

การพัฒนาระบบตรวจสอบนักศึกษาเข้าเรียนด้วยวิธีการรู้จำใบหน้า Attendance monitoring system with face recognition technologies

เกรียงศักดิ์ ตรีประพัฒน์* ภัคภัทร นาอุดม และไพชยนต์ คงไชย

ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติ และคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

อ. วารินชำราบ จ. อุบลราชธานี 34190

*E-mail : kriengsak.t@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

ปัญหาการใช้เวลาที่ยาวนานสำหรับตรวจสอบการเข้าเรียนเป็นสาเหตุที่สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับผู้สอนในปัจจุบัน เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงมีหลายงานวิจัยที่ให้ความสำคัญในการแก้ปัญหาโดยนำเสนอระบบตรวจสอบการเข้าเรียนด้วยวิธีการรู้จำใบหน้า แต่จากการศึกษาค้นคว้าของผู้วิจัยพบว่า งานวิจัยเหล่านั้นยังขาดประสิทธิภาพในการรู้จำใบหน้าได้อย่างถูกต้อง และนักศึกษาไม่สามารถตรวจสอบและแจ้งแก้ไขข้อมูลเมื่อตรวจสอบผิดพลาดภายในห้องเรียน ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาระบบตรวจสอบนักศึกษาเข้าเรียนด้วยวิธีการรู้จำใบหน้าที่มีความถูกต้องสูง และมีระบบกลไกที่ให้นักศึกษาสามารถตรวจสอบได้ง่าย โดยได้ทำการทดลองตรวจสอบหาวิธีการรู้จำใบหน้าที่มีความถูกต้องสูงที่สุดจากเทคนิคที่เป็นที่นิยม 3 เทคนิค คือ เทคนิค Eigenface recognition เทคนิค Fisherface recognition และเทคนิค Local Binary Pattern Histograms (LBPH) recognition เพื่อนำไปใช้ในระบบที่พัฒนา ซึ่งจากการทดลองความสามารถของระบบพบว่า LBPH recognition มีความถูกต้องในการระบุตัวตนสูงถึง 94.21 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังได้พัฒนาวิธีการแสดงผลการตรวจสอบแบบเรียลไทม์บนเว็บแอปพลิเคชันเพื่อให้นักศึกษาสามารถตรวจสอบและแจ้งแก้ไขในกรณีที่มีผลการตรวจสอบผิดพลาด

คำสำคัญ : ระบบตรวจสอบนักศึกษาเข้าเรียน การรู้จำใบหน้า การตรวจจับใบหน้าแบบเรียลไทม์

Abstract

In recent years, spending a lot of time to check students' attendance becomes a problem for lecturers. In order to solve this problem, many researchers proposed automated student attendance systems with face recognition technologies. However, those proposed systems still have the problems of recognition accuracy. Also, they do not have the system for students to check their attendance results and correct the results of false detection. In this paper, the attendance monitoring system with face recognition technologies has been proposed in order to improve the accuracy of face detection and solve the conventional problems. The experiments were conducted on the accuracy of Eigenface recognition, Fisherface recognition, and Local Binary Pattern Histogram (LBPH) recognition in order to select the best face recognition technology for the proposed system. Experimental results show that LBPH recognition has the highest accuracy of 94.21%. Moreover, the proposed system also allows students to confirm their attendance results on web application, thereby asking the lecturer to correct any false detection results.

Keywords : Attendance monitoring system; face recognition; real-time monitoring face recognition

1. บทนำ

การเรียนการสอนในแต่ละคาบเรียนนั้นจะมีการตรวจสอบการเข้าเรียนของนักศึกษา โดยอาจารย์ประจำวิชาจะชานชื่อนักศึกษาแต่ละคนและให้นักศึกษาชานรับ วิธีการดังกล่าวนี้ทำให้เสียเวลาการสอนไปกับการตรวจสอบการเข้าเรียนในกรณีที่อยู่ในห้องเรียนมีนักศึกษาจำนวนมาก ซึ่งในบางครั้งอาจเกิดความผิดพลาดในการตรวจสอบการเข้าเรียนได้ เช่น อาจารย์ผู้สอนลืมตรวจสอบการเข้าเรียน นักศึกษาไม่ได้ยินเมื่อถูกชานชื่อ การชานชานชานชาน เป็นต้น และในบางรายวิชาเก็บข้อมูลการตรวจสอบการเข้าเรียนไว้ในกระดาษทำให้ยากต่อการนำมาใช้งาน เนื่องจากข้อมูลถูกเก็บอย่างไม่เป็นระบบ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้นจึงจำเป็นต้องมีวิธีการที่สามารถตรวจสอบการเข้าเรียนของนักศึกษาโดยใช้เวลาในการตรวจสอบการเข้าเรียนน้อยที่สุด

เทคนิคการรู้จำใบหน้า (Face recognition) เป็นเทคนิคส่วนหนึ่งของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence) มีประสิทธิภาพในการจดจำใบหน้าของบุคคล โดยทำการจดจำลักษณะใบหน้าของบุคคลโดยนำข้อมูลรูปภาพมาทำการหาคุณลักษณะ (Feature) บนใบหน้าแล้วบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล จากนั้นทำการระบุตัวตนโดยการคำนวณเปรียบเทียบกับความแตกต่างระหว่างข้อมูลใบหน้าปัจจุบันกับข้อมูลใบหน้าของบุคคลที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูล ในปัจจุบันมีการนำเทคนิคการรู้จำใบหน้าไปประยุกต์ใช้กับงานที่เกี่ยวข้องกับการยืนยันตัวตนอย่างแพร่หลาย ยกตัวอย่างเช่น งานตรวจสอบการเข้าทำงานของพนักงาน [1] งานตรวจสอบหาบุคคลต้องสงสัย และงานรักษาความปลอดภัย [2] เป็นต้น ข้อดีของการยืนยันตัวตนด้วยเทคนิคการรู้จำใบหน้าเมื่อเปรียบเทียบกับยืนยันตัวตนด้วยวิธีการแสดงลายนิ้วมือ [3] การยืนยันตัวตนด้วย RFID [4] หรือการสแกน QR code [5] คือการใช้เวลาสำหรับยืนยันตัวตนที่รวดเร็วไม่เป็นภาระกับผู้ทำการยืนยันตัวตนและสามารถทำการยืนยันตัวตนได้หลายคนในเวลาเดียวกัน จากข้อดีดังกล่าวจึงมีการนำเอาเทคนิคการรู้จำใบหน้ามาประยุกต์ใช้ในระบบตรวจสอบนักศึกษาเข้าเรียนด้วยเช่นกัน

ในปัจจุบันมีหลายงานวิจัยที่ได้พัฒนาระบบตรวจสอบการเข้าเรียนของนักศึกษาโดยนำวิธีการรู้จำใบหน้า [6-12] ยกตัวอย่างเช่น งานวิจัย [12] พัฒนาระบบสำหรับตรวจสอบการเข้าเรียนของนักศึกษาโดยใช้เทคนิครู้จำใบหน้าในการระบุตัวตน และส่งสรุปผลการเข้าเรียนไปยังอีเมลของอาจารย์ประจำวิชาเมื่อจบคาบเรียน แต่ประสิทธิภาพในการรู้จำใบหน้ายังมีความผิดพลาดค่อนข้างสูงถึง 22% ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จึงพัฒนาระบบตรวจสอบการเข้าเรียนของนักศึกษาด้วยวิธีการรู้จำใบหน้าที่มีความถูกต้องในการตรวจสอบการเข้าเรียนของนักศึกษาที่สูงขึ้นและมีระบบโลกที่ทำให้ผู้ใช้งานนำไปใช้ได้สะดวกมากขึ้น

ปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การระบุตัวตนขาดความถูกต้องสำหรับเทคนิคการระบุตัวตนนั้นคือแสง [13-18] เนื่องจากแสงมีส่วนทำให้ข้อมูลลักษณะเด่นที่อยู่ในภาพเปลี่ยนแปลงและเกิดความคลาดเคลื่อนในการตรวจสอบหาความใกล้เคียง เพื่อแก้ปัญหาในงานวิจัยนี้จึงทำการทดสอบหาวิธีการระบุตัวตนที่ให้ค่าความถูกต้องมากที่สุดในสถานะที่ความเข้มของแสงขณะฝึกข้อมูล (Training Data) กับเวลาระบุตัวตนแตกต่างกัน (Testing Data) จากนั้นจึงนำวิธีการที่ให้ค่าความถูกต้องมากที่สุดมาใช้เพื่อพัฒนาระบบ และเพื่อเพิ่มความถูกต้องในการระบุตัวตนจากวิธีการดั้งเดิมงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอวิธีการกำหนดกลุ่มใบหน้าที่ตรวจจับได้ภายในช่วงเวลาต่อเนื่องกันและอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกันให้เป็นสมาชิกในกลุ่มเดียวกัน จากนั้นทำการเปรียบเทียบข้อมูลรูปภาพในกลุ่มทั้งหมดกับใบหน้าที่เก็บในฐานข้อมูล และเลือกใบหน้าที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดมาเป็นผลการระบุตัวตน นอกจากนี้เพื่อให้ระบบที่พัฒนานำไปใช้ได้สะดวกผู้วิจัยจึงได้เพิ่มการแสดงผลการระบุตัวตนแบบออนไลน์เพื่อให้นักศึกษาที่ระบุตัวตนผิดพลาดสามารถแจ้งแก้ไขข้อมูลได้

งานวิจัยนี้ได้เสนอแนวความคิดความรู้พื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การพัฒนาระบบ ผลการวิจัยสรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ

2. ความรู้พื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบตรวจสอบนักศึกษาเข้าเรียนด้วยวิธีรู้จำใบหน้า และรายละเอียดงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกัน

2.1. Haar cascades

ระบบตรวจสอบการเข้าเรียนของนักเรียนนี้ได้ใช้เทคนิคการตรวจจับใบหน้าโดยใช้ Harr cascades [19] ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีความเร็วและความถูกต้องในการตรวจจับใบหน้าสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคการตรวจจับใบหน้าแบบดั้งเดิม โดยแนวคิดของเทคนิคนี้คือทำการตรวจสอบหากลุ่มพิกเซลบนภาพที่มีค่าใกล้เคียงกับ Harr-like feature ดังแสดงตัวอย่างใน Figure 1 เพื่อตัดสินว่ากลุ่มพิกเซลนั้นเป็นใบหน้าบุคคลหรือไม่

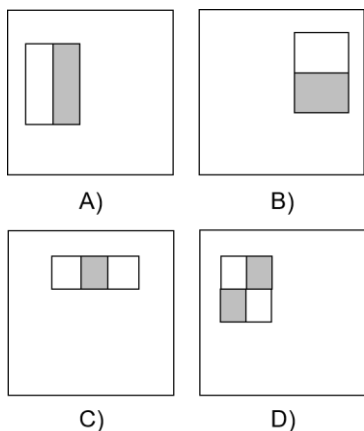


Figure 1 Harr-like feature

2.2. เทคนิคการรู้จำใบหน้า

เทคนิคการรู้จำใบหน้าเป็นเทคโนโลยีส่วนหนึ่งของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ที่ทำการจดจำลักษณะใบหน้าของบุคคลโดยนำข้อมูลรูปภาพมาทำการหาลักษณะพิเศษ แล้วบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล จากนั้นทำการระบุตัวบุคคลได้จากการประมวลผลเปรียบเทียบกับข้อมูลใบหน้าของบุคคลที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูล โดยตัวอย่างเทคนิคการรู้จำใบหน้าที่ยอมรับในปัจจุบันคือ เทคนิค Eigenface recognition เทคนิค Fisherface recognition และเทคนิค Local Binary Pattern Histograms (LBPH)

2.2.1. เทคนิค Eigenfaces recognition

เทคนิค Eigenfaces recognition [13] ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal component analysis) ของข้อมูลเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่นิยมใช้เพื่อลดขนาดเมทริกซ์ของตัวแปรให้เล็กลงหรือใช้หา

ความสัมพันธ์ของข้อมูล แบ่งการทำงานเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการประมวลผลก่อน (Preprocess) และขั้นตอนทดสอบ (Test)

ขั้นตอนการประมวลผลก่อนเป็นการนำชุดภาพข้อมูลสำหรับการรู้จำมาทำการหาลักษณะเด่นในภาพเริ่มจากการกำหนดให้ $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ เป็นเซตของชุดภาพข้อมูลที่มีสมาชิกจำนวน n ตัว โดยสมาชิก x_i แทนเวกเตอร์ขนาด $p \times q$ ซึ่งแปลงมาจากข้อมูลรูปภาพขนาด $p \times q$ พิกเซลภาพที่ i จากนั้นคำนวณหาค่าเฉลี่ย μ ของสมาชิกในเซต X ด้วยสมการที่ (1)

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

แล้วนำค่าเฉลี่ย μ มาคำนวณหาเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม (Covariance matrix) S Eigenvalue λ_i และ Eigenvector v_i ด้วยสมการที่ (2) และ (3) ตามลำดับ

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)(x_i - \mu)^T \quad (2)$$

$$Sv_i = \lambda_i v_i \quad (3)$$

จากนั้นเลือก Eigenvector ที่มีค่า Eigenvalue มากที่สุด k ลำดับแรกเป็นสมาชิกเซต $W = \{v_1, v_2, \dots, v_k\}$ แทนเซตของลักษณะเด่นในภาพจำนวน k ตำแหน่ง สุดท้ายหาคำนวนหาค่า Eigenface y ของรูปภาพ x แต่ละรูปภาพโดยใช้ข้อมูลในเซต W ดังสมการที่ (4)

$$y = W^T(x - \mu) \quad (4)$$

สำหรับขั้นตอนการทดสอบในเทคนิค Eigenface recognition กระทำโดยการหาค่า Eigenface ของรูปภาพที่ต้องการทดสอบด้วยสมการที่ (4) โดยพารามิเตอร์ในเซต W และค่าเฉลี่ย μ เป็นค่าเดียวกันกับที่ได้จากขั้นตอนการประมวลผลก่อน จากนั้นคำนวณระยะทางแบบยูคลิด (Euclidean distance) ระหว่างค่า Eigenface ของภาพสำหรับฝึกทุกภาพและภาพที่ต้องการทดสอบ โดยค่าระยะทางที่น้อยกว่าแสดงถึงความคล้ายกันที่มากกว่าของใบหน้าในภาพ

2.2.2 เทคนิค Fisherfaces recognition

Fisherfaces recognition [14] ใช้การวิเคราะห์จำแนกประเภทเชิงเส้น (Linear discriminate analysis) เพิ่มเติมเข้ามาจาก Eigenfaces recognition เพื่อเพิ่มความถูกต้องในการจำแนกข้อมูลในกรณีที่ไม่สามารถหาลักษณะเด่นในภาพได้ครบถ้วน แบ่งการทำงานเป็น 2 ขั้นตอนเช่นเดียวกันกับ Eigenfaces recognition คือ ขั้นตอนการประมวลผลก่อนและขั้นตอนทดสอบ

