



การบันทึกขอมูลการเขออกอาคารด้วยการรู่จำใบหนา
กรณีศึกษาศาลจังหวัดอำนาจเจริญ

ชัชวาลย์ บุตรมาศ

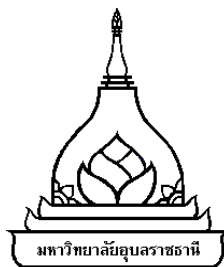
การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



DATA LOGGING OF BUILDING ACCESS USING FACE RECOGNITION:
A CASE STUDY OF AMNAT CHAROEN
PROVINCIAL COURT

CHATCHAVAN BOOTMAS

AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE
REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN INFORMATION TECHNOLOGY
FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2017
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY



ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การบันทึกขอมูลการเขออกอาคารด้วยการรู่จำใบหนา กรณีศึกษาศาลจังหวัดอำนาจเจริญ

ผู้วิจัย นายชัชวาลย์ บุตรมาศ

คณะกรรมการสอบ

ดร.ณัฐ ดิษเจริญ	ประธานกรรมการ
ดร.สมปอง เวฬุวนาธร	กรรมการ
ดร.ชัชวิน นามมัน	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วงศ ศรีอุไร	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
(ดร.สมปอง เวฬุวนาธร)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชรีดา ปุกหุต)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2560

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับคำแนะนำในการศึกษาวิจัย ออกแบบการทดลองทำการวิจัยจากอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำปรึกษาในทั้งด้านการเขียนโปรแกรมในการค้นคว้าอิสระ เป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาการศึกษา

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.สมปอง เวฬุวนาธร อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ณัฐ ดิษเจริญ ประธานหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะอาจารย์ประจำหลักสูตร ที่ถ่ายทอดความรู้ คอยอบรมแนะนำสั่งสอนทั้งในเรื่องการเรียน และเรื่องคุณธรรม จริยธรรม

ขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา นางสาวอุรารัตน์ วายโสภา ภรรยาที่คอยให้กำลังใจในการศึกษาอยู่เสมอและท้ายที่สุดขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ช่วยเหลือ แนะนำ ให้ประสบการณ์ ความรู้ และกำลังใจจนสามารถทำการศึกษาค้นคว้าอิสระนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ชัชวาลย์ บุตรมาศ

ผู้วิจัย

ABSTRACT

TITLE : APPLYING KALMAN FILTER WITH FINGERPRINT TECHNIQUE FOR
INDOOR NAVIGATION: A CASE STUDY OF SECOND FLOOR OF
RESEARCH BUILDING FACULTY OF SCIENCE, UBON RATCHATHANI
UNIVERSITY

AUTHOR : CHATCHAVAN BOOTMAS

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : INFORMATION TECHNOLOGY

ADVISOR : SOMPONG VALUVANATHORN, Ph.D.

KEYWORDS : RASPBERRY PI, PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS, FACE RECOGNITION,
OPENCV

The purpose of this research is to develop a system for recording data logging of building access with facial recognition using Haar-like technique in combination with Principal Component Analysis. The system consists of two parts: the first part is Raspberry Pi and webcam, developed using Python programming language with OpenCV, it serves to record the person and send it to the second part, the second part is the computer server, developed using C# programming language, it functions to process facial image data and feature extraction with Principal Component Analysis, validate with the learning dataset that was processed and stored on the server from 40 people in each of 10 images (20 men and 20 women). The results of the facial recognition performance is 92 percent. Furthermore, the five-point Likert scales is used to evaluate satisfaction from 8 users. The results reveal that is good level. Therefore, this research is suitable for application in the security of important places.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการค้นคว้าอิสระ	2
1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับบราสเบอร์รี่พาย	4
2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับภาษาโปรแกรมโอเพนซีวี	10
2.3 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเทคนิค Haar-like feature	11
2.4 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก	17
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 การวิเคราะห์และออกแบบระบบงานเดิม	23
3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบงานใหม่	24
3.3 การออกแบบการกระแสน้ำข้อมูล (Data Flow Diagram)	25
3.4 การออกแบบความสัมพันธ์ของข้อมูล (E-R Diagram)	28
3.5 การออกแบบพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary)	30
3.6 การออกแบบหน้าจอ (Graphical User Interface)	32
3.7 การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ Datalogging	34
3.8 การออกแบบการวิเคราะห์และการประเมินผล	35

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย	
4.1 การพัฒนาระบบการบันทึกข้อมูลการเขออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้า	37
4.2 การทดสอบระบบการบันทึกข้อมูลการเขออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้า	56
4.3 ผลการวัดประสิทธิภาพความถูกต้องของระบบ	57
4.4 สรุปผลการดำเนินการวิจัย	58
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	60
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	60
5.3 ข้อเสนอแนะ	61
เอกสารอ้างอิง	62
ภาคผนวก	
ก การติดตั้งและใช้งานแอปพลิเคชัน	67
ข แบบประเมินความพึงพอใจ	78
ค ภาพประกอบการทดลอง	81
ง บทความวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่	85
ประวัติผู้วิจัย	92

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณสมบัติของบอร์ด Raspberry pi ทั้ง 2 โมเดล	5
3.1	สัญลักษณ์แผนภาพกระแสข้อมูลแบบ Gane and Sarson	26
3.2	สัญลักษณ์ในการออกแบบ E-R Diagram ในรูปแบบ Crow's Foot Model	29
3.3	พจนานุกรมข้อมูลบุคคล (Menber)	31
3.4	พจนานุกรมข้อมูลผู้ใช้ (Users)	31
3.5	พจนานุกรมข้อมูลการเปรียบเทียบภาพบุคคล (member_image)	31
3.6	พจนานุกรมข้อมูลที่ลงทะเบียน (register)	32
3.7	พจนานุกรมข้อมูลภาพบุคคลที่ไม่ได้ลงทะเบียน (unregister)	32
4.1	ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบของผู้ใช้งานทั่วไป	57
4.2	ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบของผู้เชี่ยวชาญ	58
4.3	ผลการทดสอบประสิทธิภาพโปรแกรมในการรู้จำใบหน้า	59

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ตัวอย่างโครงสร้างบอร์ด Raspberry Pi	6
2.2	ส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi (Model B+)	7
2.3	พอร์ต GPIO ซึ่งในโมเดล A และ B	7
2.4	สายสัญญาณภาพออกแบบ RCA	8
2.5	LED สถานะของบอร์ด อยู่ภายในบริเวณกรอบสีแดง	8
2.6	Raspberry PI Camera Module	9
2.7	สาย HDMI และ HDMI to VGA	9
2.8	โอเพนซีวี	11
2.9	การจำลองรูปแบบ Haar-like สำหรับตรวจจับขอบ (Edge features) ที่ถูกพิจารณาโดย Lienhart and Maydt	12
2.10	การจำลองรูปแบบ Haar-like สำหรับตรวจจับเส้น (Line features) ที่ถูกพิจารณาโดย Lienhart and Maydt	13
2.11	การจำลองรูปแบบ Haar-like สำหรับตรวจจับจุดกึ่งกลาง (Center-surround features) ที่นำเสนอโดย Lienhart and Maydt	13
2.12	ตัวอย่างการจำลองรูปแบบ Haar-like ที่นำเสนอโดย Viola and Jones เพื่อให้สามารถตรวจจับใบหน้าได้หลากหลายมากขึ้น	14
2.13	ตัวอย่างของการจำลองรูปแบบ Haar-like แบบรวมที่นำเสนอโดย Mita and Kaneko	14
2.14	ภาพรวมของเทคนิคการจำลองรูปแบบ Haarlike แบบรวมที่นำเสนอโดย Mita and Kaneko	15
2.15	การจำลองรูปแบบ Haar-like สำหรับตรวจจับขอบ (Edge features) ที่ถูกพิจารณาโดย Ning et al.	16
2.16	การจำลองรูปแบบ Haar-like สำหรับตรวจจับเส้น (Linef features) ที่ถูกพิจารณาโดย N.J.Y. Lu.S. Tang and S.Goto	16
2.17	การจำลองรูปแบบ Haar-like สำหรับตรวจจับจุดกึ่งกลาง (Center-surround features) ที่ถูกพิจารณาโดย N.J.Y. Lu.S. Tang and S.Goto	16
3.1	Flow Chart ของระบบงานเดิม	23
3.2	Flow Chart ของระบบงานใหม่	24

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.3	แผนภาพ Context Diagram ของระบบ
3.4	แผนภาพ Data Flow Diagram Level 0 ของระบบ
3.5	แผนภาพ E-R Diagram ของระบบการบันทึกข้อมูลการเข้าออกด้วยการรู้จำใบหน้า
3.6	การออกแบบหน้าจอลอจอินเข้าสู่โปรแกรม
3.7	การออกแบบหน้าจอเมนูหลักของโปรแกรม
3.8	การออกแบบหน้าจอแสดงการลงทะเบียน
3.9	การออกแบบหน้าจอการเปรียบเทียบข้อมูลใบหน้าบุคคล
3.10	การออกแบบหน้าจอลอจอินเข้าสู่ระบบรายงาน
3.11	การออกแบบหน้าจอการรายงานเข้า ออกอาคาร
4.1	หน้าจอการลอจอินเข้าสู่โปรแกรม
4.2	ตัวอย่างโค้ดหน้าจอการลอจอินเข้าสู่โปรแกรม
4.3	เมนูหลักในการใช้งานโปรแกรม
4.4	ตัวอย่างโค้ดเมนูหลักในการใช้งานโปรแกรม
4.5	การเพิ่มข้อมูลบุคคล
4.6	ตัวอย่างโค้ดการเพิ่มข้อมูลบุคคล
4.7	ข้อมูลบุคคล
4.8	ตัวอย่างโค้ดแสดงข้อมูลบุคคล
4.9	การเปรียบเทียบข้อมูลบุคคล
4.10	ตัวอย่างโค้ดการเปรียบเทียบข้อมูลบุคคล
4.11	การเข้าสู่ระบบรายงาน
4.12	ตัวอย่างโค้ดการเข้าสู่ระบบรายงาน
4.13	ระบบรายงานการเข้าออกอาคาร
4.14	ตัวอย่างโค้ดระบบรายงานการเข้าออกอาคาร
4.15	ภาพตัวอย่างในการทดลอง
ก.1	เมนูการใช้งานโปรแกรม Microsoft Visual Studio Community 2015
ก.2	รายละเอียดของหน้าต่าง New Project
ก.3	การสร้าง Project ใหม่จากเมนู New Project

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ก.4	ทำการล๊อคอินเพื่อเข้าสู่โปรแกรม	70
ก.5	หน้าจอโปรแกรม	70
ก.6	การสร้าง virtual environment	73
ก.7	ตัวอย่างโค้ดการทำงานกับ Webcam ด้วย OpenCV และ Python	76
ก.8	ตัวอย่างภาพที่แสดงโดย OpenCV	77
ก.9	ตัวอย่างการจับภาพใบหน้าโดย OpenCV	77
ข.1	แบบประเมินความพอใจสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป	79
ข.2	แบบประเมินความพอใจสำหรับผู้เชี่ยวชาญ	80
ค.1	ตัวอย่างในการทดลอง	82

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ศาลจังหวัดอำนาจเจริญมีผู้มาติดต่อราชการเป็นจำนวนมาก และยังไม่มีระบบรักษาความปลอดภัยที่ทันสมัยใช้งานในการควบคุมการผ่าน เข้า-ออก อาคารสถานที่ และเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยไม่มีเพียงพอในการควบคุมและตรวจสอบสิ่งของ อาวุธ ของต้องห้าม ก่อนที่จะเข้าสู่ภายในบริเวณอาคารหรือส่วนงานที่มีความสำคัญจำเป็นต้องมีระบบการรักษาความปลอดภัยที่มีความสามารถตรวจสอบ และอนุญาต เฉพาะบุคคลให้ได้รับการอนุญาตผ่านเข้าไปใช้งานส่วนงานนั้น ๆ ได้ศาลจังหวัดอำนาจเจริญได้กำหนดแผนยุทธศาสตร์ด้านมาตรการรักษาความปลอดภัยจึงจำเป็นต้องมีการบันทึกข้อมูลการเข้าออกอาคาร จัดทำรายงานผู้มาติดต่อราชการเสนอผู้พิพากษาหัวหน้าศาลในแต่ละเดือน ทั้งหมดที่ได้กล่าวมานี้เป็นที่มาของงานวิจัย ซึ่งในปัจจุบันมีวิธีการควบคุมการเข้าออกอาคารโดยให้เข้าออกทางเดียวและมีการตรวจบัตรประจำตัวประชาชนโดยใช้เครื่องสแกนบัตรประชาชนแล้วบันทึกข้อมูลผ่านโปรแกรม Thai ID Viewer v.1.5b เก็บข้อมูลผู้มาติดต่อไว้เฉพาะขาเข้าอย่างเดียว โปรแกรมจะเก็บข้อมูลสองส่วนคือข้อมูลรูปภาพและข้อมูลรายละเอียดของผู้มาติดต่อเป็นประเภทไฟล์ เช่น ชื่อ-นามสกุล ที่อยู่ วัน เดือน ปีเกิด เป็นต้น ข้อมูลของแต่ละคนจะถูกบันทึกในชื่อไฟล์ที่เป็นรหัสบัตรประชาชน 13 หลักของวันที่ทำการบันทึกข้อมูลไว้ในโฟลเดอร์เดียวกันทั้งหมดซึ่งไม่สามารถตรวจสอบผลรายงานการเข้า-ออกของผู้มาติดต่อได้จึงทำให้ระบบรักษาความปลอดภัยไม่ดีพอ เป็นการยุ่งยากในการตรวจสอบข้อมูลและไม่สะดวกสำหรับผู้ใช้งานระบบ อีกทั้งยังมีระดับความปลอดภัยที่ไม่สูงดั่งนั้น ผู้วิจัยได้นำเสนอการบันทึกข้อมูลการเข้าออกอาคารด้วยการจำใบหน้ากรณีศึกษาศาลจังหวัดอำนาจเจริญ มาใช้ซึ่งจะเป็นการนำเทคโนโลยีใหม่เข้ามาใช้งานและเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาความปลอดภัยอีกทั้งยังเพิ่มความสะดวกในการปฏิบัติหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ศาล เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย โดยวิธีการ Face Recognition + Raspberry Pi + Camera Module ร่วมกับฐานข้อมูล MySQL และสามารถจัดทำรายงานสรุปข้อมูลผู้มาติดต่อราชการประจำวัน นำเสนอผู้พิพากษาหัวหน้าศาลตามแผนยุทธศาสตร์ด้านมาตรการรักษาความปลอดภัยงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อศาลจังหวัดอำนาจเจริญได้เป็นอย่างดี

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อพัฒนาระบบการบันทึกข้อมูลการเข้าออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้าโดยใช้เทคนิค Haar-like feature ร่วมกับการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

1.2.2 เพื่อวัดประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ

1.3 ขอบเขตของการค้นคว้าอิสระ

1.3.1 พัฒนาในรูปแบบของโปรแกรมประยุกต์สำหรับการบันทึกข้อมูลการเข้าออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้าโดยใช้เทคนิค Haar-like feature ร่วมกับการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

1.3.2 กรณีศึกษา ศาลจังหวัดอำนาจเจริญ

1.3.3 ใช้เทคนิค Haar-like feature ร่วมกับการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักทำการประมวลผลการตรวจใบหน้าและการสกัดคุณลักษณะ

1.3.4 สามารถบันทึกข้อมูลการเข้า ออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้าได้

1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

1.4.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

1.4.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

1.4.1.2 กล้อง Webcam

1.4.1.3 เครื่อง Smart Card Reader

1.4.1.4 Raspberry pi + Camera Module

1.4.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

1.4.2.1 Microsoft Visual C#

1.4.2.2 OpenCV

1.4.2.3 PHP

1.4.2.4 Python

1.4.2.5 Linux Raspbian

1.4.3 ฐานข้อมูล (Database)

1.4.3.1 MySQL

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ระบบการบันทึกข้อมูลการเข้าออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้า กรณีศึกษาศาลจังหวัดอำนาจเจริญ

1.5.2 มีระบบเทคโนโลยีใหม่มาใช้ในการรักษาความปลอดภัย

1.5.3 มีระบบจัดทำรายงานสรุปข้อมูลผู้มาติดต่อราชการ

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่อง การบันทึกข้อมูลการเข้าออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้า: กรณีศึกษาศาลจังหวัดอำนาจเจริญในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับราสเบอร์รี่พาย
- 2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับภาษาโปรแกรมโอเพนซีวี
- 2.3 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเทคนิค Haar-like feature
- 2.4 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับราสเบอร์รี่พาย

2.1.1 ราสเบอร์รี่พาย

ราสเบอร์รี่ พาย [1] คือบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำงานด้านอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรม หรือเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็ก ไม่ว่าจะเป็นการทำงานด้านเอกสาร ท่องอินเทอร์เน็ต ส่งอีเมล หรือเล่นเกมส์ อีกทั้งยังสามารถเล่นไฟล์วิดีโอ ความละเอียดสูง ได้อีกด้วย บอร์ดราสเบอร์รี่ พาย รองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ ได้หลายระบบ เช่น ราสเบียน ฟรีโดรา เป็นต้น โดยติดตั้งบนเอสดีการ์ด บอร์ดราสเบอร์รี่ พาย นี้ถูกออกแบบมาให้มีหน่วยประมวลผลกลาง และหน่วยประมวลผลสำรองอยู่ในชิปเดียวกัน มีจุดเชื่อมต่อ จีพีไอโอ ให้ผู้ใช้งานสามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ได้อีก

2.1.2 คุณสมบัติทางเทคนิคของบอร์ด

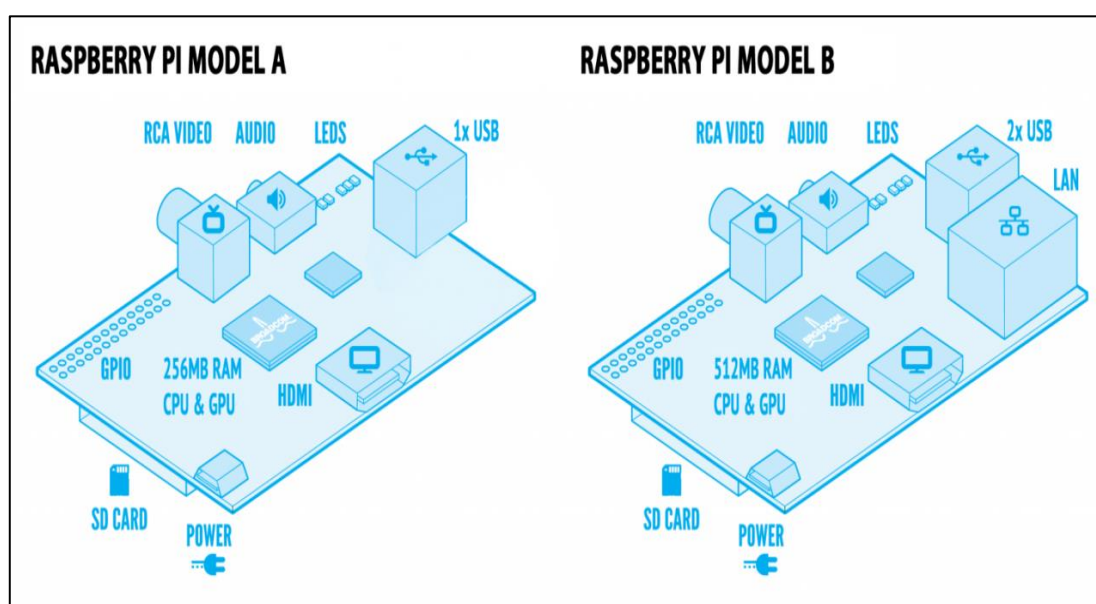
บอร์ด Raspberry Pi [2] ปัจจุบันมีด้วยกัน 2 โมเดล คือ โมเดล A และ โมเดล B ซึ่งทั้ง 2 โมเดลมีคุณสมบัติทางเทคนิคที่ใกล้เคียงกัน แตกต่างกันเพียงบางส่วน รายละเอียดดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของบอร์ด Raspberry pi ทั้ง 2 โมเดล

	โมเดล A	โมเดล B (Revision 2)
System on a chip (SoC)	Broadcom BCM2835 (CPU, GPU, DSP, SDRAM and Single USB Port)	
CPU	700MHz ARM1176JZF-S core (ARM11 family, ARMv6 instruction set)	
GPU	Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz OpenGL ES 2.0 (24 GFLOPS) MPEG-2 and VC-1, 1080p 30 h.264/MPEG-4 AVC high-profile decoder and encoder	
Memory (SDRAM)	256 MB (Shared with GPU)	512 MB (Shared with GPU)
USB 2.0 Ports	1 (direct from BCM2835)	2 (via the built in integrated 3-port USB hub)
Video Input	A CSI input connector allows for the connection of RPi designed camera module (ออกแบบมาให้เชื่อมต่อกับ Raspberry Pi Camera Module โดยเฉพาะ)	
Video Outputs	Composite RCA (PAL and NTSC), HDMI (rev 1.3 & 1.4), raw LCD Panels via DSI 14 HDMI resolutions from 640x350 to 1920x1200 plus various PAL and NTSC standards. (มีทั้งสองแบบ คือ แบบ RCA และแบบ HDMI)	
Audio Outputs	3.5 mm jack, HDMI, and as of revision 2 boards, I ² S audio (also potentially for audio input)	
Onboard storage	SD/ MMC/ SDIO card slot (3.3V card power support only)	

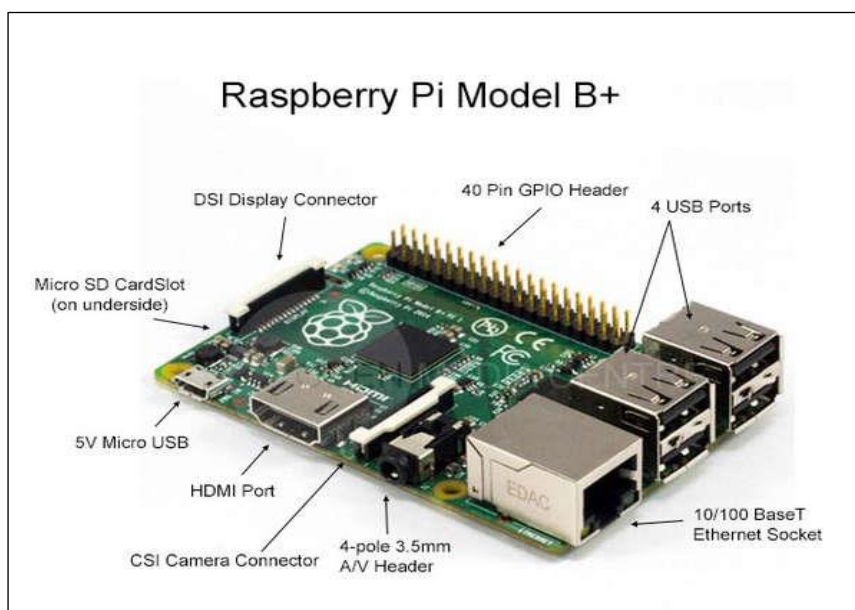
ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของบอร์ด Raspberry pi ทั้ง 2 โมเดล (ต่อ)

Onboard network	None	10/100 Ethernet (8P8C) USB adapter on the third port of the USB hub
Low-level peripherals Low-level peripherals	8 x GPIO, UART, I ² C Bus, SPI Bus with two chip selects, I ² S audio +3.3V, +5V, Ground	
Power ratings	300 mA (1.5 W)	700 mA (3.5 W)
Power source	5 Volt via Micro USB or GPIO header	
Size	85.60 mm x 53. Mm (3.370 inch x 2.125 inch)	
Weight	45 g. (1.6 oz.)	



ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างโครงสร้างบอร์ด Raspberry Pi [3]

2.1.3 ส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi (Model B+)



ภาพที่ 2.2 ส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi (Model B+) [4]

2.1.3.1 พอร์ต GPIO ซึ่งในโมเดล A และ B (Revision 1) ทุก Pin จะเหมือนกัน แต่โมเดล B (Revision 2) จะแตกต่างกัน รายละเอียดดังรูป

Raspberry Pi Model A & B (Revision 1)						Raspberry Pi Model B (Revision 2)					
3.3V	1	2	5V			3.3V	1	2	5V		
I2C0 SDA	3	4	DNC			I2C1 SDA	3	4	5V		
I2C0 SCL	5	6	GROUND			I2C1 SCL	5	6	GROUND		
GPIO4	7	8	UART TXD			GPIO4	7	8	UART TXD		
DNC	9	10	UART RXD			GROUND		10	UART RXD		
GPIO 17	11	12	GPIO 18			GPIO 17	11	12	GPIO 18		
GPIO 21	13	14	DNC			GPIO 27	13	14	GROUND		
GPIO 22	15	16	GPIO 23			GPIO 22	15	16	GPIO 23		
DNC	17	18	GPIO 24			3.3V	17	18	GPIO 24		
SP10 MOSI	19	20	DNC			SP10 MOSI	19	20	GROUND		
SP10 MISO	21	22	GPIO 25			SP10 MISO	21	22	GPIO 25		
SP10 SCLK	23	24	SP10 CE0 N			SP10 SCLK	23	24	SP10 CE0 N		
DNC	25	26	SP10 CE1 N			GROUND	25	26	SP10 CE1 N		

ภาพที่ 2.3 พอร์ต GPIO ซึ่งในโมเดล A และ B [3]

2.1.3.2 พอร์ตเชื่อมต่อสัญญาณภาพออกแบบ RCA ตัวอย่างของสายที่เชื่อมต่อแสดงดังรูป



ภาพที่ 2.4 สายสัญญาณภาพออกแบบ RCA [3]

2.1.3.3 จุดเชื่อมต่อสัญญาณเสียงขนาด 3.5 มิลลิเมตร

2.1.3.4 LED แสดงสถานะของบอร์ด อยู่ภายในบริเวณกรอบสีแดง ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 LED สถานะของบอร์ด อยู่ภายในบริเวณกรอบสีแดง [3]

- 1) ACT คือ ไฟสถานะ SD Card Access (สีเขียว)
- 2) PWR คือ ไฟสถานะ 3.3V Power (สีแดง)
- 3) FDX คือ ไฟสถานะ Full Duplex LAN Model B (สีเขียว)
- 4) LNK คือ ไฟสถานะ Link/Activity LAN Model B (สีเขียว)
- 5) 100 คือ ไฟสถานะ 10/100Mbps LAN Model B (สีเหลือง)

2.1.3.5 ชิพควบคุม LAN (LAN Controller)

2.1.3.6 พอร์ต USB 2.0 จำนวน 2 พอร์ต

2.1.3.7 พอร์ต RJ-45 Ethernet LAN 10/100Mbps

2.1.3.8 พอร์ต CSI (Camera Serial Interface) สำหรับเชื่อมต่อโมดูลกล้องดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 Raspberry PI Camera Module [3]

2.1.3.9 พอร์ต HDMI สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณภาพและเสียง ตัวอย่างสาย HDMI และ ตัวแปลง HDMI to VGA แสดงดังภาพที่ 2.7



สาย HDMI

HDMI to VGA

ภาพที่ 2.7 สาย HDMI และ HDMI to VGA [3]

2.1.3.10 ชิพ Broadcom BCM2835 ARM11 700MHz

2.1.3.11 พอร์ต Micro USB Power สำหรับเป็นไฟเลี้ยงวงจรบอร์ด Raspberry Pi

2.1.3.12 พอร์ต DSI (Display Serial Interface) ใช้สำหรับต่อจอแสดงผล เช่น จอแสดงผลแบบ TFT Touch Screen เป็นต้น

2.1.3.13 ช่องเสียบ SD Card อยู่บริเวณด้านล่างของบอร์ด

2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับภาษาโปรแกรมโอเพนซีวี

2.2.1 ภาษาโปรแกรมโอเพนซีวี

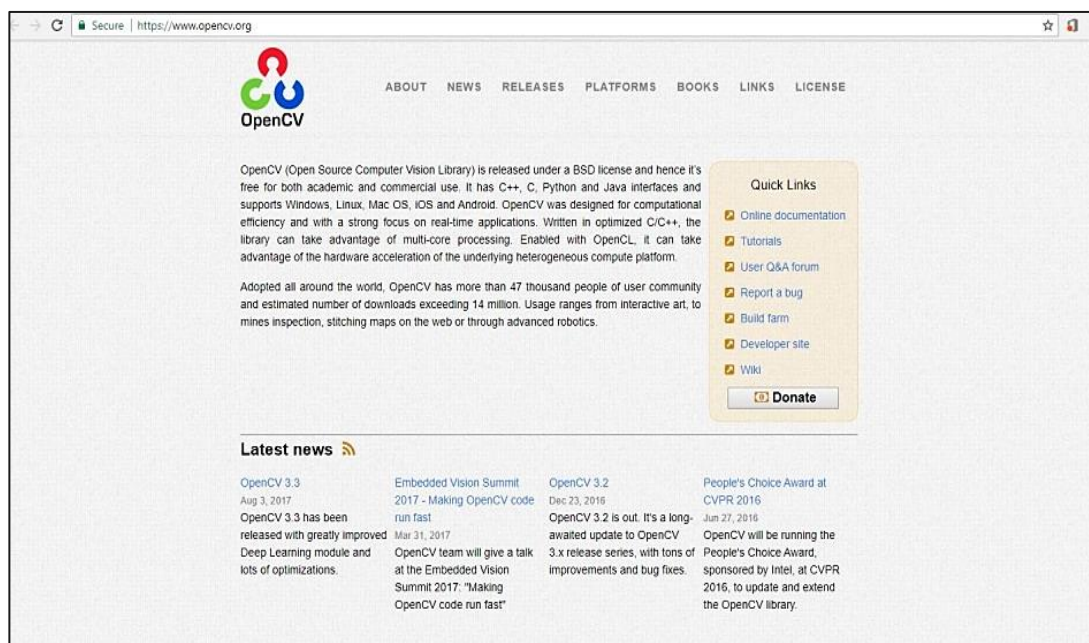
OpenCV [5] เป็นไลบรารีสำหรับใช้งานเรื่องการประมวลผลภาพ (Image Processing) ซึ่งบางความสามารถของ OpenCV สามารถทำภาพเบลอ หา threshold หา Histogram ของภาพได้แต่ความสามารถโดยส่วนใหญ่แล้วจะทำการค้นหาขอบภาพ การตรวจสอบการเคลื่อนไหวและการทำ Image segmentation นอกจากนี้ OpenCV สามารถจัดการกับข้อมูลแบบวีดิโอได้ด้วย เนื่องจาก OpenCV เป็นชุดคำสั่งที่ไม่ได้เป็นตัวโปรแกรม เมื่อต้องการเรียกใช้งานจึงต้องเขียนโปรแกรมเพื่อเรียกคำสั่ง เหล่านั้น ซึ่งภาษาที่นิยมเขียนคือภาษา C, C++, C# และภาษา Python ซึ่ง OpenCV จะประกอบด้วยสองส่วนคือ data structure ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลต่าง เช่น รูปภาพ เมตริกซ์และพิกัด สำหรับอีก ส่วนคือ algorithm ซึ่งจะใช้ในการประมวลผลต่าง ๆ โดยเฉพาะการประมวลผลทางรูปภาพ สำหรับใน OpenCV จะประกอบด้วยไลบรารีอยู่ 4 ส่วน ได้แก่

2.2.1.1 CXCORE: เป็นฟังก์ชันเบื้องต้นที่ใช้จัดการเกี่ยวกับจุด ขนาด อาเรย์ หน่วยความจำคำสั่งในการ วาดภาพ การประกาศตัวแปรภาพ เป็นต้น ตัวอย่างคำสั่งในการประกาศรูปภาพ คือ IplImage, CvMat, CvMatND

2.2.1.2 CV: ใช้ประมวลผลและการวิเคราะห์รูปภาพ จะทำงานกับจุดภาพที่เป็นอาร์เรย์สองมิติ เช่น การหาขอบหรือมุม การทำฮิสโทแกรม

2.2.1.3 Machine Learning: เป็นไลบรารีที่รวมคลาสและฟังก์ชันทางสถิติ การแยกคลาส และการแบ่งกลุ่มข้อมูล อัลกอริทึม ที่ใช้จะเขียนด้วยภาษา C# แต่ละอัลกอริทึมจะมีคุณลักษณะเด่นแตกต่างกัน แต่ทั้งหมดจะใช้ CvStatModel ร่วมกัน

2.2.1.4 HighGUI: ใช้ในการดึงภาพ บันทึกภาพติดต่อกับกล่องการสร้างหน้าต่างเพื่อแสดงภาพ รวมไปถึงการ ตรวจสอบเมาส์



ภาพที่ 2.8 โอเพนซีวี [5]

2.3 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเทคนิค Haar-like feature

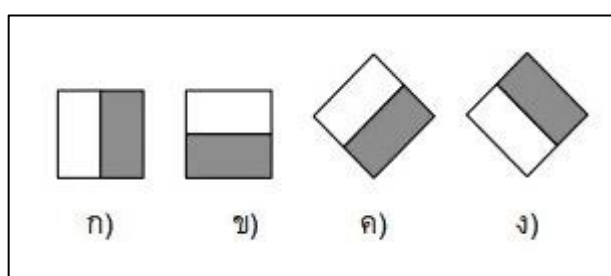
2.3.1 เทคนิค Haar-like feature

Haar-like feature (2012) [5] คือการหาผลต่างระหว่างความเข้มในส่วนที่แรงเข้ากับส่วนที่ไม่ได้แรงจากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าขีดแบ่ง (Threshold) กับขั้ว (Polarity) ที่ใช้ในการตัดสินใจภาพที่รับเข้ามาควรถูกจัดให้เป็นบวก (ภาพใบหน้าหรือเป็นลบไม่ใช่ภาพใบหน้า) ผลลัพธ์ ที่ได้จะถูกนำไปพิจารณาในขั้นตอนต่อไป

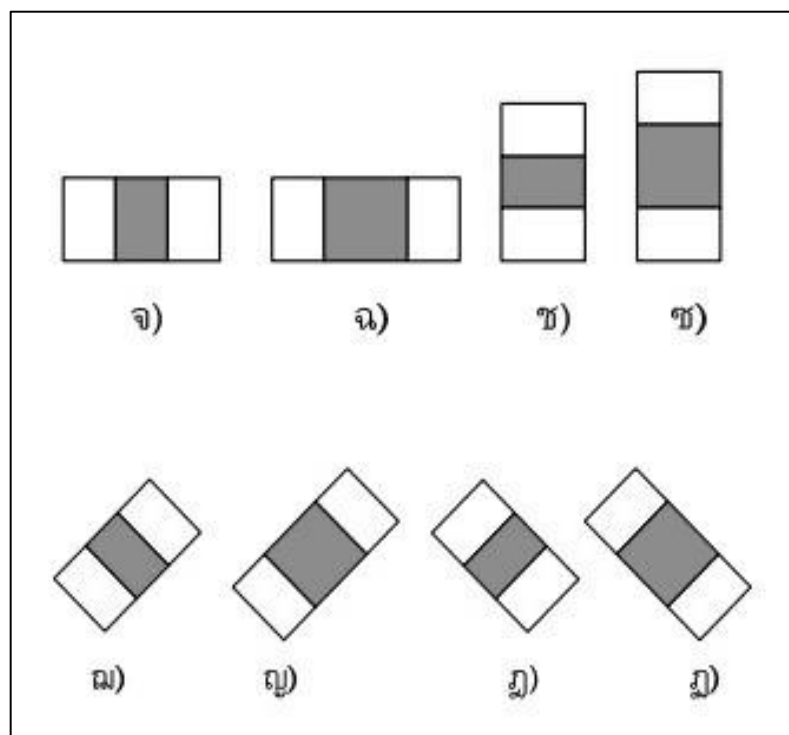
เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจในการตรวจจับใบหน้า มีความสามารถในการประมวลผลได้รวดเร็วและมีอัตราความถูกต้องในการตรวจหาสูง ซึ่ง Paul Viola and Michael J. Jones [7] ได้คิดค้นและตีพิมพ์ใน ปี ค.ศ. 2001 ซึ่งอัลกอริทึมที่ได้นำเสนอนั้นมีการนำเสนอวิธีการแทนรูปภาพที่เรียกว่า "Integral Image" ซึ่งช่วยให้การคำนวณ feature ทำได้รวดเร็วขึ้น และได้มีการปรับปรุงอัลกอริทึมการเรียนรู้โดยมีพื้นฐานจาก AdaBoost ซึ่งเลือกเอาเฉพาะคุณลักษณะที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุดในการจำแนกประเภท (critical features) นอกจากนี้ยังได้ อธิบายถึงการรวม classifiers แบบ cascade ซึ่งช่วยให้ส่วนพื้น หลังของภาพถูกปฏิเสธได้เร็วและเน้นการคำนวณไปที่บริเวณที่มีลักษณะคล้ายวัตถุที่สนใจมากขึ้น หลักการพื้นฐานของอัลกอริทึมของ Haar-like feature คือ การสแกน sub-window เพื่อตรวจหาใบหน้าจากรูปภาพอินพุต การประมวลผลภาพแบบทั่วไปจะการใช้การปรับขนาดภาพขาเข้า แตกต่างกันหลาย ๆ ขนาด และใช้ตัวตรวจหา (Detector) ที่มีขนาดคงที่คนหาวัตถุ ซึ่งวิธีนี้กินเวลาในการคำนวณมาก เนื่องมาจากการคำนวณบนรูปภาพที่มีขนาดแตกต่างกัน Viola Jones

ได้เสนอวิธีใหม่โดยการปรับขนาดตัวตรวจหาแทนที่จะ ปรับขนาดภาพขาเข้าและใช้ตัวตรวจหาค้นหาวัตถุหลาย ๆ รอบ (แต่ละรอบใช้ขนาดแตกต่างกัน) ซึ่งทั้ง สองวิธีนี้จะใช้เวลาใน การคำนวณไม่ต่างกันมากนัก แต่ Viola-Jones ได้คิดค้นตัว ตรวจหาที่ใช้จำนวนครั้งในการคำนวณคงที่ แม้จะมีขนาดของภาพแตกต่างกัน ซึ่งเป็นวิธีการตรวจจับและตีความวัตถุภายใน ภาพ โดยใช้การสร้างรูปเหลี่ยม (Feature) โดยที่ ภาพนี้ แสดงถึง ผลต่างระหว่างพื้นที่ สวนสีขาว และส่วนที่เป็นสีดำ ซึ่งรูป เหลี่ยมที่สร้างขึ้นสามารถเปลี่ยนแปลงขนาด และตำแหน่งได้ ใช้สำหรับการตรวจจับลักษณะบนภาพแบบต่าง ๆ เช่น เส้นตรง วงกลม จำเป็นต้องมีภาพตัวอย่าง จำนวนมาก ซึ่งใช้ในการคัดเลือกลักษณะของภาพที่ต้องการ ตรวจจับและตีความหมาย ซึ่งมีสองลักษณะคือ Positive Image หรือภาพที่มีวัตถุ นั้น ๆ ประกอบอยู่ภายในภาพ และ Negative

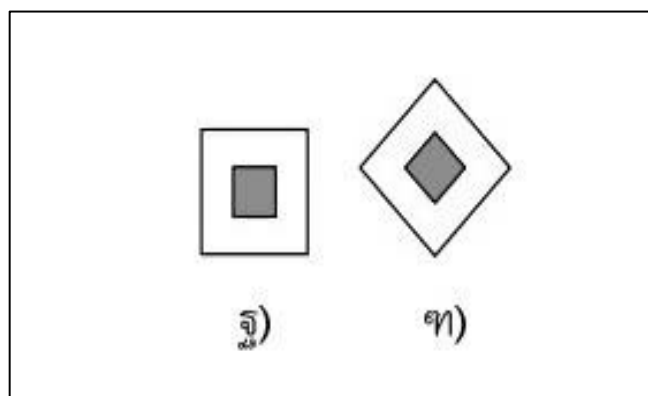
เทคนิคการตรวจจับใบหน้าของ Viola-Jones ที่โด่งดังไปนั้น สิ่งที่ส่งผลถึงประสิทธิภาพความถูกต้องในการตรวจจับใบหน้ามากที่สุด คือ การใช้การจำลอง รูปแบบ Haar-like ดังนั้น ในบทความวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่ จะทำการศึกษางานวิจัยที่ทำการศึกษาต่อในเฉพาะส่วน ของการจำลองรูปแบบ Haar-like ในปี 2002 Lienhart and Maydt [8] เสนอ เทคนิคการตรวจจับใบหน้าต่อจากเทคนิคการตรวจจับ ใบหน้าของ Viola-Jones ที่เสนอในปี 2001 โดย Lienhart และ Maydt นำเสนอ การจำลองรูปแบบ Haar-like ใหม่ โดยนำการจำลองรูปแบบ Haar-like ที่ ViolaJones นำเสนอในปี 2001 มาทำการหมุน 45 องศา และมีการนำเสนอการจำลองรูปแบบ Haar-like เพิ่มเติมดังแสดงในภาพที่ 2.9 ภาพที่ 2.10 และภาพที่ 2.11 จากผล การทดลองพบว่า การใช้การจำลองรูปแบบ Haar-like ที่ นำเสนอสามารถเพิ่มประสิทธิภาพความถูกต้องในการ ตรวจจับภาพได้เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับเทคนิคเดิม 10%



ภาพที่ 2.9 การจำลองรูปแบบ Haar-like สำหรับตรวจจับขอบ (Edge features)
ที่ถูกพิจารณาโดย Lienhart and Maydt [8]



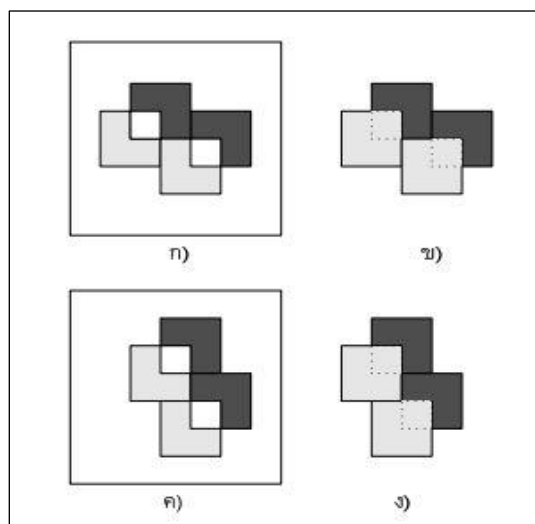
ภาพที่ 2.10 การจำลองรูปแบบ Haar-like สำหรับตรวจจับเส้น (Line features) ที่ถูกพิจารณาโดย Lienhart and Maydt [8]



ภาพที่ 2.11 การจำลองรูปแบบ Haar-like สำหรับตรวจจับ จุดกึ่งกลาง (Center-surround features) ที่นำเสนอโดย Lienhart and Maydt [8]

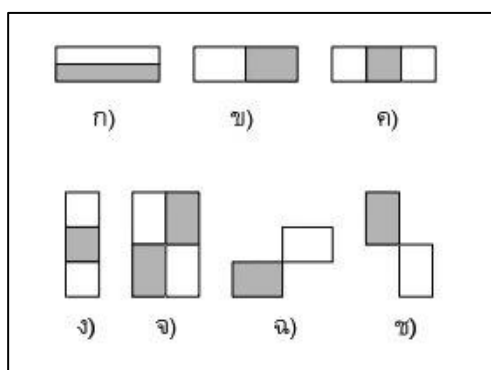
ในปี 2003 Viola and Jones [9] ได้เสนอการ จำลองรูปแบบ Haar-like แบบใหม่เพื่อแก้ไขข้อจำกัด ของวิธีเดิมที่ได้นำเสนอในปี 2001 คือ ภาพใบหน้าที่จะ นำมาตรวจจับจะต้องเป็นภาพที่ถ่ายใบหน้าด้านหน้า (ไม่ใช่ใบหน้าหันด้านข้าง) และมีลักษณะตั้งตรง (ไม่ใช่ ใบหน้าเอียงซ้ายหรือขวา) โดยการจำลองรูปแบบ Haar-like ที่นำเสนอจะนำการจำลองรูปแบบ Haar-like เดิม มาต่อกัน

ดังแสดงในภาพที่ 2.12 ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสามารถตรวจจับใบหน้าได้ทั้งใบหนาดานหนาและดานบาง รวมทั้งยังสามารถตรวจจับใบหน้าที่ทำมุม เอียง (ไม่ตั้งตรง) ได้อีกด้วย

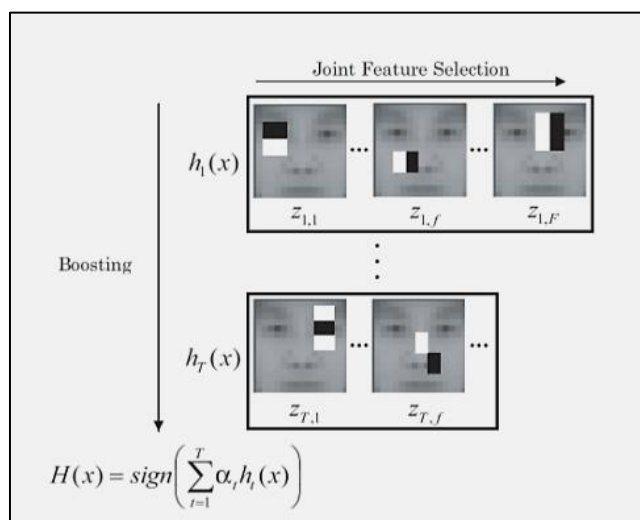


ภาพที่ 2.12 ตัวอย่างการจำลองรูปแบบ Haar-like ที่นำเสนอโดย Viola and Jones เพื่อให้สามารถตรวจจับใบหน้าได้หลากหลายมากขึ้น [9]

ในปี 2005 Mita and Kaneko [10] ได้นำเสนอการจำลองรูปแบบ Haar-like ชนิดใหม่ เรียกว่า การจำลอง รูปแบบ Haar-like แบบรวม (Joint Haar-like Feature) เพื่อปรับปรุงข้อจำกัดอีกประการของการจำลองรูปแบบ Haar-like วิธีเดิม คือเรื่องความไม่ทนทานต่อสัญญาณ รบกวนและการรบกวนต่อการเปลี่ยนแปลงของแสง โดยการจำลองรูปแบบ Haar-like แบบรวมที่นำเสนอ ขึ้นมาใหม่นี้สามารถแก้ปัญหาที่กล่าวมาได้ภาพที่ 2.13 และภาพที่ 2.14 แสดงตัวอย่างการจำลองรูปแบบ Haar-like ที่พิจารณาและแสดงภาพรวมของเทคนิคใหม่ที่นำเสนอ ตามลำดับ

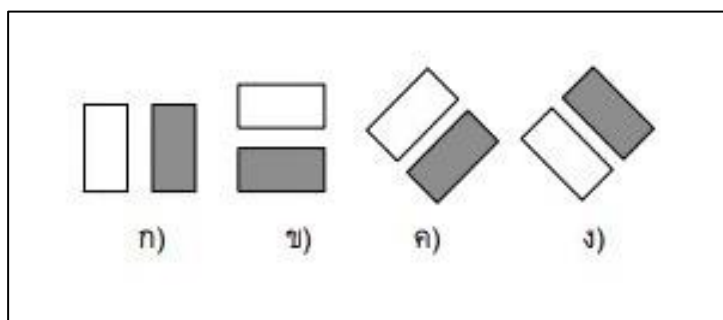


ภาพที่ 2.13 ตัวอย่างของการจำลองรูปแบบ Haar-like แบบรวมที่นำเสนอโดย Mita and Kaneko [10]

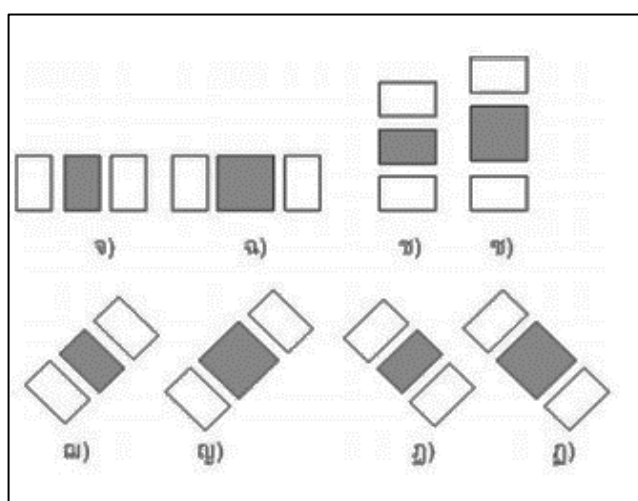


ภาพที่ 2.14 ภาพรวมของเทคนิคการจำลองรูปแบบ Haarlike แบบรวมที่นำเสนอโดย Mita and Kaneko [10]

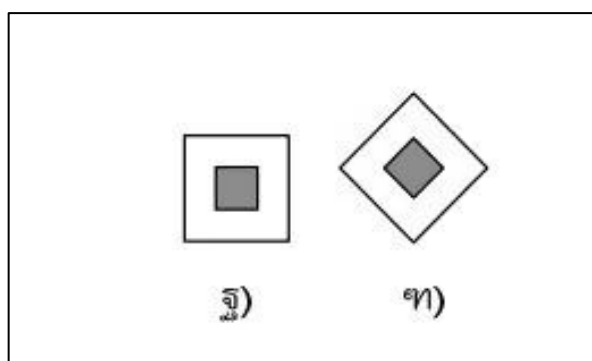
ในปี 2006 Wilson and Fernandez [11] ทำการประยุกต์ใช้เทคนิค Haar classifier ในการตรวจจับรายละเอียดบนใบหน้า เช่น ตา คิ้ว จมูก ปาก เป็นต้น โดยการแบ่งแยกการตรวจจับใบหน้าแบบนี้ทำให้ความ ผิดพลาดในการตรวจจับลดลงและความเร็วที่ใช้ในการ ตรวจจับลดลงด้วย เนื่องจากพื้นที่ที่ต้องทำการตรวจสอบ มีขนาดเล็กลง โดยในงานวิจัยนี้ใช้การจำลองของ รูปแบบ Haar-like เหมือนกับที่นำเสนอโดย Lienhart and Maydt [8] ดังแสดงในภาพที่ 2.28 ถึงภาพที่ 2.30 ต่อมาในปี 2007 Chen and Liu [12] นำเสนอการปรับปรุงการตรวจจับใบหน้าด้วยการจำลอง รูปแบบ Haar-like กับภาพสีซึ่งแตกต่างจากเดิมที่จะทำการตรวจจับเฉพาะภาพที่เป็น Gray scaled โดยการจำลองรูปแบบ Haar-like ที่ใช้จะเป็นการจำลองรูปแบบ Haar-like ที่นำเสนอ โดย Viola and Jones ในปี 2001 [7] ในปี 2009 C.N. Khac, J.H.Park and H.Y.Jung [13] ทำการนำเสนอการ จำลองรูปแบบ Haar-like แบบใหม่เรียกว่า Variance based Haar-like ที่พัฒนาต่อจาก Viola-Jones ในปี 2001 โดยการจำลองรูปแบบ Haar-like แบบใหม่ ที่ นำเสนอนี้จะทำการคำนวณหา ความแปรปรวนและ ค่าเฉลี่ยของพื้นที่สี่เหลี่ยมที่ได้จากวิธี Integral image ปี 2010 N.J.Y. Lu, S. Tang and S. Goto [14] นำเสนอการจำลอง รูปแบบ Haar-like แบบใหม่ที่เรียกว่า Separate Haar Feature แนวความคิดของการจำลองรูปแบบ Haar-like แบบใหม่คือไม่ต้องสนใจพื้นที่ระหว่างพื้นที่ สี่เหลี่ยมของการจำลองรูปแบบ Haar-like ภาพที่ 2.15 ภาพที่ 2.16 และภาพที่ 2.17 แสดงการจำลอง รูปแบบ Haar-like [15] ใหม่จากรูปจะพบว่าการจำลองรูปแบบ Haar-like ใหม่จะมีช่องว่างระหว่าง พื้นที่แรงเงากับพื้นที่ที่ไม่ได้แรงเงาซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการจำลองรูปแบบ Haar-like ที่ นำเสนอใช้เวลาในการตรวจจับใบหน้าน้อยกว่าวิธีเดิม อีกทั้งยังมีความถูกต้องในการตรวจสอบใบหน้าด้วย



