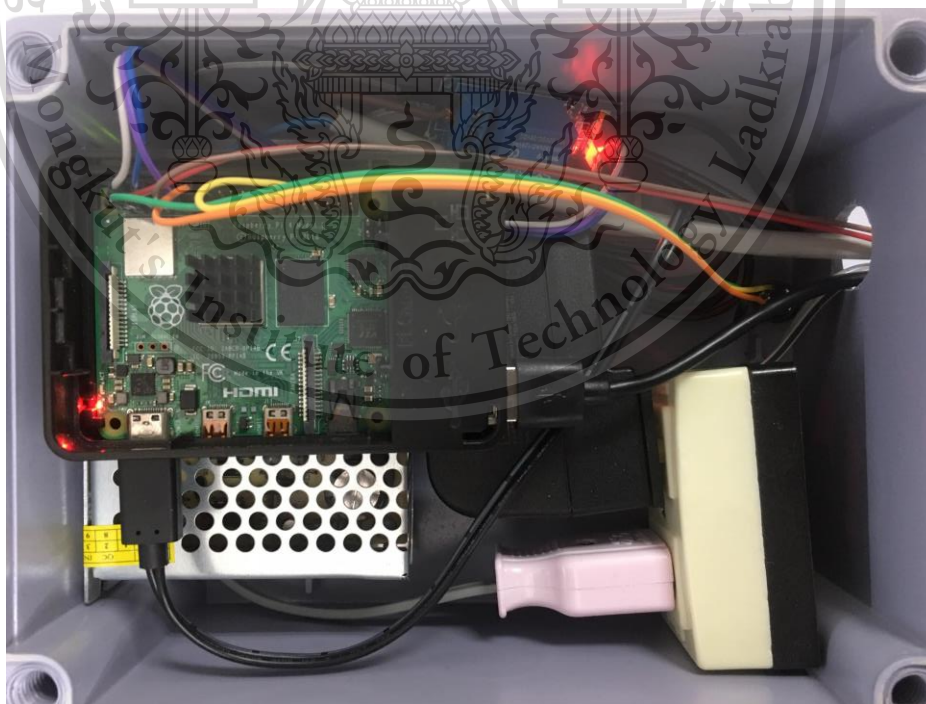
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาพที่ 4.14 การทดสอบการใช้ Raspberry Pi 4 Model B ในการทำประตู



ภาพที่ 4.15 นำ Raspberry Pi 4 Model B และวงจร บรรจุนอกกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บทที่ 5

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 บทสรุป

ระบบตรวจสอบใบหน้าด้วยปัญญาประดิษฐ์จากบัตรประชาชน ถูกพัฒนาด้วยภาษาไพทอน โดยภาคเรียนที่ 1 จะเน้นการทดสอบในส่วนของการทำงานฟังก์ชันที่จำเป็นของระบบที่จำเป็นต้องมี เพื่อสามารถทำให้ระบบตรวจสอบใบหน้าด้วยปัญญาประดิษฐ์จากบัตรประชาชน แต่ในภาคเรียนที่ 2 ศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของการนำไปใช้ต่อยอดในเรื่องการตรวจสอบใบหน้าทำในผู้พัฒนาทำการติดต่อสอบถามผู้ใช้โดยที่ผู้พัฒนาติดต่อไปเป็นอาคารสำนักงานกับแผนกฝ่ายบุคคลของบริษัทจึงทำให้ภาคเรียนที่ 2 มีฟังก์ชันที่จำเป็นให้ตอบสนองกลุ่มเป้าหมายที่ผู้พัฒนาไปศึกษามามากยิ่งขึ้น โดยโครงการของผู้พัฒนาสามารถแก้ไขปัญหาเรื่องการทำเอกสารรายงานแต่ละเดือน การเช็คพนักงานในแต่ละวัน การเช็คชื่อแทนกัน และลดการใช้ในส่วนของแผนกฝ่ายบุคคลของบริษัท โดยมีเงื่อนไขที่ได้รับมาดังนี้

