รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ระบบตรวจจับใบหน้าและติดตามบุคคลผ่านกล้องวงจรปิด

CCTV FACE DETECTION AND TRACKING SYSTEM

อรฉัตร จิตต์โสภัตร์

จตุพล เบญจประกายรัตน์

ชัยพิทักษ์ พัฒนกิตติคุณ

b00274609

RC00199

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากแหล่งเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2558

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ ระบบตรวจจับใบหน้าและติดตามบุคคลผ่านกล้องวงจรปิด

แหล่งเงิน เงินรายได้ ประเภทที่ 2 ด้านวิชาการ

ประจำปีงบประมาณ 2558 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 50,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2557 ถึง กันยายน 2558

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด

1. รศ.ดร.อรฉัตร จิตต์โสภักตร์ สังกัด คณะวิศวกรรมศาสตร์ (หัวหน้าโครงการ)
2. นายจตุพล เบญจประกายรัตน์ สังกัด คณะวิศวกรรมศาสตร์ (ผู้ร่วมโครงการ)
3. นายชัยพิทักษ์ พัฒนกิตติคุณ สังกัด คณะวิศวกรรมศาสตร์ (ผู้ร่วมโครงการ)

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านการประมวลผลภาพ กำลังเป็นเรื่องที่อยู่ในความสนใจและเป็นเทคโนโลยีที่สามารถนำมาสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยีใหม่ๆได้อย่างมากมาย โครงงานนี้จึงได้หยิบนำเทคโนโลยีการตรวจจับใบหน้าของมนุษย์ และตรวจจับการเคลื่อนที่ มาศึกษาและพัฒนาโดยผสมผสานเทคโนโลยีเหล่านี้เข้าด้วยกัน ระบบนี้จะเป็นระบบที่ติดตั้งกล้องวงจรปิดภายในอาคาร เพื่อที่จะติดตามการเคลื่อนที่ของบุคคลภายในอาคารว่าบุคคลใดอยู่ในตำแหน่งใดของอาคาร โดยได้นำเทคโนโลยีการตรวจจับใบหน้าเข้ามาใช้เพื่อให้ทราบว่าบุคคลที่ลงทะเบียนเข้าใช้งานอาคารนั้นเป็นใคร และหลังจากลงทะเบียนแล้วจะทำการติดตามการเคลื่อนที่ของบุคคลนั้น ซึ่งระบบจะทำการบันทึกข้อมูลตำแหน่งต่างๆของบุคคลภายในอาคารไว้ในฐานข้อมูลเชิงเวลา เพื่อให้สามารถมาดูย้อนหลังได้ว่าใครอยู่ที่ตำแหน่งใดภายในอาคารในเวลาที่ต้องการย้อนกลับไปดู โดยระบบนี้จะนำเสนอต่อผู้ใช้งานทั้งในรูปแบบของโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ โดยผู้ใช้สามารถเลือกที่จะรับชมในรูปแบบแผนผังได้ เพื่อให้เห็นมุมมองที่เป็นภาพรวมมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title : CCTV Face Detection And Tracking System

Researcher :

1. Assoc.Prof.Dr.Orachat Chitsobhuk

2. Mr.Jatupon Benjarakairat

3. Mr.Chaipitak Pattanakittikhun

Faculty : Engineering Department : Computer Engineering

Abstract

Recently, image processing technology has brought to the spotlight. The technology has created innovations and continued to produce great influence on multimedia applications. In this project, face and pedestrian detection are integrated to construct a CCTV indoor personal tracking with realtime and historical playback of video streaming and 2D position tracking displayed on both windows and android mobile platforms. A person, who wants to access the building, needs to register with his/her face at the entrance. Then, the registered face is searched from the database and identified the right to access the building. If the face is recognized, object tracking of the identified person is performed to obtain 2D positions along his/her track and update the recent results to the temporal database. Users can view a 2D map of the positions along the track as realtime or historical presentation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ที่อำนวยความสะดวกในด้านสถานที่ในการทำโครงงาน และยังช่วยหาอุปกรณ์สำหรับทำโครงงานให้ข้าพเจ้าสามารถทำโครงงานได้อย่างสะดวกและลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณนักศึกษาในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่ให้ความร่วมมือช่วยเหลือในการทำการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุน ประเภทที่ 2 ด้านวิชาการ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 ทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

รศ.ดร.อรณัตร จิตต์โสภักตร์
นายจตุพล เบญประกายรัตน์
นายชัยพิทักษ์ พัฒนกิตติคุณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูป VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 วิธีการดำเนินงาน 5

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

1.6 ส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์ 6

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 การตรวจจับใบหน้า (Face Detection) 7

2.2 การรู้จำใบหน้าด้วย Eigenface 11

2.3 การตรวจจับบุคคล 15

2.4 HTTP Stream Media Server & Client 18

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนา 19

3.1 ภาพรวมระบบ 19

3.2 Data Flow Diagram 22

3.3 การสื่อสารข้อมูล 23

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 26

4.1 การทดลองวัดเวลาการประมวลผลของ Histogram of Oriented Gradient 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2 การทดลองสร้างทัศนมิติแบ่งส่วนพื้นเทียบกับระยะจริง 27
4.3 การทดลองบันทึกวีดิโอย้อนหลัง 28
4.4 การทดลองเปรียบเทียบสีจาก ค่าเฉลี่ยสีจาก Histogram ด้วยสมการ CIED2000 28
4.5 การทดลองหาตำแหน่งพิกัดจากกล้อง 29
4.6 การทดลองการตรวจจับใบหน้าเปรียบเทียบเมื่อบุคคลไม่ใส่แว่น,
บุคคลใส่แว่นสายตาและบุคคลใส่แว่นกันแดด 32
4.7 การทดลองการวิเคราะห์ใบหน้าเพื่อระบุตัวบุคคล 33

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 36
5.1 สรุป 36
5.2 ปัญหา 37
5.3 แนวทางการแก้ไข 37
5.4 แนวทางในการพัฒนาต่อ 37

บรรณานุกรม 38

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

1.1 ความสามารถของระบบ 3
4.1 ผลการทดลองการปรับตัวแปรของ Histogram of Oriented Gradient 26
4.2 ค่าความคลาดเคลื่อนของตาราง 27
4.3 ค่าคลาดเคลื่อนของวีดิโอ 28
4.4 การเปรียบเทียบสีด้วยสมการ CIED2000 29
4.5 ผลการทดลองการตรวจจับใบหน้าในลักษณะต่างๆ 33
4.6 ผลการทดลองการวิเคราะห์ใบหน้าเพื่อระบุตัวบุคคล 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป หน้า