ภาพที่ 2.15 การจำลองรูปแบบ Haar-like สำหรับตรวจจับขอบ (Edge features) ที่ถูกพิจารณาโดย Ning et al. [14]



ภาพที่ 2.16 การจำลองรูปแบบ Haar-like สำหรับตรวจจับเส้น (Line features) ที่ถูกพิจารณา N.J.Y. Lu, S. Tang and S. Goto [14]



ภาพที่ 2.17 การจำลองรูปแบบ Haar-like สำหรับตรวจจับจุดกึ่งกลาง (Center-surround features) ที่นำเสนอโดย โดย N.J.Y. Lu, S. Tang and S. Goto [14]

2.4 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก Principal Component Analysis: PCA [16] เป็นเทคนิคที่มีวัตถุประสงค์ที่จะนำรายละเอียดของตัวแปรที่มีจำนวนตัวแปรเป็นจำนวนมาก มาไว้ในองค์ประกอบที่มีเพียงไม่กี่ตัว โดยจะพิจารณาจากรายละเอียดทั้งหมดจากแต่ละตัวแปรในการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักจะสร้างการเชื่อมรวมกันเชิงเส้น (Linear combination) ของตัวแปร

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักหรือ PCA [17] เป็นวิธีทาง สถิติที่ใช้สร้างเมทริกซ์ของความแปรปรวนรวม (Covariance Matrix) จากข้อมูลภาพ โดยจะถูกนำไปใช้ในการสร้างภาพ ใบหน้าไอเกน (Eigen faces) โดยข้อมูลภาพ ใบหน้าขนาด $N \times N$ พิกเซลจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบของเวกเตอร์ 1 มิติขนาด $N \times 1$ และสร้างเมทริกซ์จนถึงเวกเตอร์ ของชุดข้อมูลที่ m จะเป็นคอลัมน์ที่ m ของเมทริกซ์ดังนั้นจะได้ เมทริกซ์ A ที่มีมิติ $n \times m$ โดยที่ m หมายถึงข้อมูลภาพที่ m และ n หมายถึงมิติของชุดข้อมูลนั้น ๆ และสร้างเมทริกซ์ของความแปรปรวนรวม (Covariance Matrix) จากข้อมูลภาพคำนวณหาค่าไอเกนเวกเตอร์ (v) และค่าไอเกน (μ) ของเมทริกซ์ความแปรปรวนรวมสร้างเป็นภาพใบหน้าไอเกนขึ้นมา

การนำ PCA [18] มาใช้ในการพัฒนาระบบรู้จำใบหน้าก็จะทำได้โดยการแปลงภาพถ่ายใบหน้าบุคคลสองมิติไปเป็นเวกเตอร์หนึ่งมิติ และเก็บไว้ในฐานข้อมูลและเมื่อต้องการนำรูปใบหน้าบุคคลที่สนใจมาเปรียบเทียบกับก็จะทำการแปลงภาพใบหน้านั้นเป็นเวกเตอร์หนึ่งมิติด้วย แล้วนำเวกเตอร์ไปเปรียบเทียบกับภาพในฐานข้อมูลเพื่อหาผลลัพธ์

Eigen face [19] เป็นอัลกอริทึมหนึ่งที่ใช้ในการรู้จำใบหน้าและการระบุตัวบุคคล ซึ่งมีพื้นฐานอยู่บนหลักการของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis: PCA) โดยจะแทนภาพใบหน้าด้วยสมการเชิงเส้นของเวกเตอร์ที่ตั้งฉากกัน โดยการหา Eigen Vector ของเมทริกซ์ความแปรปรวนรวม (covariance matrix) ของรูปภาพในฐานข้อมูลทั้งหมดโดยนำภาพในฐานข้อมูลแต่ละภาพมาเก็บข้อมูลแบบเวกเตอร์ แล้วจึงนำมาหาเวกเตอร์ค่าเฉลี่ยของภาพซึ่งภาพใบหน้าที่ต้องการทำเป็นแบบจำลองต้องเป็นระดับเทา (Gray Level) เนื่องจากใช้หน่วยความจำในการเก็บข้อมูลน้อยกว่าภาพสี ทำให้ประหยัดหน่วยความจำ เมื่อเทียบกับการเก็บข้อมูลของภาพสี ทำให้ภาพระดับ GrayLevel ใช้เวลาในการประมวลผลที่เร็วกว่าภาพสี จึงต้องทำการแปลงภาพที่ใช้เป็นภาพรูปแบบสีเทา โดยอาศัยการทำงานของระบบสี HSV (Hue Saturation Value) ซึ่งเป็นการพิจารณาสีโดยใช้ HueSaturation และ Value ขั้นตอนการหา Eigen Face แสดงได้ ดังนี้

2.4.1 แปลงภาพแต่ละภาพให้อยู่ในรูปแบบของเวกเตอร์

2.4.2 นำภาพทุกภาพมาจัดให้อยู่ในรูปแบบเมทริกซ์ จะได้เมทริกซ์ A_y ซึ่งหมายถึง ข้อมูลภาพที่ i มิติที่ j ดังแสดงในสมการที่ (2.1)

$$\begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & A_{2m} \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ A_{n1} & A_{n2} & A_{nm} \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} n = 20 \\ m = 4096 \end{matrix} \quad (2.1)$$

2.4.3 นำเมทริกซ์ A_y มาทำการหาค่าเฉลี่ยของแต่ละคอลัมน์ ซึ่งก็คือหาค่าเฉลี่ยของทุก ๆ ภาพใบหน้าในแต่ละมิติ

$$\text{Mean } j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_{i,j} \quad 1 \leq j \leq m \quad (2.2)$$

2.4.4 หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของข้อมูลภาพทุก ๆ ภาพในแต่ละมิติ

$$C_{ij} = A_{ij} - \text{mean } j \quad 1 \leq i \leq n; 1 \leq j \leq m \quad (2.3)$$

2.4.5 นำค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมาสร้างเมทริกซ์ของความแปรปรวนรวม (Covariance Matrix) เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าไอเกนและเวกเตอร์ไอเกนต่อไป

$$S_{j_2 j_1} S_{j_1 j_2} = \sum_{i=1}^n C_{ij_1} C_{ij_2} \quad 1 \leq j_1 \leq m; j_1 \leq j_2 \leq m \quad (2.4)$$

$$\text{Covariance matrix } S = C \times C^T$$

2.4.6 นำเมทริกซ์ของความแปรปรวนรวมที่ได้มาคำนวณค่าไอเกนและเวกเตอร์ไอเกนโดยค่าไอเกน (Eigen Values)

$$\lambda = SS^T \quad (2.5)$$

และเวกเตอร์ไอเกน (Eigen Vector)

$$e = \frac{CS}{\sqrt{\lambda}} \quad (2.6)$$

2.4.7 ได้ผลลัพธ์จากการคำนวณคือไอเกน (λ) กับเวกเตอร์ไอเกน (e) ข้อมูลทั้งสองจะมีความสอดคล้องกัน (Correspondence)

2.4.8 โดยที่ $V = [v_1 \ v_2 \ v_3 \ \dots \ v_n]$ เป็นเมทริกซ์ของแต่ละหลักเป็น Eigen vector ของ S ใน Eigenvector v_i คือฐานหลัก (basis) ของ row space ส่วนที่จะนำมาใช้งานคือ basis ของ column space จะใช้ภาพในส่วนนี้สร้างเป็นเมทริกซ์ A ของภาพนั้น ๆ อยู่ในแนวหลัก (column) และคำนวณหาฐานหลักของ column space เมทริกซ์ A จากสมการ

$$u_j = \frac{1}{\lambda} A v_j \quad (2.7)$$

2.4.9 เมื่อ Eigenvalue คือ λ_j มีความสัมพันธ์กับ Eigenvector v_j จะเรียกเวกเตอร์ u_j เป็น Eigenface จากหลัก (column) เมทริกซ์ A จะประกอบด้วยเวกเตอร์รูปใบหน้า ดังนั้น $u_1, u_2, \dots, u_r$ จึงเป็น orthonormal basis ของ column space เมทริกซ์ A หรือในรูปแบบปริภูมิภาพใบหน้า (Face space) ดังนั้น จะได้ว่า

$$A_{i,j} - \text{mean } j = w_{(i,1)}u_1 + w_{(i,2)}u_2 + \dots + w_{(i,n)}u_n$$

โดยที่

$$w_{(i,j)} = \langle A_{i,j} - \text{mean } j, u_j \rangle$$

(2.8)

2.4.10 จะใส่ค่า $w_{(i,j)}$ เป็นตัวเลขที่ได้จากภาพในฐานะข้อมูลหมายเลขที่ i และ Eigenface ที่ j ทำให้ได้ค่า $A_{i,j}$ แทนค่าน้ำหนักได้ดังนี้

$$\Omega_i = \begin{bmatrix} w_{i,1} \\ w_{i,2} \\ \vdots \\ w_{i,n} \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

2.4.11 การรู้จำใบหน้าทำได้โดยนำค่าน้ำหนักมาเปรียบเทียบกับค่า Euclidean norm ซึ่ง Euclidean เป็นค่าที่ใช้ในการเปรียบเทียบระยะทางระหว่างจุดดังกล่าวกับจุดอื่น ๆ ที่มีอยู่ในฐานข้อมูลและหาค่าน้อยที่สุดถึงจะระบุว่าเป็นบุคคลนั้น

$$\Sigma = \min (|| \Omega_i - \Omega_{\text{test}} ||) \quad (2.10)$$

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักการและทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องใช้สำหรับแนวทางการพัฒนาการบันทึกข้อมูลการเข้าออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้า: กรณีศึกษาศาลจังหวัดอำนาจเจริญ ดังต่อไปนี้

วิรัตน์ พรหมเมศ และนพพน เลิศชูวงศา (2558) [1] ได้ทำการศึกษาเรื่องระบบควบคุมความปลอดภัยบน Raspberry pi ด้วยเทคนิค Eigen face และการปรับเปลี่ยนสถานะแสง ผลที่ได้จากการทดลองพบว่า จากการดำเนินการทำงานของโปรแกรมสามารถคัดกรองบุคคลได้สามารถทำนายบุคคลได้ถูกต้องในสถานะแสงเดียวกับการเพิ่มใบหน้าลงฐานข้อมูลแต่จะเกิดการทำนายผิดพลาดได้หากสถานะแสงที่ตกลงบนใบหน้าที่ใช้ทดสอบมีค่าเปลี่ยนไปจากเดิมมากเกินไป โปรแกรมสามารถส่งสัญญาณ Unlock จากคอมพิวเตอร์ไปยัง GPIO บน Raspberry pi ได้ตามจุดประสงค์

Kawser Jahan Raihan et al. (2013) [2] ได้ศึกษาเรื่อง Raspberry Pi Image Processing Based Economical Automated Toll System งานวิจัยนี้พัฒนาระบบโดยใช้ Raspberry Pi และเทคนิคการประมวลผลภาพในการควบคุมระบบเก็บค่าผ่านทางอัตโนมัติจะใช้กล้องถ่ายภาพของป้ายทะเบียนรถเพื่อใช้ในการเรียงลำดับค่าใช้จ่ายค่าผ่านทางตามประเภทของรถก่อนจะขึ้นบนโทลเวย์

Daniel Lelis Baggio (2012) [5] ได้ทำการศึกษาเรื่อง Mastering OpenCV with Practical Computer Vision Projects ผลที่ได้จากการทดลองพบว่า การสร้างใบหน้าแบบเรียลไทม์โปรแกรมสามารถประมวลผลล่วงหน้าเพียงพอเพื่อให้มีความแตกต่างระหว่างเงื่อนไขชุดการเรียนรู้และเงื่อนไขชุดทดสอบโดยใช้ขั้นตอนวิธีพื้นฐาน สามารถตรวจหาใบหน้าเพื่อหาตำแหน่งของใบหน้าภายในภาพจากกล้องได้หลายรูปแบบของการประมวลผลใบหน้าเพื่อลดผลกระทบของแสงที่แตกต่างกัน

P. Viola and M. Jones (2001) [7] ได้ทำการศึกษาเรื่อง Rapid object detection using a Boosted cascade of simple features งานวิจัยนี้พัฒนาระบบโดยใช้การหาผลต่างระหว่างความเข้มในส่วนที่แรเงากับส่วนที่ไม่ได้แรเงาจากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าขีดแบ่ง (Threshold) กับขั้ว (Polarity) ที่ใช้ในการตัดสินใจภาพที่รับเข้ามาควรถูกจัดให้เป็นบวก (ภาพใบหน้าหรือเป็นลบไม่ใช่ภาพใบหน้า) ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกลำดับพิจารณาในขั้นตอนต่อไป เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจในการตรวจจับใบหน้า มีความสามารถในการประมวลผลได้รวดเร็วและมีอัตราความถูกต้องในการตรวจหาสูง

R. Lienhart and J. Maydt (2002) [8] ได้ศึกษาเรื่อง An Extended Set of Haar-like Features for Rapid Object Detection งานวิจัยนี้พัฒนาระบบโดยใช้เทคนิคการตรวจจับใบหน้า ต่อจากเทคนิคการตรวจจับ ใบหน้าของ Viola-Jones ที่เสนอในปี 2001 มาทำการหมุน 45 องศา การทดลองพบว่า การใช้การจำลองรูปแบบ Haar-like ที่ นำเสนอสามารถเพิ่มประสิทธิภาพความถูกต้องในการ ตรวจจับภาพได้เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับเทคนิคเดิม 10%

P. Viola and M. Jones (2003) [9] ได้ศึกษาเรื่อง Fast Multi-view Face Detection งานวิจัยนี้พัฒนาระบบโดยใช้การจำลองรูปแบบ Haar-like แบบใหม่เพื่อแก้ไขข้อจำกัดของวิธีเดิม ที่คือภาพใบหน้าที่จะนำมาตรวจจับจะต้องเป็นภาพที่ถ่ายใบหน้าด้านหน้า (ไม่ใช่ใบหน้าหันด้านข้าง) และมีลักษณะตั้งตรง (ไม่ใช่ ใบหน้าเอียงซ้ายหรือขวา) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสามารถตรวจจับ ใบหน้าได้ทั้งใบหน้าด้านหน้าและด้านข้างรวมทั้งยังสามารถตรวจจับใบหน้าที่ทำมุม เอียง (ไม่ตั้งตรง) ได้อีกด้วย

T. Mita, T. Kaneko and O. Hori (2005) [10] ได้ศึกษาเรื่อง Joint Haar-like Features for Face Detection งานวิจัยนี้พัฒนาระบบโดยใช้การจำลองรูปแบบ Haar-like ชนิดใหม่เรียกว่าการ จำลอง รูปแบบ Haar-like แบบรวม (Joint Haar-like Feature) เพื่อปรับปรุงข้อจำกัดอีกประการ ของการจำลองรูปแบบ Haar-like วิธีเดิม คือเรื่องความไม่ทนทานต่อสัญญาณ รบกวนและการอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของแสง

P. I. Wilson and J. Fernandez (2006) [11] ได้ศึกษาเรื่อง Facial Feature Detection using Haar Classifiers งานวิจัยนี้พัฒนาระบบโดยใช้การประยุกต์ใช้เทคนิค Haar classifier ในการตรวจจับ รายละเอียดบนใบหน้าเช่น ตา คิ้ว จมูก ปาก เป็นต้น โดยการแบ่งแยกการตรวจจับใบหน้าแบบนี้ทำให้ ความผิดพลาดในการตรวจจับลดลงและความเร็วที่ใช้ในการตรวจจับลดลงด้วยเนื่องจากพื้นที่ที่ต้องทำ การตรวจสอบ มีขนาดเล็กลง

D. S. Chen and Z. K. Liu (2007) [12] ได้ศึกษาเรื่อง Generalized Haarlike Features for Fast Face Detection งานวิจัยนี้พัฒนาระบบโดยใช้การปรับปรุงการตรวจจับใบหน้าที่ด้วยการจำลอง รูปแบบ Haar-like กับ ภาพสีซึ่งแตกต่างจากเดิมที่จะทำการตรวจจับเฉพาะภาพที่เป็น Gray scaled

C. N. Khac, J. H. Park and H. Y. Jung (2009) [13] ได้ศึกษาเรื่อง Face Detection using Variance based Haarlike feature and SVM งานวิจัยนี้พัฒนาระบบโดยใช้การนำเสนอการจำลอง รูปแบบ Haar-like แบบใหม่เรียกว่า Variance based Haar-like ทำการคำนวณหาความแปรปรวนและ ค่าเฉลี่ยของพื้นที่สี่เหลี่ยมที่ได้จากวิธี Integral image

N. J. Y. Lu, S. Tang and S. Goto (2010) [14] ได้ศึกษาเรื่อง Rapid Face Detection using a Multi-mode Cascade and Separate Haar Feature งานวิจัยนี้พัฒนาระบบโดยใช้การจำลอง รูปแบบ Haar-like แบบใหม่ ที่เรียกว่า Separate Haar Feature แนวความคิดของการจำลองรูปแบบ

Haar-like แบบใหม่คือไม่ต้องสนใจพื้นที่ระหว่างพื้นที่สีเหลี่ยมของการจำลองรูปแบบ Haar-like ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าใช้เวลาในการตรวจจับใบหน้าน้อยกว่าวิธีเดิม และยังมีความถูกต้องในการตรวจสอบใบหน้าอีกด้วย

รุสลี สุทธิวิรุณ และวิไลพร แซ่ลี่ (2554) [15] ได้ศึกษาเรื่องการตรวจจับใบหน้าด้วยวิธีการพื้นฐานของการจำลองรูปแบบ Haar-like Face Detection based-on Haar-like Features งานวิจัยนี้การรวบรวมและสรุปงานวิจัยที่มุ่งเน้นในการเพิ่มหรือปรับปรุง รูปร่างของการจำลองรูปแบบ Haar-like ซึ่งเป็ผลให้เพิ่มความเร็วและความแม่นยำในการตรวจจับใบหน้า หรือเพิ่ม ความสามารถในการตรวจจับใบหน้าในมุมมองอื่น ๆ นอกเหนือจากใบหน้าตรง

Gottumukkal, Rajkiran and Vijayan K. Asari. (2004) [16] ได้ทำการศึกษาเรื่อง An improved face recognition technique based on modular PCA approach ผลที่ได้จากการทดลองพบว่า ขั้นตอนวิธีการจำแนกใบหน้าขึ้นอยู่กับวิธี PCA แบบแยกส่วนจะนำเสนอในขั้นตอนวิธีนี้เสนอเมื่อเปรียบเทียบกับอัลกอริธึม PCA ทั่วไปจะมีอัตราการจดจำที่ดีขึ้น

สมปอง เวฬุวนาธร และสุพจน นิตยสุวัฒน์ (2553) [17] ได้ศึกษาเรื่องการรู้จำภาพใบหน้าด้วยการแยกคุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าและเฉพาะส่วนโดยใช้แบบจำลองเชิงเลขาคณิต พัฒนาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการรู้จำโดยใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหนารวมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้า (Local Face Feature) เพิ่มอีก 4 ส่วน คือ ตาซ้าย ตาขวา จมูก และปาก เป็ทั้งหมด 5 ส่วนเพื่อใช้ในการรู้จำให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สมปอง เวฬุวนาธร, สุพจน นิตยสุวัฒน์ (2554) [18] ได้ศึกษาเรื่องการรู้จำภาพใบหน้าโดยใช้หลายคุณลักษณะด้วยการประมวลผล กราฟแสดงค่าความถี่ของระดับความเข้ม พัฒนารวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการพิสูจน์ทราบตัวตน โดยการรู้จำภาพใบหน้า โดยใช้คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหนารวมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของใบหน้าอีก 4 ส่วน คือ ตาซ้าย ตาขวา จมูก และปาก โดยวิธีการเชิงเรขาคณิตในการหาตำแหน่งต่าง ๆ บนภาพใบหน้า เริ่มจากการหาตำแหน่งของตาทั้งสองข้าง จมูก และปาก

วิชฐ จันสด และคณะ (2556) [19] ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้า เพื่อให้ นักพัฒนาโปรแกรมได้นำไปใช้งานในการพัฒนารักษาความปลอดภัยของโปรแกรมได้ โดยตัวควบคุมนี้ใช้งานมีฟังก์ชันในการตรวจจับใบหน้า ด้วยเทคนิค Haar-like feature และมีฟังก์ชันในแสดงผลการรู้จำใบหน้าโดยอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

จากงานวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยได้นำแนวคิดในการพัฒนาแอปพลิเคชันมาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นการบันทึกข้อมูลการเขออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้า: กรณีศึกษาศาลจังหวัดอำนาจเจริญ

บทที่ 3

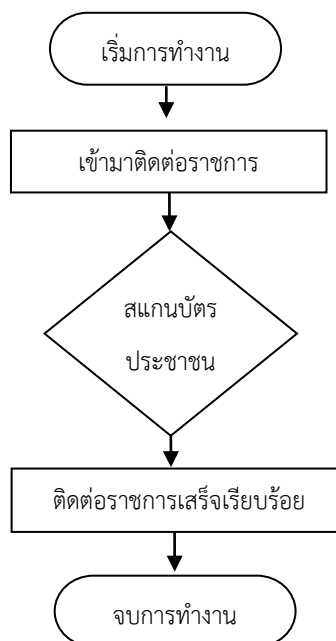
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำหลักการวิเคราะห์และออกแบบระบบโดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

- 3.1 การวิเคราะห์และออกแบบระบบงานเดิม
- 3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบงานใหม่
- 3.3 การออกแบบการกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram)
- 3.4 การออกแบบความสัมพันธ์ของข้อมูล (E-R Diagram)
- 3.5 การออกแบบพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary)
- 3.6 การออกแบบหน้าจอ (Graphic User Interface)
- 3.7 การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ Datalogging
- 3.8 การออกแบบการวิเคราะห์และการประเมินผล

3.1 การวิเคราะห์และออกแบบระบบงานเดิม

3.1.1 การออกแบบ flow Chart ของระบบงานเดิม



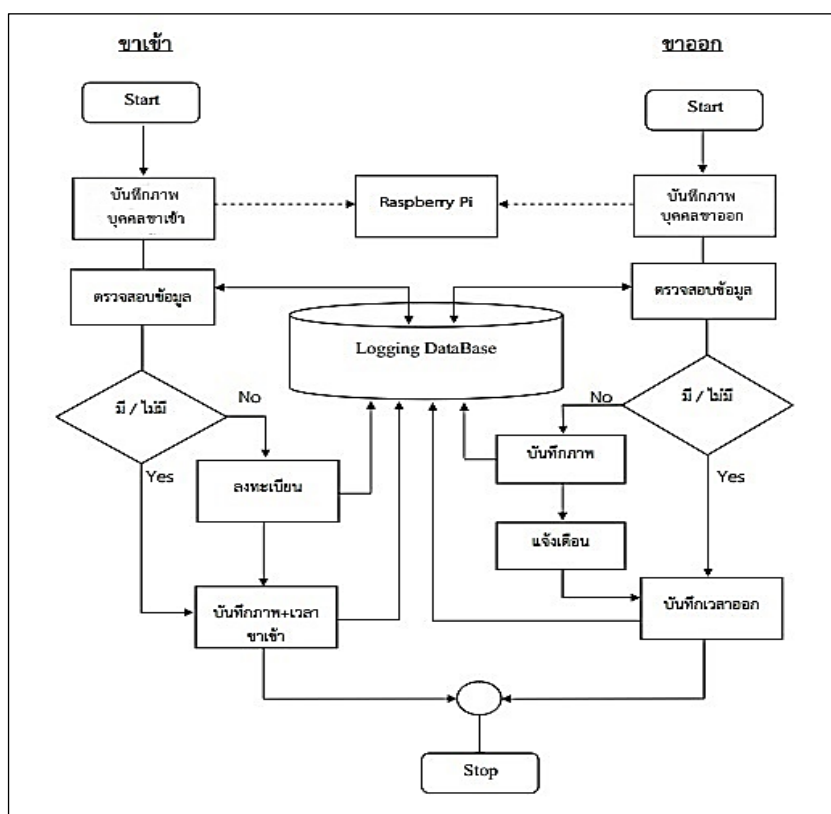
ภาพที่ 3.1 Flow Chart ของระบบงานเดิม

3.1.2 ขั้นตอนการทำงานระบบงานเดิม

การเข้าออกอาคารจะกำหนดให้เข้าออกทางเดียว ผู้มาติดต่อต้องเดินผ่านช่องตรวจอาวุธชนิดประตูก่อนที่จะเข้าไปในตัวอาคาร หลังจากนั้นเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยจะใช้เครื่องสแกนบัตรประจำตัวประชาชนและบันทึกข้อมูลผ่านโปรแกรม Thai ID Viewer v.1.5b เก็บข้อมูลผู้มาติดต่อ โดยเฉพาะเขาอย่างเดียว โปรแกรมจะเก็บข้อมูลสองส่วนคือข้อมูลรูปภาพและข้อมูลรายละเอียดของผู้มาติดต่อเป็นประเภทไฟล์ เช่น ชื่อ-นามสกุล ที่อยู่ วัน เดือน ปีเกิด เป็นต้น ข้อมูลของแต่ละคนจะถูกบันทึกในชื่อไฟล์ที่เพนรหัสบัตรประชาชน 13 หลักของวันที่ ที่ทำการบันทึกข้อมูลไว้ในไฟล์เตอร์เดียวกันทั้งหมด หลังจากทำการบันทึกข้อมูลเรียบร้อยแล้วเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยจะอนุญาตให้ผ่านไปยังส่วนงานที่จะเข้าไปติดต่อราชการได้ ส่วนขาออกผู้มาติดต่อสามารถเดินผ่านช่องตรวจอาวุธชนิดประตูก่อออกไปได้จะไม่มีสแกนบัตรประจำตัวประชาชนอีกครั้ง