ขั้นตอนการประมวลผลก่อน เป็นการนำชุดภาพข้อมูลสำหรับการรู้จำมาทำการแบ่งกลุ่มก่อนหา ลักษณะเด่น โดยภาพที่มาจากบุคคลเดียวกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน จากนั้นคำนวณค่าการกระจายตัวระหว่างกลุ่ม S_B และค่าการกระจายตัวภายในกลุ่ม S_W ด้วยสมการ (5) และสมการ (6) ตามลำดับ

$$S_B = \sum_{i=1}^c N_i (\mu_i - \mu)(\mu_i - \mu)^T \quad (5)$$

$$S_W = \sum_{i=1}^c \sum_{x_j \in X_i} (x_j - \mu_i)(x_j - \mu_i)^T \quad (6)$$

โดย c คือจำนวนกลุ่ม N_i คือจำนวนภาพของข้อมูลกลุ่ม i μ_i คือค่าเฉลี่ยของข้อมูลกลุ่ม i μ คือค่าเฉลี่ยของทุกข้อมูล และ x_j คือเวกเตอร์ขนาด $p \times q$ ที่อยู่ในกลุ่ม i จากนั้นคำนวณหาเมตริกซ์ที่ประกอบด้วย Orthonormal basis ที่มีค่าลักษณะเฉพาะที่มากที่สุด W_{opt} ด้วยสมการ (7)

$$W_{opt} = \arg \max_W \frac{|W^T S_B W|}{|W^T S_W W|} \quad (7)$$

จากนั้นทำการคำนวณหาค่า Fisherface y ของรูปภาพ x แต่ละรูปภาพด้วยสมการที่ (4) โดยเปลี่ยนจากเซต W เป็น W_{opt}

สำหรับขั้นตอนการทดสอบในเทคนิค Fisherface recognition กระทำเหมือนกับการทดสอบใน Eigenface recognition โดยการเปรียบเทียบค่าระยะทางแบบยุคลิด ระหว่างค่า Fisherface ของภาพสำหรับฝึกทุกภาพและภาพที่ต้องการทดสอบ

2.2.3. เทคนิค Local Binary Pattern Histograms (LBPH) recognition

Local Binary Pattern Histograms (LBPH) recognition [15] เป็นเทคนิคการระบุตัวตนโดยอาศัย Local binary pattern ที่เป็นเทคนิคสำหรับการแยกแยะรูปแบบลักษณะพิเศษในรูปภาพ โดยนำค่า LBP ที่คำนวณได้ในแต่ละพิกเซลมาทำ Histogram สำหรับการระบุลักษณะพิเศษในใบหน้า แบ่งการทำงานเป็น 2 ขั้นตอนเช่นเดียวกันกับ Eigenfaces recognition คือ ขั้นตอนการประมวลผลก่อนและขั้นตอนทดสอบ

ขั้นตอนการประมวลผลก่อน เริ่มจากการแปลงชุดภาพข้อมูลสำหรับการรู้จำแต่ละพิกเซลเป็นค่า LBP ด้วยสมการที่ (8)

$$LBP(x_c, y_c) = \sum_{p=0}^{P-1} 2^p f(i_p - i_c) \quad (8)$$

เมื่อ (x_c, y_c) แทนตำแหน่งพิกเซลที่สนใจ มีค่าเท่ากับ i_c i_p แทนค่าในพิกเซลรอบข้างพิกเซลที่สนใจ (x_p, y_p) มีจำนวนทั้งหมด P จุด โดยหาตำแหน่งของพิกเซลรอบข้างที่มีรัศมีเท่ากับ R ได้ด้วยสมการที่ (9)

$$\begin{aligned} x_p &= x_c + R \cos \frac{2\pi p}{P} \\ y_p &= y_c - R \cos \frac{2\pi p}{P} \end{aligned} \quad (9)$$

และ $f(x)$ แทนฟังก์ชันดังแสดงในสมการที่ (10)

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x \geq 0 \\ 1, & x < 0 \end{cases} \quad (10)$$

จากนั้นทำการแบ่งรูปภาพเป็นส่วน ๆ โดยแต่ละส่วนมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ขนาดเท่ากันแล้วจึงคำนวณหาค่า histogram ของแต่ละพื้นที่ที่แบ่งไว้

สำหรับขั้นตอนการทดสอบในเทคนิค Local Binary Pattern recognition กระทำโดยนำภาพที่จะทดสอบมาคำนวณค่า LBP แล้วแบ่งรูปภาพเป็นส่วน ๆ พร้อมคำนวณหาค่า Histogram ของแต่ละพื้นที่ที่แบ่งไว้ จากนั้นคำนวณหา Chi-square ระหว่างภาพที่จะทดสอบกับภาพสำหรับฝึกทุกภาพ

2.3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบตรวจสอบนักศึกษาที่เข้าเรียนด้วยการรู้จำใบหน้ามีรายละเอียดดังนี้

Shireesha Chintalapati และ M.V. Raghunadh [12] พัฒนาระบบสำหรับตรวจเช็คนักศึกษาที่เข้าเรียนโดยใช้เทคนิครู้จำใบหน้าในการระบุตัวตน และส่งสรุปผลการเข้าเรียนไปยังอีเมลของอาจารย์ประจำวิชาเมื่อจบคาบเรียน การทำงานของระบบเริ่มต้นโดยการนำภาพจากกล้องแต่ละเฟรมมาทำการแปลงภาพให้เป็นระดับสีเทา เพื่อนำไปตรวจหาใบหน้าภายในภาพเมื่อได้รูปภาพใบหน้าจะนำไปผ่านกระบวนการ Histogram equalization และปรับขนาดรูปภาพให้มีขนาด 100 X 100 พิกเซล ซึ่งรูปภาพดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการจัดกลุ่มเพื่อใช้ในการระบุตัวตน โดยในระบบมีเทคนิครู้จำใบหน้า Eigenfaces recognition, Fisherface recognition และ Local Binary Pattern Histogram recognition ให้เลือกใช้ โดยผลการทดลองใช้งานระบบพบว่าเทคนิค Fisherface recognition มีความถูกต้องที่สุดทั้งการระบุตัวบุคคลด้วยภาพนิ่งและวิดีโอ ซึ่งมีความถูกต้องที่ 95% และ 78% ตามลำดับ งานวิจัยนี้มีปัญหาเรื่องความถูกต้องเมื่อนำไปใช้ในห้องที่มีปริมาณแสงไม่เท่ากันกับในภาพสำหรับการรู้จำและยังไม่มีระบบสำหรับการแก้ไขผลการระบุตัวตน เนื่องจากมีการส่งผลสรุปไปทางอีเมลเมื่อจบคาบเรียนเท่านั้น

J. G. RoshanTharanga และคณะ [1] พัฒนาระบบสำหรับบันทึกข้อมูลการเข้างานของพนักงานด้วยเทคโนโลยีรู้จำใบหน้า ซึ่งในระหว่างที่พนักงานเดินผ่านกล้องวงจรปิดจะสามารถระบุตัวบุคคลได้แบบทันทีทันใด และบันทึกการเข้างานของบุคคลนั้น การทำงานเริ่มต้นเมื่อกระทำการตรวจจับใบหน้าด้วย Haar cascade จากกล้องวงจรปิด และนำรูปภาพใบหน้าไปผ่านกระบวนการ Histogram equalization เพื่อใช้ Eigenface recognition สำหรับการระบุตัวตน โดยมีความถูกต้องในการระบุตัวตน 68% ซึ่งต่ำกว่าผลลัพธ์จากงานวิจัยที่ [12]

Yohei kawaguchi และ คณะ [9] พัฒนาระบบตรวจสอบนักศึกษาเข้าเรียนด้วยเทคนิคการรู้จำใบหน้า