2.1 แบบจำลอง Haar - Like 9
2.2 ตัวอย่าง Strong Classifier ที่ได้จากกระบวนการ Adaboost 10
2.3 ขั้นตอนการรวมตัวจำแนกกลุ่มแบบต่อเรียง 11
2.4 การแปลงจากรูปเมตริกซ์มาเป็นรูปแบบ vector 12
2.5 ลำดับการทำงานของ Histogram of Oriented for Human Detection 15
2.6 เทมเพลทสำหรับการหาเส้นขอบ 16
2.7 ตัวอย่างการแปลง vector 16
2.8 แบบของ Block 16
2.9 ฟังก์ชั่น normalization 17
2.10 HOG 17
2.11 Optimal hyperplane 17
2.12 ภาพตัวอย่าง 18
3.1 ภาพรวมระบบ 19
3.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ 20
3.3 แผนภาพยูสเคส 21
3.4 Data Flow Diagram 22
3.5 การเชื่อมต่อ 23
3.6 Network Diagram ส่วนเชื่อมต่อ IP Camera 25
4.1 ตัวอย่างตารางที่โปรแกรมสร้างขึ้นในรูปแบบทัศนมิติ 27
4.2 การวาดตารางบนภาพ 29
4.3 ตัวอย่างแผนที่กับเส้นทางการเดิน 30
4.4 แบ่งแยกบุคคลตามสีเสื้อ 30
4.5 ผลการทดลองจากหน้า Android 31
4.6 การตรวจจับใบหน้าที่ไม่มีการใส่แว่น 32
4.7 การตรวจจับใบหน้าที่มีการใส่แว่นสายตา 32
4.8 การตรวจจับใบหน้าที่มีการใส่แว่นกันแดด 33
4.9 ฐานข้อมูลรูปภาพใบหน้าในระบบทั้งหมด 34
4.10 ตัวอย่างรูปภาพที่ใช้ในการทดสอบการวิเคราะห์ใบหน้า 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

ในปัจจุบันความปลอดภัยมีความสำคัญมากต่อสภาพความเป็นอยู่ของมนุษย์ มนุษย์จึงได้มีการคิดค้นระบบรักษาความปลอดภัยหลากหลายรูปแบบขึ้นมา แต่ละรูปแบบก็ขึ้นอยู่กับเหตุปัจจัยสภาพแวดล้อมในที่ที่ต้องการความปลอดภัย เช่น ภายในตัวอาคาร ธนาคาร ร้านค้า พื้นที่ส่วนบุคคล เป็นต้น ซึ่งในแต่ละรูปแบบนั้นก็จะมีขั้นตอน,อุปกรณ์,ทรัพยากรที่ใช้แตกต่างกันไป อุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ระบบรักษาความปลอดภัยส่วนใหญ่ในปัจจุบันนิยมใช้กันนั่นก็คือ "กล้องวงจรปิด" เหตุผลที่ปัจจุบันนิยมใช้กล้องวงจรปิดนั่นก็เพราะตัวกล้องมีขนาดเล็ก สามารถนำไปติดตั้งตามมุมตึกต่างๆ ได้ไม่ยาก เมื่อติดตั้งแล้วก็จะทำให้เห็นภาพในมุมต่างๆของสถานที่ และสามารถทำให้เห็นพื้นที่ต่างๆได้อย่างครอบคลุม เพียงแค่นั่งรับชมผ่านทางมอนิเตอร์ ถ้าหากเกิดอุบัติเหตุหรือเกิดอาชญากรรม โจรกรรมขึ้น ก็จะทำให้เห็นภาพเหตุการณ์ได้อย่างทันท่วงที และภาพเหตุการณ์นั้นที่ถูกบันทึกได้ผ่านกล้องวงจรปิดก็จะถือว่าเป็นหลักฐานสำคัญในการดำเนินคดีต่อไปได้ ซึ่งในปัจจุบันนั้นเทคโนโลยีของกล้องวงจรปิดและเทคโนโลยีทางด้าน Image Processing มีการพัฒนาขึ้นมากกว่าจะเป็นแค่กล้องธรรมดาทั่วไป จึงได้มีการนำเทคโนโลยีทางด้าน Image Processing มาใช้ เพื่อช่วยในงานต่างๆ เช่น ตรวจจับความเร็วรถยนต์บนท้องถนน ตรวจจับการเคลื่อนที่ของมนุษย์ วิเคราะห์ใบหน้าของมนุษย์ว่ามีใบหน้าตรงกับฐานข้อมูลหรือไม่ เป็นต้น

ทางคณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงประโยชน์ของเทคโนโลยีทางด้าน Image Processing และมีความตระหนักถึงเรื่องของความปลอดภัยภายในอาคารสถานที่ต่างๆ ที่ถึงแม้จะมีกล้องวงจรปิดติดอย่างครอบคลุมแล้วก็ตาม แต่หากต้องการทราบถึงการเคลื่อนที่ของบุคคลว่าใคร ไปที่ไหน เมื่อไร หรือหากต้องการรู้ว่าในช่วงเวลาต่างๆมีใครเข้ามาในพื้นที่บริเวณที่ต้องการตรวจสอบบ้าง ก็ยังต้องพึ่งการสังเกตการณ์จากมนุษย์อยู่ดี ซึ่งปัญหาเหล่านี้นั้นทางคณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นว่าสามารถแก้ไขปัญหาได้ด้วยการนำเทคโนโลยีทางด้าน Image Processing เข้ามาช่วย จึงเป็นที่มาของโครงงานระบบตรวจจับใบหน้าและติดตามบุคคลผ่านกล้องวงจรปิดขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำให้สามารถทำการตรวจสอบ แจ้งเตือน และสืบค้นย้อนหลังให้เป็นไปโดยอัตโนมัติ เพื่อความสะดวกต่อผู้ใช้งานมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1) เพื่อประชาสัมพันธ์คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2) เพื่อพัฒนาระบบตรวจสอบ ติดตาม แจ้งเตือน และค้นคืนรูปแบบใหม่แบบอัตโนมัติสำหรับใช้ในงานการรักษาความปลอดภัย
3) เพื่อพัฒนาระบบรักษาความปลอดภัยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
4) เพื่อการใช้งานที่ง่ายขึ้นของผู้ดูแลรักษาความปลอดภัย
5) เพื่อนำเทคโนโลยีของการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้กับระบบการรักษาความปลอดภัย เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
6) เพื่อนำระบบที่ได้จากการวิจัยไปต่อยอดเป็นระบบที่ใหญ่ขึ้นและใช้งานในระบบรักษาความปลอดภัยได้จริง