- 1) การลงทะเบียนของพนักงานสามารถใช้บัตรประชาชน ในการกรอกข้อมูลแทนได้
- 2) สามารถกำหนดเวลาเข้างานและเลิกงานของพนักงานได้ โดยเป็นไปตามกฎหมายแรงงาน
- 3) สามารถตรวจสอบการมา ขาด มาสายของพนักงานในแต่ละวันได้
- 4) สามารถตรวจสอบการเวลาการทำงานของพนักงาน โดยกำหนดว่ามี 3 สถานะ ทำงานเต็มเวลา ทำงานไม่เต็มเวลา และขาด
- 5) สามารถทำเอกสารสรุปผลการทำงานรายเดือนของพนักงานได้

จากข้อมูลทั้งหมดที่ไปศึกษามาทำให้แนวทางการพัฒนาระบบนำไปตอบสนองผู้ใช้งานจริงได้มากจริง โดยการทำงานของระบบในช่วงภาคเรียนที่ 2 จึงทำตามความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย เพื่อให้ระบบนำไปใช้งานโดยตอบสนองความต้องการได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การวัดผลความสำเร็จของโครงการทั้งหมดทำการสรุปผลเพื่อเปรียบเทียบกับขอบเขต แสดงผลเป็นตารางได้ดังนี้

ตาราง 5.1 สรุปผลการทำงานของระบบที่ทำสำเร็จและเปรียบเทียบกับขอบเขต

|  |   |
|--|---|
| สามารถดึงข้อมูลจากประชาชน มาใช้ในระบบตรวจสอบใบหน้าด้วยปัญญาประดิษฐ์จากบัตรประชาชน        | ✓ |
| สามารถนำระบบตรวจจับใบหน้า มาใช้ในระบบตรวจสอบใบหน้าด้วยปัญญาประดิษฐ์จากบัตรประชาชน        | ✓ |
| สามารถนำระบบรู้จำใบหน้า มาใช้ในระบบตรวจสอบใบหน้าด้วยปัญญาประดิษฐ์จากบัตรประชาชน          | ✓ |
| สามารถนำระบบระบบควบคุมการเข้าออก มาใช้ในระบบตรวจสอบใบหน้าด้วยปัญญาประดิษฐ์จากบัตรประชาชน | ✓ |
| สามารถใช้กล้องมากกว่า 1 ตัวในการทำงานส่งข้อมูลระหว่างserverได้                           | ✓ |
| สามารถสร้างรายงานประจำวันทีละประจำวันของพนักงานได้ตามความต้องการของแผนกทรัพยากรบุคคลได้  | ✓ |
| สามารถส่งรายงานบันทึกประจำวันโดยใช้ Emailได้   | ✓ |
| สามารถแจ้งเตือนว่าสถานะพนักงานว่า มา มาสาย ขาด จะถูกส่งไปยังแผนกทรัพยากรบุคคลได้         | ✓ |
| สามารถแจ้งเตือนว่าเมื่อมีคนลงทะเบียน web application จะถูกส่งไปยังแผนกทรัพยากรบุคคลได้   | ✓ |
| สามารถสร้างระบบฐานข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลของผู้ของพนักงานในอาคารได้                       | ✓ |
| สามารถสร้างระบบฐานข้อมูลที่ใช้ในการบันทึกการเข้าออกของพนักงานได้                         | ✓ |
| สามารถนำโมเดลของระบบรู้จำใบหน้ามา ปรับปรุงให้ตรวจสอบใบหน้าของพนักงานอย่างถูกต้อง         | ✓ |

จากการทดสอบโดยนักรให้ศึกษาลงทะเบียนผ่านระบบด้วยบัตรประชาชนด้วยเพื่อยืนยันใบหน้าเพื่อทำการกรเข้าออกอาคาร ติดตั้งสถานที่ลงทะเบียนและกล้องในการตรวจจับหน้าให้อยู่ในสถานที่ที่มีแสงเพียงพอเพื่อลดความคลาดเคลื่อน โดยมีกลุ่มการทดลอง 25 คน