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบงานใหม่

3.2.1 การออกแบบ Flow Chart ของระบบงานใหม่



ภาพที่ 3.2 Flow Chart ของระบบงานใหม่

3.2.2 ขั้นตอนบันทึกภาพขาเข้า

เริ่มจากบันทึกภาพบุคคลขาเข้า ด้วยกล้องเว็บแคม ที่ต่อพ่วงกับบอร์ดราสเบอร์รี่ พาย แล้วตรวจสอบข้อมูลกับฐานข้อมูลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ว่าลงทะเบียนภาพในระบบหรือไม่ ถ้าได้ลงทะเบียนไว้ระบบและทำการบันทึกเวลาขาเข้า ถ้าบุคคลนั้นยังไม่ได้ลงทะเบียนจะต้องทำการลงทะเบียนภาพเข้าไปในระบบก่อน ระบบจึงจะทำการบันทึกเวลาขาเข้า

3.2.3 ขั้นตอนบันทึกภาพขาออก

เริ่มจากบันทึกภาพบุคคลขาออกด้วยกล้องเว็บแคม ที่ต่อพ่วงกับบอร์ดราสเบอร์รี่ พาย ส่งไปประมวลผลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ถ้าภาพตรงกับที่ได้ลงทะเบียนเอาไว้จะบันทึกเวลาขาออกลงในฐานข้อมูล กรณีถ้าไม่มีในฐานข้อมูลระบบจะทำการบันทึกเวลาและทำการแจ้งเตือนกลับไปยังบอร์ดราสเบอร์รี่ พาย

3.2.4 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลประมวลผล

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลภาพใบหน้าเจ้าหน้าที่ศาลจังหวัดอำนาจเจริญ ขนาด 480x360 พิกเซล จำนวน 400 ภาพ มีทั้งหญิงและชาย หนึ่งคนมีหลายภาพแต่ละคนมีจำนวนภาพเท่ากัน บางภาพมีการแสดงอารมณ์ทางใบหน้าเช่น ยิ้ม หัวเราะ และพูด เป็นต้น เป็นภาพโทนสี นำภาพทั้งหมดมาประมวลผล จากนั้น ใช้ฟังก์ชันในการตรวจจับใบหน้า (Face detection) ด้วยเทคนิค Haar-like feature และมีฟังก์ชันในแสดงผลการรู้จำใบหน้า (Face recognition) โดยอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักหรือ PCA การทำงานของตัวระบบนี้ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอนหลักคือสว่นของการเรียนรู้ (Training phase) และสว่นของการนำไปใช้งาน (Working phase)

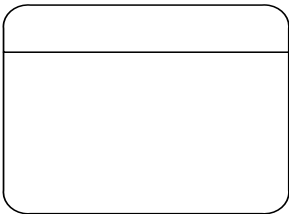
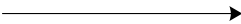
3.3 การออกแบบการกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram)

แผนภาพแสดงกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) เป็นแผนภาพที่มีการวิเคราะห์แบบมีโครงสร้าง โดยแผนภาพกระแสข้อมูลนี้ใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบงาน แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโปรเซสและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ซึ่งข้อมูลในแผนภาพทำให้ทราบถึง

- (1) ข้อมูลมาจากที่ไหน
- (2) ข้อมูลส่งไปที่ไหน
- (3) ข้อมูลจัดเก็บที่ใด
- (4) เกิดเหตุการณ์ใดกับข้อมูลในระหว่างกระบวนการทำงาน

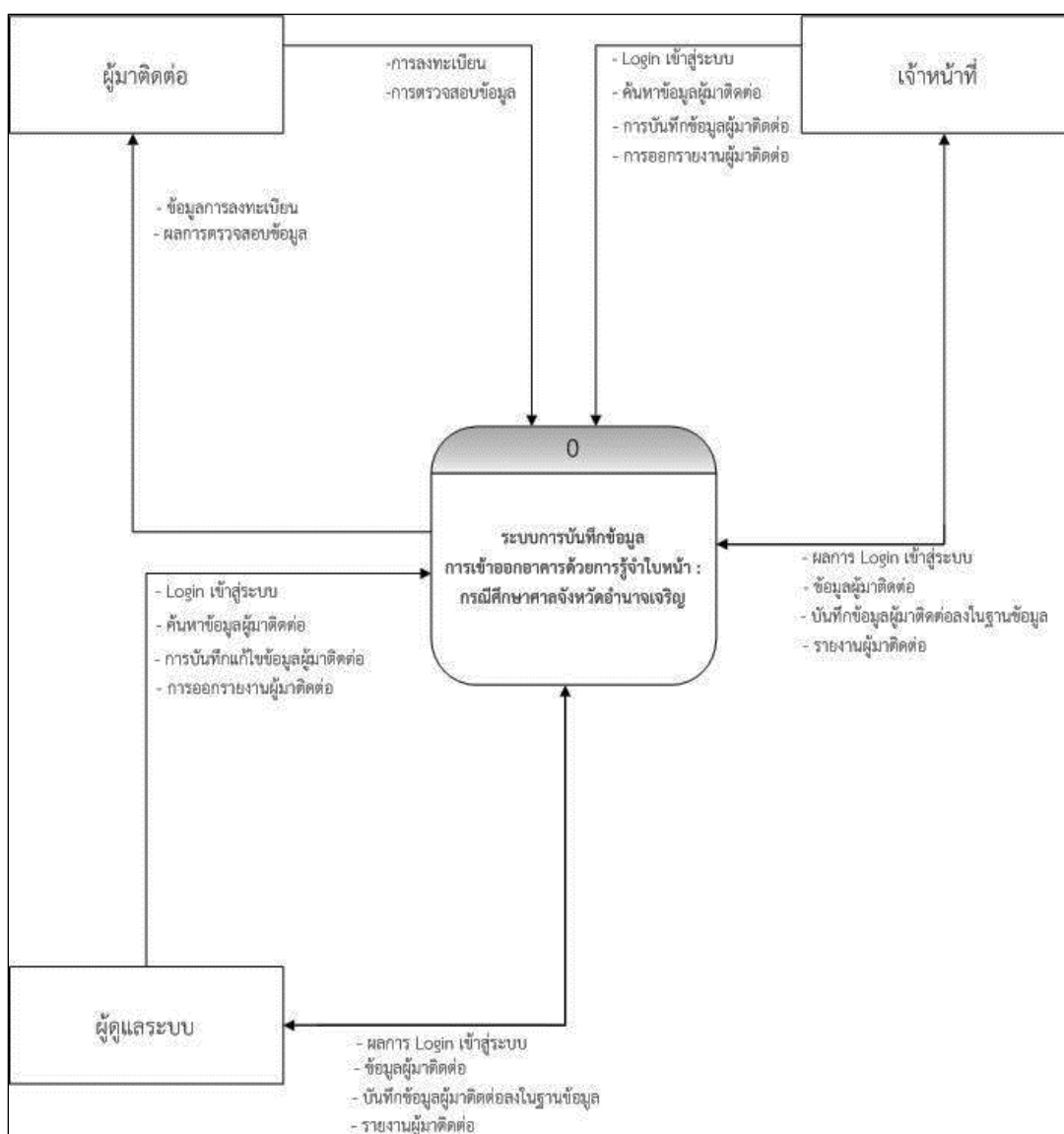
สัญลักษณ์ในการสร้างแผนภาพกระแสข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะใช้แบบ Gane and Sarson [20] ซึ่งมีรูปแบบแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สัญลักษณ์แผนภาพกระแสข้อมูลแบบ Gane and Sarson

ชื่อสัญลักษณ์	สัญลักษณ์	ความหมาย
Entity		บุคคล, หน่วยงาน หรือระบบงานภายนอก
Process		การประมวลผล
Data Store		การเก็บข้อมูล
Data Flow		เส้นทางการไหลของข้อมูล

3.3.1 ภาพรวมของระบบ (Context Diagram)

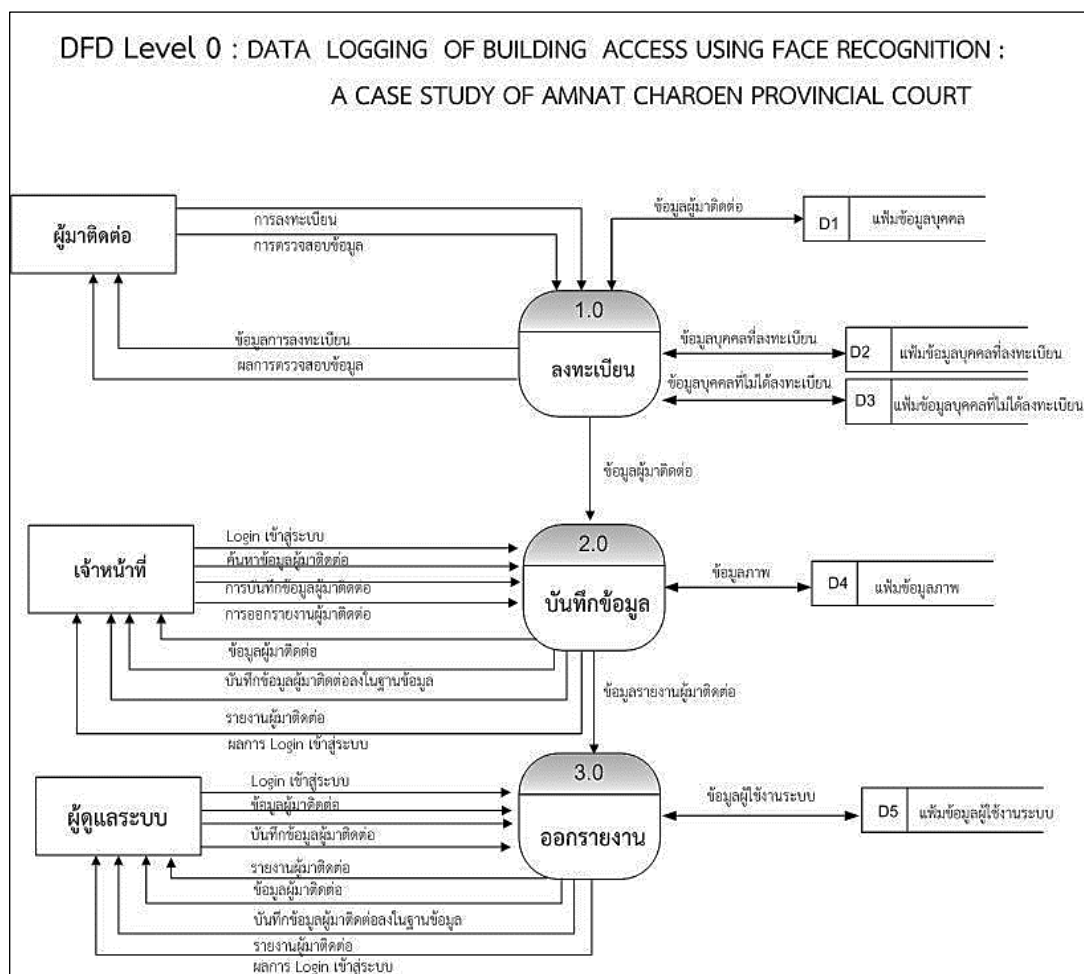
เป็นแผนภาพกระแสข้อมูลชั้นบนสุดที่แสดงภาพรวมการทำงานของระบบที่มีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมภายนอกระบบ โดยแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของกระบวนการการทำงานทั้งหมดที่มีอยู่ภายในว่ามีขั้นตอนใดบ้าง แผนภาพ Context Diagram แสดงในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 แผนภาพ Context Diagram ของระบบ

3.3.2 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 0 (Data Flow Diagram Level 0)

DFD Level 0 เป็นการแตกรายละเอียด โดยจะแสดงถึงโปรเซสหลัก ๆ และผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบ รวมถึงการเก็บข้อมูลต่าง ๆ ในแต่ละโปรเซส โดยแสดงในภาพที่ 3.4

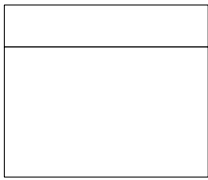
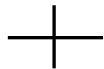
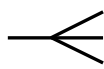
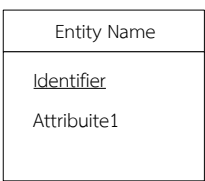
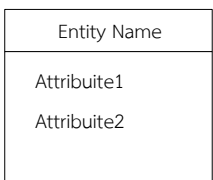


ภาพที่ 3.4 แผนภาพ Data Flow Diagram Level 0 ของระบบ

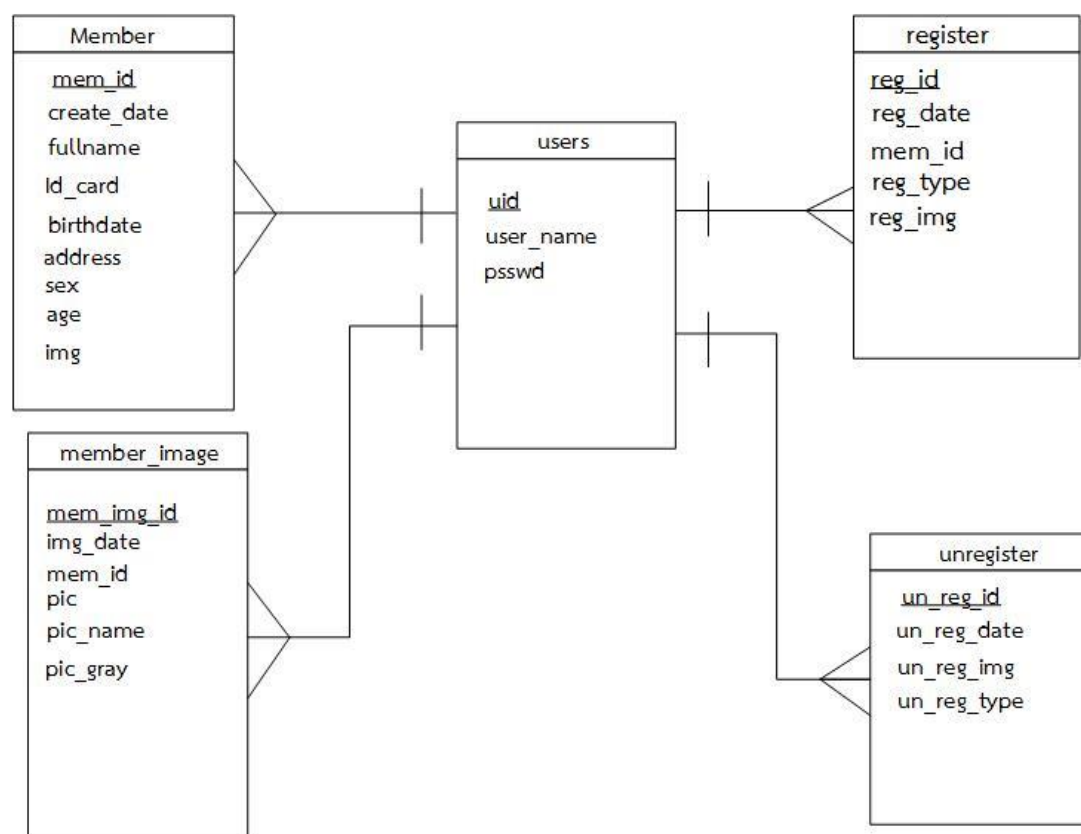
3.4 การออกแบบความสัมพันธ์ของข้อมูล (E-R Diagram)

การออกแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์โดยใช้ E-R Diagram (Entity Relationship Diagram) ซึ่งเป็นเครื่องมือในการนำเสนอโครงสร้างของฐานข้อมูลในระดับความคิด (Conceptual Level) ให้ออกมาในลักษณะของแผนภาพ (Diagram) เพื่อที่จะสื่อความหมายระหว่างนักออกแบบฐานข้อมูลและนักพัฒนาระบบให้ง่ายต่อความเข้าใจ ในงานวิจัยนี้ได้ใช้รูปแบบ Crow's Foot Model [21] ซึ่งใช้สัญลักษณ์แสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สัญลักษณ์ในการออกแบบ E-R Diagram ในรูปแบบ Crow's Foot Model

สัญลักษณ์ Crow's Foot Model	ความหมาย
	เอนทิตี (Entity) หรือ กลุ่มข้อมูล
	Relationship Line เส้นเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี
	Relationship ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีแบบต่อหนึ่ง
	Relationship ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีแบบต่อกลุ่ม
	การกำหนดคีย์หลัก (Primary Key) ด้วยการขีดเส้นใต้ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่ซ้ำกัน
	การกำหนดแอตทริบิวต์ให้กับเอนทิตี

3.4.1 แผนภาพ E-R Diagram การพัฒนาระบบการบันทึกข้อมูลการเขออกอาคารด้วยการรจําใบหนา: กรณีสํศาสลจํหวดํานาจเจรญ



ภาพที่ 3.5 แผนภาพ E-R Diagram ของระบบการบันทึกข้อมูลการเขออกอาคารด้วยการรจําใบหนา

3.5 การออกแบบพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary)

พจนานุกรมข้อมูลเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการจัดเก็บข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่ แสดงรายละเอียดตารางข้อมูลต่าง ๆ ในฐานข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย ชื่อข้อมูล คำอธิบายข้อมูล ชนิดข้อมูล และ ขนาดข้อมูล โดยในงานวิจัยนี้สามารถออกแบบพจนานุกรมข้อมูลได้ดังตารางที่ 3.3 ถึง ตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.3 พจนานุกรมข้อมูลบุคคล (Member)

Field Name	Field Type	Size (Bytes)	Description
mem_id(PK)	Integer	11	ลำดับที่
create_date	datetime		วันที่
fullname	Varchar	200	ชื่อ-นามสกุล
id_card	Varchar	30	หมายเลขบัตรประชาชน
birthdate	Varchar	100	วัน เดือน ปี เกิด
address	text		ที่อยู่
sex	sex	10	เพศ
age	Varchar	10	อายุ
img	Varchar	100	รูปภาพบุคคล

ตารางที่ 3.4 พจนานุกรมข้อมูลผู้ใช้งาน (Users)

Field Name	Field Type	Size (Bytes)	Description
uid(PK)	Integer	11	รหัสผู้ใช้งาน
user_name	Varchar	50	รายชื่อผู้ใช้งาน
psswd	Varchar	50	รหัสผ่าน

ตารางที่ 3.5 พจนานุกรมข้อมูลการเปรียบเทียบภาพบุคคล (member_image)

Field Name	Field Type	Size (Bytes)	Description
mem_img_id(PK)	Integer	11	รหัสข้อมูลภาพบุคคล
img_date	datetime		เวลาบันทึกภาพ
mem_id	Integer	11	ลำดับที่
pic	Varchar	100	รูปภาพฐานข้อมูล
pic_gray	Varchar	100	รูปภาพที่เปรียบเทียบ
pic_name	Varchar	100	ชื่อไฟล์รูปภาพ

ตารางที่ 3.6 พจนานุกรมข้อมูลภาพที่ลงทะเบียน (register)

Field Name	Field Type	Size (Bytes)	Description
<u>reg_id</u> (PK)	Integer	11	รหัสข้อมูลภาพ
reg_date	datetime		บันทึกเวลาขาออก
mem_id	Integer	11	ลำดับที่
reg_type	Varchar	10	สถานะ
reg_img	Varchar	100	ภาพที่ลงทะเบียนไว้

ตารางที่ 3.7 พจนานุกรมข้อมูลภาพบุคคลที่ไม่ได้ลงทะเบียน (unregister)

Field Name	Field Type	Size (Bytes)	Description
<u>un_reg_id</u> (PK)	Integer	11	รหัสประเภทข้อมูลที่ค้น
un_reg_date	datetime		เวลาที่บันทึก
un_reg_img	Varchar	100	รูปภาพที่บันทึก
un_reg_type	Varchar	10	สถานะที่บันทึก

3.6 การออกแบบหน้าจอ (Graphical User Interface)

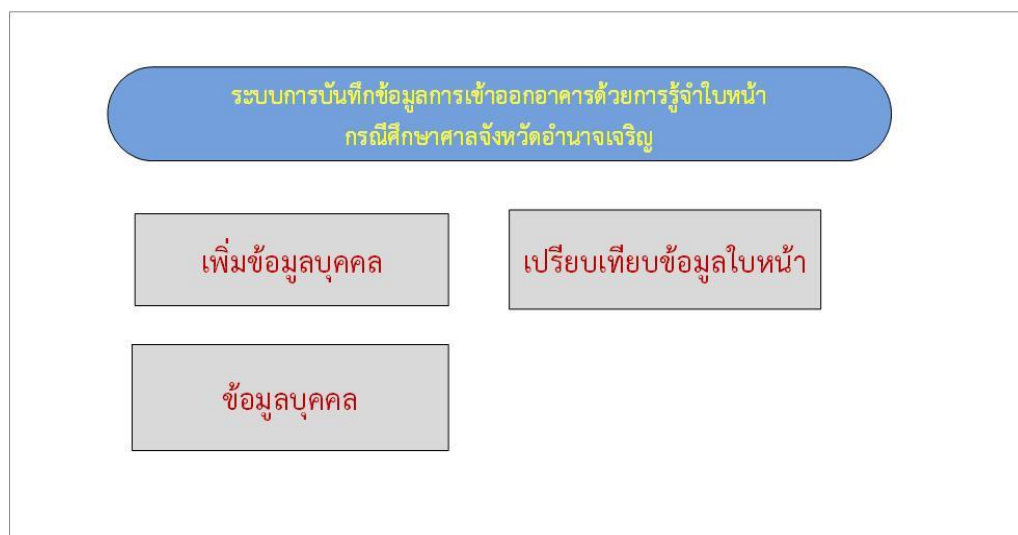
ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบหน้าจอหลักในส่วนโปรแกรมประมวลผลภาพที่ฝั่งเครื่องคอมพิวเตอร์ดังนี้

3.6.1 หน้าจอล็อกอินเข้าสู่โปรแกรม ดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 การออกแบบหน้าจอล็อกอินเข้าสู่โปรแกรม

3.6.2 หน้าจอเมนูหลักของโปรแกรม โดยหน้าจอนี้จะแสดงเมนูดังนี้ 1) เมนูเพิ่มข้อมูลบุคคล 2) เมนูข้อมูลบุคคล 3) เมนูเปรียบเทียบข้อมูลใบหน้า ดังภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 การออกแบบหน้าจอเมนูหลักของโปรแกรม

3.6.3 หน้าจอการลงทะเบียน โดยในหน้าจอการนี้จะใช้เมนูเพิ่มข้อมูลภาพบุคคลโดยจับภาพใบหน้าและสแกนบัตรประจำตัวประชาชนเพื่อดึงข้อมูล หมายเลขบัตร ชื่อ นามสกุล ทำการบันทึกลงในฐานข้อมูลดังภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 การออกแบบหน้าจอแสดงการลงทะเบียน

3.6.4 หน้าจอการตรวจสอบข้อมูลบุคคล โดยในหน้าจอการนี้จะตรวจสอบข้อมูลภาพจากกล้อง มาเปรียบเทียบกับภาพในฐานข้อมูล จึงออกแบบหน้าจอให้สามารถดูผลลัพธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบ ดังแสดงในภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 การออกแบบหน้าจอการเปรียบเทียบข้อมูลใบหน้าบุคคล

3.7 การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ Datalogging

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบหน้าจอหลักที่เขียนด้วยภาษา PHP ดังนี้

3.7.1 หน้าจอล็อกอินเข้าสู่โปรแกรม ดังภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 การออกแบบหน้าจอล็อกอินเข้าสู่ระบบรายงาน

3.7.2 หน้าจอนี้เป็นการแสดงรายงานการเข้า ออกอาคาร โดยในหน้าจอการนี้ จะแสดงผลผ่านเว็บไซต์ จึงออกแบบหน้าจอให้แสดงรายละเอียดต่าง ดังแสดงในภาพที่ 3.11

ภาพที่ 3.11 การออกแบบหน้าจอการรายงานเข้า ออกอาคาร

3.8 การออกแบบการวิเคราะห์และการประเมินผล

ทำการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลการทดลองตามเกณฑ์การประเมินผล โดยแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบดังนี้

3.8.1 การวัดประสิทธิภาพความถูกต้องของระบบ

ในการวัดประสิทธิภาพระบบการบันทึกข้อมูลการเข้าออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้า: กรณีศึกษาศาลจังหวัดอำนาจเจริญ คือวัดจากเวลาตอบสนองจะใช้เวลาเปรียบเทียบจากข้อมูลภาพบุคคลที่มีอยู่ในระบบ และความถูกต้องแม่นยำของระบบ

$$\text{อัตราการรู้จำ} = \frac{\text{จำนวนภาพที่รู้จำที่ถูกต้อง}}{\text{จำนวนใบหน้าทั้งหมด}} \times 100$$

3.8.2 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ผู้วิจัยได้แบ่งประเภทของผู้ใช้งานเป็น 2 ประเภท คือ ผู้ใช้ทั่วไป และ ผู้เชี่ยวชาญ โดยให้ทดสอบใช้งานระบบ แล้วตอบแบบสอบถาม ซึ่งมีเกณฑ์การวัดค่าความพึงพอใจ 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert Scale) [22] ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

5 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก

- 3 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด
- จากนั้นกำหนดเกณฑ์ในการแปลค่าของคะแนนดังนี้
- 4.50 - 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับดีมาก
- 3.50 - 4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับดี
- 2.50 - 3.40 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
- 1.50 - 2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย
- 1.00 - 1.49 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

บทที่ 4

ผลการดำเนินการวิจัย

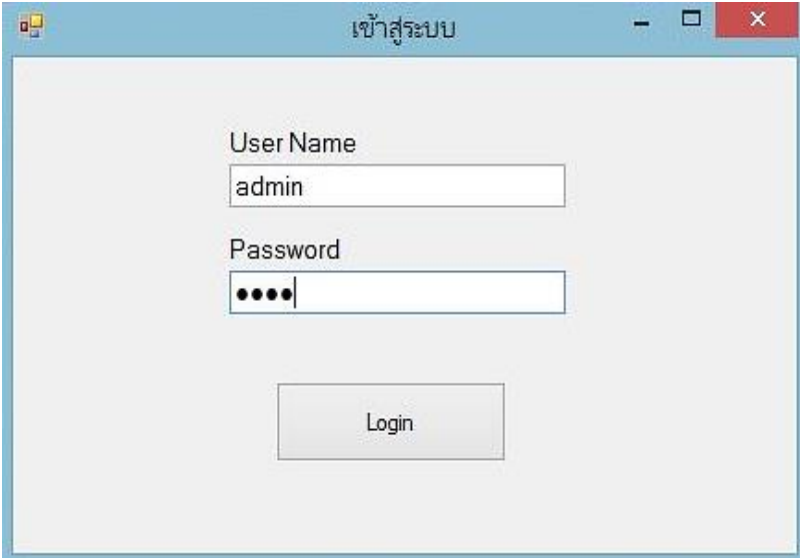
งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการบันทึกข้อมูลการเขออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้าโดยใช้เทคนิค Haar-like feature ร่วมกับการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์และออกแบบระบบตามหลักวิศวกรรมซอฟต์แวร์ โดยพัฒนาเป็นแอปพลิเคชันที่สามารถนำมาใช้ในการทดสอบและประเมินผลได้ดังต่อไปนี้

- 4.1 การพัฒนาระบบการบันทึกข้อมูลการเขออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้า
- 4.2 การทดสอบระบบการบันทึกข้อมูลการเขออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้า
- 4.3 ผลการวัดประสิทธิภาพความถูกต้องของระบบ
- 4.4 สรุปผลการดำเนินการวิจัย

4.1 การพัฒนาระบบการบันทึกข้อมูลการเขออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้า

4.1.1 การลงลื้อคอินเข้าสู่โปรแกรม

หน้าจอแสดงการเข้าใช้งานโปรแกรมระบบบันทึกข้อมูลการเขออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้า ดังภาพที่ 4.1



The image shows a Windows-style login window titled "เข้าสู่ระบบ" (Login). It has a light gray background and a blue border. Inside, there are two text input fields. The first is labeled "User Name" and contains the text "admin". The second is labeled "Password" and contains four black dots. Below these fields is a rectangular button labeled "Login". The window has standard Windows window controls (minimize, maximize, close) in the top right corner.