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ระบบตรวจจับใบหน้าและติดตามบุคคลผ่านกล้องวงจรปิด จะแสดงเป็นภาพรวมของอาคารในรูปแบบแผนที่ 2 มิติ โดยจะแสดงตำแหน่งของบุคคลบนแผนที่ และระบบสามารถสืบค้นดูประวัติเส้นทางการเดินของบุคคลภายในอาคารย้อนหลังได้ ระบบจะเริ่มต้นที่การตรวจจับใบหน้าเพื่อระบุตัวตนโดยใช้หลักการ Face Recognition เพื่อจะให้ทราบว่าบุคคลนั้นคือใคร โดยระบบจะมีฐานข้อมูลที่เก็บลักษณะใบหน้าของบุคคล หากบุคคลนั้นไม่อยู่ในระบบหรือเป็นบุคคลต้องสงสัย ระบบก็จะทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ผ่าน Application เมื่อบุคคลเข้าห้องมาแล้ว หลังจากนั้นจะใช้กล้องวงจรปิด ติดตามตัวบุคคลต่อ ในการหาตำแหน่งของบุคคลสามารถหาได้ด้วยการตรวจจับบุคคลหาความลึกของภาพจะต้องใช้กล้องวงจรปิดมากกว่าหนึ่งตัวขึ้นไป เพื่อได้เป็นตำแหน่งออกมาและเก็บข้อมูลลงบนฐานข้อมูลเชิงเวลา เพื่อให้สามารถดูประวัติเส้นทางย้อนหลังได้ โดยในส่วนติดต่อกับผู้ใช้นั้น จะติดต่อผ่าน Application บน Tablet ระบบ Android

1.3.1 ข้อกำหนดในการทดสอบ

1) ศึกษาในขอบเขตห้องจำนวน 2 ห้อง
2) ระบบรองรับบุคคลภายในห้อง ในเวลาเดียวกันได้ไม่เกิน 5 คน
3) ระบบรองรับสมาชิกในระบบได้ไม่เกิน 50 คน
4) บุคคลที่เดินเข้ามาภายในห้องจะต้องใส่เสื้อคนละสีกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 ความสามารถของระบบ

ตาราง 1.1 ความสามารถของระบบ

ลำดับที่	หัวข้อ	ผลการทดสอบที่ควรจะเป็น (ได้/ไม่ได้)
1	**ระบบตรวจจับและวิเคราะห์ใบหน้าของบุคคล (Face Detection & Face Recognition) ณ ตรงประตูทางเข้าห้อง**	
1.1	ตรวจจับและวิเคราะห์ใบหน้าของมนุษย์ว่าบุคคลที่เข้ามาภายในห้องเป็นใคร โดยวิเคราะห์ 1 คน/ช่วงเวลา	✓
1.2	ตรวจจับและวิเคราะห์ใบหน้าของมนุษย์ว่าบุคคลที่เข้ามาภายในห้องเป็นใคร โดยวิเคราะห์มากกว่า 1 คน/ช่วงเวลา	×
1.3	ตรวจจับใบหน้าและสามารถจำแนกใบหน้าของมนุษย์ว่าบุคคลที่เข้ามาภายในห้องเป็นใคร โดยบุคคลที่เข้ามาจะต้องไม่มีอุปกรณ์หรือสิ่งใดปิดบังใบหน้า ในลักษณะหน้าตรง,หน้าหันซ้ายและหน้าหันขวาไม่เกิน 30 องศา,หน้าก้มและหน้าเงยไม่เกิน 30 องศา	✓
1.4	ตรวจจับใบหน้าและสามารถจำแนกใบหน้าของมนุษย์ว่าบุคคลที่เข้ามาภายในห้องเป็นใคร โดยบุคคลที่เข้ามามีอุปกรณ์หรือสิ่งใดปิดบังใบหน้า หรือใบหน้าอยู่ในลักษณะหน้าก้มและหน้าเงยเกิน 30 องศา	×
1.5	สามารถจำแนกใบหน้ามนุษย์ว่าบุคคลที่เข้ามาภายในห้องเป็นใคร โดยจำแนกบุคคลที่เป็นพี่น้องฝาแฝดกัน	×
2	**ระบบติดตามการเคลื่อนที่บุคคล (Human Tracking) ภายในห้อง โดยรู้ว่าบุคคลที่เคลื่อนที่อยู่นั้นเป็นบุคคลใด**	
2.1	ระบบสามารถติดตามการเคลื่อนที่ของบุคคลภายในห้อง ได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 คน/ช่วงเวลา	✓
2.2	ระบบสามารถติดตามการเคลื่อนที่ของบุคคลภายในห้อง ได้มากกว่า 5 คน/ช่วงเวลา	×
2.3	กรณีที่บุคคลเดินสวนกัน ทำให้ ณ ขณะหนึ่งกล้องไม่สามารถติดตามบุคคลอีกคนหนึ่งได้ เมื่อเดินสวนกันเรียบร้อยแล้ว ระบบสามารถติดตามบุคคลต่อได้อย่างถูกต้อง	✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 1.1 ความสามารถของระบบ (ต่อ)

