

การออกแบบระบบการปลดล็อกประตูกับการจดจำใบหน้า

Designing of Door Unlocking System Based on Face Recognition

SOPHANITH MEY 6103160¹, ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล²

¹นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรังสิต

²อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรังสิต

¹E-MAIL:SOPHANITH.H61@RSU.AC.TH

บทคัดย่อ

ระบบปลดล็อกประตูกับการจดจำใบหน้า Door Unlocking System Based on Face Recognition เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้มีความสะดวกเพิ่มมากขึ้นในการปลดล็อกประตู และปัจจุบัน Face recognition system ได้มีการนิยมใช้จำนวนมากรวมทั้งพัฒนามาเรื่อยๆ ซึ่งในระบบจะถูกพัฒนาขึ้นมาโดยใช้ภาษา Python บอร์ด Arduino Uno และ Servo ด้วยระบบทำการถ่ายภาพ Authorize People ไปเก็บใน Dataset แล้วนำภาพนั้นไป Training เพื่อได้โมเดลของเจ้าของแล้วเมื่ออยากเปิดประตูเรายืนยันหน้ากล้อง ระบบจะทำการคำนวณใบหน้าของเรา ถ้าถูกต้องระบบจะทำการส่งไปยังบอร์ด Arduino เพื่อให้ Servo วนเปิดประตู แต่ว่าใบหน้าไม่ถูกต้องระบบจะไม่ทำการเปิดประตูให้ โดยการตรวจสอบใบหน้าจะใช้ Haar Cascade Classifier และ LBPHFaceRecognizer Classifier.

คำสำคัญ: การรู้จำใบหน้า การตรวจจับใบหน้าแบบเรียลไทม์ ระบบปลดล็อกประตู Haar Classifier

Abstract

The system proposed is a door unlocking system containing multiple doors any of which can be used to access a zone e.g. a laboratory or library. The system is implemented using a central server which contains a central database gathering all the information about the authorized personnel. The hardware components required are Arduino UNO and an Arduino microcontroller. Software assistance of Arduino IDE, computer vision and OpenCV library are required for control. There is also provision for real-time monitoring of users' activities i.e. entry and exit. This is made possible by automatic synchronization of the system with Arduino board.

Keywords: Face recognition, Real time face recognition, Door unlocking system. Haar classifier, LBPH Face Recognizer Classifier.

1. บทนำ

ศตวรรษที่ 21 เป็นยุคแห่งเทคโนโลยีอันชาญฉลาด ชีวิตสมัยใหม่เป็นไปไม่ได้ที่จะไม่มีไฟฟ้า คำพูดนี้ได้เปลี่ยนไป แต่ตอนนี้ชีวิตประจำวันเป็นไปไม่ได้โดยไม่มีอินเทอร์เน็ต เทคโนโลยีสมัยใหม่ได้ก้าวไปอีกขั้นของระบบอัตโนมัติ และชาญฉลาด [1] ในสถานที่ต่างๆเช่นธนาคารร้านทองและโรงรับจำนำการรักษาความปลอดภัยกลายเป็นสิ่งที่ไม่สามารถพิจารณาได้ว่าเป็นเรื่องเล็กน้อย สถานที่เหล่านี้มีช่องว่างที่ต้องการการตรวจสอบเป็นพิเศษ

การรักษาความปลอดภัยของช่องว่างเหล่านี้โดยใช้การติดตั้งตั้งแต่สองปุ่มขึ้นไป และแม้กระทั่งการใช้ระบบรวมกันก็ไม่สามารถป้องกันไม่ให้บุคคลที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้ามาในห้องได้ นอกจากนี้ปัญหาที่พบเจอบ่อยก็คือการสูญเสียกุญแจ การทำซ้ำกุญแจ โดยคนที่ขาดความรับผิดชอบและการรั่วไหลของตัวเลขที่เป็นความลับเพื่อเปิดประตูเหล่านี้ไปสู่สิ่งที่ไม่สามารถควบคุมได้ การเข้าถึงพื้นที่จัดเก็บได้ง่ายอาจทำให้เอกสารสำคัญ หรือของมีค่าอื่น ๆ สูญหาย การแพร่กระจายของ

เอกสารลับของบริษัทผู้สาธารณะ ดังนั้นประตูละหน้าจึงต้องมีระบบรักษาความปลอดภัยที่ไม่สามารถทะลุผ่านได้ง่ายและชัดเจนในการบันทึก โดยใช้เทคโนโลยีหุ่นยนต์และการมองเห็นด้วยคอมพิวเตอร์ [2] เทคนิคการรู้จำใบหน้า (Face recognition) เป็นเทคนิคส่วนหนึ่งของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence) มีประสิทธิภาพในการจดจำใบหน้าของบุคคล โดยทำการจดจำลักษณะใบหน้าของบุคคลโดยนำข้อมูลรูปภาพมาทำการหาคุณลักษณะ (Feature) บนใบหน้าแล้วบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล จากนั้นทำการระบุตัวตนโดยการคำนวณเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างข้อมูลใบหน้าปัจจุบันกับข้อมูลใบหน้าของบุคคลที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูล ในปัจจุบันมีการนำเทคนิคการรู้จำใบหน้าไปประยุกต์ใช้กับงานที่เกี่ยวข้องกับการยืนยันตัวตนอย่างแพร่หลาย ในปัจจุบันมีงานวิจัยอย่างมากมาที่ได้พัฒนาระบบปลดล็อกประตูโดยนำวิธีรู้จำใบหน้า [3] ยกตัวอย่างงานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบปลดล็อกประตูโดยใช้เทคนิคการรู้จำใบหน้าที่ระบุตัวตน