ภาพที่ 4.1 หน้าจอการลื้อคอินเข้าสู่โปรแกรม

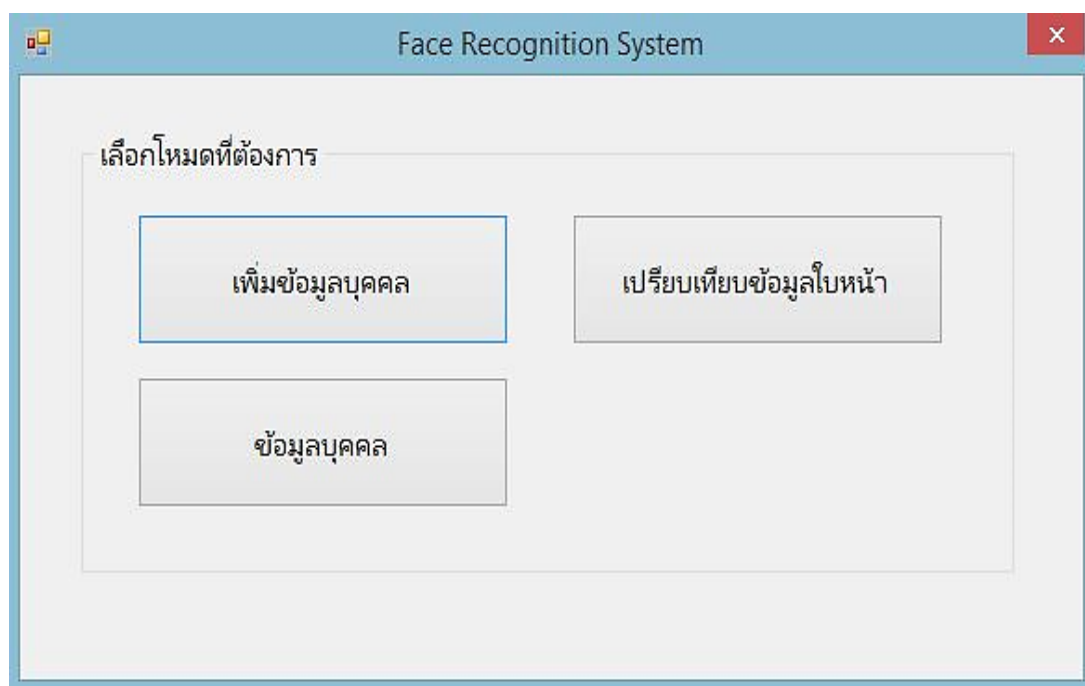
1	using MySql.Data.MySqlClient;
2	namespace Realtime_Face_Recognition
3	{
4	public partial class frmLogin : Form
5	{
6	public frmLogin()
7	{
8	InitializeComponent();
9	}
10	MySqlConnection connection;
11	private void ConnectHost()
12	{
13	string ConnectionString = String.Format("server={0};user id={1};
14	password={2}; database="" + ConfigHost.DatabaseName + "; CharSet=tis620
15	; pooling=false", ConfigHost.ServerName, ConfigHost.ServerUser,
16	ConfigHost.ServerPassword);
17	connection = new MySqlConnection(ConnectionString);
18	connection = new MySqlConnection(ConnectionString);
19	if (connection.State == ConnectionState.Open)
20	{
21	connection.Close();
22	}
23	}
24	}

ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างโค้ดหน้าจอการล็อกอินเข้าสู่โปรแกรม

จากภาพที่ 4.2 สามารถอธิบายตัวอย่างโค้ดได้ ดังนี้ บรรทัดที่ 1-21 แสดงการกำหนดค่าการใช้งานของผู้ดูแลระบบ

4.1.2 หน้าจอเมนูหลักของโปรแกรม

หน้าจอแสดงเมนูหลักในการใช้งานโปรแกรมระบบบันทึกข้อมูลการเข้าออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้ามีเมนูเข้าใช้งานโปรแกรกดังต่อไปนี้คือ 1) เมนูเพิ่มข้อมูลบุคคลใช้ในการเพิ่มข้อมูลชื่อ นามสกุล หมายเลขบัตรประชาชน วันเดือนปีเกิด อายุ ที่อยู่ รูปภาพ 2) เมนูข้อมูลบุคคลใช้ในการเพิ่มลบข้อมูลบุคคล ค้นหา แสดงรายละเอียดบุคคล 3) เมนูเปรียบเทียบข้อมูลใบหน้าใช้ในการเปรียบเทียบใบหน้าบุคคลในฐานข้อมูลบุคคลในระบบ ดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 เมนูหลักในการใช้งานโปรแกรม

1	namespace Realtime_Face_Recognition
2	{
3	public partial class SelectMode : Form
4	{
5	public SelectMode()
6	{
7	InitializeComponent();
8	}
9	private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
10	{
11	TrainFace frm = new TrainFace();
12	frm.Show();
13	this.Hide();
14	}
15	private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
16	{
17	FaceRecognition frm = new FaceRecognition();
18	frm.Show();
19	this.Hide();
20	}
21	private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
22	{
23	ViewStudent frm = new ViewStudent();
24	frm.Show();
25	this.Hide();

ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างโค้ดเมนูหลักในการใช้งานโปรแกรม

จากภาพที่ 4.4 สามารถอธิบายตัวอย่างโค้ดได้ ดังนี้ บรรทัดที่ 1–25 แสดงส่วนของการกำหนดค่าต่าง ๆ ของโปรแกรม ได้แก่ เมนูเพิ่มข้อมูลบุคคล เมนูเปรียบเทียบข้อมูลใบหน้า เมนูข้อมูลบุคคล

4.1.3 การเพิ่มข้อมูลบุคคล

เป็นหน้าจอที่แสดงการเพิ่มข้อมูลบุคคลลงทะเบียนเก็บไว้ในฐานข้อมูลในระบบการเข้าออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้าโดยเริ่มจากขั้นตอนดังนี้ คลิกปุ่มถ่ายภาพ โปรแกรมจะทำการจับภาพใบหน้าและตีกรอบสีแดง แล้วโปรแกรมจะทำการตัดเอาเฉพาะใบหน้ามาตรวจสอบกับฐานข้อมูลลำดับถัดไปให้คลิกปุ่มอ่านบัตรประชาชน โปรแกรมจะทำการอ่านข้อมูลรหัสบัตรประชาชน ชื่อ นามสกุล เพศ วันเดือนปีเกิด อายุ ที่อยู่ จากบัตรประชาชนโดยอ่านข้อมูลผ่านเครื่อง Smart Card Reader เสร็จแล้วโปรแกรมจะให้คลิกปุ่มบันทึกข้อมูล ดังภาพที่ 4.5

เพิ่มข้อมูลบุคคล

1. ถ่ายภาพ

2. ตรวจสอบภาพใบหน้า :

ข้อมูลส่วนบุคคล

รหัสบัตรประชาชน :

ชื่อ-สกุล :

เพศ อายุ

ชาย

ที่อยู่

4. บันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูล

ปิดหน้าต่าง

ภาพที่ 4.5 การเพิ่มข้อมูลบุคคล

1	//Trained face counter
2	ContTrain = ContTrain + 1;
3	//Get a gray frame from capture device
4	gray = grabber.QueryGrayFrame().Resize(imageBox1.Width, imageBox1.Height,
5	Emgu.CV.CvEnum.INTER.CV_INTER_CUBIC);
6	//Face Detector
7	MCvAvgComp[][] facesDetected = gray.DetectHaarCascade(
8	face,
9	1.2,
10	10,
11	Emgu.CV.CvEnum.HAAR_DETECTION_TYPE.DO_CANNY_PRUNING,
12	new Size(20, 20));
13	//Action for each element detected
14	foreach (MCvAvgComp f in facesDetected[0])
15	{
16	TrainedFace = currentFrame.Copy(f.rect).Convert<Gray, byte>();
	break;

ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างโค้ดการเพิ่มข้อมูลบุคคล

17	private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
18	{
19	try
20	{
21	groupBox3.Text = "Reading...";
22	Refresh();
23	Personal personal = idcard.readAll();
24	if (personal != null)
25	{
26	txtID.Text = personal.Citizenid;
27	txtBd.Text = personal.Birthday.ToString("dd/MM/yyyy");
28	if (personal.Sex == "1")
29	{
30	txtSex.Text = "ชาย";
31	}
32	else
33	{
34	txtSex.Text = "หญิง";
35	}
36	txtAge.Text = calculateAge(personal.Birthday.ToString("yyyyMMdd"));
37	txtName.Text = personal.Th_Prefix + personal.Th_Firstname + " " +
38	personal.Th_Lastname;
39	txtAdress.Text = personal.Address;
40	}

ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างโค้ดการเพิ่มข้อมูลบุคคล (ต่อ)

จากภาพที่ 4.6 สามารถอธิบายตัวอย่างโค้ดได้ ดังนี้ บรรทัดที่ 1-16 แสดงการกำหนดค่าในการถ่ายภาพใบหน้า แล้วทำการบันทึกลงในฐานข้อมูลบุคคล และบรรทัดที่ 17-40 ส่วนนี้จะแสดงการกำหนดค่าการอ่านข้อมูลบัตรประชาชน เช่น หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน ชื่อ นามสกุล เพศ วัน เดือน ปี เกิด อายุ ที่อยู่ และทำการบันทึกจัดเก็บลงในฐานข้อมูล

4.1.4 การแสดงข้อมูลบุคคล

เป็นหน้าจอที่แสดงรายละเอียดข้อมูลบุคคลที่ได้ทำการลงทะเบียนเก็บไว้ในฐานข้อมูลในระบบการเข้าออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้า ส่วนนี้จะเป็นส่วนการแสดงผลข้อมูลบุคคลที่ได้เพิ่มเข้าไปในระบบ จะแสดงรายการดังนี้ หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน ชื่อ นามสกุล เพศ วัน เดือน ปี เกิด อายุ ที่อยู่ รูปภาพใบหน้าและสามารถค้นหา บันทึก หรือลบ แก้ไขข้อมูลบุคคลได้ ดังภาพที่ 4.7

The screenshot shows a software window titled "ข้อมูลบุคคล" (Personnel Information). It contains a table with the following data:

ชื่อ-สกุล	บัตรประชาชน
นายชัชวาลย์ บุตรมาศ	3341600151487
นายชัชวาลย์ บุตรมาศ	3341600151487
นายชัชวาลย์ บุตรมาศ	3341600151487
นายชัชวาลย์ บุตรมาศ	3341600151487

Below the table is a search bar labeled "ค้นหา:". To the right of the table is a photo of a man and two buttons: "บันทึก" (Save) and "ลบ" (Delete). Below the photo is a form titled "ข้อมูลบุคคล" (Personnel Information) with the following fields:

- รหัสบัตรประชาชน: นายชัชวาลย์ บุตรมาศ
- ชื่อ-สกุล: 3341600151487
- วันเกิด: 06/08/2521
- อายุ: 39
- ปี: (empty)
- เพศ: ชาย (selected from a dropdown menu)
- ที่อยู่: 149 หมู่ที่ 2 ตำบลคึมใหญ่ อำเภอมือง อำนาจเจริญ จังหวัดอำนาจเจริญ

ภาพที่ 4.7 ข้อมูลบุคคล

1	private void showData()
2	{
3	ConnectHost();
4	string query = "SELECT * FROM member";
5	MySqlCommand command = new MySqlCommand(query, connection);
6	MySqlDataAdapter adapter = new MySqlDataAdapter(command);
7	DataTable data = new DataTable();
8	adapter.Fill(data);
9	DGV.DataSource = data;
10	DGV.Columns[0].Visible = false;
11	DGV.Columns[4].Visible = false;
12	DGV.Columns[5].Visible = false;
13	DGV.Columns[6].Visible = false;
14	DGV.Columns[1].Visible = false;
15	DGV.Columns[7].Visible = false;
16	DGV.Columns[8].Visible = false;
17	DGV.Columns[2].HeaderText = "ชื่อ-สกุล";
18	DGV.Columns[3].HeaderText = "บัตรประชาชน";
19	DGV.Columns[2].Width = 200;
20	DGV.Columns[3].Width = 200;
21	connection.Close();

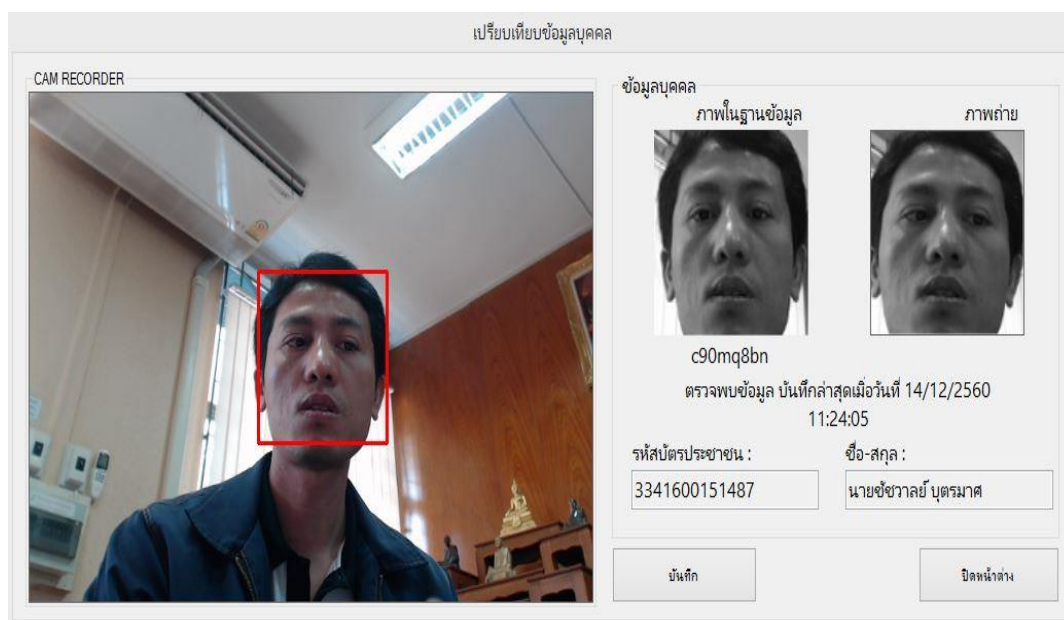
ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างโค้ดแสดงข้อมูลบุคคล

จากภาพที่ 4.8 สามารถอธิบายตัวอย่างโค้ดได้ดังนี้ บรรทัดที่ 1-21 กำหนดค่าการเพิ่มรายละเอียดข้อมูลบุคคลที่มีอยู่ในฐานข้อมูลทั้งหมด เช่น หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน ชื่อ นามสกุล เพศ วัน เดือน ปี เกิด อายุ ที่อยู่ รูปภาพใบหน้า

4.1.5 การแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลบุคคล

เป็นหน้าจอที่แสดงรายละเอียดการเปรียบเทียบข้อมูลบุคคลที่ได้ทำการลงทะเบียนเก็บไว้ในฐานข้อมูลในระบบการเข้าออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้า ส่วนนี้โปรแกรมจะทำการจับภาพใบหน้า ตีกรอบสีแดงและจับเอาเฉพาะใบหน้ามาเปรียบกับใบหน้าในฐานข้อมูล ถ้าภาพใบหน้าตรงกับ

ฐานข้อมูลโปรแกรมจะแสดงข้อมูลชื่อ นามสกุล หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน และทำการบันทึกวัน เดือน ปี และเวลาและรูปภาพใบหน้าลงในระบบฐานข้อมูลบุคคลในคอมพิวเตอร์ ดังภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 การเปรียบเทียบข้อมูลบุคคล

```

1 private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
2 {
3     ConnectHost();
4     if (MemID != 0)
5     {
6         //Write the number of triained faces in a file text for further load
7         //File.WriteAllText(ConfigHost.PathTraining + "TrainedLabels.txt",
8         trainingImages.ToArray().Length.ToString() + "%");
9         //Write the labels of triained faces in a file text for further load
10        string picName = "";
11        string picName2 = "";
12        for (int i = 1; i < trainingImages.ToArray().Length + 1; i++)
13        {
14            picName = "face" + i + ".bmp";
15            picName2 = pic_code + ".bmp";
16            //trainingImages.ToArray()[i - 1].Save(ConfigHost .PathTraining + "face" + i +
17            ".bmp");
18            trainingImages.ToArray()[i - 1].Save(ConfigHost.PathImg + pic_code + ".bmp");
19            //File.AppendAllText(ConfigHost.PathTraining + "TrainedLabels.txt",
20            labels.ToArray()[i - 1] + "%");
21        }
22    }

```

ภาพที่ 4.10 ตัวอย่างโค้ดการเปรียบเทียบข้อมูลบุคคล

```

23 // Insert to log
24 string sql_insert_log = "INSERT INTO register (reg_date, mem_id, reg_type,
25 reg_img)";
26 sql_insert_log += "VALUES (" + DateTime.Now.ToString("yyyy-MM-dd
27 HH:mm:ss",USCulture) + "," + MemID + "','out','" + picName2 + ")";
28 MySqlCommand cmd_insert_log = new MySqlCommand(sql_insert_log,
29 connection);
30 cmd_insert_log.ExecuteNonQuery();
31 // Insert New Image to Set
32 string sqlInsertImage = "INSERT INTO member_image
33 (img_date,mem_id,pic,pic_gray,pic_name)";
34 sqlInsertImage += "VALUE (" + DateTime.Now.ToString("yyyy-MM-dd
35 HH:mm:ss",USCulture) + "," + MemID + "," + picName2 + "," + picName + "," +
36 + pic_code + ")";
37 MySqlCommand cmd_img = new MySqlCommand(sqlInsertImage, connection);
38 cmd_img.ExecuteNonQuery();
39 }

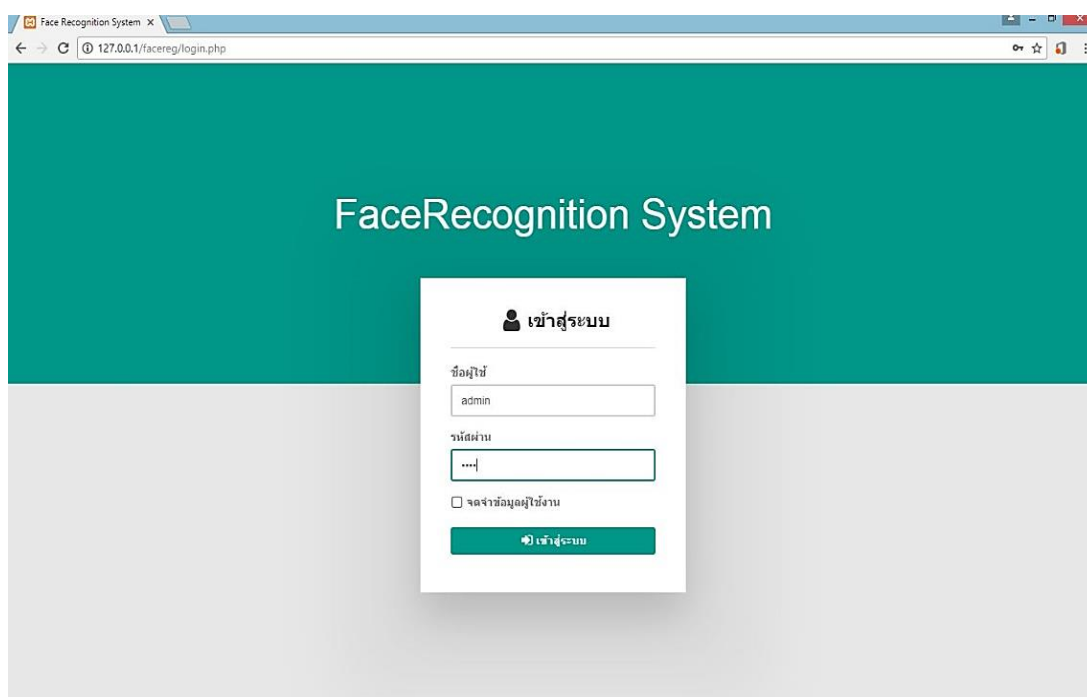
```

ภาพที่ 4.10 ตัวอย่างโค้ดการเปรียบเทียบข้อมูลบุคคล (ต่อ)

จากภาพที่ 4.10 สามารถอธิบายตัวอย่างโค้ดได้ ดังนี้ บรรทัดที่ 1-22 ส่วนนี้จะแสดงการกำหนดค่าต่าง ๆ ในการเปรียบเทียบใบหน้าบุคคล และบรรทัดที่ 23-39 ส่วนนี้จะกำหนดค่าการบันทึก วัน เดือน ปี เวลา และรูปภาพใบหน้าจัดเก็บในฐานข้อมูล

4.1.6 การแสดงการเข้าสู่ระบบรายงานการเข้าออกอาคาร

เป็นหน้าจอที่แสดงรายละเอียดรายงานการเข้าออกอาคารที่ได้ทำการบันทึกเก็บไว้ในฐานข้อมูลในระบบการเข้าออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้า ส่วนนี้จะเป็นหน้าจอล็อกอินเข้าสู่ระบบรายงานการเข้าออกอาคารผ่านเว็บไซต์ ดังภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 การเข้าสู่ระบบรายงาน

1	</head>
2	<body>
3	<section class="material-half-bg">
4	<div class="cover"></div>
5	</section>
6	<section class="login-content">
7	<div class="logo">
8	FaceRecognition System
9	</div>
10	<div class="login-box">
11	<form class="login-form" action="code/login.php" method="post">
12	<h3 class="login-head"><i class="fa fa-lg fa-fw fa-user"></i>เข้าสู่ระบบ</h3>
13	<div class="form-group">
14	<label class="control-label">ชื่อผู้ใช้</label>
15	<input class="form-control" name="username" type="text" placeholder="ชื่อผู้ใช้งาน" autofocus>
16	</div>
17	<div class="form-group">
18	<label class="control-label">รหัสผ่าน</label>
19	<input class="form-control" name="pass" type="password" placeholder="รหัสผ่าน">
20	</div>
21	</div>
22	</div>
23	</div>

ภาพที่ 4.12 ตัวอย่างโค้ดการเข้าสู่ระบบรายงาน

จากภาพที่ 4.12 สามารถอธิบายตัวอย่างโค้ดได้ ดังนี้ บรรทัดที่ 1-23 แสดงการกำหนดค่าหน้าจอการล็อกอินเข้าสู่ระบบรายงานการเข้าออกอาคารเขียนด้วยภาษาพีเอชพี

4.1.7 การแสดงระบบรายงานการเข้าออกอาคาร

ส่วนนี้จะจะเป็นหน้าจอที่แสดงรายละเอียดรายงานการเข้าออกอาคารที่ได้ทำการบันทึกเก็บไว้ในฐานข้อมูลในระบบการเข้าออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้า มีเมนูดังนี้ เมนูรายงานการเข้า ออกอาคาร เมนูข้อมูลที่ไม่สามารถระบุตัวตนได้ เมนูบุคคลทั้งหมด ในหน้ารายงานจะแสดงรายละเอียด