ลำดับที่	หัวข้อ	ผลการทดสอบที่ควรจะเป็น (ได้/ไม่ได้)
3	**ความสามารถของแอปพลิเคชันของระบบตรวจจับใบหน้าและติดตามบุคคลผ่านกล้องวงจรปิด**	
3.1	**ส่วนถ่ายทอดสด**	
3.1.1	สามารถรับชมได้ในรูปแบบภาพที่เป็นแผนที่ โดยในแผนที่จะมีวงกลมสีต่างๆซึ่งมีความหมายแทนถึงบุคคลต่างๆ ว่าอยู่ในตำแหน่งใด โดยในขณะรับชมแผนที่ ในหน้าจอจะแสดงด้วยว่าวงกลมสีต่างๆนั้นหมายถึงใคร	✓
3.1.2	ขณะที่ดูแผนที่ สามารถกดเลือก เพื่อดูภาพที่มุมกล้องต่างๆ ไปด้วยได้	✓
3.1.3	เมื่อตรวจจับพบใบหน้าของบุคคลที่เข้ามาภายในห้องว่าเป็นบุคคล**ต้องสงสัยในฐานข้อมูล** แอปพลิเคชันจะแจ้งเตือนให้กับผู้ใช้ได้รู้ พร้อมระบุตำแหน่งของบุคคลต้องสงสัยลงในแผนที่	✓
3.1.4	เมื่อตรวจจับพบใบหน้าของบุคคลที่เข้ามาภายในห้องว่าเป็นบุคคลที่**ไม่อยู่ในฐานข้อมูล** แอปพลิเคชันจะแจ้งเตือนให้กับผู้ใช้ได้รู้ พร้อมระบุตำแหน่งของบุคคลที่ไม่อยู่ในฐานข้อมูลลงในแผนที่	✓
3.2	**ส่วนดูวีดีโอและเส้นทางการเดินย้อนหลัง**	
3.2.1	สามารถย้อนดูเส้นทางประวัติการเดินย้อนหลัง**ของสมาชิกในระบบ, บุคคลต้องสงสัยในระบบ,บุคคลที่ไม่อยู่ในระบบ**ได้ โดยเลือกจากเงื่อนไข เลือกบุคคล/วันที่/เวลา	✓
3.2.2	สามารถดูประวัติย้อนหลังการเข้าออกและเส้นทางการเดินของ**บุคคลภายในห้อง** ภายในช่วงเวลาต่างๆ โดยเลือกจากเงื่อนไข เลือกห้อง/วันที่/เวลา	✓
3.2.3	ขณะที่ดูวีดีโอย้อนหลังการเข้าออกและเส้นทางการเดินของบุคคลภายในห้อง สามารถกดดูในมุมกล้องต่างๆประกอบไปด้วยได้	✓
3.2.4	การดูวีดีโอย้อนหลังทั้งหมด สามารถดูย้อนได้ไม่เกิน 7 วัน (ดูย้อนได้ <= 7 วัน)	✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 1.1 ความสามารถของระบบ (ต่อ)

ลำดับที่	หัวข้อ	ผลการทดสอบที่ควรจะเป็น (ได้/ไม่ได้)
3.2.5	ถ้าหากต้องการจะดูวีดีโอย้อนหลังเกิน 7 วัน สามารถจะดูได้แต่ภาพที่มีบุคคลต้องสงสัยหรือบุคคลที่ไม่ได้ถูกบันทึกในระบบ ย้อนหลังไม่เกิน 1 ปี (ดูย้อนได้ <= 1 ปี)	✓
3.3	ส่วนเพิ่มสมาชิกเข้าสู่ระบบ	
3.3.1	สามารถเพิ่มสมาชิกหรือภาพบุคคลต้องสงสัยโดยการเก็บภาพใบหน้าใน 3 มุม ได้แก่ มุมหน้าตรง, มุมหันซ้าย, มุมหันขวา โดยบุคคลที่เพิ่มจะต้องไม่มีอุปกรณ์หรือสิ่งใดปิดบังใบหน้า	✓
3.3.2	สามารถเพิ่มข้อมูลส่วนตัวของสมาชิก	✓

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1) กำหนดขอบเขตของโครงการวิจัย
2) ออกแบบระบบ
3) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวอัลกอริทึมในการตรวจจับใบหน้า,วิเคราะห์ใบหน้า,การติดตามการเคลื่อนไหว และการหาความลึกของวัตถุ
4) ศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือ อุปกรณ์ Program Tools Library ต่างๆที่ใช้ในการทำระบบจริง
5) ทดลองเขียนโปรแกรมสำหรับการตรวจจับ,วิเคราะห์ใบหน้า,การติดตามการเคลื่อนไหว และการหาความลึกของวัตถุ
6) ติดตั้งกล้องภายในห้อง ระบบ Network และ Server สำหรับการทดลองวิจัย
7) วิเคราะห์ และออกแบบการเขียนโปรแกรมสำหรับประมวลผลภาพ
8) พัฒนาโปรแกรมสำหรับประมวลผลภาพ
9) วิเคราะห์ ออกแบบรายละเอียด และ User Interface ของ Application บน Tablet
10) พัฒนา Application บน Tablet
11) ทำการรวมระบบระหว่างส่วนโปรแกรมส่วนประมวลผลภาพที่ทำงานอยู่บน Server กับ Application บน Tablet
12) ทดสอบประสิทธิภาพและแก้ไขระบบ
13) สรุปผลและจัดทำรายงานรูปเล่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้ระบบรักษาความปลอดภัยที่นำเสนอผลการตรวจสอบ ติดตาม และค้นคืนในรูปแบบใหม่และสะดวกต่อการใช้งาน
2) ได้ระบบรักษาความปลอดภัยภายในอาคารในรูปแบบ Application บน Tablet และสามารถเข้าถึงข้อมูลบุคคลที่เข้าออกภายในอาคารได้อย่างสะดวกและเข้าใจง่าย
3) เพิ่มประสิทธิภาพของกล้อง CCTV ให้มีประโยชน์มากยิ่งขึ้น
4) สามารถนำระบบที่พัฒนาไปติดตั้งจริงในอาคารสถานที่ ที่ต้องการความปลอดภัยได้

1.6 ส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทด้วยกันคือ

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงความสำคัญและที่มาของโครงงาน วัตถุประสงค์ของโครงงาน ขอบเขตของโครงงาน วิธีการดำเนินงาน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึง ทฤษฎีของการตรวจจับใบหน้า (Face Detection) , การรู้จำใบหน้าด้วย Eigenface , การตรวจจับบุคคล , HTTP Stream Media Server & Client

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนา กล่าวถึง ภาพรวมของระบบ , ขั้นตอนการทำงานของระบบ , แผนภาพยูสเคส , Data Flow Diagram , อธิบายการสื่อสารข้อมูลที่ได้ออกแบบ

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง กล่าวถึง การทดสอบระบบในส่วนต่างๆ ได้แก่ การทดลองวัดเวลาการประผลของ Histogram of Oriented Gradient , การทดลองสร้างทัศนมิติแบ่งส่วนพื้นที่เทียบกับระยะจริง , การทดลองบันทึกวีดีโอย้อนหลัง , การทดลองเปรียบเทียบสีจากค่าเฉลี่ยสีจาก Histogram ด้วยสมการ CIED2000 , การทดลองหาตำแหน่งพิกัดจากกล้อง , การทดลองการตรวจจับใบหน้าเปรียบเทียบเมื่อบุคคลไม่ใส่แว่น บุคคลใส่แว่นสายตาและบุคคลใส่แว่นกันแดด , การทดลองการวิเคราะห์ใบหน้าเพื่อระบุตัวบุคคล และมีผลการทดลอง สรุปผลการทดลองในการทดสอบส่วนต่างๆของระบบที่กล่าวมาข้างต้น