เช่นกัน งานวิจัยนี้มุ่งเป้าหมายที่การพัฒนาระบบที่สามารถตรวจสอบนักศึกษาระหว่างที่กำลังเรียนในห้องเรียน โดยติดตั้งกล้อง 2 ตัวไว้ที่เพดานและหน้าห้องเรียน ภาพที่ได้มาจากกล้องที่ติดตั้งบนเพดานนำมาใช้ในการระบุตำแหน่งที่นักศึกษา นั่งอยู่ในห้องกล้องที่ติดตั้งหน้าห้องนำข้อมูลตำแหน่งที่นักศึกษานั่งมาวิเคราะห์เพื่อปรับตำแหน่งและมุมกล้องไปหานักศึกษาคนนั้น และเมื่อนักศึกษามองมาที่หน้าห้องจะทำการบันทึกภาพนั้นมาใช้ในการระบุตัวตนต่อไป โดยในการระบุตัวตนได้นำเทคนิค Eigenface recognition มาใช้งาน งานวิจัยนี้มีปัญหาด้านการนำไปใช้งาน เนื่องจากการติดตั้งระบบกล้อง 2 ตัว ในห้องเรียนทุกห้องใช้งบประมาณที่สูง อีกทั้งยังขาดความถูกต้อง เนื่องจากการนั่งบดบังมุมกล้องของนักศึกษาคอนที่นั่งข้างหน้าด้วยเช่นกัน

เนื่องจากแสงมีส่วนทำให้ข้อมูลลักษณะเด่นที่อยู่ ในภาพเปลี่ยนแปลงและเกิดความคลาดเคลื่อนในการตรวจสอบหาความใกล้เคียง จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบหาผลกระทบเกี่ยวกับแสงด้วย โดย Manop Phankokkrud และ Phichaya Jaturawat [16-18] ได้นำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบเกี่ยวกับแสง และปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบกับความแม่นยำในการระบุตัวตน

งานวิจัยที่ [16] กล่าวถึงการทดสอบประสิทธิภาพของการส่งสัญญาณข้อมูลสำหรับการตรวจจับและระบุตัวตนโดยใช้ Haar cascades ในการตรวจจับใบหน้า ซึ่งได้ทดลองไว้ว่าสามารถตรวจจับใบหน้าในสภาพแวดล้อมที่มีแสงน้อยได้ จากข้อมูลในงานวิจัยดังกล่าวทำให้ทราบว่า Haar cascade สามารถตรวจจับใบหน้าได้แม้กระทั่งในสถานที่ที่มีแสงน้อย และเหมาะที่นำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ นอกจากนี้ งานวิจัยดังกล่าวได้พัฒนาระบบที่ใช้ในการยืนยันตัวตนผ่านระบบเว็บแอปพลิเคชันซึ่งสะดวกและสามารถนำไปใช้ในห้องเรียนต่าง ๆ ได้ง่าย เพียงแต่ระบบที่พัฒนาจำเป็นต้องมีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายตลอดเวลาเพื่อยืนยันตัวตน จึงมีข้อจำกัดในการนำไปใช้งานภายในห้องเรียนที่สัญญาณอินเทอร์เน็ตไม่ครอบคลุม

งานวิจัยที่ [17] ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการระบุตัวตนด้วยเทคนิค Eigenfaces recognition,

Fisherfaces recognition และ LBPH recognition โดยได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพการระบุตัวตนของทั้งสามเทคนิค ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันเรื่องแสง ความละเอียดของภาพ และสัญญาณรบกวนในวิดีโอ จากการทดลองพบว่า LBPH recognition ให้ค่าความแม่นยำที่มากที่สุด ซึ่งเป็นการสนับสนุนผลการทดลองของงานวิจัยนี้ที่จะกล่าวถึงในบทต่อไป โดยในงานวิจัยที่นำเสนอนี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพในมุมมองที่เกี่ยวข้องกับ จำนวนรูปภาพ และการปรับค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการรู้จำ และระบุตัวตนเพิ่มเติม เนื่องจากระบบที่พัฒนาต้องการเก็บข้อมูลภาพในการระบุตัวตนบนระบบคลาวด์ซึ่งทำให้ใช้เวลาในการประมวลผลที่นานขึ้นหากมีจำนวนรูปภาพสำหรับรู้จำมากเกินไป

3. การพัฒนาระบบ

ในหัวข้อนี้กล่าวถึงภาพรวมการทำงานและตัวอย่างที่พัฒนา และวิธีการเพิ่มความถูกต้องในการระบุตัวตนที่นำมาใช้ในระบบที่พัฒนา

3.1. ภาพรวมการทำงานของระบบ

ระบบตรวจสอบการเข้าเรียนของนักศึกษาด้วยการรู้จำใบหน้าประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนตรวจจับใบหน้า ส่วนประมวลผลรู้จำใบหน้า ส่วนบันทึกข้อมูลและตรวจสอบการเข้าเรียน และส่วนแสดงผล โดยมีลำดับการทำงานดังแสดงใน Figure 2 และแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

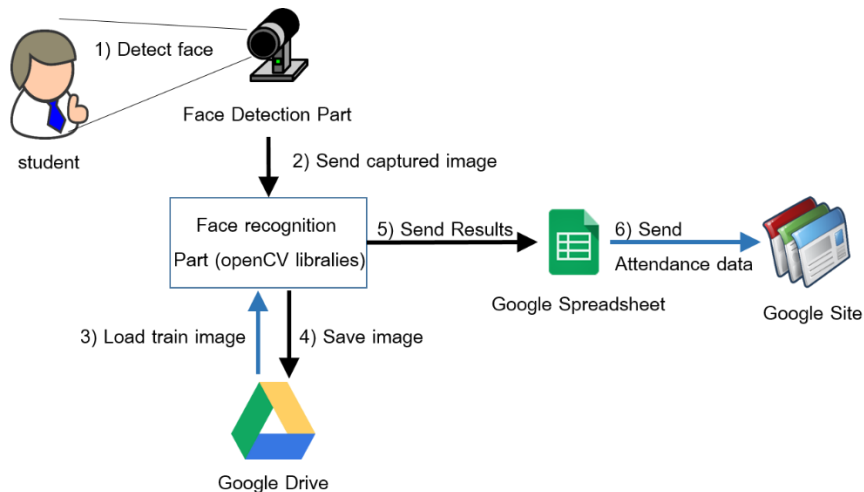


Figure 2 The architecture of student attendance system with face recognition techniques

1. ส่วนตรวจจับใบหน้า งานวิจัยนี้ได้ใช้เทคนิค Haar cascade ในการตรวจสอบ เนื่องจากเป็นเทคนิคที่มีความถูกต้องสูงและใช้เวลาในการประมวลผลค่อนข้างน้อย [16,19] จึงเหมาะกับการตรวจจับใบหน้าคนแบบเรียลไทม์ ดัง Figure 3 แสดงตัวอย่างเมื่อระบบตรวจสอบพบหน้าคนจะขึ้นกรอบสี่เหลี่ยม โดยระบบที่พัฒนาสามารถตรวจจับใบหน้าได้หลายคนในเวลาเดียวกัน และในการติดตั้งระบบจริงนั้นผู้สอนสามารถนำกล้องติดตั้งที่หน้าห้องหรือประตูเข้าห้องที่นักศึกษาเดินผ่าน ซึ่งจากรูปเป็นตัวอย่างที่เกิดจากการติดตั้ง