เช่น วันที่ เวลา ชื่อ นามสกุล หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน สถานะ รูปภาพใบหน้า รายงานนี้สามารถระบุวันที่ในการค้นหารายงานได้ ดังภาพที่ 4.13

Face Recognition System

Face

admin
ผู้ดูแลระบบ

รายงานการเข้า-ออกอาคาร
In-Out Reporting

พิมพ์รายงาน

วันที่เริ่มต้น
เลือกวันที่เริ่มต้น

วันที่สิ้นสุด
เลือกวันที่สิ้นสุด

เลือกวันที่ย้อนกลับ
ค้นหา

แสดง 10 รายการ

ค้นหา :

วันที่	เวลา	ชื่อนาม-สกุล	บัตรประชาชน	สถานะ	รูป
13 ธ.ค. 2560	22:14 น.	นายธัชวาลย์ บุตรมาก	3341600151487	ออก	
13 ธ.ค. 2560	22:11 น.	นายธัชวาลย์ บุตรมาก	3341600151487	ออก	
13 ธ.ค. 2560	22:11 น.	นายธัชวาลย์ บุตรมาก	3341600151487	ออก	
13 ธ.ค. 2560	22:10 น.	นายธัชวาลย์ บุตรมาก	3341600151487	ออก	

รายการที่ 1 ถึง 4 จากทั้งหมด 4 รายการ

ย้อนกลับ 1 ถัดไป

ภาพที่ 4.13 ระบบรายงานการเข้าออกอาคาร

1	</header>
2	<!-- Side-Nav-->
3	<aside class="main-sidebar hidden-print">
4	<section class="sidebar">
5	<div class="user-panel">
6	<div class="pull-left image">=</div>
9	<div class="pull-left info">
10	<?php include("template/user-name.php") ?>
11	</div>
12	</div>
13	<!-- Sidebar Menu-->
14	<ul class="sidebar-menu">
15	<?php include("template/menu.php") ?>
16	
17	</section>
18	</aside>
19	<div class="content-wrapper">
20	<div class="page-title">
21	<div>
22	<i class="fa fa-user"></i> รายงานการเข้า-ออกอาคาร
23	In-Out Reporting

ภาพที่ 4.14 ตัวอย่างโค้ดระบบรายงานการเข้าออกอาคาร

```

24 <form action="index.php" method="post">
25 <div class="row">
26 <div class="col-md-12">
27 <div class="form-group col-md-5">
28 <label class="control-label">วันที่เริ่มต้น</label>
29 <input class="form-control" name="dateStart" id="dateStart" type="text"
30 placeholder="เลือกวันที่เริ่มต้น" value="<?php if(isset($_POST["dateStart"])){ echo
31 $_POST["dateStart"]; } ?>">
32 </div>
33 <div class="form-group col-md-5">
34 <label class="control-label">วันที่สิ้นสุด</label>
35 <input class="form-control" name="dateEnd" id="dateEnd" type="text"
36 placeholder="เลือกวันที่สิ้นสุด" value="<?php if(isset($_POST["dateEnd"])){ echo
37 $_POST["dateEnd"]; } ?>">
38 </div>
39 <div class="form-group col-md-2">
40 <label class="control-label">เลือกวันที่ก่อนค้นหา</label>
41 <input class="form-control btn btn-primary" type="submit" value="ค้นหา">
42 </div>

```

ภาพที่ 4.14 ตัวอย่างโค้ดระบบรายงานการเข้าออกอาคาร (ต่อ)

43	if(isset(\$_POST["dateStart"])){
44	\$sdate = str_replace('/', '-', \$_POST["dateStart"]);
45	\$edate = str_replace('/', '-', \$_POST["dateEnd"]);
46	\$current_s_date = date("Y-m-d H:i:s", strtotime(\$sdate));
47	\$current_e_date = date("Y-m-d H:i:s", strtotime(\$edate));
48	\$str_get_reg = mysql_query("select * from register WHERE reg_date between
49	"". \$current_s_date ." and " . \$current_e_date . """);
50	}
51	else if (isset(\$_POST["dateStart"]))
52	{
53	\$str_get_reg = mysql_query("select * from register order by reg_date DESC");
54	}
55	while (\$rs_reg = mysql_fetch_array(\$str_get_reg)){
56	\$str_get_member = mysql_query("select * from member where mem_id =
57	"". \$rs_reg["mem_id"] . """);
58	\$rs_member = mysql_fetch_array(\$str_get_member);
59	?>
60	<tr>
61	<td><?php echo DateThai(\$rs_reg["reg_date"]) ?></td>
62	<td><?php echo date('H:i', strtotime(\$rs_reg["img_date"])) ?> น.</td>
63	<td><?php echo \$rs_member["fullname"] ?></td>
64	<td><?php echo \$rs_member["id_card"] ?></td>
65	<td><?php if (\$rs_reg["reg_type"] == "in"){ echo "เข้า"; }else{ echo "ออก"; } ?></td>
66	<td>" width="50px" ></td>

ภาพที่ 4.14 ตัวอย่างโค้ดระบบรายงานการเข้าออกอาคาร (ต่อ)

67	<code>\$('#dateStart').datepicker({</code>
68	<code>format: "dd/mm/yyyy",</code>
69	<code>autoclose: true,</code>
70	<code>todayHighlight: true</code>
71	<code>});</code>
72	<code>\$('#dateEnd').datepicker({</code>
73	<code>format: "dd/mm/yyyy",</code>
74	<code>autoclose: true,</code>
75	<code>todayHighlight: true</code>
76	<code>});</code>
77	<code>function printdiv(printpage)</code>
78	<code>{</code>
79	<code>var headstr = "<html><head><title>รายงานการเข้าออกอาคาร </title></</code>
80	<code>head><body>";</code>
81	<code>var footstr = "</body>";</code>
82	<code>var newstr = document.all.item(printpage).innerHTML;</code>
83	<code>var oldstr = document.body.innerHTML;</code>
84	<code>document.body.innerHTML = headstr+newstr+footstr;</code>
85	<code>window.print();</code>
86	<code>document.body.innerHTML = oldstr;</code>
87	<code>return false;</code>

ภาพที่ 4.14 ตัวอย่างโค้ดระบบรายงานการเข้าออกอาคาร (ต่อ)

จากภาพที่ 4.14 สามารถอธิบายตัวอย่างโค้ดได้ ดังนี้ 1) บรรทัดที่ 1-23 แสดงการกำหนดค่าหน้าจอบริบทเมนูหลักของระบบดังนี้ เมนูรายงานการเข้าออกอาคาร เมนูข้อมูลที่ไม่สามารถระบุตัวตนได้ เมนูบุคคลทั้งหมด 2) บรรทัดที่ 24 -42 แสดงการกำหนดค่าการค้นหาข้อมูลบุคคลด้วยการระบุวันที่ในการค้นหาและแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้น 3) บรรทัดที่ 43-66 แสดงการกำหนดค่ารายงานข้อมูลบุคคลที่เข้าออกอาคารจะแสดงข้อมูลดังนี้ วันที่ เวลา ชื่อ นามสกุล หมายเลขบัตรประชาชน สถานะ และรูปภาพ และบรรทัดที่ 67-87 แสดงการกำหนดค่าเมนูพิมพ์รายงานการเข้าออกอาคาร รายงานข้อมูลที่ไม่สามารถระบุตัวตนได้ รายงานบุคคลทั้งหมด

4.2 การทดสอบระบบการบันทึกข้อมูลการเขออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้า

ทดสอบจากบุคลากรภายในหน่วยงานจำนวน 40 คน ชาย 20 หญิง 20 คน จำนวนภาพที่ใช้ในการทดสอบ 400 รูป ผลการทดสอบถูกต้องร้อยละ 92



ภาพที่ 4.15 ภาพตัวอย่างในการทดลอง

4.3 ผลการวัดประสิทธิภาพความถูกต้องของระบบ

4.3.1 การประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไป

ในการประเมินความพึงพอใจจะใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 40 คน โดยให้ทดลองใช้งาน แล้วใช้แบบสอบถามในการให้คะแนนในแต่ละด้าน ซึ่งมีทั้งหมด 5 ด้าน ประกอบด้วย ด้านโปรแกรมที่ใช้ระบบทำงานได้อย่างราบรื่นมากน้อยเพียงใด ด้านระบบมีความปลอดภัยในการใช้งานมากน้อยเพียงใด ด้านระบบมีความแม่นยำมากน้อยเพียงใด การใช้งานโปรแกรมที่ใช้ระบบมีความสะดวกมากน้อยเพียงใด และ ด้านฟังก์ชันการใช้งานตรงกับความต้องการมากน้อยเพียงใด โดยผลที่ได้จากการประเมินแสดงได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบของผู้ใช้งานทั่วไป

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ (ร้อยละ)		
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
1. โปรแกรมที่ใช้ระบบทำงานได้อย่างราบรื่นมากน้อยเพียงใด	4.60	0.50	ดีมาก
2. ระบบมีความปลอดภัยในการใช้งานมากน้อยเพียงใด	4.57	0.50	ดีมาก
3. ระบบมีความแม่นยำมากน้อยเพียงใด	4.22	0.58	ดี
4. การใช้งานโปรแกรมที่ใช้ระบบมีความสะดวกมากน้อยเพียงใด	4.32	0.53	ดี
5. ฟังก์ชันการใช้งานตรงกับความต้องการมากน้อยเพียงใด	4.15	0.48	ดี
สรุปผล	4.37	0.25	ดี

จากตารางที่ 4.1 พบว่าการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบของผู้ใช้งานทั่วไปในด้านโปรแกรมที่ใช้ระบบทำงานได้อย่างราบรื่นมากน้อยเพียงใด ด้านระบบมีความปลอดภัยในการใช้งานมากน้อยเพียงใด ด้านระบบมีความแม่นยำมากน้อยเพียงใด การใช้งานโปรแกรมที่ใช้ระบบมีความสะดวกมากน้อยเพียงใด และ ด้านฟังก์ชันการใช้งานตรงกับความต้องการมากน้อยเพียงใด โดยรวมอยู่ในระดับดี

4.3.2 การประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

ในการประเมินความพึงพอใจจะใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เชี่ยวชาญจำนวน 4 คน โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ที่มีความรู้ด้านไอทีเป็นอย่างดี ซึ่งในการทดลองจะใช้แบบสอบถามในการให้คะแนนในแต่ละด้าน ซึ่งมีทั้งหมด 5 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการติดตั้งระบบมีความง่ายมากน้อยเพียงใด ด้านระบบมีความสะดวกในการนำไปใช้งานมากหรือน้อยเพียงใด ด้านโปรแกรมที่ใช้ทำงานได้ราบรื่นมากหรือน้อยเพียงใด ด้านการทำงานของระบบมีความแม่นยำมากหรือน้อยเพียงใด และด้านการทำงานของระบบใช้งานทรัพยากรของคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากหรือน้อยเพียงใด โดยผลที่ได้จากการประเมินแสดงได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบของผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ (ร้อยละ)		
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
1. การติดตั้งระบบมีความง่ายมากน้อยเพียงใด	4.75	0.50	ดีมาก
2. ระบบมีความสะดวกในการนำไปใช้งานมากหรือน้อยเพียงใด	4.50	0.58	ดีมาก
3. โปรแกรมที่ใช้ทำงานได้ราบรื่นมากหรือน้อยเพียงใด	4.00	0.00	ดี
4. การทำงานของระบบมีความแม่นยำมากหรือน้อยเพียงใด	4.25	0.50	ดี
5. การทำงานของระบบใช้งานทรัพยากรของคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากหรือน้อยเพียงใด	3.50	0.58	ดี
สรุปผล	4.20	0.16	ดี

จากตารางที่ 4.2 พบว่าการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบของผู้เชี่ยวชาญ ในด้านการติดตั้งระบบมีความง่ายมากน้อยเพียงใด ด้านระบบมีความสะดวกในการนำไปใช้งานมากหรือน้อยเพียงใด ด้านโปรแกรมที่ใช้ทำงานได้ราบรื่นมากหรือน้อยเพียงใด ด้านการทำงานของระบบมีความแม่นยำมากหรือน้อยเพียงใด และด้านการทำงานของระบบใช้งานทรัพยากรของคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากหรือน้อยเพียงใด

ความแม่นยำมากหรือน้อยเพียงใด และด้านการทำงานของระบบใช้งานทรัพยากรของคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากหรือน้อยเพียงใด โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี

4.4 สรุปผลการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการทดสอบใช้บุคลากรภายในหน่วยงานจำนวน 40 คน ชาย 20 หญิง 20 คน จำนวนภาพที่ใช้ในการทดสอบจำนวน 400 รูป เรียนรู้เพื่อสร้างฐานข้อมูลใบหน้าจำนวน 40 ชุด ประกอบด้วยชุดใบหน้าคนๆละ 10 ใบหน้าแต่ละภาพจะอยู่ในรูปแบบไฟล์ JPG สีขาวดำที่มีขนาดของภาพ 100x100 พิกเซล ทดสอบจำนวน 5 ครั้ง ผลการทดสอบประสิทธิภาพแสดงดังตารางที่ 4.3

$$\text{อัตราการรู้จำ} = \frac{\text{จำนวนภาพที่รู้จำที่ถูกต้อง}}{\text{จำนวนใบหน้าทั้งหมด}} \times 100 \quad (4.1)$$

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพโปรแกรมในการรู้จำใบหน้า

การทดสอบ ครั้งที่	จำนวนคน ในการทดสอบ	ผลลัพธ์ที่ได้ รู้จำร้อยละ
1	10	83%
2	20	85%
3	30	89%
4	40	86%
5	50	92%

จากตารางที่ 4.3 ทดสอบจำนวน 5 ครั้งกับจำนวนคน 10, 20, 30, 40 และ 50 คน ตามลำดับ ผลการรู้จำต่ำสุดร้อยละ 83 เมื่อทดสอบกับจำนวนคน 10 คนและผลการรู้จำสูงที่สุดร้อยละ 92 เมื่อทดสอบกับจำนวนคน 50

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

โปรแกรมการบันทึกข้อมูลการเข้าออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้า ได้ถูกวิเคราะห์และออกแบบรวมทั้งทดสอบระบบในหลาย ๆ กรณี ในบทนี้จึงเป็นการสรุปสาระสำคัญ ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ คือ สรุปผลการทดลองและแผนการพัฒนาปัญหาและอุปสรรคที่พบในการพัฒนาแนวทางการพัฒนาประยุกต์ใช้ร่วมกับงานอื่นซึ่งมีรายละเอียดเนื้อหาประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการบันทึกข้อมูลการเข้าออกอาคารด้วยรู้จำใบหน้า โดยใช้เทคนิค Haar-like feature ร่วมกับการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ระบบประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือส่วนที่หนึ่งใช้อุปกรณ์ราสเบอร์รี่ พาย ร่วมกับกล้องเว็บแคม พัฒนาโดยใช้ภาษาโปรแกรมไพธอนร่วมกับโอเพนซีวี ทำหน้าที่ในการบันทึกภาพบุคคลและส่งไปยังส่วนที่สองซึ่งเป็นส่วนที่พัฒนาให้ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์พัฒนาโดยภาษาโปรแกรมซีชาร์ป ทำหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูลภาพใบหน้าแล้วทำการสกัดคุณลักษณะเด่นด้วยเทคนิควิเคราะห์องค์ประกอบหลักเพื่อตรวจสอบกับชุดข้อมูลเรียนรู้ที่เป็นบุคลากรภายใน

ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบใช้บุคลากรภายในหน่วยงานจำนวน 40 คน ชาย 20 หญิง 20 คน จำนวนภาพที่ใช้ในการทดสอบจำนวน 400 รูป เรียนรู้เพื่อสร้างฐานข้อมูลใบหน้าจำนวนชุด 40 ใบหน้า 10 ประกอบด้วยชุดใบหน้าคน ๆ ละแต่ละภาพจะอยู่ในรูปแบบไฟล์ JPG สีขาวดำที่มีขนาดของภาพ 100x100 พิกเซล เมื่อนำไปทดสอบจำนวน 5 ครั้งกับจำนวนคน 10, 20, 30, 40 และ 50 คน ตามลำดับผลการรู้จำต่ำสุดร้อยละ 83 เมื่อทดสอบกับจำนวนคน 10 คนและผลการรู้จำสูงสุตร้อยละ 92 เมื่อทดสอบกับจำนวนคน 50

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการทดลองการรู้จำภาพใบหน้าโดยใช้ฟังก์ชันในการตรวจจับใบหน้าด้วยเทคนิค Haar-like feature และมีฟังก์ชันในแสดงผลการรู้จำใบหน้าโดยอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก จาก

ผลการทดสอบกับจำนวนคน 10 คน รู้จำได้น้อยประเด็นคือคือน้อยคนไม่หยุดนิ่งให้ถ่ายภาพและจากการทดสอบกับจำนวนคน 50 คน รู้จำได้มากประเด็นคือมีคนยืนนิ่งเลยจับภาพได้ชัด

งานวิจัยนี้ เป็นการประยุกต์ใช้งานบอร์ดราสเบอร์รี่ พาย ในด้านการรักษาความปลอดภัย โดยใช้การรู้จำใบหน้าและบอร์ดราสเบอร์รี่ พาย ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านอื่น ๆ ได้อีก ในงานวิจัยยังมีข้อจำกัดในเรื่องของฮาร์ดแวร์ระบบคือบอร์ดราสเบอร์รี่ พาย ซึ่งเป็นบอร์ดขนาดเล็กมีหน่วยประมวลผลไม่มากส่งผลให้การประมวลผลภาพจับภาพที่เป็นเรียลไทม์หรือภาพที่เป็นวิดีโอทำได้ไม่ค่อยดีนักนอกจากนั้นยังพบอีกว่าแสงสว่างและระยะห่างของกล้องมีผลต่อคุณภาพการประมวลผลภาพ แต่อย่างไรก็ตามผลที่ได้ถือว่าอยู่ในระดับที่น่าพึงพอใจในอนาคตจะเขียนเป็นยูเซอร์อินเตอร์เฟซออกมาเป็นหน้าเว็บเพจเพื่อการใช้งานที่สะดวกมากยิ่งขึ้นซึ่งผู้วิจัยจะได้ใช้เป็นแนวทางในการวิจัยในอนาคตต่อไป

5.3 ข้อเสนอแนะ

ระบบบันทึกข้อมูลการเข้าออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้า สามารถนำไปพัฒนาต่อหรือปรับปรุงได้ดังนี้

- 5.3.1 เขียนเป็นยูเซอร์อินเตอร์เฟซออกมาเป็นหน้าเว็บเพจเพื่อการใช้งานที่สะดวกมากยิ่งขึ้น
- 5.3.2 การนำไปประยุกต์ใช้สำหรับค้นหาคนที่ต้องสงสัยที่เข้ามากระทำความผิดภายในอาคาร
- 5.3.3 ถ้าในบอร์ดราสเบอร์รี่พายมีหน่วยประมวลผลกลางเพิ่มมากขึ้น ก็จะทำให้การประมวลผลภาพมีความแม่นยำมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- [1] วิรัตน์ พรหมเมศ และนพพน เลิศชูวงศา. “ระบบควบคุมความปลอดภัยบน Raspberry pi ด้วยเทคนิค Eigen face และการปรับเปลี่ยนสภาวะแสง”, ใน **การประชุมวิชาการงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 7**. น.688-689. ตีพิมพ์: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, 2558.
- [2] Kawser Jahan Raihan and et al. “Raspberry Pi Image Processing Based Economical Automated Toll System”, **Global Journal of Researches in Engineering Electrical and Electronics Engineering**. 13(13): 34-41; November, 2013.
- [3] thaieasyelec. (2013) “บทความการพัฒนาโปรแกรมบน Raspberry Pi ด้วย Qt”, **บทความการพัฒนาโปรแกรมบน Raspberry Pi ด้วย Qt**. www.thaieasyelec.com/article-wiki/embedded-electronics-application/บทความการพัฒนาโปรแกรมบน-raspberry-pi-ด้วย-qt.html. December 20, 2017.
- [4] openmediacentre. (2016) “What's a Raspberry Pi”, **What's a Raspberry Pi**. www.openmediacentre.com.au/tutorials/raspberry-pi/whats-a-raspberry-pi/. December 20, 2017.
- [5] Daniel Lelis Baggio, D. and et al. **Mastering OpenCV with Practical Computer Vision Projects**. Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2012.
- [6] opencv (2017) “OpenCV 3.3”, **OpenCV 3.3**. www.opencv.org/opencv-3-3.html. January 15, 2018.
- [7] P. Viola and M. Jones. “Rapid object detection using a Boosted cascade of simple features”, **Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition**. p.511-518. IEEE: Publisher, 2001.
- [8] R. Lienhart and J. Maydt. “An Extended Set of Haar like Features for Rapid Object Detection”, In **IEEE Proceedings 2002 International Conference on Image Processing**. p.900-903. New York USA: Rochester Riverside Convention Center, 2002.
- [9] P. Viola and M. Jones. (2003). “Fast Multi-view Face Detection”, **Merl - Mitsubishi Electric Research Laboratories**. <http://www.merl.com/publications/TR2003-96.pdf>. December 20, 2017.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- [10] T. Mita, T. Kaneko and O. Hori. “Joint Haarlike Features for Face Detection”, In **Tenth IEEE International Conference on Computer Vision**. p.1619-1626. Beijing: Beijing Hotel, 2005.
- [11] P. I. Wilson and J. Fernandez. “Facial Feature Detection using Haar Classifiers”, **Journal of Computing Sciences in Colleges**. 21(4): 128-133; April, 2006.
- [12] D. S. Chen and Z. K. Liu. “Generalized Haarlike Features for Fast Face Detection”, In **IEEE 2007 International Conference on Machine Learning and Cybernetics**. p.2131-2135. Hong Kong: Miramar Hotel, 2007.
- [13] C. N. Khac, J. H. Park and H. Y. Jung. “Face Detection using Variance based Haarlike feature and SVM”, **International Scholarly and Scientific Research & Innovation**. 3(12): 2947-2950; December, 2009.
- [14] N. J. Y. Lu, S. Tang and S. Goto. “Rapid Face Detection using a Multi-mode Cascade and Separate Haar Feature”, In **IEEE 2010 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems**. p.1-4. Chengdu: Wangjiang Hotel, 2010.
- [15] รุสลี สุทธิวีรกุล และวิไลพร แซ่ลี. “การตรวจจับใบหน้าด้วยวิธีการพื้นฐานของการจำลองรูปแบบ Haar-like Face Detection based-on Haar-like Features”, **วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ**. 6(2): 34-43; กรกฎาคม-ธันวาคม, 2554.
- [16] Gottumukkal, Rajkiran and Vijayan K. Asari. “An improved face recognition technique based on modular PCA approach”, **Pattern Recognition Letters** 25(4): 429-436; March, 2004.
- [17] สมปอง เวสุวนาธร และสุพจน์ นิตยสุวัฒน์. “การรู้จำภาพใบหน้าด้วยการแยกคุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าและเฉพาะส่วนโดยใช้แบบจำลองเชิงเลขาณมิติ”, ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศครั้งที่ 6**. น.653-658. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.
- [18] สมปอง เวสุวนาธร และสุพจน์ นิตยสุวัฒน์. “การรู้จำภาพใบหน้าโดยใช้หลายคุณลักษณะด้วยการประมวลผลกราฟแสดงค่าความถี่ของระดับความเข้ม”, **วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ**. 2(1): 1-9; มกราคม-มิถุนายน, 2554.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- [19] วศิษฐ จันสดและคณะ “ตัวควบคุมผู้ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้า Face Recognition User Control”, ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศครั้งที่ 9**. น.697-704. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2556.
- [20] Gane, Chris P. and Trish Sarson. **Structured systems analysis: tools and techniques**. New Jersey: Prentice Hall Professional Technical Reference, Inc., 1979.
- [21] G. Everest. “Basic data structure models explained with a common example”, In **IEEE Proceedings Fifth Texas Conference on Computing Systems**. p39-46. California USA: Long Beach, 1976.
- [22] Allen Elaine and Seaman Christopher “Likert Scales and Data Analyses”, **Quality Progress**. 40(7): 64–65; July, 2007.
- [23] Pyimagesearch. (2016). “Install guide: Raspberry Pi 3 + Raspbian Jessie + OpenCV3”, **Install guide: Raspberry Pi 3 + Raspbian Jessie + OpenCV3**. www.pyimagesearch.com/2016/04/18/install-guide-raspberry-pi-3-raspbian-jessie-opencv-3/. January 17, 2018.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การติดตั้งและใช้งานแอปพลิเคชัน