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ กล่าวถึง ข้อสรุป , ปัญหา , แนวทางการแก้ไข , แนวทางในการพัฒนาต่อ ของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การตรวจจับใบหน้า (Face Detection)

2.1.1 วิธีการพื้นฐานในการตรวจจับใบหน้า

ในปัจจุบันสามารถจำแนกวิธีการพื้นฐานในการตรวจจับใบหน้าได้เป็น 4 ประเภท

2.1.1.1 Knowledge – based methods

เป็นวิธีการที่อาศัยพื้นฐานความรู้ของมนุษย์ที่มีต่อส่วนประกอบสำคัญบนใบหน้ามนุษย์มาหากฎเกณฑ์ในการจำแนกใบหน้าของมนุษย์ ยกตัวอย่างเช่น รูปที่มีใบหน้านั้นย่อมจะต้องประกอบด้วยดวงตา 2 ดวงซึ่งอยู่ในตำแหน่งที่สมมาตรกัน ต้องมีจมูก 1 จมูก และปาก 1 ปาก ซึ่งจะสามารถจำแนกใบหน้าได้จากอวัยวะแต่ละส่วนจะมีความสัมพันธ์กันโดยใช้ระยะทางและตำแหน่งตามกฎเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้

ข้อเสียของวิธีการนี้ก็คือ การหากฎเกณฑ์ที่จะมาทำการจำแนกใบหน้าของมนุษย์นั้นเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก เพราะถ้าหากระบุกฎเกณฑ์ละเอียดมากเกินไปนั้น ก็จะทำให้การตรวจจับใบหน้าทำได้ยาก (เนื่องจากไม่มีใบหน้าที่ผ่านกฎเกณฑ์เลย) หรือถ้าระบุกฎเกณฑ์น้อยเกินไปก็จะทำให้การตรวจจับใบหน้าเกิดข้อผิดพลาดขึ้น (ตรวจจับสิ่งที่ไม่ใช่ใบหน้าเข้ามาด้วย)

2.1.1.2 Feature invariant approaches

เป็นวิธีการที่ใช้สำหรับการค้นหาลักษณะเด่น (Feature) ที่แตกต่างกันของแต่ละใบหน้าในการตรวจจับ สมมติฐานของวิธีนี้นั้น ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตของมนุษย์ที่จะสามารถจำแนกวัตถุต่างๆได้ไม่ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมเกิดขึ้น เปลี่ยนตำแหน่ง หรือเปลี่ยนสภาพแสง เป็นต้น ซึ่งในการตรวจหาลักษณะเด่นของใบหน้านั้น ยกตัวอย่างเช่น ลักษณะเด่นของคิ้ว ตา จมูก ปาก และเส้นผม โดยเทคนิคการตรวจจับเส้นขอบ (Edge Detection) จะดึงออกมาเพื่อตรวจสอบและจากนั้นจะใช้สถิติในการอธิบายความสัมพันธ์และยืนยันการตรวจพบใบหน้า

ข้อเสียของวิธีการนี้คือ การตรวจจับคุณลักษณะเด่นของใบหน้านั้น สามารถดึงออกมาได้ยากเนื่องจากสภาพแสง สัญญาณรบกวน อีกทั้งไม่สามารถหาขอบของจุดเด่นบนใบหน้าได้

2.1.1.3 Template matching methods

วิธีการนี้ใช้ Standard Template ของใบหน้า (โดยทั่วไปจะใช้เป็นของใบหน้าตรง) ซึ่งเกิดจากการกำหนดค่าเองหรือกำหนดโดยฟังก์ชัน เช่น หาความสัมพันธ์โดยใบหน้าที่รับเข้ามานั้น จะนำมาหาค่า Correlation Value กับ Standard Pattern ของใบหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของวิธีการนี้คือทำได้ง่าย แต่ข้อเสียคือ เนื่องจากตำแหน่งการวางและรูปทรงที่แตกต่างไปจาก Strandard Template จึงทำให้ประสิทธิภาพของการตรวจจับใบหน้ายังทำได้ไม่ดี

2.1.1.4 Appearance – based methods

เป็นวิธีการที่ใช้โมเดลของการเรียนรู้ของกลุ่มรูปภาพตัวอย่าง ซึ่งกลุ่มรูปภาพตัวอย่างนั้นจะประกอบด้วยกลุ่มรูปที่เป็นใบหน้าและไม่ใช่ใบหน้า ซึ่งวิธีการนี้ได้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติ และเทคนิค Machine Learning มาใช้ในการหาคุณลักษณะของรูปภาพที่เป็นใบหน้า และไม่ได้เป็นใบหน้า

ซึ่งจากการศึกษาในเรื่องของการตรวจจับใบหน้าที่ผ่านมา ทำให้พบว่าวิธีการ Appearance – based มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีอื่นๆ ซึ่งโดยเฉพาะงานวิจัยของ Viola และ Jones นั้นมีประสิทธิภาพและความสามารถในการตรวจจับใบหน้าได้อย่างรวดเร็ว

2.1.2 วิธีการตรวจจับใบหน้าของ Viola – Jones

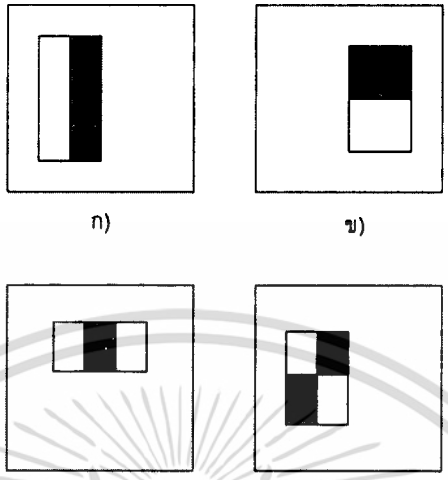
เป็นวิธีการที่นำเสนอโดย Paul viola และ Michael J. Jones ได้คิดค้นและนำเสนอในปี ค.ศ.2001 ซึ่งเทคนิคนี้นั้นเป็นเทคนิคที่เป็นที่ยอมรับและรู้จักในเรื่องของการตรวจจับใบหน้าอย่างแพร่หลาย