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือทำการพัฒนาการเปิดประตูแบบเดิมๆให้ทันสมัยมีความสะดวกยิ่งขึ้นและมีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันการเข้าของบุคคลภายนอกที่ไม่ได้รับการอนุญาต และเพื่อนำอุปกรณ์ IoT มาช่วยแก้ไขปัญหาของเรา

2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบปลดล็อกประตูกับการจดจำใบหน้าที่มีรายละเอียดดังนี้

Haar cascades ระบบปลดล็อกประตูนี้ได้ใช้เทคนิคการตรวจจับใบหน้าโดยใช้ Harr cascades [15] ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีความเร็วและความถูกต้องในการตรวจจับใบหน้าสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคการตรวจจับใบหน้า แบบดั้งเดิม โดยแนวคิดของเทคนิคนี้คือ ทำการตรวจสอบหากลุ่มพิกเซลบนภาพที่มีค่าใกล้เคียงกับ Harr-like feature ดังแสดงตัวอย่างใน Figure1 เพื่อตัดสินว่ากลุ่มพิกเซลนั้นเป็นใบหน้าบุคคลหรือไม่

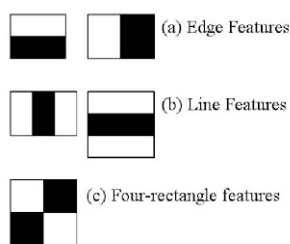


Figure 1: Haar-like feature

เทคนิคการรู้จำใบหน้าเป็นเทคโนโลยีส่วนหนึ่งของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ที่ทำการจดจำลักษณะใบหน้าของบุคคลโดยนำข้อมูลรูปภาพมาทำการหาคุณลักษณะพิเศษ แล้วบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล จากนั้นทำการระบุตัวตนบุคคลได้จากการประมวลผลเปรียบเทียบกับข้อมูลใบหน้าของบุคคลที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูล โดยตัวอย่างเทคนิคการรู้จำใบหน้าที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือ คือ เทคนิค Eigenface recognition เทคนิค Fisherface recognition และเทคนิค Local Binary Pattern Histograms (LBPH)

เทคนิค Eigenfaces recognition [4,13] ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal component analysis) ของข้อมูลเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพ ที่นิยมใช้เพื่อลดขนาดเมทริกซ์ของตัวแปรให้เล็กลงหรือใช้หาความสัมพันธ์ ของข้อมูล แบ่งการทำงานเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการประมวลผลก่อน (Preprocess) และขั้นตอนทดสอบ (Test)

เทคนิค Fisherfaces recognition Fisherfaces recognition [5,13] ใช้การวิเคราะห์จำแนกประเภทเชิงเส้น (Linear discriminate analysis) เพิ่มเติมเข้ามาจาก Eigenfaces recognition เพื่อเพิ่มความถูกต้องในการจำแนกข้อมูลในกรณีที่ไม่สามารถหาคุณลักษณะเด่นในภาพได้ครบถ้วน แบ่งการทำงานเป็น 2 ขั้นตอนเช่นเดียวกับ Eigenfaces recognition คือ ขั้นตอนการประมวลผลก่อนและขั้นตอนทดสอบ ขั้นตอนการประมวลผลก่อน เป็นการนำชุดภาพข้อมูลสำหรับการรู้จำมาทำการแบ่งกลุ่มก่อนหาคุณลักษณะเด่น โดยภาพที่มาจากบุคคลเดียวกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน สำหรับขั้นตอนการทดสอบใน

เทคนิค Fisherface recognition กระทำเหมือนกับการทดสอบใน Eigenface recognition โดยการเปรียบเทียบค่าระยะทางแบบยุคลิด ระหว่างค่า Fisherface ของภาพสำหรับฝึกทุกภาพและภาพที่ต้องการทดสอบ

เทคนิค Local Binary Pattern Histograms (LBPH) recognition [13,16] เป็นเทคนิคการระบุตัวตนโดยอาศัย Local binary pattern ที่เป็นเทคนิคสำหรับการแยกแยะรูปแบบลักษณะพิเศษในรูปภาพ โดยนำค่า LBP ที่คำนวณได้ในแต่ละพิกเซลมาทำ Histogram สำหรับการระบุลักษณะพิเศษในใบหน้า แบ่งการทำงานเป็น 2 ขั้นตอนเช่นเดียวกันกับ Eigenfaces recognition คือ ขั้นตอนการประมวลผลก่อนและขั้นตอนทดสอบ ขั้นตอนการประมวลผลก่อน เริ่มจากการแปลงชุดภาพข้อมูลสำหรับการรู้จำแต่ละพิกเซลเป็นค่า LBP