- ความแม่นยำของผู้ชาย 93.33% จากผู้ชาย 15 คน

- ความแม่นยำของผู้หญิง 85.71% จากผู้หญิง 7 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ใช้สำหรับอาจารย์และบุคลากรที่เรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- ความแม่นยำในการจำแนกบุคคลโดยรวม 92.00% จาก 25 คน

## 5.2 ปัญหา อุปสรรคที่พบ และแนวทางการแก้ไข

5.2.1 การพัฒนาโปรแกรมมีข้อผิดพลาดในเรื่องของเครื่องมือที่เลือกใช้ในการพัฒนา web application ตอนแรกพัฒนาเป็น web ด้วย Django แต่ใช้เวลาเรียนรู้เวลานานจึงเปลี่ยนมาใช้ FLASK แทน

5.2.2 การพัฒนาโปรแกรมส่วนของการออกแบบ UI มีผลต่อการพัฒนาโปรแกรมในด้านการเอาฟังก์ชันต่างๆ มารวมกันให้ใช้งาน ซึ่งในภาคเรียนที่ 1 ไม่ได้ออกแบบและใช้ไลบรารีในไพทอนมาให้ครอบคลุมทุกเงื่อนไขและยากต่อการพัฒนา จึงปรับมาพัฒนาเป็น web เพื่อให้ใช้ html และ css ให้ตอบโจทย์และง่ายต่อการพัฒนา

5.2.3 คุณภาพของอุปกรณ์และรุ่นของซอฟต์แวร์ไม่ตรงกับความต้องการใช้งานของระบบ ตรวจสอบใบหน้าด้วยปัญญาประดิษฐ์จากบัตรประชาชน แก้ไขโดยการศึกษาเอกสารความต้องการของซอฟต์แวร์ว่าต้องการคุณภาพของอุปกรณ์ในระดับใด

5.2.4 ช่วงภาคเรียนที่ 2 เวลาติดต่อสอบถามความต้องการกับกลุ่มผู้ใช้งานไม่ได้เตรียมภาพรวมไปให้สื่อสารกับผู้ใช้งานผิดพลาด แก้ไขโดยเตรียมสมมุติฐาน ไปก่อนเพื่อทำให้ปรับความเข้าใจได้ง่าย

5.2.5 อุปกรณ์ที่นำมาไม่สามารถใช้งานได้ให้ตอบโจทยกับความต้องการของระบบได้ แก้ไขโดยการศึกษาและตั้งสมมุติฐานว่าอุปกรณ์นั้นสามารถปรับให้เข้ากับความต้องการของระบบได้

## 5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ

โครงการที่พัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาในส่วนของโปรแกรมและอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สามารถนำไปปรับใช้กับสภาพแวดล้อมอื่น ต้องสอบถามความต้องการของกลุ่มลูกค้าที่เป็นแผนกฝ่ายบุคคลของบริษัทและอาคารทำให้โครงการที่ต้องเพิ่มกรณีที่จะเกิดขึ้นจากรูปแบบการทำงานที่ไม่เหมือนกัน และเพิ่มความปลอดภัยทางข้อมูลมากยิ่งขึ้น โดยผู้พัฒนาทำการแบ่งหัวข้อมการพัฒนาโครงการต่อเป็น 4 ข้อดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 5.3.1 System

5.3.1.1 ทำประตูดัชนีมิติสำหรับใช้งานกับระบบยืนยันใบหน้า เพื่อทำการให้เข้าออกได้เพียง 1 คนเท่านั้น เมื่อทำการตรวจสอบใบหน้า

5.3.1.2 ระบบสามารถแจ้งเตือนบุคคลที่ไม่ได้ลงทะเบียนเมื่อทำการสแกนใบหน้า

5.3.1.3 ระบบสามารถแจ้งเตือนว่าเครื่อง raspberry pi ใช้งานอยู่หรือไม่ใช้งานได้

### 5.3.2 Web application

5.3.2.1 ทำให้ดูข้อมูลของพนักงานเข้าออกแบบ real-time ผ่าน website ได้

5.3.2.2 ทำหน้าแสดงเวลาการเข้าออกของผู้มาติดต่อ

5.3.2.3 ทำหน้าของผู้ดูแลระบบ พนักงาน และผู้มาติดต่อแยกกันอย่างชัดเจน

### 5.3.3 เครื่อง raspberry pi

5.3.3.1 เมื่อทำการเปิดเครื่องให้เปิด service ในการส่งข้อมูลด้วยตัวเอง

### 5.3.4 ระบบกล้อง

5.3.4.1 ปรับเลนส์ของกล้องให้ถ่ายแบบบุคคลเดียวเท่านั้น เพื่อให้ลดโอกาสตรวจสอบใบหน้าผิดพลาด