โดยวิธีการตรวจจับใบหน้าของ Viola – Jones นี้สามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ การคำนวณรูปแบบการจำลองด้วย Integral Image , การค้นหารูปแบบการจำลองด้วย Adaboost และการรวมตัวจำแนกกลุ่มแบบต่อเรียง (Cascaded Classifier) โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ซึ่งแนวคิดพื้นฐานของเทคนิคการตรวจจับใบหน้าของ Viola – Jones คือการใช้ Sub-window วิ่งพิจารณาเพื่อทำการตรวจจับใบหน้าจากภาพอินพุต ซึ่งเทคนิคโดยทั่วไปในการตรวจจับหาใบหน้านั้นจะทำการปรับขนาดภาพอินพุตให้มีขนาดแตกต่างกัน และใช้ตัวตรวจจับ (Detector) ที่มีขนาดคงที่เพื่อวิ่งตรวจจับหาวัตถุ แต่เทคนิคโดยทั่วไปนี้นั้นจะมีข้อเสียคือ ระยะเวลาในการคำนวณไม่คงที่ ซึ่งแตกต่างกับเทคนิคการตรวจจับใบหน้าของ Viola – Jones ซึ่งนำเสนอเทคนิคการตรวจจับใบหน้าในรูปแบบใหม่ โดยใช้การจำลองรูปแบบ Haar – like เป็นตัวตรวจจับ ซึ่งแทนที่จะทำการปรับขนาดของภาพอินพุต แต่จะไปทำการปรับขนาดของตัวตรวจจับแทน โดยตัวตรวจจับจะทำการวิ่งตรวจจับใบหน้าหลายๆรอบ ซึ่งในแต่ละรอบจะใช้ตัวตรวจจับที่มีขนาดแตกต่างกัน ซึ่งเมื่อเปรียบระหว่างวิธีเดิมกับวิธีของ Viola – Jones แล้วนั้น ทั้งสองวิธีใช้เวลาในการคำนวณไม่ได้แตกต่างกันมากนัก แต่เวลาในการคำนวณการตรวจจับภาพใบหน้าแต่ละรอบจะมีค่าคงที่ แม้ขนาดของตัวตรวจจับจะมีขนาดแตกต่างกันก็ตาม โดยเทคนิคนี้นำเสนอการคำนวณรูปแบบจำลอง Haar – like ด้วยวิธีการ Integral Image

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.1 ขั้นตอน Integral Image



รูป 2.1 แบบจำลอง Haar - Like

รูปแบบจำลอง Haar – like ในวิธีการตรวจจับใบหน้าของ Viola – Jones นั้นจะมีลักษณะดังรูป 2.1 ซึ่งในพื้นที่สี่เหลี่ยม จะประกอบด้วยพื้นที่สี่เหลี่ยม 2 ประเภท ได้แก่ พื้นที่สี่เหลี่ยมส่วนแรเงา และพื้นที่สี่เหลี่ยมส่วนที่ไม่ได้แรเงา ซึ่งการหาค่าการจำลองรูปแบบ Haar-like นั้น สามารถหาได้จากการหาผลต่างความเข้มแสงระหว่างพื้นที่ส่วนแรเงา และพื้นที่ส่วนที่ไม่ได้แรเงา เมื่อได้ผลลัพธ์นำไปเปรียบเทียบกับค่า Threshold กับขั้ว (Polarity) ซึ่งค่าเหล่านี้จะเป็นการตัดสินว่าภาพอินพุตเป็นภาพใบหน้า หรือไม่ใช่ภาพใบหน้า ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้นั้นจะถูกนำไปพิจารณาในขั้นตอนต่อๆไป

เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีมากยิ่งขึ้น Viola และ Jones ได้เสนอเทคนิคที่เรียกว่า Integral Image คือ การรวมความเข้ม (Intensity) ของแต่ละพิกเซลเข้าด้วย ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ในการคำนวณรูปแบบจำลอง Haar – like ซึ่งสามารถเขียนสมการได้ดังต่อไปนี้

$$ii(x,y)=\sum_{x'\le x,y'\le y} i(x',y') \qquad (2.1)$$

กำหนดให้ $ii(x,y)$ คือ ค่า Integral Image ที่ตำแหน่งจุด (x,y) และ $i(x',y')$คือ ค่าความเข้มในแต่ละพิกเซลของภาพต้นฉบับ

กำหนดให้การจำลองรูปแบบ Haar-like ที่ได้หลังจากทำการเปรียบเทียบกับค่า Threshold เรียกว่า Weak Classifier เนื่องจากการจำลองรูปแบบ Haar-like ที่ได้รับจะให้คำตอบที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

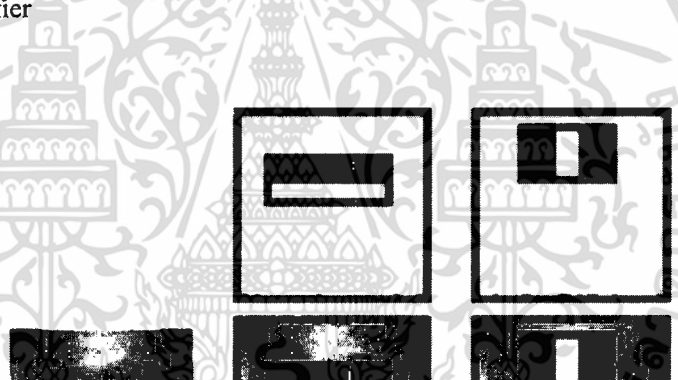
ถูกต้องกว่าการเดาสุ่มเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งการหา Weak Classifier สามารถเขียนแทนได้ด้วยสมการต่อไปนี้

$$h(x_i,f,p,\theta)=\begin{cases}1, \text{ if } pf(x_i)<p\theta \\ 0, \text{ otherwise}\end{cases} \quad (2.2)$$

โดย x คือ Sub-window ของภาพอินพุต $h(x_i,f,p,\theta)$ คือ Weak Classifier ที่พิจารณาจากการจำลองรูปแบบ Haar-like เทียบกับค่า Threshold (θ) และ (p) เป็นขั้วซึ่งเป็นตัวกำหนดทิศของสมการ