จากนั้นทำการแบ่งรูปภาพเป็นส่วน ๆ โดยแต่ละส่วนมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ขนาดเท่ากันแล้วจึงคำนวณค่า histogram ของแต่ละพื้นที่ที่แบ่งไว้ สำหรับขั้นตอนการทดสอบในเทคนิค Local Binary Pattern recognition กระทำโดยนำภาพที่จะทดสอบมาคำนวณค่า LBP แล้วแบ่งรูปภาพเป็นส่วน ๆ พร้อมคำนวณค่า Histogram ของแต่ละพื้นที่ที่แบ่งไว้ จากนั้นคำนวณหา Chi-square ระหว่างภาพที่จะทดสอบกับภาพสำหรับฝึกทุกภาพ

3. บทความวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบระบบเปิดปิดประตูด้วยการรู้จำใบหน้ามีรายละเอียดดังนี้

งานวิจัย [6] C. Vongchumyen et al., “Door lock system via web application,” 2017 International Electrical Engineering Congress (iEECON), Pattaya, 2017, pp. 1-4, doi: 10.1109 / IEECON.2017.8075909. งานวิจัยนี้เสนอวิธีที่ชาญฉลาดในการแก้ปัญหาทั่วไปของระบบล็อคประตูแบบเดิม ปัญหาสำคัญของระบบล็อคประตูธรรมดา คือ ภัยอันตรายที่ระบบและไม่สามารถตรวจสอบสถานะการล็อคจากรีโมทได้ เพื่อแก้ไขปัญหานี้เราได้เสนอวิธีการล็อค - ปลดล็อคระบบซึ่งใช้เว็บแอปพลิเคชันและรหัสผ่านควบคุมไปกับวิธีการใช้รีโมทธรรมดา ระบบที่นำเสนอสามารถล็อคจากระยะไกลปลดล็อคจากระยะไกลตรวจสอบสถานะประตูจากระยะไกลตรวจสอบสถานะการล็อคประตูจากระยะไกล ส่งอีเมลไปยังเจ้าของในกรณีที่มีคนมาเคาะประตูและสร้างรหัสผ่านชั่วคราวเพื่อใช้ในวันที่และเวลาที่กำหนด

งานวิจัย [7] ส. ศรีสุขและส. งามจิตติกุล, “การจดจำใบหน้าที่แข็งแกร่งโดยใช้ DeepFace แบบถ่วงน้ำหนัก,” 2017 International Electrical Engineering Congress (iEECON), Pattaya, 2017, pp. 1-4, doi: 10.1109 / IEECON.2017.8075885. ในบทความนี้เรานำเสนออัลกอริธึมการจดจำใบหน้าแบบใหม่โดยใช้การเรียนรู้ใบหน้าเชิงลึกแบบถ่วงน้ำหนัก วิธีการที่เราเสนอประกอบด้วยสองขั้นตอน ได้แก่ การตรวจจับใบหน้าและการดึงคุณสมบัติใบหน้า จุดมุ่งหมายของการตรวจจับใบหน้าคือการค้นหาตำแหน่งใบหน้าที่เหมาะสม จากนั้นการจัดตำแหน่งใบหน้าจะถูกนำไปใช้โดยการค้นหาจุดสังเกตบนใบหน้าในสี่เหลี่ยมผืนผ้าใบหน้า ด้วยความช่วยเหลือของการจัดตำแหน่งใบหน้าสามารถลดอัตราความผิดพลาดของการจดจำใบหน้าได้ การเรียนรู้เชิงลึกถูกนำมาใช้เพื่อดึงคุณสมบัติที่โดดเด่นของส่วนประกอบใบหน้า เราสร้างน้ำหนักสำหรับคุณสมบัติใบหน้าแต่ละส่วนโดยการปรับรูปแบบภายในคลาสให้เหมาะสมโดยเกี่ยวกับการวัดความคล้ายคลึงกัน ระหว่างคลาส เราบรรลุอัตราความผิดพลาดต่ำสุด 0.01429% บนฐานข้อมูล XM2VTS นอกจากนี้เรายังบรรลุความแม่นยำ 98.61% บนฐานข้อมูล LFW สำหรับการจดจำใบหน้าแบบเรียลไทม์เราทำได้ 99.17% สำหรับฐานข้อมูลวิดีโอของเราเอง

งานวิจัย [1] Nasir, J., & Ramli, A. A. (2019). Design of Door Security System Based on Face Recognition with Arduino. JOIV: International Journal on Informatics Visualization, 3(2), 127-131. กล่าวถึง “Design of Door Security System Based on Face Recognition with Arduino” ในบทความนี้ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาระบบเปิดปิดประตู โดยจะทำการศึกษาข้อมูลกับการเขียนโปรแกรมภาษา C# โดยจะทำการสร้างสอง Application และทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการตรวจจำใบหน้าโดย OpenCV รวมทั้ง โดยจะทำการติดกล้องหน้าประตูเวลามีคนเดินผ่านกล้องจะทำการเก็บรูปไปประมวลกับภาพที่มีในฐานข้อมูล ถ้าถูกต้องประตูจะเปิด

งานวิจัยที่ [13] M. Khan, S. Chakraborty, R. Astya and S. Khepra, "Face Detection and Recognition Using OpenCV," 2019 International Conference on Computing, Communication, and Intelligent Systems