กล้องที่หน้าห้องเพื่อทำการตรวจสอบการเข้าเรียนในระหว่างสอน



Figure 3 Face detection results in the classroom

2. ส่วนประมวลผลรู้จำใบหน้า ในส่วนนี้คือ หัวใจหลักของระบบ เป็นโปรแกรมที่พัฒนาและติดตั้งที่คอมพิวเตอร์ของผู้สอน โดยส่วนประมวลผลรู้จำใบหน้าจะดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล (งานวิจัยนี้ได้นำ Google drive มาประยุกต์ใช้เป็นฐานข้อมูล) เพื่อมาเปรียบเทียบการรู้จำใบหน้าของผู้ทดสอบกับข้อมูลที่มีในระบบ ถ้าผู้ทดสอบมีความคล้ายคลึงมากกว่าที่ระบบได้ตั้งเกณฑ์ขั้นต่ำไว้ ระบบก็จะทำนายว่าผู้ทดสอบนั้นคือใคร ดัง Figure 4 เมื่อนักศึกษาเดินผ่านกล้องที่ติดตั้งที่หน้าห้องและมองที่กล้อง ระบบสามารถระบุตัวตนได้ถูกต้องโดยดูจากหมายเลข 1 (Figureใช้ในการฝึกสอน) และหมายเลข 2 (Figureใช้ในการทดสอบ) ว่าเป็นคนๆ เดียวกัน โดยในระบบที่พัฒนาได้ใช้ไลบรารี OpenCV [20] ซึ่งเป็นไลบรารีสำหรับการทำ computer vision แบบโอเพนซอร์ส



Figure 4 Example of face detection interfaces

3. ส่วนบันทึกข้อมูลการตรวจสอบการเข้าเรียน เมื่อทำการระบุตัวตนเสร็จสิ้นจะส่งผลการระบุตัวตนไปยังส่วนบันทึกข้อมูลการตรวจสอบการเข้าเรียน สำหรับการบันทึกผลลัพธ์การตรวจสอบการเข้าเรียนในแต่ละคาบเรียนได้ทำการประยุกต์ใช้ Google spreadsheet เป็นฐานข้อมูลอย่างง่ายบนเครือข่ายคลาวด์เช่นกัน เนื่องจากในการเรียนการสอนในหนึ่งภาคการศึกษา มีโอกาสที่ใช้ห้องเรียนที่แตกต่างกันในแต่ละวัน หรืออาจมีการเรียนการสอนนอกสถานที่เกิดขึ้น ดังนั้นการใช้ระบบเครือข่ายแบบดั้งเดิมตั้งงานวิจัยก่อนหน้าจะทำให้ไม่สะดวกในการใช้งานได้

4. ส่วนแสดงผลข้อมูลการตรวจสอบการเข้าเรียน ในการแสดงผลข้อมูลการตรวจสอบการเข้าเรียนของงานวิจัยนี้ได้ใช้ Google sites ซึ่งเป็นเว็บบนเครือข่ายคลาวด์ที่ติดตั้งแสดงในFigure 5 ทำให้นักศึกษาสามารถเข้าถึงข้อมูลได้สะดวกขึ้น และสามารถแก้ไขข้อมูลการระบุตัวตนแก่ผู้สอนเมื่อระบบทำงานผิดพลาดได้ภายในคาบเรียน ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยก่อนหน้าที่ไม่มีช่องทางให้นักศึกษาได้ตรวจสอบผลการตรวจสอบการเข้าเรียน นอกจากนี้ในส่วนประมวลผลรู้จำใบหน้าจะมีหน้าจอแสดงผลการเข้าเรียนพร้อมหน้าเปรียบเทียบให้เห็นด้วยดังแสดงตัวอย่างใน Figure 6 เพื่อที่จะให้ผู้สอนสามารถตรวจสอบความถูกต้องของผลการตรวจสอบและสามารถแก้ไขข้อมูลใน Google spreadsheet หากผลการตรวจสอบนี้ไม่ถูกต้อง

ตารางเช็คชื่อเข้าเรียน				
2017_2_1104453_List	2017_2_1104453_List	2560/04/26	2560/04/27	2560/05/04
1	5311401348 นางสาวศุภมาส	0	1	0
2	5411404728 นายพิชญพร นน	0	0	1
3	5711403197 นางสาวนภาพิ นน	0	0	0
4	5711403171 นางสาวศุภมาส ส	0	1	1
5	5711403229 นางสาวศุภมาส นน	0	1	1
6	5711403314 นางสาวศุภมาส นน	0	1	1
7	5711403386 นางสาวศุภมาส นน	0	1	0
8	5711403384 นางสาวศุภมาส นน	0	1	1
9	5711403407 นางสาวศุภมาส นน	0	1	1
10	5711403492 นางสาวศุภมาส นน	0	0	1
11	5711404802 นางสาวศุภมาส นน	0	1	1
12	5711404826 นางสาวศุภมาส นน	0	1	1
13	5711404871 นางสาวศุภมาส นน	0	1	0
14	5711405292 นางสาวศุภมาส นน	1	1	1
15	5711405362 นางสาวศุภมาส นน	0	0	0
16	5711407096 นางสาวศุภมาส นน	0	0	1
17	5711407070 นางสาวศุภมาส นน	0	0	0
18	5711407113 นางสาวศุภมาส นน	0	0	0
19	5711407186 นางสาวศุภมาส นน	0	1	0
20	5711407205 นางสาวศุภมาส นน	0	0	0

Figure 5 Attendance results in Google Sites



Figure 6 Attendance results in program part

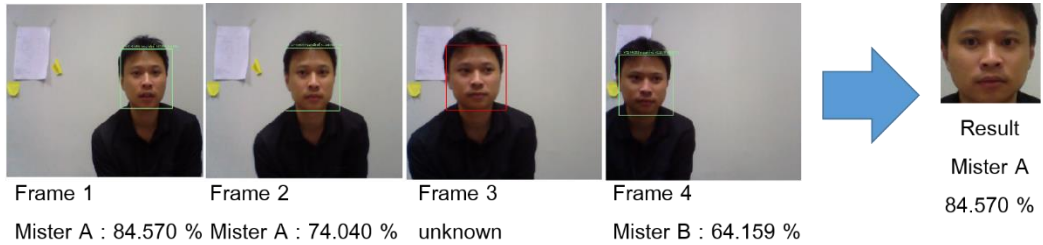


Figure 7 Face detection results using multiple detection results with continuous time sequence

3.2. การตรวจจับใบหน้าในช่วงเวลาที่ต่อเนื่องกัน

การนำระบบตรวจจับใบหน้ามาตรวจจับใบหน้าในภาพเคลื่อนไหวอาจทำให้ความแม่นยำในการระบุตัวตนลดลง เนื่องจากวิธีการระบุตัวตนจะกระทำการระบุตัวตนทุกครั้งที่ตรวจจับใบหน้าได้ หากมีบุคคลเดินผ่านมาที่กล้องและระบบทำการตรวจจับใบหน้าได้อย่างต่อเนื่อง ระบบจะนำเอาข้อมูลใบหน้าที่ตรวจจับได้ไปทำการระบุตัวตนทุกครั้ง ซึ่งมีโอกาสที่ผลการระบุตัวตนเกิดความคลาดเคลื่อน ทำให้มีการบันทึกข้อมูลที่ผิดพลาดตามมา

เพื่อลดโอกาสเกิดปัญหาดังกล่าว ระบบที่พัฒนาได้เพิ่มกลไกในการเพิ่มความแม่นยำในการระบุตัวตนโดยวิธีการกำหนดกลุ่มใบหน้าที่ตรวจจับได้ในช่วงเวลาต่อเนื่องกันและอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกันให้เป็นสมาชิกในกลุ่มเดียวกัน จากนั้นทำการเปรียบเทียบข้อมูลรูปภาพในกลุ่มทั้งหมดกับใบหน้าที่เก็บในฐานข้อมูล และเลือกผลการระบุตัวตนที่ดีที่สุด (มีความคล้ายกันมากที่สุด) มาเป็นผลการระบุตัวตนสุดท้าย วิธีการนี้อาศัยหลักการที่ว่าใบหน้าที่ตรวจจับได้ในเฟรมภาพที่ติดกันสองเฟรม และมีตำแหน่งที่ตรวจจับใบหน้าได้ในภาพทั้งสองเฟรมห่างออกจากกันไม่เกินระยะที่กำหนดย่อมมีโอกาสเป็นใบหน้าของบุคคลคนเดียวกัน