2.1.2.2 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยวิธี Adaboost

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการจำลองรูปแบบ Haar – like ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 นำมาเข้ากระบวนการMachine Learning ซึ่งเรียกว่า “Adaptive Boost” หรือ “Adaboost” ซึ่งขั้นตอนก็คือ หา Weak Classifier และนำมากำหนดค่าถ่วงน้ำหนัก เพื่อทำให้ค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด เพื่อจะนำไปสร้าง Strong Classifier



รูป 2.2 ตัวอย่าง Strong Classifier ที่ได้จากกระบวนการ Adaboost

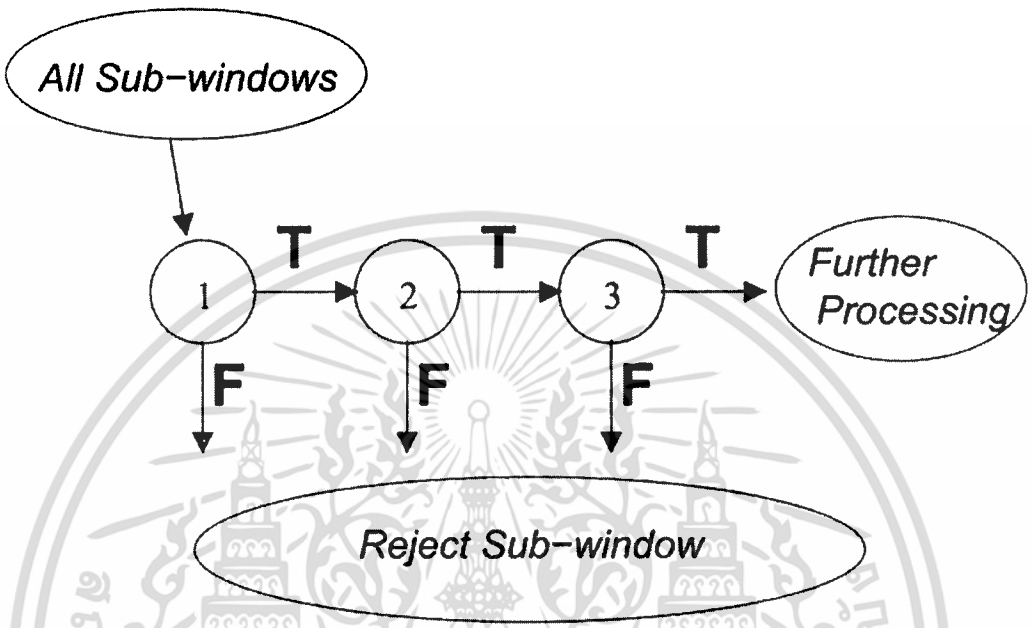
จากรูป 2.2 คือการจำลองรูปแบบ Haar-like ที่ได้จากกระบวนการ Adaboost การจำลองรูปแบบ Haar-like อันแรกจะเป็นการเปรียบความแตกต่างของบริเวณดวงตาและบริเวณแก้มส่วนอันที่จะเป็นการหาความแตกต่างระหว่างบริเวณดวงตาสองข้างและบริเวณจมูก

2.1.2.3 ขั้นตอนการรวมตัวจำแนกกลุ่มแบบต่อเรียง

ในขั้นตอนที่ 3 แนวคิดหลักของขั้นตอนนี้ก็คือ การสร้างการรวมตัวจำแนกกลุ่มแบบต่อเรียง (Cascaded Classifier) โดยเทคนิคนี้จะเป็นการนำ Classifier หลายๆตัวมาเรียงๆกันเรื่อย โดยในตัวจำแนกอันดับต้นๆนั้น จะเอาตัวจำแนกที่มีความซับซ้อนที่น้อย โดยนำ Weak Classifier มาใช้ในอันดับต้น เพื่อทำให้ใช้เวลาในการคำนวณไม่สิ้นเปลือง จากรูป 2.3 ในการตรวจสอบนั้นถ้าตรวจสอบแล้วภาพย่อยที่ตรวจสอบอยู่นั้น ไม่ใช่ภาพใบหน้าก็จะทำการทิ้งทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่นำไปพิจารณาต่อ แต่ถ้ายังอยู่ในเกณฑ์ก็จะส่งไปให้ตัวจับแนกตัวถัดไปพิจารณาต่อ ที่มีความซับซ้อนในการตรวจสอบมากยิ่งขึ้น ซึ่งถ้าตัวจำแนกกลุ่มมียิ่งมากเท่าไร โอกาสที่ภาพย่อยที่เราพิจารณานั้นจะยิ่งมีความถูกต้องว่าเป็นใบหน้ามากยิ่งขึ้นเท่านั้น



รูป 2.3 ขั้นตอนการรวมตัวจำแนกกลุ่มแบบต่อเรียง

2.2 การรู้จำใบหน้าด้วย Eigenface

Eigenface คือ วิธีการทางคณิตศาสตร์และสถิติสำหรับการดึงข้อมูลจากภาพใบหน้า โดยเป็นวิธีที่ไม่อ้างอิงกับลักษณะใบหน้าของมนุษย์ เช่น ไม่สนใจความห่างของตาหรือปาก เป็นต้น จุดสำคัญก็คือการหาความคล้ายหรือความแตกต่างของใบหน้า

ในทางคณิตศาสตร์นั้น Eigenface ประกอบด้วย

1) Eigenvector ของภาพใบหน้า
2) เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมของภาพใบหน้า
3) การกระจายความน่าจะเป็นของภาพใบหน้า
4) Vector space ของภาพใบหน้า

2.2.1 วิธีสร้างและใช้วิธี Eigenface ในการรู้จำใบหน้า

สิ่งที่จะต้องเตรียมเสมอมีดังนี้

1) เตรียมรูปจำนวน M รูปภาพ เพื่อใช้ในการทำ Eigenface
2) เลือกใช้ K เวคเตอร์ไอเกนที่มีค่าสัมบูรณ์ของ Eigen value มากที่สุด (ทำให้ K < M เพื่อลดขนาดของข้อมูล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) สมมติให้ภาพแต่ละภาพมีขนาด N x N อยู่ในรูปเมตริกซ์ โดยต้องเปลี่ยนให้เป็นเวคเตอร์ขนาด N^2 x 1 เพื่อให้จัดรูปสำหรับทำ PCA ได้ ดังนั้นถ้ารูปมี ขนาด 120 x 120 พิกเซล จะได้เวคเตอร์ยาว 14400

2.2.2 Algorithm สำหรับหา Eigenface

1) สมมติมีภาพ M ภาพ จากนั้นอ่านภาพที่มีทั้งหมด I_1, I_2, I_3, ..., I_M รวมทั้งต้องจัดใบหน้าของแต่ละภาพให้อยู่ตรงกลางของภาพนั้นๆ