(ICCCIS), Greater Noida, India, 2019, pp. 116-119.doi: 10.1109/ICCCIS48478.2019.8974493 ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการระบุตัวตนด้วยเทคนิค Eigenfaces recognition, Fisherfaces recognition และ LBPH recognition โดยได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพการระบุตัวตนของทั้งสามเทคนิค ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันเรื่องแสง ความละเอียดของภาพ และสัญญาณรบกวนในวิดีโอ จากการทดลองพบว่า LBPH recognition ให้ค่าความแม่นยำที่มากที่สุด ซึ่งเป็นการสนับสนุนผลการทดลองของงานวิจัยนี้ที่จะกล่าวถึงในบทต่อไป โดยในงานวิจัยที่นำเสนอนี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพในมุมมองที่เกี่ยวข้องกับจำนวนรูปภาพ และการปรับค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการรู้จำ และระบุตัวตนเพิ่มเติม

4. วิธีดำเนินงาน

| | |
|-----------------------|--|
| การวิเคราะห์ระบบ | ในระบบนี้ เราจะใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์จัดเก็บรวบรวมกับกล้องเพื่อทำการถ่ายภาพ และต่อไปยังบอร์ดอาดิโน เพื่อทำการกับ Servo Motor โดยจะเขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์โดยภาษา Python เพื่อสร้างระบบการตรวจจับใบหน้าแบบเรียลไทม์ |
| อุปกรณ์ และ ซอฟต์แวร์ | <ul style="list-style-type: none"> ● Arduino UNO Micro-controller ● SG90 Servo Motor ● Python-OpenCV ● Jumper wires (generic) ● Arduino IDE |
| การพัฒนาาระบบ | ภาพรวมการทำงานและตัวอย่างที่พัฒนา และวิธีการเพิ่มความถูกต้องในการระบุตัวตนที่นำมาใช้ในระบบที่พัฒนา ระบบปลดล็อกประตูด้วยการรู้จำใบหน้า ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนตรวจจับใบหน้า ส่วนประมวลผลรู้จำใบหน้า และส่วนพัฒนาซอฟต์แวร์ของArduino |
| ผลการศึกษาค้นคว้า | <ol style="list-style-type: none"> 1. การทดลองเพื่อเลือกเทคนิคการรู้จำใบหน้าที่เหมาะสมที่สุด 2. การทดสอบความสามารถของระบบในสถานะที่ความเข้มของแสงแตกต่างกัน |
| สรุป และขอเสนอแนะ | ในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้เทคนิค Local Binary Pattern Histograms (LBPH) recognition เป็นหนึ่งในอัลกอริธึมการจดจำใบหน้าที่ยั่งยืนที่สุด เพื่อใช้ร่วมกับระบบของเรา |

4.1 อุปกรณ์ และ ซอฟต์แวร์

4.1.1 บอร์ด Arduino UNO และ Arduino IDE

[6] Arduino UNO จะถูกใช้เป็นตัวควบคุมสั่งให้ประตูเปิด เป็นผู้รับและส่งข้อมูล Arduino UNO จัดเป็นบอร์ด Microcontroller ดำเนินงานโดย ATMEGA 328P [7] มี 14 ดิจิทัล Input /Output pins, 6 Analog Input/ Output pins, a 16 MHz quartz crystal, ใช้ USB เพื่อเชื่อมต่อ มีหัวเป็น ICSP และ Reset Button ส่วนใหญ่มีรวมทั้ง Flash Memory 32KB(ATmega328) ที่ 0.5KB ถูกใช้โดย Bootloader และ SRAM 2 KB (ATmega328) EEPROM 1 KB (ATmega328). [8] Arduino IDE คือ เครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรมที่ใช้งานได้กับอาดิโนได้ทุกรุ่น โดยภายในจะมีเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับติดต่ออาดิโน เช่น การค้นหาอาดิโน ที่ติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ การเลือกรุ่นอาดิโนที่ต่ออยู่เพื่อตรวจสอบว่าขนาดของ

โปรแกรมที่เขียนหรือโปรแกรมต่าง ๆ ซับพอร์ตกับอาณูโน้นนั้น ๆ หรือไม่ อีกทั้งยังมีโปรแกรมติดต่อผ่านซีเรียลโดยตรงสำหรับคอมพิวเตอร์

4.1.2 SG90 SERVO MOTOR

[11] เซอร์โวมอเตอร์เป็นมอเตอร์แรงบิดสูงซึ่งมักใช้ในหุ่นยนต์และการใช้งานอื่น ๆ เนื่องจากควบคุมการหมุนได้ง่าย เซอร์โวมอเตอร์มีเพลาคับแบบเฟืองซึ่งสามารถควบคุมด้วยไฟฟ้าเพื่อหมุนทีละหนึ่ง (1) องศา เพื่อประโยชน์ในการควบคุมซึ่งแตกต่างจากมอเตอร์กระแสตรงทั่วไป เซอร์โวมอเตอร์จะมีพินเพิ่มเติมนอกเหนือจากพินเพาเวอร์สองตัว (Vcc และ GND) ซึ่งเป็นพินสัญญาณ ขาสัญญาณใช้เพื่อควบคุมเซอร์โวมอเตอร์หมุนเพลายังมุมที่ต้องการ