การติดตั้งและใช้งานแอปพลิเคชัน

1. ความต้องการของระบบ

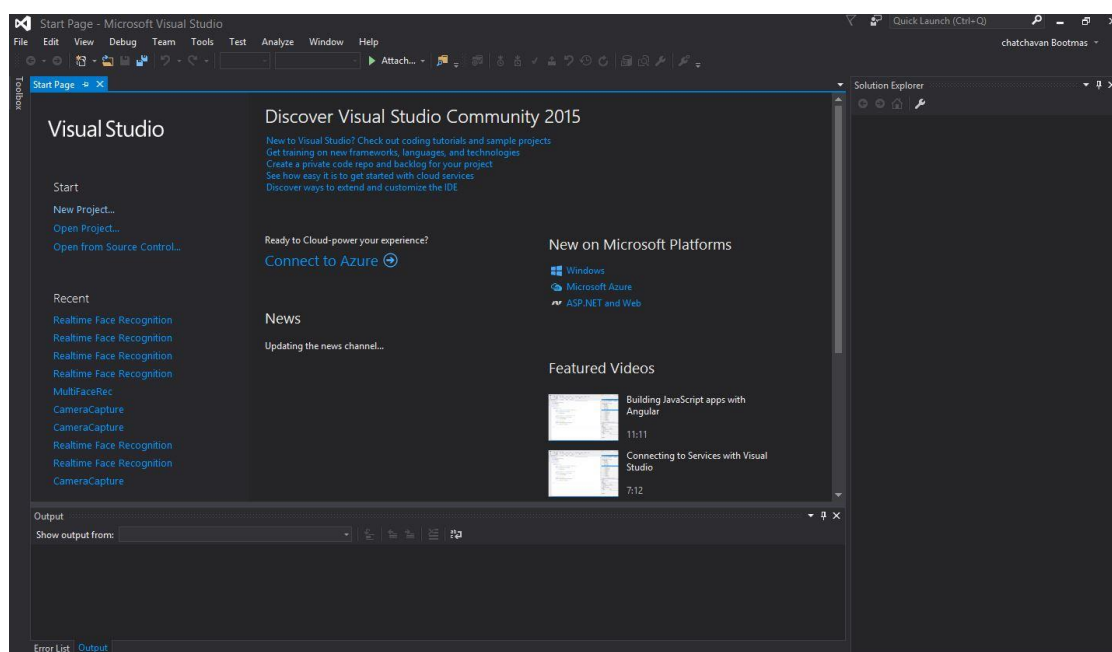
ความต้องการของระบบสำหรับการติดตั้งแอปพลิเคชันเพื่อทดสอบใช้งานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ประกอบด้วย

- 1.1 โปรแกรม Microsoft Visual Studio Community 2015
- 1.2 Visual C#
- 1.3 PHP
- 1.4 MySQL

2. สร้างแอปพลิเคชัน

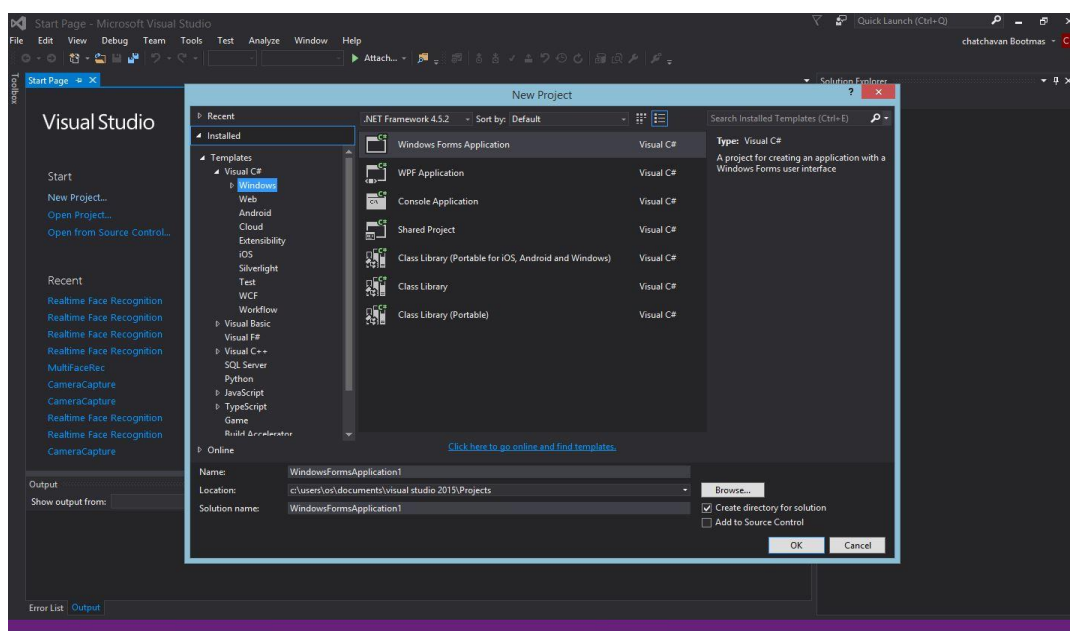
ในการพัฒนาโปรแกรมผู้พัฒนาได้ใช้ Microsoft Visual Studio Community 2015 Visual C# ในการออกแบบและทำงาน ดังนี้

- 2.1 เปิดโปรแกรม Microsoft Visual Studio Community 2015 Visual C#



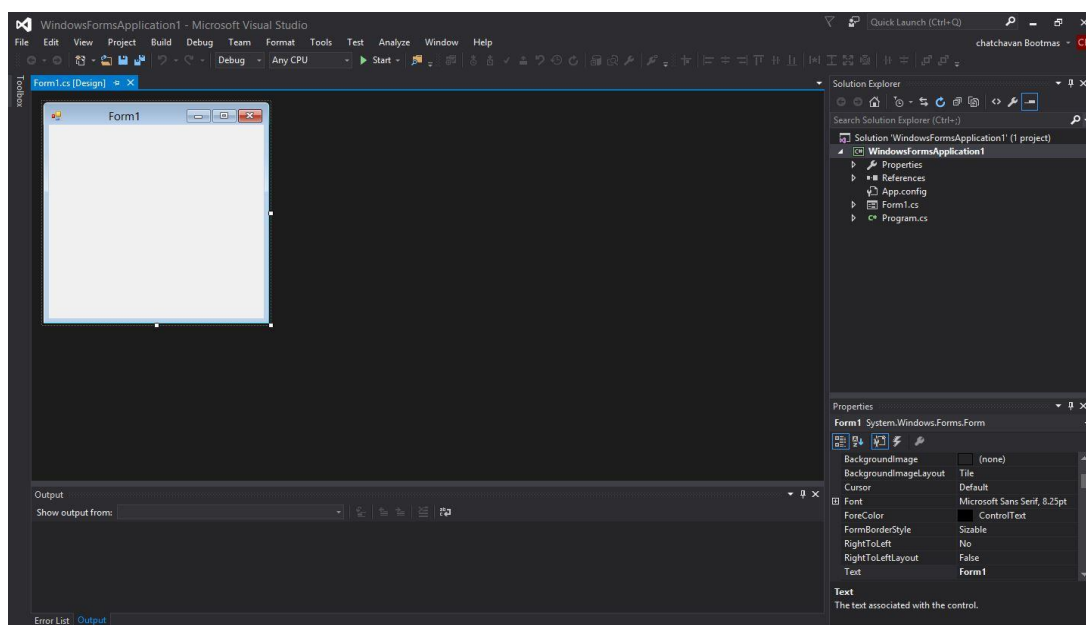
ภาพที่ ก.1 เมนูการใช้งานโปรแกรม Microsoft Visual Studio Community 2015

2.2 แสดงหน้าจอโดยเลือกใหม่ขึ้นมา ให้ทำการคลิกไปที่แท็บ แล้วเข้าไปที่เมนู New project



ภาพที่ ก.2 รายละเอียดของหน้าต่าง New Project

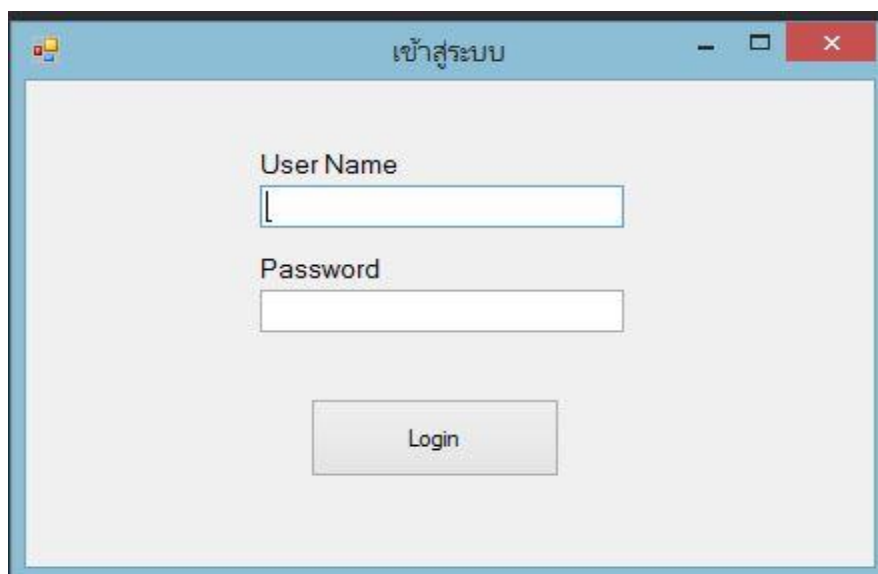
2.3 จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างให้ สร้างโปรเจกต์โดยเลือกเป็น Win32 console application



ภาพที่ ก.3 การสร้าง Project ใหม่จากเมนู New Project

3. การรันแอปพลิเคชัน

3.1 ทำการรันโปรแกรมเพื่อเข้าสู่ระบบ



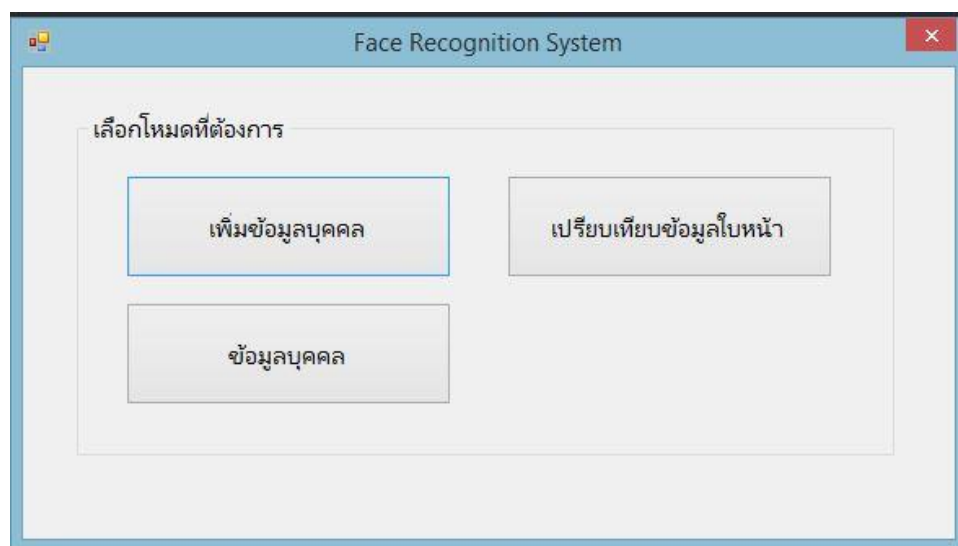
ภาพที่ ก.4 ทำการล็อกอินเพื่อเข้าสู่โปรแกรม

3.2 ในโปรแกรมจะมีโหมด 3 โหมดให้เลือกคือ

3.2.1 เมนูเพิ่มข้อมูลบุคคล

3.2.2 เมนูข้อมูลบุคคล

3.2.3 เมนูเปรียบเทียบข้อมูลใบหน้า



ภาพที่ ก.5 หน้าจอโปรแกรม

การติดตั้งโอเพนซีวีในบอร์ดราสเบอรี่พาย

การติดตั้ง Open CV 3 บน Raspbian Jessie โปรแกรม OpenCV เป็น Library ในภาษา C++ และ Python สำหรับการพัฒนาโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับ Image Processing และ Computer Vision

ขั้นตอนที่ 1

อัปเดตและปรับปรุงแพ็คเกจของ Raspberry Pi firmware

พิมพ์คำสั่งดังนี้

```
$ sudo apt-get update
```

```
$ sudo apt-get upgrade
```

```
$ sudo rpi-update
```

เมื่อทำการอัปเดตเรียบร้อยแล้วต้องทำการรีบูตเครื่องใหม่

พิมพ์คำสั่งดังนี้

```
$ sudo reboot
```

ติดตั้งฟังก์ชันเพิ่มเติม

พิมพ์คำสั่ง ดังนี้

```
$ sudo apt-get install build-essential git cmake pkg-config
```

ทำการติดตั้ง image I/O packages พวกนามสกุล JPEG, PNG, TIFF, etc

พิมพ์คำสั่งดังนี้

```
$ sudo apt-get install libjpeg-dev libtiff5-dev libjasper-dev libpng12-dev
```

ทำการติดตั้งฟังก์ชันเกี่ยวกับการใช้งานวิดีโอ

พิมพ์คำสั่ง

```
$ sudo apt-get install libavcodec-dev libavformat-dev libswscale-dev libv4l-dev
```

```
$ sudo apt-get install libxvidcore-dev libx264-dev
```

ทำการติดตั้ง GTK development library จะทำให้เราสามารถ compile highgui ซึ่งเป็น module ย่อย ของ OpenCV ซึ่งฟังก์ชันนี้จะทำให้เราสามารถเปิดรูปภาพออกมาที่หน้าจอได้

พิมพ์คำสั่งดังนี้

```
$ sudo apt-get install libgtk2.0-dev
```

พิมพ์คำสั่งดังนี้

```
$ sudo apt-get install libatlas-base-dev gfortran
```

สุดท้ายในขั้นตอนที่ 1 คือ ติดตั้ง Python 2.7 และ Python 3 เราจะสามารถ compile OpenCV ได้
พิมพ์คำสั่งดังนี้

```
$ sudo apt-get install python2.7-dev python3-dev
```

ขั้นตอนที่ 2

ในขั้นตอนนี้ มีขั้นตอนการดำเนินการติดตั้ง โดยที่เราต้องไปเลือก OpenCV version 3 จาก OpenCV repository(ถ้ามีversion ใหม่กว่านี้ให้เลือกตัวนั้น)

พิมพ์คำสั่งดังนี้

```
$ cd ~
```

```
$ wget -O opencv.zip https://github.com/Itseez/opencv/archive/3.0.0.zip
```

```
$ unzip opencv.zip
```

เพื่อการติดตั้งที่สมบูรณ์ของ OpenCV 3 เพื่อความแน่ใจ ให้ไปดึงไฟล์จาก opencv_contrib แล้ว
พิมพ์คำสั่งดังนี้

```
$ wget -O opencv_contrib.zip
```

```
https://github.com/Itseez/opencv_contrib/archive/3.0.0.zip
```

```
$ unzip opencv_contrib.zip
```

ขั้นตอนที่ 3 การติดตั้ง Python

เริ่มด้วยติดตั้ง Python สำหรับ OpenCV ทำการติดตั้ง pip

พิมพ์คำสั่งดังนี้

```
$ wget https://bootstrap.pypa.io/get-pip.py
```

```
$ sudo python get-pip.py
```

ใช้ virtualenv หรือ virtualenvwrapper เพื่อให้สามารถแสดงภาพได้หลายภาพ นิยมใช้

virtualenvwrapper มากกว่าเพราะมีฟังก์ชันหลากหลาย

พิมพ์คำสั่ง

```
$ sudo pip install virtualenv virtualenvwrapper
```

```
$ sudo rm -rf ~/.cache/pip
```

ต้องเข้าไปที่ ~/.profile เพื่อเพิ่มข้อความ 2 บรรทัด

พิมพ์คำสั่งดังนี้

```
$ Sudo nano ~/.profile (เปิดไฟล์ขึ้นมา)
```

เพิ่มข้อความตอนท้ายดังนี้

```
export WORKON_HOME=$HOME/.virtualenvs
```

```
source /usr/local/bin/virtualenvwrapper.sh
```

จากนั้นบันทึก กด ctrl+x แล้วกด y เพื่อบันทึก

พิมพ์คำสั่ง

```
$ source ~/.profile
```

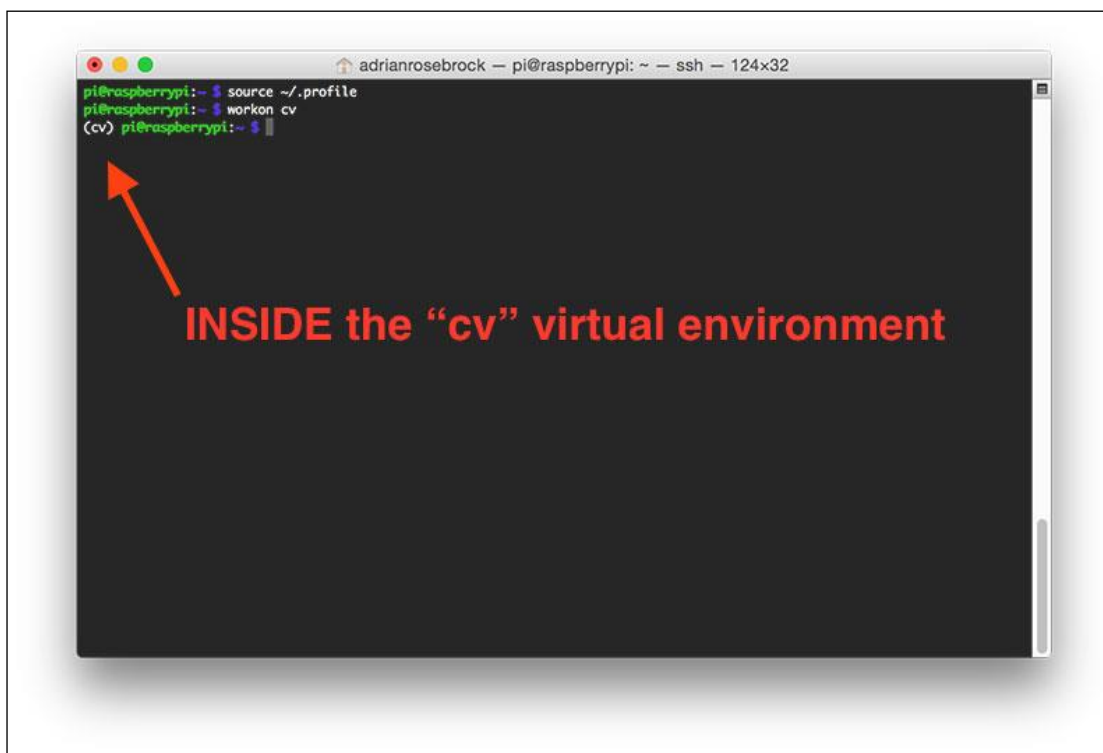
```
$ workon cv
```

ถ้ามี error : environment ~/.virtualenvs/cv does not contain an activate script

ให้สร้าง virtual environment ด้วยคำสั่ง

```
mkvirtualenv cv
```

จะได้หน้าต่างดังนี้



ภาพที่ ก.6 การสร้าง virtual environment [23]

ทำการติดตั้ง numpy ดังนี้

พิมพ์คำสั่ง

```
$ pip install numpy
```

ขั้นตอนที่ 4 Compile and install OpenCV

ขณะนี้เราพร้อมที่จะ compile OpenCV

พิมพ์คำสั่งดังนี้

```
$ workon cv
```

ติดตั้งดังนี้

พิมพ์คำสั่ง

```
$ cd ~/opencv-3.0.0/
```

```
$ mkdir build
```

```
$ cd build
```

```
$ cmake -D CMAKE_BUILD_TYPE=RELEASE \
```

```
-D CMAKE_INSTALL_PREFIX=/usr/local \
```

```
-D INSTALL_C_EXAMPLES=ON \
```

```
-D INSTALL_PYTHON_EXAMPLES=ON \
```

```
-D OPENCV_EXTRA_MODULES_PATH=~/opencv_contrib-3.0.0/modules \
```

```
-D BUILD_EXAMPLES=ON ..
```

ในกรณีที่ลง OpenCV 3.1.0 ต้องเปลี่ยนบรรทัด -D INSTALL_C_EXAMPLES=ON \ เป็น

-D INSTALL_C_EXAMPLES=OFF \ เพราะในกรณี OpenCV 3.1.0 cmake จะเกิดการ error หาก

สั่งให้บรรทัดนี้ ON จึงต้องสั่งให้บรรทัดนี้ OFF cmake จะรันต่อไปโดยไม่มีปัญหา

พิมพ์คำสั่ง

```
$ make -j4
```

[หากขั้นตอนนี้มีปัญหาให้ทำตามดังนี้

พิมพ์คำสั่ง

```
$ make clean หรือ $ make]
```

คำสั่งนี้จะช่วยลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

หลังจากนั้นพิมพ์คำสั่ง

```
$ sudo make install
```

```
$ sudo ldconfig
```

เพื่อติดตั้งระบบ OpenCV

ขั้นตอนที่ 5 หลังจากลงโปรแกรมเสร็จแล้ว

สำหรับ Python 2.7 หลังจากเสร็จขั้นตอนที่ 4 โดยที่ไม่มี error OpenCV ถูกติดตั้งที่
/usr/local/lib/python2.7/site-packages เมื่อติดตั้งเสร็จแล้วต้อง ลิ้งค์ที่อยู่ของระบบ
OpenCV ไปยังที่เก็บหลักทำดังนี้

```
$ cd ~/.virtualenvs/cv/lib/python2.7/site-packages/
```

```
$ ln -s /usr/local/lib/python2.7/site-packages/cv2.so cv2.so
```

การทำงานกับ Webcam ด้วย OpenCV และ Python

การประมวลผลภาพจะต้องมีการนำเข้าข้อมูลจากกล้อง Webcam ซึ่งพัฒนาโดยภาษา Python ให้สามารถรับข้อมูลมาประมวลผลภาพมีขั้นตอนในการทำงานดังนี้

1. ให้เปิด python 2.7.5
2. เลือกเมนู File->New Window ป้อนโค้ดโปรแกรมด้านล่างนี้

1	import cv2
2	import numpy as np
3	cap = cv2.VideoCapture(0)
4	while(cap.isOpened()) :
5	ret,img = cap.read()
6	cv2.imshow("input",img)
7	k = cv2.waitKey(10)
8	if k == 27:
9	break

ภาพที่ ก.7 ตัวอย่างโค้ดการทำงานกับ Webcam ด้วย OpenCv และ Python

การเขียนโปรแกรม python จะไม่มีเครื่องหมายแสดงจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดอย่างภาษาซีใช้ { }

python จะใช้การบรรทัดหรือใช้การแท็บจากโปรแกรกดังภาพที่ ก.7

บรรทัดที่ 1-2: นำเข้าไลบรารี opencv และการใช้งาน numpy

บรรทัดที่ 3: เปิดการใช้งานกล้อง web camera ตัวที่ 1 (เริ่มจาก 0)

บรรทัดที่ 4: ตรวจสอบและวนรอบหากกล้องยังมีกลางใช้งานอยู่

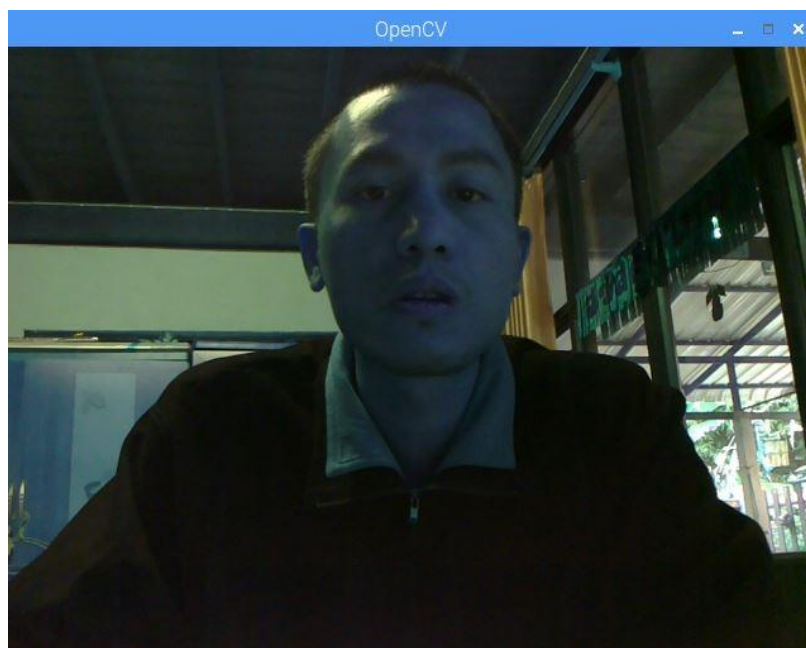
บรรทัดที่ 5: ทำการรับผ่านที่เรียกว่า capture โดยภาพจะเก็บใส่ตัวแปร img

บรรทัดที่ 6: แสดงรูป img ในหน้าต่างที่มีชื่อ input

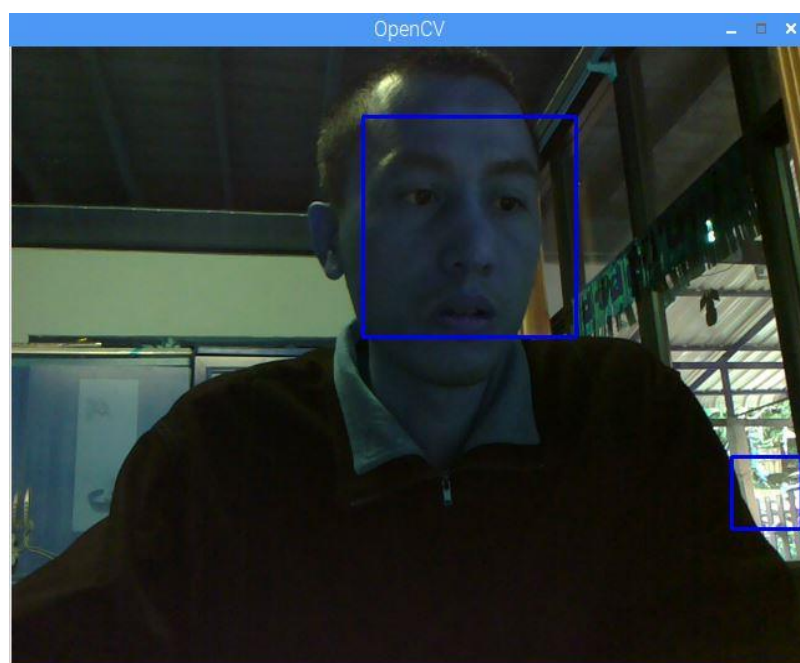
บรรทัดที่ 7-9: ตรวจสอบการกดคีย์บอร์ดหากกดปุ่ม ESC (k==27) โปรแกรมจะหยุดการทำงาน