ตัวอย่างการตรวจจับใบหน้าในช่วงเวลาที่ต่อเนื่องกันแสดงใน Figure 7 (Figure 7) โดยเมื่อนาย A เดินเข้ามาที่กล้องภาพผลการตรวจจับใบหน้าในเฟรมที่หนึ่งคือนาย A ที่ให้ค่าความใกล้เคียงกับภาพทดสอบ 84.570 % ในเฟรมที่สองผลการตรวจจับใบหน้าคือนาย A ที่ให้ค่าความใกล้เคียงกับภาพทดสอบ 74.040 % ในเฟรมที่สามไม่สามารถระบุตัวตนได้เนื่องจากมีภาพทดสอบที่ใกล้เคียงมากกว่าหนึ่งภาพ

และเฟรมสุดท้ายเมื่อกำลังออกจากกล้องผลการตรวจจับใบหน้าคือนาย B ที่ให้ค่าความใกล้เคียงกับภาพทดสอบ 64.159 % และเมื่อจบการตรวจจับใบหน้า ระบบจะทำการค้นหาผลการระบุตัวตนที่มีค่าใกล้เคียงที่สุดคือนาย A ในเฟรมที่หนึ่งเป็นคำตอบสุดท้าย

กรณีที่มีการตรวจจับใบหน้าได้หลายคนในเฟรมเดียวกัน จำนวนกลุ่มใบหน้าจะเพิ่มตามจำนวนใบหน้าที่ตรวจจับได้เพิ่มขึ้น และการเลือกใบหน้าในเฟรมต่อไปให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะพิจารณาจากค่าระยะทางแบบยูคลิดระหว่างจุดศูนย์กลางของภาพในแต่ละกลุ่มกับจุดศูนย์กลางของใบหน้าที่ตรวจจับได้ในเฟรมปัจจุบัน โดยจะเลือกใบหน้าที่มีค่าระยะทางแบบยูคลิดที่สั้นที่สุดมาอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งวิธีการนี้อาจเกิดปัญหาการเดินสลับตำแหน่งของบุคคลหน้ากล้องทำให้การเลือกกลุ่มมีความผิดพลาดได้ จึงจำเป็นต้องหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาเรื่องนี้

4. ผลการวิจัย

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการทดลองเพื่อเลือกเทคนิคการรู้จำใบหน้าที่เหมาะสมที่สุด และการทดสอบความสามารถของระบบในสภาวะที่ความเข้มของแสงแตกต่างกัน

4.1 การทดลองเพื่อเลือกเทคนิคการรู้จำใบหน้าที่เหมาะสมที่สุด

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

4.1.1 การเตรียมข้อมูลและวิธีการทดลอง

การทดลองเริ่มต้นจากการเก็บข้อมูลด้วยวิธีการถ่ายวิดีโอของนักศึกษาจำนวน 25 คน โดยให้นักศึกษาแต่ละคนทำหน้าที่ตรง หันหน้าไปด้านซ้าย ขวา และก้มหน้า ตามลำดับโดยมีแสงไฟส่องหน้าของนักศึกษาระหว่างบันทึกข้อมูล เมื่อทำการถ่ายวิดีโอครบทุกคนแล้วจะทำการบันทึกใบหน้าในแต่ละเฟรมในวิดีโอของนักศึกษาทั้ง 25 คนภาพนิ่ง คนละ 86 ภาพ ได้รูปภาพใบหน้าทั้งหมด 2,150 รูปภาพ จากนั้นทำการทดสอบด้วยการแบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด ประกอบด้วยชุดข้อมูลฝึกสอน (Training dataset) และชุดข้อมูลทดสอบ (Testing dataset)

4.1.2 การกำหนดพารามิเตอร์สำหรับชุดข้อมูลฝึกสอน

งานวิจัยนี้ได้ทำการเลือกรูปภาพจำนวน 1 จนถึง 5 รูป เพื่อแทนนักศึกษา 1 คน เพื่อหาจำนวนรูปภาพที่เหมาะสมสำหรับการจำแนกบุคคล ซึ่งแต่ละรูปภาพประกอบด้วย รูปใบหน้าตรง รูปหันหน้าซ้าย 15 องศา รูปหันหน้าขวา 15 องศา รูปก้มหน้า และรูปเงยหน้าตามลำดับ ส่วนข้อมูลที่เหลือจากชุดข้อมูลฝึกสอนจะนำไปใช้เป็นข้อมูลชุดทดสอบ

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 คือค่าที่อ้างอิงจากค่าไคแควร์ระหว่าง LBPH ของรูปภาพ โดยกำหนดค่า Threshold ระหว่าง 40 - 100

4.1.3 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล

ผลการทดลองของแต่ละเทคนิคแสดงดัง Table 1 to Table 3 ตามลำดับ และจากการทดลองของแต่ละเทคนิคสามารถอธิบายได้ดังนี้

ผลการทดลองการวัดความถูกต้องในการรู้จำใบหน้าด้วยเทคนิค Eigenface recognition และเทคนิค Fisherface recognition แสดงดัง Table 1 และ Table 2 ตามลำดับ จากการทดลองพบว่าทั้ง 2 เทคนิคดังกล่าวให้ผลการทดลองที่คล้ายกัน เมื่อค่า Threshold และจำนวนรูปภาพใบหน้าในการฝึกสอนต่อคนเพิ่มขึ้น ทำให้ความสามารถในการรู้จำใบหน้าได้มากขึ้น แต่เมื่อ Threshold เพิ่มขึ้นถึง 6000 อัตราการเพิ่มขึ้นของอัตราการรู้จำจะลดลงจนเกือบคงที่ เนื่องจากค่า Threshold ที่สูงเกินไปทำให้กลุ่มข้อมูลที่ไม่ถูกต้องมีโอกาสถูกเลือกมาระบุตัวตนได้ เมื่อจำนวนรูปภาพใบหน้าในการฝึกสอนเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความถูกต้องเพิ่มขึ้นเช่นกัน เนื่องจากภาพที่ใช้ในชุดทดสอบทั้ง 5 ภาพมีรายละเอียดของมุมมองในภาพที่แตกต่างกัน ส่วนผลการทดลองการวัดความถูกต้องในการรู้จำใบหน้าด้วยเทคนิค LBPH recognition พบว่า เมื่อค่า Threshold เพิ่มขึ้นทำให้สามารถทำนายรูปภาพทดสอบได้มากขึ้น และเมื่อจำนวนรูปภาพใบหน้าในการฝึกสอนเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความถูกต้องในการรู้จำใบหน้าเพิ่มขึ้นเช่นกัน ดัง Table 3 และอัตราการรู้จำจะลดลงจนเกือบคงที่เมื่อค่า Threshold เพิ่มขึ้นถึง 85

ผลการทดลองทั้ง 3 เทคนิคแสดงสรุปใน Table 4 โดย LBPH recognition ให้ค่าความถูกต้องที่มากที่สุด เนื่องจากวิธีการรู้จำใบหน้าของ LBPH recognition เป็นการนำ binary pattern ของชุดข้อมูลฝึกสอนแต่ละรูปภาพมาเปรียบเทียบกับ binary pattern ของรูปภาพที่ทดสอบ ต่างจากสองเทคนิคที่เหลือที่ทำการหาลักษณะเด่นที่มีจากทุกรูปภาพ (ทุกรูปภาพการหันหน้า) ของแต่ละคนในชุดข้อมูลฝึกสอนก่อนนำมาเปรียบเทียบกับลักษณะเด่นที่หาได้จากรูปภาพทดสอบ จึงทำให้ LBPH recognition มีความแม่นยำมากกว่าในกรณีทีรูปภาพสำหรับฝึกสอนและรูปภาพสำหรับทดสอบเป็นรูปภาพจากมุมมอง (การหันหน้า) ที่แตกต่างกันทุกภาพ