4.1.3 ภาษา Python

[8,10] ภาษา Python ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาโดยไม่ยึดติดกับแพลตฟอร์ม กล่าวคือสามารถรันภาษาไพทอนได้ทั้งบนระบบ Unix, Linux, Windows NT, Windows 2000, Windows XP หรือแม้แต่ระบบ FreeBSD อีกอย่างหนึ่งภาษาตัวนี้เป็น Open Source เหมือนภาษาพี-เอชพี ทำให้ทุกคนสามารถที่จะนำไพทอนมาพัฒนาโปรแกรมได้ฟรี ๆ ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ภาษาไพทอนเขียนโปรแกรมสั่งงานให้รหัสเบอร์วิทย์ทำหน้าที่เป็นคอนโทรลเลอร์ ในการพัฒนาระบบนี้จะใช้ภาษา Python v3.6.6 รวม Libraries ของ Python เช่น OpenCV, Dlib, NumPy.

4.2 การพัฒนาระบบ

4.2.1 ภาพรวมการทำงานของระบบ

ในหัวข้อนี้กล่าวถึงภาพรวมการทำงานและตัวอย่างที่พัฒนา และวิธีการเพิ่มความถูกต้องในการระบุตัวตนที่นำมาใช้ในระบบที่พัฒนา ระบบปลดล็อกประตูด้วยการรู้จำใบหน้าประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนตรวจจับใบหน้า ส่วนประมวลผลรู้จำใบหน้า และส่วนพัฒนาซอฟต์แวร์ของ Arduino โดยมีลำดับการทำงานดังแสดงใน Figure 2 และแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

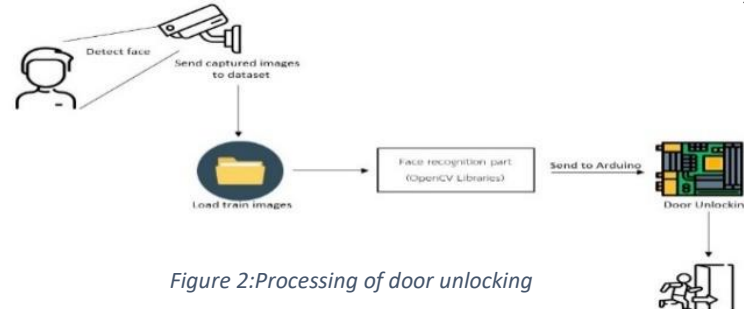


Figure 2: Processing of door unlocking

4.2.2 ส่วนตรวจจับใบหน้า

เราจะใช้เทคนิค Haar cascade ในการตรวจสอบ โดยปัจจุบันได้จัดว่าเป็นเทคนิคที่มีความถูกต้องสูงรวมทั้งการใช้เวลาในการประมวลผลค่อนข้างเร็ว [11,12] จึงเหมาะกับการตรวจสอบจับใบหน้าคนแบบเรียลไทม์ แสดงตัวอย่างเมื่อระบบตรวจสอบพบหน้าคน โดยระบบที่พัฒนาสามารถตรวจจับใบหน้าได้หลายคนในเวลาเดียวกัน และจะจัดเก็บภาพถ่ายทั้งหมดไปยัง Dataset ดัง Figure3 เพื่อทำการ Training รูปภาพทั้งหมดไปเป็นโมเดล โดยใช้ฟังก์ชันของ OpenCV เพื่อคำนวณภาพทั้งหมด ดัง Figure4

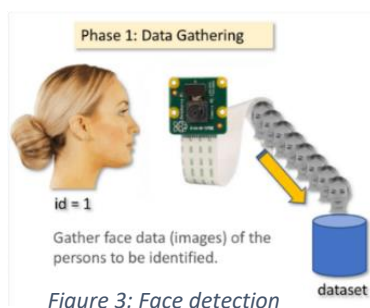


Figure 3: Face detection

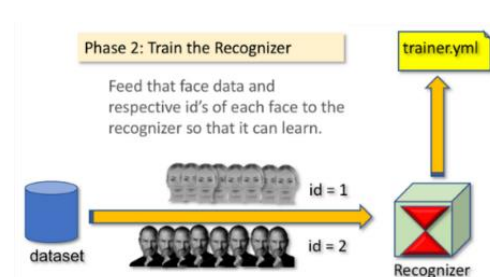


Figure 4: Train to recognizer

4.2.3 ส่วนประมวลผลรู้จำใบหน้า

ในส่วนนี้คือหัวใจหลักของระบบ เป็นโปรแกรมที่พัฒนาและติดตั้งที่คอมพิวเตอร์โดยส่วนประมวลผลรู้จำใบหน้าจะดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล ที่เป็นโมเดลที่เราได้ Train มา เพื่อมาเปรียบเทียบการรู้จำใบหน้าของผู้ทดสอบกับข้อมูลที่มีในระบบ ถ้าผู้ทดสอบมีความคล้ายคลึงมากกว่าที่ระบบได้ตั้งเกณฑ์ขั้นต่ำไว้ ระบบก็จะทำนายว่าผู้ทดสอบนั้นคือใคร ดัง Figure5 เมื่อคนเดินผ่านกล้องที่ติดไว้ที่หน้าประตูและมองที่กล้อง ระบบสามารถระบุตัวตนได้ถูกต้อง ว่าเป็นคน ๆ เดียวกัน โดยในระบบที่พัฒนาได้ใช้ไลบรารี OpenCV [12] ซึ่งเป็นไลบรารีสำหรับการทำ computer vision แบบโอเพนซอร์ส