3. หลังจากเสร็จสิ้นเลือก Run->Run Module หรือ กด F5

4. ผลเป็นดังนี้



ภาพที่ ก.8 ตัวอย่างภาพที่แสดงโดย OpenCV



ภาพที่ ก.9 ตัวอย่างการจับภาพใบหน้าโดย OpenCV

ภาคผนวก ข
แบบประเมินความพึงพอใจ

แบบประเมินผลความพึงพอใจ
งานวิจัยเรื่องการบันทึกข้อมูลการเข้าออกอาคารด้วยการจำใบหน้ากรณีศึกษาศาลจังหวัดอำนาจเจริญ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

- | | | |
|--------------------|--|--|
| 1. เพศ | ☐ ชาย | ☐ หญิง |
| 2. อายุ (ปี) | ☐ ต่ำกว่า 30 ปี | ☐ 31-40 ปี |
| | ☐ 41 - 50 ปี | ☐ มากกว่า 50 ปี |
| 3. วุฒิการศึกษา | ☐ ปริญญาตรี | ☐ ปริญญาโท |
| | ☐ ปริญญาเอก | ☐ อื่นๆ ระบุ..... |
| 4. สถานภาพการทำงาน | ☐ ข้าราชการ | ☐ พนักงานราชการ |
| | ☐ ลูกจ้างประจำ/ชั่วคราว | ☐ นักเรียน/นักศึกษา |
| | ☐ ประชาชน | ☐ อื่นๆ ระบุ..... |

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจต่องานวิจัย

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	มาก ที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด
	5	4	3	2	1
1.โปรแกรมที่ใช้ระบบทำงานได้อย่างราบรื่นมากน้อยเพียงใด					
2.ระบบมีความปลอดภัยในการใช้งานมากน้อยเพียงใด					
3.ระบบมีความแม่นยำมากน้อยเพียงใด					
4.การใช้งานโปรแกรมที่ใช้ระบบมีความสะดวกมากน้อยเพียงใด					
5.ฟังก์ชันการใช้งานตรงกับความต้องการมากน้อยเพียงใด					

ตอนที่ 3 ข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาพที่ ข.1 แบบประเมินความพึงพอใจสำหรับผู้ทั่วไป

แบบประเมินผลความพึงพอใจ
งานวิจัยเรื่องการบันทึกข้อมูลการเข้าออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้ากรณีศึกษาศาลจังหวัดอำนาจเจริญ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

- | | | |
|--------------------|--|--|
| 1. เพศ | ☐ ชาย | ☐ หญิง |
| 2. อายุ (ปี) | ☐ ต่ำกว่า 30 ปี | ☐ 31-40 ปี |
| | ☐ 41 - 50 ปี | ☐ มากกว่า 50 ปี |
| 3. วุฒิกการศึกษา | ☐ ปริญญาตรี | ☐ ปริญญาโท |
| | ☐ ปริญญาเอก | ☐ อื่นๆ ระบุ..... |
| 4. สถานภาพการทำงาน | ☐ ข้าราชการ | ☐ พนักงานราชการ |
| | ☐ ลูกจ้างประจำ/ชั่วคราว | ☐ นักเรียน/นักศึกษา |
| | ☐ ประชาชน | ☐ อื่นๆ ระบุ..... |

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจต่องานวิจัย

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	มาก ที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด
	5	4	3	2	1
1.การติดตั้งระบบมีความง่ายมากน้อยเพียงใด					
2.ระบบมีความสะดวกในการนำไปใช้งานมากหรือน้อยเพียงใด					
3.โปรแกรมที่ใช้ทำงานได้ราบรื่นมากหรือน้อยเพียงใด					
4.การทำงานของระบบมีความแม่นยำมากหรือน้อยเพียงใด					
5.การทำงานของระบบใช้งานทรัพยากรของคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มากหรือน้อยเพียงใด					

ตอนที่ 3 ข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

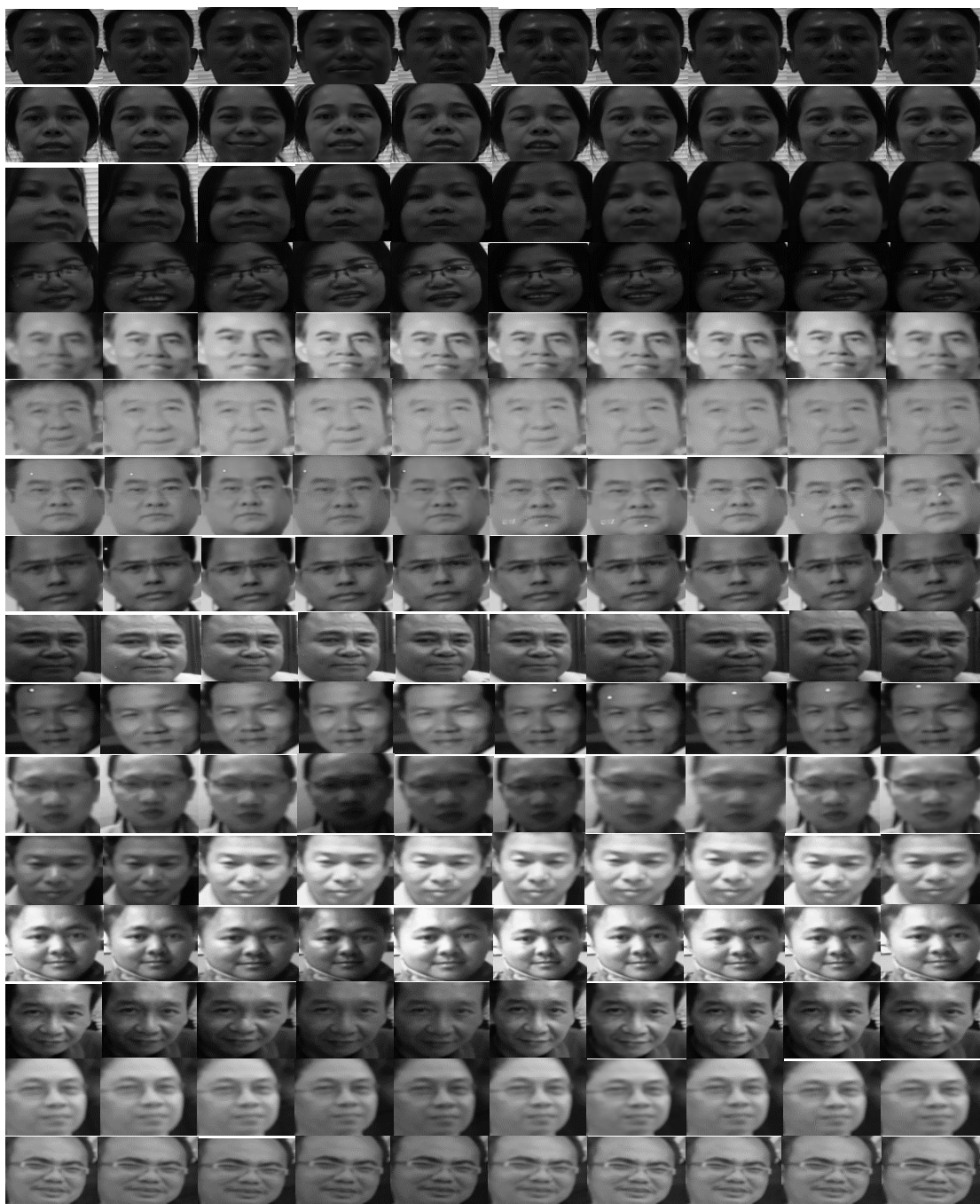
.....

ภาพที่ ข.2 แบบประเมินความพึงพอใจสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ภาคผนวก ค
ภาพประกอบการทดลอง

ภาพประกอบการทดลอง

การทดสอบใช้บุคลากรภายในหน่วยงานจำนวน 40 คน ชาย 20 หญิง 20 คน จำนวนภาพที่ใช้ในการทดสอบจำนวน 400 รูป เรียนรู้เพื่อสร้างฐานข้อมูลใบหน้าจำนวน 40 ชุด ประกอบด้วยชุดใบหน้าคนๆละ 10 ใบหน้าแต่ละภาพจะอยู่ในรูปแบบไฟล์ JPG สีขาวดำที่มีขนาดของภาพ 100x100 พิกเซล



ภาพที่ ค.1 ตัวอย่างภาพในการทดลอง



ภาพที่ ค.1 ตัวอย่างในการทดลอง (ต่อ)



ภาพที่ ค.1 ตัวอย่างในการทดลอง (ต่อ)

ภาคผนวก ง
บทความวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่



การบันทึกข้อมูลการเข้าออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้า กรณีศึกษาศาลจังหวัดอำนาจเจริญ

ชัชวาลย์ บุตรมาต^{1*} สมปอง เวฬุวนาธร²

^{1,2}สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติและคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*E-mail: chatchavan.b@gmail.com, sompong.v@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

เนื่องด้วยศาลจังหวัดอำนาจเจริญมีผู้มาติดต่อราชการเป็นจำนวนมาก และยังไม่มียุทธศาสตร์ความปลอดภัยที่ทันสมัยในการควบคุมการผ่านเข้าออก อาคารสถานที่และเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยไม่เพียงพอในการควบคุมและตรวจสอบสิ่งของอาวุธของต้องห้ามก่อนที่จะเข้าสู่ภายในบริเวณอาคารหรือสวนงานที่มีความสำคัญจำเป็นต้องมีระบบการรักษาความปลอดภัยที่มีความสามารถตรวจสอบและอนุญาตเฉพาะบุคคลให้ได้รับการอนุญาตผ่านเข้าไปยังงานสวนงานนั้นๆได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการบันทึกข้อมูลการเข้าออกอาคารด้วยรู้จำใบหน้าโดยใช้เทคนิค Haar-like ร่วมกับการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ระบบประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ 1.ใช้อุปกรณ์ราสเบอร์รี่ พาย ร่วมกับกล้องเว็บแคม พัฒนาโดยใช้ภาษาโปรแกรมไพธอนร่วมกับโอเพนซีวี ทำหน้าที่ในการบันทึกภาพบุคคลและส่งไปยังส่วนที่สอง 2.เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายพัฒนาโดยใช้ภาษาโปรแกรมชาร์ป ทำหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูลภาพใบหน้าแล้วทำการสกัดคุณลักษณะเด่นด้วยเทคนิควิเคราะห์องค์ประกอบหลักเพื่อตรวจสอบกับชุดข้อมูลเรียนรู้ที่เป็นบุคลากรภายใน ซึ่งได้ทำการประมวลผลการตรวจใบหน้าและสกัดคุณลักษณะไว้ในเครื่องแม่ข่ายก่อนหน้านั้นแล้วจำนวน 40 คน คนละ 10 ภาพ ชาย 20 และหญิง 20 คน ผลการทดลองด้านประสิทธิภาพการรู้จำใบหน้ามีอัตราการเรียนรู้ร้อยละ 86 และผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญภายในหน่วยงานจำนวน 4 คน บุคลากรจากหน่วยงานภายนอกจำนวน 4 คน พบว่ามีความพึงพอใจในระบบอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: ราสเบอร์รี่พาย การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก การรู้จำใบหน้า โอเพนซีวี

Data Logging of Building Access Using Face Recognition:

A Case Study of Amnat Charoen Provincial Court

Chatchavan Bootmas^{1*}, Sompong Valuvanathorn²

^{1,2} Major In Information Technology Department of Mathematics Statistics and Computer, Faculty of Science

Ubon Ratchathani University

*E-mail: chatchavan.b@gmail.com, sompong.v@ubu.ac.th

Abstract

Amnat Charoen Provincial Court has many visitors and there is not a modern security system to control entrance and exit. Security officials are not sufficient to control and inspect prohibited items before entering the building. Some of the buildings are needed to have a security system that is capable of checking and allowing only people to enter and exit. The purpose of this research is to develop a system for recording data logging of building access with facial recognition using Haar-like technique in combination with Principal Component Analysis. The system consists of two parts: the first part is Raspberry Pi and webcam, developed using Python programming language with OpenCV, it serves



to record the person and send it to the second part, the second part is the computer server, developed using C# programming language, it functions to process facial image data and feature extraction with Principal Component Analysis, validate with the learning dataset that was processed and stored on the server from 40 people in each of 10 images (20 men and 20 women). The results of the facial recognition performance is 86 percent. Furthermore, the five-point Likert scales is used to evaluate satisfaction from 8 users. The results reveal that is good level. Therefore, this research is suitable for application in the security of important places.

Keywords: Raspberry Pi, Principal Component Analysis, Face Recognition, OpenCV

บทนำ

เนื่องด้วยศาลจังหวัดอำนาจเจริญ มีผู้มาติดต่อราชการเป็นจำนวนมาก และยังไม่มียุทธศาสตร์ความปลอดภัยที่ทันสมัยในการควบคุมการผ่านเข้าออก อาคารสถานที่และเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยไม่เพียงพอในการควบคุมและตรวจสอบสิ่งของอาวุธของต้องห้ามก่อนที่จะเข้าสู่ภายในบริเวณอาคารหรือสถานที่ที่มีความสำคัญจำเป็นต้องมีระบบการรักษาความปลอดภัยที่มีความสามารถตรวจสอบและอนุญาตเฉพาะบุคคลให้ได้รับการอนุญาตผ่านเข้าไปยังงานสวนงานนั้นๆ ได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการบันทึกข้อมูลการเข้าออกอาคารด้วยรู้จำใบหน้าโดยใช้เทคนิค Haar-like ร่วมกับการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ระบบประกอบไปด้วย 2 ส่วน โดยส่วนแรกใช้อุปกรณ์ราสเบอร์รี่ พาย ร่วมกับกล้องเว็บแคม พัฒนาโดยใช้ภาษาโปรแกรมไพธอนร่วมกับโอเพนซีวี ทำหน้าที่ในการบันทึกภาพบุคคลและส่งไปยังส่วนที่สอง ซึ่งเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายพัฒนาโดยภาษาโปรแกรมซีชาร์ป ทำหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูลภาพใบหน้าแล้วทำการสกัดคุณลักษณะเด่นด้วยเทคนิควิเคราะห์องค์ประกอบหลักเพื่อตรวจสอบกับชุดข้อมูลเรียนรู้จากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นบุคลากรภายใน ซึ่งได้ทำการประมวลผลการตรวจใบหน้าและการสกัดคุณลักษณะไว้ในเครื่องแม่ข่ายก่อนหน้านั้นแล้วจำนวน 40 คน คนละ 10 ภาพ ชาย 20 และหญิง 20 คน ระบบจะทำการบันทึกข้อมูลเข้าออกจากกลุ่มตัวอย่างและจัดเก็บสถิติข้อมูลการเข้าออกประจำวัน จัดทำรายงานสรุปเพื่อนำเสนอต่อผู้พิพากษาหัวหน้าศาล ประโยชน์ของงานวิจัยนี้เป็นการนำเทคโนโลยีใหม่เข้ามาใช้งานและเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาความปลอดภัย อีกทั้งยังเพิ่มความสะดวกในการปฏิบัติหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ศาลเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย และยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการรู้จำด้วยใบหน้ากับด้านอื่นๆ ได้อีกมาก

ส่วนทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ราสเบอร์รี่ พาย [1] คือบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำงานด้านอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรม หรือเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็ก ไม่ว่าจะเป็นการทำงานด้านเอกสาร ห้องอินเทอร์เน็ต ส่งอีเมล หรือเล่นเกมส์ อีกทั้งยังสามารถเล่นไฟลิวีดีโอความละเอียดสูง ได้อีกด้วย บอร์ดราสเบอร์รี่ พาย รองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ ได้หลายระบบ เช่นราสเบียน พรีโตรา เป็นต้น โดยติดตั้งบนเอสดีการ์ด บอร์ดราสเบอร์รี่ พาย นี้ถูกออกแบบมาให้มีหน่วยประมวลผลกลาง และหน่วยประมวลผลสำรองอยู่ในชิปเดียวกัน มีจุดเชื่อมต่อ จีพีไอโอ ให้ผู้ใช้งานสามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ได้อีก

2. ภาษาโปรแกรมไพธอน [2] เป็นภาษาสำหรับการพัฒนาโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพ และคอมพิวเตอร์วิทัศน์ สามารถประมวลผลภาพดิจิทัล ได้ทั้งภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว มีฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์สำหรับจัดการข้อมูลและประมวลผลภาพพื้นฐาน ในการตรวจจับลักษณะเด่นบนใบหน้า โดยในงานวิจัยจะใช้ไลบรารีทั้งหมด 3 ประเภทดังนี้ CV : ใช้ประมวลผลและการวิเคราะห์รูปภาพ จะทำงานกับจุดภาพที่เป็นอาร์เรย์สองมิติ เช่น การหาขอบหรือ



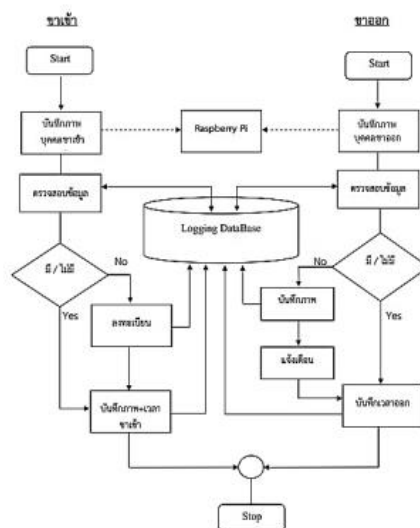
มุ่ม การทำฮิส โทแกรม CXCORE :ใช้จัดการเกี่ยวกับจุด ขนาด อาร์เรย์ หน่วยความจำสั่งในการวาดภาพ การประกาศตัวแปรภาพ HighGUI :ใช้ในการดึงภาพ บันทึกภาพติดต่อกับกล้องการสร้างหน้าต่างเพื่อแสดงภาพ รวมไปถึงการ ตรวจสอบ เมาส์

3. เทคนิค Haar-like [3] คือการหาผลต่างระหว่างความเข้มในส่วนที่แรเงากับส่วนที่ไม่ได้แรเงาจากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าขีดแบ่ง(Threshold) กับขั้ว (Polarity) ที่ใช้ในการตัดสินใจภาพที่รับเข้ามาควรจัดให้เป็นบวก (ภาพใบหน้าหรือเป็นลบไม่ใช่ภาพใบหน้า) ผลลัพธ์ ที่ได้จะถูกนำไปพิจารณาในขั้นตอนต่อไป

4. การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก Principal Component Analysis [4] หรือ PCA เป็นเทคนิคที่มีวัตถุประสงค์ที่จะนำรายละเอียดของตัวแปรที่มีจำนวนตัวแปรเป็นจำนวนมาก มาไว้ในองค์ประกอบที่มีเพียงไม่กี่ตัว โดยจะพิจารณาจากรายละเอียดทั้งหมดจากแต่ละตัวแปรในการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักจะสร้างการเชื่อมรวมกันเชิงเส้น (Linear combination) ของตัวแปร

วิธีการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยของการบันทึกข้อมูลการเขออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้า กรณีศึกษาศาลจังหวัดอำนาจเจริญ มีขั้นตอนดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการบันทึกข้อมูลการเขออกอาคารด้วยการรู้จำใบหน้า กรณีศึกษาศาลจังหวัดอำนาจเจริญ



The 44th National Graduate Research Conference (NGRC 44)

1. ขั้นตอนบันทึกภาพขาเข้า

เริ่มจากบันทึกภาพบุคคลขาเข้า ด้วยกล้องเว็บแคม ที่ต่อพ่วงกับบอร์ดราสเบอร์รี่ พาย แล้วตรวจสอบข้อมูลกับฐานข้อมูลที่เครื่องแม่ข่ายว่าลงทะเบียนภาพในระบบหรือไม่ ถ้าได้ลงทะเบียนไว้ระบบและทำการบันทึกเวลาขาเข้า ถ้าบุคคลนั้นยังไม่ได้ลงทะเบียนจะต้องทำการลงทะเบียนภาพเข้าไปในระบบก่อน ระบบจึงจะทำการบันทึกเวลาขาเข้า ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงบริเวณประตูทางเข้าศาลจังหวัดอำนาจเจริญ

2. ขั้นตอนบันทึกภาพขาออก

เริ่มจากบันทึกภาพบุคคลขาออกด้วยกล้องเว็บแคม ที่ต่อพ่วงกับบอร์ดราสเบอร์รี่ พาย ส่งไปประมวลผลที่เครื่องแม่ข่ายถ้าภาพตรงกับที่ได้ลงทะเบียนเอาไว้จะบันทึกเวลาขาออกลงในฐานข้อมูล กรณีถ้าไม่มีฐานข้อมูลระบบจะทำการบันทึกเวลาและทำการแจ้งเตือนกลับไปยังบอร์ดราสเบอร์รี่ พาย ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงบริเวณประตูทางออกศาลจังหวัดอำนาจเจริญ

3. ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลประมวลผล

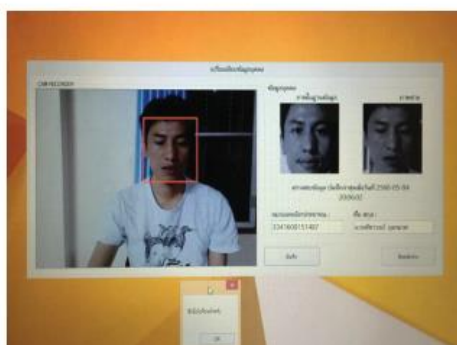
งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลภาพใบหน้าเจ้าหน้าที่ศาลจังหวัดอำนาจเจริญ ขนาด 480x360 พิกเซล จำนวน 400 ภาพ มีทั้งหญิงและชาย หนึ่งคนมีหลายภาพแต่ละคนมีจำนวนภาพเท่ากัน บางภาพมีการแสดงอารมณ์ทางใบหน้าเช่น ยิ้ม หัวเราะ และพูด เป็นต้น เป็นภาพโทนสี นำภาพทั้งหมดมาประมวลผล จากนั้น ใช้ฟังก์ชันในการตรวจจับใบหน้า (Face detection) ด้วยเทคนิค Haar-like และมีฟังก์ชันในแสดงผลการรู้จำใบหน้า (Face recognition) โดยอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ



ประกอบหลักหรือ PCA การทำงานของตัวระบบนี้ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอนหลักคือส่วนของการเรียนรู้ (Training phase) และส่วนของการนำไปใช้งาน (Working phase)

ผลการวิจัย

ผลการทดลองด้านประสิทธิภาพการรู้จำใบหน้ามีอัตราการรู้จำร้อยละ 86 และผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญภายในหน่วยงานจำนวน 4 คน บุคลากรจากหน่วยงานภายนอกจำนวน 4 คน พบว่ามีความพึงพอใจในระบบอยู่ในระดับดี



รูปที่ 4 แสดงการทดลองจับภาพใบหน้าเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลภาพที่เครื่องแม่ข่าย

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการทดลองการรู้จำภาพใบหน้าโดยใช้ฟังก์ชันในการตรวจจับใบหน้าด้วยเทคนิค Haar-like และมีฟังก์ชันในแสดงผลการรู้จำใบหน้าโดยอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก งานวิจัยนี้ เป็นการประยุกต์ใช้งานบอร์ตราสเบอร์รี่พาย ในด้านการรักษาความปลอดภัย โดยใช้การรู้จำใบหน้า และบอร์ตราสเบอร์รี่พาย ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านอื่นๆ ได้อีก ในงานวิจัยยังมีข้อจำกัดในเรื่องของฮาร์ดแวร์ระบบคือบอร์ตราสเบอร์รี่พาย ซึ่งเป็นบอร์ดขนาดเล็กมีหน่วยประมวลผลไม่มากส่งผลให้การประมวลผลภาพ จับภาพที่เป็นเรียลไทม์หรือภาพที่เป็นวิดีโอทำได้ไม่ค่อยดีนักนอกจากนี้ยังพบอีกว่าแสงสว่าง และระยะห่างของกล้อง มีผลต่อคุณภาพการประมวลผลภาพ แต่อย่างไรก็ตามผลที่ได้ ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพึงพอใจ ในอนาคตจะเขียนเป็นยูเซอร์อินเตอร์เฟสออกมาเป็นหน้าเว็บเพจเพื่อการใช้งานที่สะดวกมากยิ่งขึ้น ซึ่งผู้วิจัยจะได้ออกเป็นแนวทางในการวิจัยใน อนาคตต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] วิรัตน์ พรหมเมศ,นายณพนธ์ เลิศชูวงศ์, "ระบบควบคุมความปลอดภัยบน raspberrypi ด้วยเทคนิค Eigen face และการปรับเปลี่ยนสภาวะแสง", 7th ECTI-CARD 2015, Trang, Thailand (สืบค้นเมื่อ 16 มกราคม 2560)
- [2] Daniel Lelis Baggio (November 2012) Mastering OpenCV with Practical Computer Vision Projects (สืบค้นเมื่อ 4 กุมภาพันธ์ 2560)
- [3] R. Lienhart and J. Maydt, "An Extended Set of Haar like Features for Rapid Object Detection", IEEE International Conference on Image Processing, pp. 900-903, 2002.(สืบค้นเมื่อ 17 กุมภาพันธ์ 2560)



- [4] Gottumukkal, Rajkiran, and Vijayan K. Asari. "An improved face recognition technique based on modular PCA approach." *Pattern Recognition Letters* 25.4 (2004): 429-436. (สืบค้นเมื่อ 2 มีนาคม 2560)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายชัชวาลย์ บุตรมาศ
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2543 - พ.ศ. 2546 สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2551 – ปัจจุบัน ศาลจังหวัดอำนาจเจริญ จังหวัดอำนาจเจริญ
ตำแหน่ง	พนักงานคอมพิวเตอร์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	ศาลจังหวัดอำนาจเจริญ ถนนชยางกูร ตำบลบุ่ง อำเภอเมือง จังหวัดอำนาจเจริญ อีเมล: chatchavan.b@gmail.com