5.3.4.2 เพิ่มหลอดไฟหน้ากล้องเมื่อแสงไม่เพียงพอต่อการตรวจสอบใบหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บรรณานุกรม

- [1] “ความสำคัญของบัตรประชาชน” [Online]. Available:  
<https://www.buriramcity.go.th/index.php/newsmainmenu/informationmainmenu/455-256104171137>
- [2] “smartcard” [Online]. Available: [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Smart\\_card](https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_card)
- [3]”AU 9540” 6 2010. [Online]. Available: [https://datasheet.lcsc.com/szlcsc/Alcor-Micro-AU9540\\_C126997.pdf](https://datasheet.lcsc.com/szlcsc/Alcor-Micro-AU9540_C126997.pdf)
- [5] กระทรวงอุตสาหกรรม, “มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม” 3 2010. [Online]. Available:  
[http://www.fio.co.th/web/tisi\\_fio/fulltext/TIS1563-2552.pdf](http://www.fio.co.th/web/tisi_fio/fulltext/TIS1563-2552.pdf)
- [6] patda9, “Smart card: บัตรประชาชนยุคดิจิทัล” 1 2018. [Online]. Available: [Online]. Available:  
<https://medium.com/horganice/smart-card-%E0%B8%9A%E0%B8%B1%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%8A%E0%B8%B2%E0%B8%8A%E0%B8%99%E0%B8%A2%E0%B8%B8%E0%B8%84%E0%B8%94%E0%B8%B4%E0%B8%88%E0%B8%B4%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%A5-c6813a3ca9e8>
- [7] “Access control system architecture” [Online]. Available:  
<http://www.ptdthai.com/%E0%B8%94%E0%B8%B9%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1-20947-1-access-control.html>
- [8] “Time attendance and Access control” [Online]. Available:  
<https://fuyacompany.com/2018/11/05/time-attendance-and-access-control-%E0%B8%97%E0%B8%B3%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%AD%E0%B8%A2%E0%B8%98%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%94%E0%B8%A3/>
- [9] TANAPOL PUMLUMCHIA, “FACIAL EXPRESSION RECOGNITION FROM VIDEO SEQUENCE USING LOCAL GABOR FILTERS AND PCA PLULDA” [Online]. Available:  
[http://www.it.kmitl.ac.th/~sirion/senior\\_project/facial\\_expression/55070053.pdf](http://www.it.kmitl.ac.th/~sirion/senior_project/facial_expression/55070053.pdf)
- [10] Navneet Dalal and Bill Triggs. "Histograms of Oriented Gradients for Human Detection" Computer Vision and Pattern Recognition, Jun 2005
- [11] Jabid T, Kabir MH, Chae O. “Facial Expression Recognition Using Local Directional Pattern (LDP)” Image Processing (ICIP), 2010, pp. 1605-1608

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

[12] pattarawit Polphit, “Personal Verification System Using ID Card and Face Photo” 8 2019,  
[https://www.researchgate.net/publication/335143642\\_Personal\\_Verification\\_System\\_Using\\_ID\\_Card\\_and\\_Face\\_Photo](https://www.researchgate.net/publication/335143642_Personal_Verification_System_Using_ID_Card_and_Face_Photo)

[19] “Personal Verification System Using ID Card and Face Photo”  
[https://www.researchgate.net/publication/335143642\\_Personal\\_Verification\\_System\\_Using\\_ID\\_Card\\_and\\_Face\\_Photo](https://www.researchgate.net/publication/335143642_Personal_Verification_System_Using_ID_Card_and_Face_Photo)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.