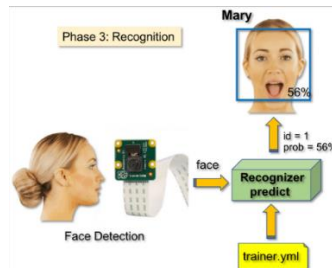


Figure 3: Face recognition

4.2.4 ส่วนพัฒนาซอฟต์แวร์ของArduino

[9] ในส่วนนี้เราจะทำการเชื่อมต่อจากแอปพลิเคชันเดสก์ท็อปไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ของArduino เพื่อทำการส่งข้อมูลไปไมโครคอนโทรลเลอร์วัตถุประสงค์เพื่อให้ไฟล์แอปพลิเคชันสามารถใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยไม่ต้องหยุดชะงัก แล้วเดสก์ท็อปจะดำเนินการเปิดกล้องถ่ายภาพเป็นต่อเนื่องหากมีการตรวจพบใบหน้าในพื้นที่ครอบคลุมของกล้อง แอปพลิเคชันเดสก์ท็อปจะมองหาภาพใบหน้าในฐานข้อมูล ถ้าภาพนั้นถูกต้องแอปพลิเคชันบนเดสก์ท็อปจะบันทึกภาพใบหน้าและส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ดังนั้นเพื่อเปิดประตู ดัง Figure 6

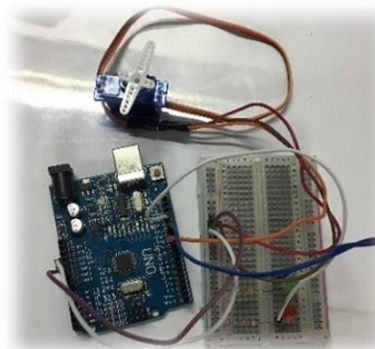


Figure 4: Diagram Blok

4.2.5 ส่วนปลดล็อกประตู

เมื่อทำการระบุตัวตนไปยังส่วนบันทึกข้อมูลที่เก็บข้อมูลผู้ที่ได้รับการอนุญาตเสร็จสิ้น ระบบจะทำการส่งสัญญาณไปยังบอร์ดอาดีโนเพื่อสั่งให้ Servo วัุ่นให้ประตูเปิด

5. ผลการศึกษาค้นคว้า

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการทดลองเพื่อเลือกเทคนิคการรู้จำใบหน้าที่เหมาะสมที่สุด และการทดสอบความสามารถของระบบในสภาวะที่ความเข้มของแสงแตกต่างกัน

5.1 การทดลองเพื่อเลือกเทคนิคการรู้จำใบหน้าที่เหมาะสมที่สุด

เพื่อเลือกใช้เทคนิคการเลือกเทคนิคการรู้จำใบหน้าที่เหมาะสมกับระบบเปิดปิดประตูด้วยการรู้จำใบหน้ามากที่สุด จึงทำการทดลองเปรียบเทียบความถูกต้องในการรู้จำใบหน้าของเทคนิค Eigenface recognition, Fisherface recognition และ LBPH recognition ในสภาวะที่ความสว่างของแสงมีค่าคงที่ โดยมีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

5.1.1 การเตรียมข้อมูลและวิธีการทดลอง

การทดลองเริ่มต้นจากการเก็บข้อมูลด้วยวิธีการถ่ายวิดีโอของคนทั่วไปจำนวน 25 คน โดยให้แต่ละคนทำหน้าตรง หันหน้าไปด้านซ้าย ขวา และก้มหน้า ตามลำดับโดยมีแสงไฟส่องหน้าของนักศึกษาระหว่างบันทึกข้อมูล เมื่อทำการถ่ายวิดีโอครบทุกคนแล้วจะทำการบันทึกใบหน้าในแต่ละเฟรมในวิดีโอทั้ง 25 คนภาพหนึ่ง คนละ 86 ภาพ ได้รูปภาพใบหน้าทั้งหมด 2,150 รูปภาพ จากนั้นทำการทดสอบด้วยการแบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด ประกอบด้วยชุดข้อมูลฝึกสอน (Training dataset) และชุดข้อมูลทดสอบ (Testing dataset)

5.1.2 การกำหนดพารามิเตอร์สำหรับชุดข้อมูลฝึกสอน

งานวิจัยนี้ได้ทำการเลือกรูปภาพจำนวน 1 จนถึง 5 รูป เพื่อแทนบุคคล 1 คน เพื่อหาจำนวนรูปภาพที่เหมาะสมสำหรับการจำแนกบุคคล ซึ่งแต่ละรูปภาพประกอบด้วย รูปใบหน้าตรง รูปหันหน้าซ้าย 15 องศา รูปหันหน้าขวา 15 องศา รูปก้มหน้า และรูปเงยหน้าตามลำดับ ส่วนข้อมูลที่เหลือจากชุดข้อมูลฝึกสอนจะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลชุดทดสอบ

นอกจากนี้การกำหนดค่า Threshold สำหรับการระบุตัวตนที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลให้ความถูกต้องในการจำแนกข้อมูลมีความผิดพลาดมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้นำค่า Threshold สำหรับการเลือกรูปภาพเพื่อเปรียบเทียบระบุตัวตนมาเป็นเงื่อนไขในการเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลด้วย โดยค่า Threshold ใน Eigenface recognition และ Fisherface recognition คือค่าที่อ้างอิงจากค่าระยะทางแบบยุคลิดระหว่าง Eigenfaces recognition ของรูปภาพ โดยกำหนดค่า Threshold ระหว่าง 1500 - 6750 ส่วนค่า Threshold ของ LBPH recognition คือค่าที่อ้างอิงจากค่าไคแอสควร์ระหว่าง LBPH ของรูปภาพ โดยกำหนดค่า Threshold ระหว่าง 40 - 100

5.1.3 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล

จากการทดลองของแต่ละเทคนิคสามารถอธิบายได้ดังนี้

Table 1 The results of face detection with both three techniques (only the conditions for the highest accuracy)

| Technique | Threshold | Number of images | Accuracy |
|------------------------|-----------|------------------|----------|
| Eigenface recognition | 6250 | 5 | 92.15% |
| Fisherface recognition | 5750 | 5 | 92.21% |
| LBPH recognition | 85 | 5 | 94.21% |

ผลการทดลองทั้ง 3 เทคนิคแสดงสรุปใน Table 1 โดย LBPH recognition ให้ค่าความถูกต้องที่มากที่สุด เนื่องจากวิธีการรู้จำใบหน้าของ LBPH recognition เป็นการนำ binary pattern ของชุดข้อมูลฝึกสอนแต่ละรูปภาพมาเปรียบเทียบกับ binary pattern ของรูปภาพที่ทดสอบ ต่างจากสองเทคนิคที่เลือกที่ทำการหาลักษณะเด่นที่มีจากทุกรูปภาพ (ทุกรูปภาพการหันหน้า) ของแต่ละคนในชุดข้อมูลฝึกสอนก่อนนำมาเปรียบเทียบกับลักษณะเด่นที่หาได้จากรูปภาพทดสอบ จึงทำให้ LBPH recognition มีความแม่นยำมากกว่าในกรณีที่รูปภาพสำหรับฝึกสอนและรูปภาพสำหรับทดสอบเป็นรูปภาพจากมุมมอง (การหันหน้า) ที่แตกต่างกันทุกภาพ

จากผลการทดลองนี้ ระบบปลดล็อกประตูด้วยการรู้จำใบหน้าที่พัฒนาจึงได้นำเทคนิค LBPH recognition มาใช้เนื่องจากให้ค่าความถูกต้องมากที่สุด

5.2 การทดสอบความสามารถของระบบในสภาวะที่ความเข้มของแสงแตกต่างกัน

การทดลองเริ่มต้นจากการกำหนดสภาพแวดล้อมภายในห้องเป็น 3 สภาวะ ได้แก่

- สภาวะความสว่างมาก โดยเปิดไฟทุกดวงในห้อง ซึ่งเป็นสถานะเดียวกันกับที่ทำการเก็บข้อมูล
- สภาวะความสว่างปานกลาง โดยเปิดไฟเพียงครึ่งหนึ่งของทั้งหมด
- สภาวะความสว่างน้อย โดยทำการปิดไฟทุกดวงในห้อง

Table 2 The results of face detection in different light intensity

| Environment | Accuracy |
|-------------|----------|
|-------------|----------|

| | |
|------------------|-----|
| High intensity | 80% |
| Middle intensity | 35% |
| Low intensity | 15% |

ผลการทดลองแสดงดัง Table 2 โดยการระบุตัวตนในสภาวะความสว่างมากจะมีค่าความถูกต้องมากที่สุด ส่วนสภาวะแสงสว่างปานกลาง และสภาวะแสงสว่างน้อยจะให้ค่าความแม่นยำที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากสภาวะความสว่างมากสุดเป็นสภาวะที่มีความสว่างเหมือนกันกับสภาวะที่ทำการบันทึกรูปภาพเป็นชุดทดสอบ และเทคนิค Local Binary Pattern Histograms (LBPH) recognition จากการทดลองพบว่าทั้ง 3 เทคนิคมีความถูกต้องมากที่สุดเมื่อใช้รูปภาพในการฝึกสอน 5 รูป โดยเทคนิค LBPH recognition มีความถูกต้องในการรู้จำใบหน้ามากที่สุด จึงได้นำเทคนิคดังกล่าวไปใช้ในระบบที่พัฒนา นอกจากนี้ยังทำการทดลองตรวจสอบหาสภาวะความเข้มของแสงที่เหมาะสมในการทำงานของระบบ จากการทดลองพบว่ารูปภาพที่นำเป็นชุดทดสอบควรเป็นรูปภาพที่ถ่ายในสภาวะแสงที่ใกล้เคียงกับตำแหน่งที่ติดตั้งกล้องสำหรับตรวจจับใบหน้ามากที่สุด ซึ่งจะสามารถเพิ่มความแม่นยำในการระบุตัวตนของระบบ