จากผลการทดลองนี้ ระบบตรวจสอบนักศึกษาที่เข้าเรียนด้วยการรู้จำใบหน้าที่พัฒนาจึงได้นำเทคนิค LBPH recognition มาใช้เนื่องจากให้ค่าความถูกต้องมากที่สุด

Table 1 The results of face detection with Eigenface recognition technique

Threshold	Number of images of training set				
	1 image	2 images	3 images	4 images	5 images
1500	20.56%	18.52%	15.71%	17.51%	20.74%
1750	27.15%	24.48%	21.78%	23.41%	27.31%
2000	33.41%	31.05%	28.10%	30.39%	34.57%
2250	38.73%	37.33%	35.52%	38.20%	42.91%
2500	44.71%	44.52%	42.27%	45.56%	51.31%
2750	50.59%	51.00%	49.73%	53.61%	59.36%
3000	55.34%	57.67%	56.82%	60.59%	65.83%
3250	60.09%	63.24%	62.55%	66.49%	71.75%
3500	63.81%	68.00%	68.14%	71.37%	76.10%
3750	65.88%	71.29%	72.96%	75.95%	79.80%
4000	68.71%	74.24%	76.00%	79.37%	83.11%
4250	70.82%	76.19%	78.55%	81.95%	85.38%
4500	72.99%	78.48%	80.87%	84.00%	87.11%
4750	74.12%	80.29%	83.08%	85.80%	88.74%
5000	75.20%	81.67%	84.72%	87.27%	89.78%
5250	75.76%	82.76%	85.69%	88.24%	90.67%
5500	76.00%	83.38%	86.65%	89.27%	91.56%
5750	76.00%	84.00%	86.89%	89.61%	91.85%
6000	76.05%	84.19%	86.94%	89.71%	92.00%
6250	76.05%	84.24%	86.99%	89.90%	92.15%
6500	76.05%	84.24%	87.04%	89.90%	92.15%
6750	76.05%	84.24%	87.04%	89.95%	92.15%

Table 2 The results of face detection with Fisherface recognition technique

Threshold	Number of images of training set				
	1 image	2 images	3 images	4 images	5 images
1500	21.46%	19.05%	15.86%	14.63%	14.86%
1750	27.86%	24.90%	22.75%	20.63%	21.48%
2000	34.31%	31.81%	28.72%	27.56%	28.30%
2250	45.69%	45.48%	43.37%	42.54%	42.96%
2500	51.25%	51.95%	50.27%	50.00%	51.56%
2750	56.42%	58.57%	57.59%	57.56%	59.26%
3000	61.13%	64.19%	63.61%	64.54%	66.27%
3250	65.22%	68.62%	69.30%	69.61%	72.05%
3500	67.86%	72.24%	73.64%	74.59%	77.33%
3750	69.84%	75.00%	76.82%	78.93%	80.94%
4000	71.29%	76.67%	79.57%	81.76%	84.05%
4250	71.95%	78.90%	81.45%	84.10%	86.37%
4500	72.24%	80.14%	83.86%	85.95%	88.35%
4750	72.24%	80.67%	84.63%	87.51%	90.07%
5000	72.24%	80.90%	85.16%	88.10%	90.77%
5250	72.24%	81.00%	85.25%	88.34%	91.06%
5500	72.24%	81.14%	85.30%	88.49%	91.21%
5750	72.24%	81.14%	85.40%	88.54%	91.21%
6000	72.24%	81.14%	85.40%	88.59%	91.21%
6250	72.24%	81.14%	85.40%	88.59%	91.21%
6500	72.24%	81.14%	85.40%	88.59%	91.21%

Table 3 The results of face detection with LBPH recognition technique

Threshold	Number of images of training set				
	1 image	2 images	3 images	4 images	5 images
40	57.60%	68.81%	73.20%	77.66%	80.05%
45	65.04%	78.00%	81.93%	86.78%	88.74%
50	70.35%	83.90%	85.08%	87.20%	90.78%
55	74.21%	87.86%	86.84%	89.66%	91.69%
60	77.41%	88.14%	87.72%	90.12%	92.12%
65	79.29%	88.43%	88.88%	90.61%	92.57%
70	81.32%	89.62%	89.60%	90.80%	92.72%
75	83.06%	89.76%	90.13%	92.29%	94.21%
80	83.72%	90.24%	90.47%	92.29%	94.21%
85	84.00%	90.52%	91.66%	92.29%	94.21%
90	84.05%	90.57%	91.66%	92.29%	94.21%
95	84.09%	90.62%	91.66%	92.29%	94.21%
100	84.09%	90.62%	91.66%	92.29%	94.21%

Table 4 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	91.21%
LBPH recognition	85	5	94.21%

4.2 การทดสอบความสามารถของระบบในสภาวะที่ความเข้มของแสงแตกต่างกัน

เพื่อทดสอบผลกระทบจากแสงต่อประสิทธิภาพของระบบตรวจสอบนักศึกษาที่เข้าเรียนด้วยการรู้จำใบหน้า จึงทำการทดลองเปรียบเทียบความถูกต้องในการรู้จำใบหน้าของเทคนิค LBPH recognition ในสภาวะที่ความสว่างของแสงแตกต่างกัน โดยมีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

4.2.1 วิธีการทดลอง

การทดลองเริ่มต้นจากการกำหนดสภาพแวดล้อมภายในห้องเป็น 3 สภาวะ ได้แก่

- สภาวะความสว่างมาก โดยเปิดไฟทุกดวงในห้อง ซึ่งเป็นสถานะเดียวกับที่ทำการเก็บข้อมูล
- สภาวะความสว่างปานกลาง โดยเปิดไฟเพียงครึ่งหนึ่งของทั้งหมด
- สภาวะความสว่างน้อย โดยทำการปิดไฟทุกดวงในห้อง

จากนั้นนำข้อมูลที่เก็บจากการทดลองก่อนหน้ามาใช้เป็นชุดข้อมูลทดสอบ และให้นักศึกษาจำนวน 20 คน

เดินเข้ามาหาที่กล้องที่ใช้ตรวจจับใบหน้าภายใต้สถานะทั้งสาม แล้วเปรียบเทียบความแม่นยำในการระบุตัวตนโดย Figure 8 แสดงภาพระหว่างการทดลองในทั้ง 3 สภาวะ



Figure 8 The results of face detection in a different light intensity.

4.2.2 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล

ผลการทดลองแสดงดัง Table 5 โดยการระบุตัวตนในสภาวะความสว่างมากจะมีค่าความถูกต้องมากที่สุด ส่วนสภาวะแสงสว่างปานกลาง และสภาวะแสงสว่างน้อยจะให้ค่าความแม่นยำที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากสภาวะความสว่างมากสุดเป็นสภาวะที่มีความสว่างเหมือนกันกับสภาวะที่ทำการบันทึกรูปภาพเป็นชุดทดสอบ จึงทำให้ค่า binary pattern ของรูปภาพใบหน้าที่ตรวจจับได้มีความใกล้เคียงกับรูปภาพในชุด

ทดสอบมากกว่าในสองสภาวะที่เหลือ โดยในสองสภาวะที่เหลือนั้น เมื่อปิดไฟบางส่วนหรือทั้งหมด ใบหน้าที่ตรวจจับได้จะมีเงาบังเป็นส่วนใหญ่ทำให้ค่า binary pattern ของรูปใบหน้าที่ตรวจจับได้แตกต่างไปจาก binary pattern รูปภาพในชุดทดสอบมากจนไม่สามารถระบุตัวตนที่ถูกต้องได้