6. สรุป และขอเสนอแนะ

จากปัญหาการลืมกุญแจ หรือบัตรเปิดประตู และการเสียเวลามากในถือกุญแจไปตามตัวตลอดรวมทั้งการครหาของประตู งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาระบบปลดล็อกประตูด้วยวิธีการรู้จำใบหน้าเพื่อลดปัญหาดังกล่าว ระบบที่พัฒนาได้นำ OpenCV library มาใช้ในการตรวจจับและระบุตัวตนแบบเรียลไทม์และนำระบบของอาดิโนมาประยุกต์ใช้เพื่อให้สามารถทำงานกับประตูได้

สำหรับสิ่งต่อไปที่จะพัฒนาเพิ่มเติมในงานวิจัยนี้ได้แก่ การปรับปรุงเทคนิคในการระบุตัวตนให้สามารถระบุตัวตนได้อย่างแม่นยำโดยไม่มีผลกระทบจากแสง ซึ่งอาจจะนำเอาความรู้ด้าน deep neural networks มาประยุกต์ใช้ [14] นอกจากนี้จะทำการปรับปรุงวิธีการตรวจจับใบหน้าในช่วงเวลาที่ต่อเนื่องกัน กรณีที่ตรวจจับใบหน้าได้หลายคนในหนึ่งเฟรมให้มีกลไกการจับกลุ่มที่ผิดพลาดเนื่องจากการเดินสลับตำแหน่ง โดยอาจนำทิศทางทางการเดินทางของบุคคลมาใช้ในการตัดสินใจเลือกกลุ่ม

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Nasir, J., & Ramli, A. A. (2019). Design of Door Security System Based on Face Recognition with Arduino. JOIV: International Journal on Informatics Visualization, 3(2), 127-131.
- [2] Shashank, Kumar & Gopalakrishna, MT & Hanumantharaju, Dr. M. (2015). i-Door: Intelligent Door Based on Smart Phone. Advances in Intelligent Systems and Computing. 327. 10.1007/978-3-319-11933-5_77.
- [3] SARVANKAR, S., SAVADEKAR, P., ROKADE, A., & NIKAM, N. (2018). ARDUINO BASED ENTRANCE MONITORING SYSTEM USING RFID AND REAL TIME CONTROL.
- [4] Turk, M. and Alex, P. (1991). "Eigenfaces for Recognition." Journal of cognitive neuroscience. 3(1). 71-86.
- [5] Phankokkrud, M. and Jaturawat P. (2015). "An Evaluation of Technical Study and Performance for Real-Time Face Detection Using Web Real-Time Communication." In International Conference on Computer, Communication and Control Technology, 2015. (I4CT 2015)
- [6] Vongchumyen, C., Watanachaturaporn, P., Jinjakam, C., Watcharapupong, A., Kasemsiri, W., Tongprasert, K., . . . Hami, A. (2017). Door lock system via web application. 2017 International Electrical Engineering Congress (iEECON). doi:10.1109/ieecon.2017.8075909.

- [7] S. Srisuk and S. Ongkittikul, "Robust face recognition based on weighted DeepFace," 2017 International Electrical Engineering Congress (iEECON), Pattaya, 2017, pp. 1-4, doi: 10.1109/IEECON.2017.8075885.
- [8] Arduino, S. A. (2015). Arduino. Arduino LLC.
- [9] Louis, L. (2016). working principle of Arduino and u sing it. International Journal of Control, Automation, Communication and Systems (IJACS), 1(2), 21-29.
- [10] เขียวชาญ ยางศิลา, ปีที่ 13 ฉบับที่ 2 (พฤษภาคม-สิงหาคม พ.ศ. 2561). ระบบบ้านอัตโนมัติต้นทุนต่ำโดยใช้แอนดรอยด์ รัสเบอร์พาย และอาduino ส่งข้อมูลโดยใช้การเขียนโปรแกรมแบบซ็อกเก็ตและเอพีซีเอ็ม กรณีศึกษา ระบบดูแลสัตว์ เลี้ยงผ่านอินเทอร์เน็ต
- [11] Electronics-Lab. 2020. Using the SG90 Servo Motor with An Arduino - Electronics-Lab. [online] Available at: <<https://www.electronics-lab.com/project/using-sg90-servo-motor-arduino/>> [Accessed 14 September 2020].
- [12] Howse, J. (2013). OpenCV computer vision with python. Packt Publishing Ltd.
- [13] M. Khan, S. Chakraborty, R. Astya and S. Khepra, "Face Detection and Recognition Using OpenCV," 2019 International Conference on Computing, Communication, and Intelligent Systems (ICCCIS), Greater Noida, India, 2019, pp. 116-119.doi: 10.1109/ICCCIS48478.2019.8974493
- [14] Schroff, F., Kalenichenko, D., & Philbin, J. (2015). Facenet: A Unified Embedding for Face Recognition and Clustering. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (pp. 815-823).
- [15] Viola, P. and Jones, M. (2001). "Rapid Object Detection using A Boosted Cascade of Simple Features." Computer Vision and Pattern Recognition, 2001. (CVPR 2001). Vol. 1, pp. I-I.
- [16] Ahonen, T., Abdenour H. and Matti, P. (2006). "Face Description with Local Binary Patterns: Application to Face Recognition." IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence. 28(12): 2037-2041.