Table 5 The results of face detection in different light intensity

Environments	Accuracy
High intensity	80%
Middle intensity	35%
Low intensity	15%

จากการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่า เพื่อเพิ่มความถูกต้องในการระบุตัวตนของระบบตรวจสอบนักศึกษาที่เข้าเรียนด้วยการรู้จำใบหน้า รูปภาพที่นำเป็นชุดทดสอบควรเป็นรูปภาพที่ถ่ายในสภาวะแสงที่ใกล้เคียงกับตำแหน่งที่ติดตั้งกล้องสำหรับตรวจจับใบหน้ามากที่สุด เนื่องการแสงที่กระทบในใบหน้าจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับความแม่นยำ นอกจากนี้ควรจะต้องทำการบันทึกรูปภาพในบริเวณที่ไม่มีเงาจากมาบดบังลักษณะเด่นของใบหน้า เนื่องจากจะทำให้ค่า binary pattern ผิดเพี้ยนส่งผลกับความแม่นยำในการตรวจสอบได้

5. ผลสรุปและข้อเสนอแนะ

จากปัญหาการลิมตรวจสอบการเข้าเรียน นักศึกษาไม่ได้ยินเมื่อถูกขานชื่อ การขานข้ามชื่อ และการเสียเวลามากในการตรวจสอบการเข้าเรียน งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาระบบตรวจสอบนักศึกษาเข้าเรียนด้วยวิธีการรู้จำใบหน้าเพื่อลดปัญหาดังกล่าว ระบบที่พัฒนาได้นำ OpenCV library มาใช้ในการตรวจจับและระบุตัวตนแบบเรียลไทม์และนำระบบ google cloud มาประยุกต์ใช้เพื่อให้นักศึกษาสามารถตรวจสอบข้อมูลผ่านทาง google sites และแจ้งแก้ไขข้อมูลได้ในระหว่างสอน

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองตรวจสอบหาวิธีการรู้จำใบหน้าที่มีความถูกต้องสูงที่สุดจากเทคนิคที่เป็นที่นิยม 3 เทคนิค คือ เทคนิค Eigenface recognition

เทคนิค Fisherface recognition และเทคนิค Local Binary Pattern Histograms (LBPH) recognition จากการทดลองพบว่าทั้ง 3 เทคนิคมีความถูกต้องมากที่สุดเมื่อใช้รูปภาพในการฝึกสอน 5 รูป โดยเทคนิค LBPH recognition มีความถูกต้องในการรู้จำใบหน้ามากที่สุด จึงได้นำเทคนิคดังกล่าวไปใช้ในระบบที่พัฒนา นอกจากนี้ได้ทำการทดลองตรวจสอบหาสภาวะความเข้มของแสงที่เหมาะสมในการทำงานของระบบ จากการทดลองพบว่ารูปภาพที่นำเป็นชุดทดสอบควรเป็นรูปภาพที่ถ่ายในสภาวะแสงที่ใกล้เคียงกับตำแหน่งที่ติดตั้งกล้องสำหรับตรวจจับใบหน้ามากที่สุด ซึ่งจะสามารถเพิ่มความแม่นยำในการระบุตัวตนของระบบ

สำหรับสิ่งต่อไปที่จะพัฒนาเพิ่มเติมในงานวิจัยนี้ได้แก่ การปรับปรุงเทคนิคในการระบุตัวตนให้สามารถระบุตัวตนได้อย่างแม่นยำโดยไม่มีผลกระทบจากแสง ซึ่งอาจจะนำเอาความรู้ด้าน deep neural networks มาประยุกต์ใช้ [21] นอกจากนี้จะทำการปรับปรุงวิธีการตรวจจับใบหน้าในช่วงเวลาที่ต่อเนื่องกัน กรณีที่ตรวจจับใบหน้าได้หลายคนในหนึ่งเฟรม ให้มีกลไกการจับกลุ่มที่ผิดพลาดเนื่องจากการเดินสลับตำแหน่ง โดยอาจนำทิศทางทางการเดินทางของบุคคลมาใช้ในการตัดสินใจเลือกกลุ่ม นอกจากนี้ยังมีแผนที่จะเสริมความสามารถระบบ โดยการเพิ่มหน้าอินเตอร์เฟซสำหรับผู้สอนในการจัดเก็บข้อมูลการเข้าเรียน ให้สามารถสามารถค้นคืนย้อนหลังได้ และสรุปผลในเชิงสถิติและรูปแบบรายงานได้

6. บรรณานุกรม

- [1] RoshanTharanga, J. G., et al. "Smart Attendance using Real Time Face Recognition (SMART-FR)." Department of Electronic and Computer Engineering, Sri Lanka Institute of Information Technology (SLIIT), Malabe, Sri Lanka.
- [2] Liying, L. and Yue, H. (2008). "The Study of Entrance Guard & Check on Work Attendance System Based on Face Recognition". In Computer Science

- and Information Technology, 2008. **ICCSIT'08. International Conference.** 44 – 47.
- [3] Taxila, P. (2009). "Development of Academic Attendance Monitoring System using Fingerprint Identification." **International Journal of Computer Science and Network Security (IJCSNS)** 9(5): 164.
- [4] Arulogun, O. T., et al. (2013). "RFID-based Students Attendance Management System." **Journal of Scientific & Engineering Research** 4(2): 1-9.
- [5] Masalha, F. and Nael H. (2014). "A Students Attendance System Using QR Code." **International Journal of Advanced Computer Science and Applications** 5(3).
- [6] Kar, N., et al. (2012). "Study of Implementing Automated Attendance System using Face Recognition Technique." **Journal of computer and communication engineering** 1(2): 100.
- [7] Balcoh, N. K., et al. (2012). "Algorithm for Efficient Attendance Management: Face Recognition Based Approach." **International Journal of Computer Science.** 9(4): 146-150.
- [8] Jha, A. (2007). "Class Room Attendance System Using Facial Recognition System." **The International Journal of Mathematics, Science, Technology and Management (IJMSTM).** 2319-8125.
- [9] Kawaguchi, Y., et al. (2005). "Face Recognition-Based Lecture Attendance System." **The 3rd AEARU Workshop on Network Education.** 70-75.
- [10] Shehu, V. and Dika, A. (2010). "Using Real Time Computer Vision Algorithms in Automatic Attendance Management Systems." **International Conference information Technology Interfaces (ITI).** 397-402.
- [11] Joseph, J. and Zacharia K. P. (2013). "Automatic Attendance Management System Using Face Recognition." **International Journal of Science and Research (IJSR).** 2319-7064.
- [12] Chintalapati, S. and Raghunadh M. V. (2013). "Automated Attendance Management System Based on Face Recognition Algorithms." **Computational Intelligence and Computing Research (ICCIC 2013).** 1-5.
- [13] Turk, M. and Alex, P. (1991). "Eigenfaces for Recognition." **Journal of cognitive neuroscience.** 3(1). 71-86.
- [14] Belhumeur, P. N., João P. H. and David J. K. (1997). "Eigenfaces vs. Fisherfaces: Recognition using Class Specific Linear Projection." **IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence.** 19(7). 711-720.
- [15] 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.
- [16] Phankokkruad, 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) International Conference**. 162-166.
- [17] Phankokkrud, M. and Jaturawat, P. (2006). "Effect of Variation Factors on the Processing Time of the Face Recognition Algorithms in Video Sequence." In International Conference on Intelligent Information Processing, 2016 **(ICIIP 2016)**. P.50.
- [18] Phankokkrud, M., Jaturawat, P., and Pongmanawut, P. (2016). "A Real-time Face Recognition for Class Participation Enrollment System over WebRTC." In Eighth International Conference on Digital Image Processing **(ICDIP 2016)** (pp. 100330V-100330V).
- [19] 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.
- [20] **OpenCV**. <http://opencv.org>. Accessed 30 April 2017.
- [21] 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).