2) เปลี่ยนรูปแบบของภาพแต่ละภาพให้เป็นเวคเตอร์ จากเดิมที่อยู่ในรูปเมตริกซ์ N x N เปลี่ยนให้เป็นเวคเตอร์ Γ_i ขนาด N^2 x 1 เช่น

$$I_i = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1N} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{N1} & a_{N2} & \cdots & a_{NN} \end{bmatrix}_{N \times N} \xrightarrow{\text{นำมาเรียงต่อกันใหม่ ในรูป Vector}} \begin{bmatrix} a_{11} \\ \vdots \\ a_{1N} \\ a_{21} \\ \vdots \\ a_{2N} \\ \vdots \\ a_{NN} \end{bmatrix}_{N^2 \times 1} = \Gamma_i$$

รูป 2.4 การแปลงจากรูปเมตริกซ์มาเป็นรูปแบบ vector

เปลี่ยนเป็นเวคเตอร์ให้ครบทั้ง M ภาพ ซึ่งจะได้เวคเตอร์ของแต่ละภาพที่ยาวมาก สามารถลดความยาวของเวคเตอร์ได้ด้วยวิธี PCA

3) นำเวคเตอร์จากทั้ง M ภาพมาหาค่าเฉลี่ยใบหน้าเฉลี่ย (Mean face)

$$\Psi = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^{M} \Gamma_i \qquad (2.3)$$

โดย Ψ คือ ใบหน้าเฉลี่ย (Mean Face)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) นำเวคเตอร์ใบหน้า (Eigenvector) แต่ละอันลบกับค่า Mean face จะได้เวคเตอร์ใบหน้าค่าใหม่

$$\Phi_i = \Gamma_i - \Psi \tag{2.4}$$

แนวคิดคือเวคเตอร์ใบหน้าค่าใหม่ (Φ_i) จะเก็บสิ่งที่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยไว้ กล่าวคือเป็นการลบค่าที่คล้ายคลึงกับค่าเฉลี่ยออกไปเพราะข้อมูลที่คล้ายคลึงกันดังกล่าวนำมาใช้ในการแยกหน้าคนออกจากกันได้ยาก แสดงว่าจะต้องมีค่าที่ไม่ค่อยต่างกับค่าเฉลี่ยของใบหน้าคนเก็บอยู่ในฐานข้อมูล จึงจำเป็นต้องกำจัดค่าพวกนั้นทิ้ง สามารถทำได้ด้วยวิธี PCA

5) นำเวคเตอร์ใบหน้าค่าใหม่มาจัดเรียงเป็นเมตริกซ์ A

$$A=\{\Phi_1, \Phi_2, \ldots, \Phi_M,\} \tag{2.5}$$

6) หาค่าเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม C

$$C=A^T A \tag{2.6}$$

ซึ่ง A เป็นเมตริกซ์ขนาด ขนาด $N^2 \times M$ และ C เป็นเมตริกซ์ขนาด ขนาด $M \times M$

7) หาเวคเตอร์ไอเกนที่มีค่าไอเกนมากที่สุดทั้งหมด K ตัว เวคเตอร์แต่ละตัวนี้จะถูกนำไปสร้างเป็นภาพใบหน้าไอเกนด้วยการหาผลรวมเชิงเส้นจากหน้าที่มีอยู่ทั้งหมดซึ่งเป็นเซ็ตของเวคเตอร์ที่แสดงทิศทางที่ภาพใบหน้าในฐานข้อมูลมีความแตกต่างกันมากที่สุด

2.2.3 คำนวณอัตลักษณ์ของใบหน้าของ J จาก Eigenface

ให้ $u_1, u_2, \ldots, u_k$ คือ เซ็ตของ Eigenface ซึ่งสามารถดึงอัตลักษณ์ของใบหน้า ได้จากการหาค่าน้ำหนัก $w_1, w_2, \ldots, w_k$ ซึ่งทำให้

$$\sum_{j=1}^{K} w_j u_j \approx \Phi_j \tag{2.7}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งสามารถคำนวณหาค่าน้ำหนักต่างๆได้จากสมการ

$$w_j = u_j^T \Phi_j \tag{2.8}$$

ซึ่งหมายความว่า อัตลักษณ์ของภาพใบหน้าบุคคลถูกแสดงออกมาเป็นเวคเตอร์ค่าน้ำหนัก

$$\Omega_j = \begin{bmatrix} w_{J1} \\ w_{J2} \\ \vdots \\ w_{JK} \end{bmatrix} \tag{2.9}$$

2.2.4 การรู้จำใบหน้าด้วย Eigenface

กระบวนการมีอยู่ 2 ขั้นตอนหลักคือ

1) หาเวคเตอร์อัตลักษณ์ Ω จากภาพอินพุต Γ

2) หาความแตกต่างระหว่าง Ω กับเวคเตอร์อัตลักษณ์ทั้ง M ตัวในฐานข้อมูลที่คำนวณไว้ก่อนหน้านี้ โดยถ้าเวคเตอร์อัตลักษณ์ในฐานข้อมูลที่ต่างกับ Ω น้อยที่สุดย่อมมีโอกาสเป็นใบหน้าเดียวกันกับภาพมากที่สุด

2.2.5 การคำนวณเวคเตอร์อัตลักษณ์ของอินพุต

การคำนวณเวคเตอร์อัตลักษณ์ของอินพุตมีลักษณะการคำนวณหาอัตลักษณ์ในข้อที่ 2.2.3

1) คำนวณ

$$\Phi = \Gamma - \Psi \tag{2.10}$$

2) คำนวณค่าน้ำหนักที่แสดงอัตลักษณ์จาก

$$w_i = u_i^T \Phi \tag{2.11}$$

3) นำน้ำหนักทั้ง K ตัวที่ได้มาประกอบเป็นเวคอัตลักษณ์ของอินพุต

$$\Omega_j = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_K \end{bmatrix} \tag{2.12}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 การคำนวณความแตกต่างระหว่างอินพุตกับเวคเตอร์ในฐานข้อมูล

วิธีวัดความแตกต่างคือการใช้ระยะทางยูคลิด ได้จากสมการ

$$S_J = \|\Omega - \Omega_J\|_2 = \sqrt{\sum_{i=1}^{K} (w_i - w_{Ji})^2} \qquad (2.13)$$

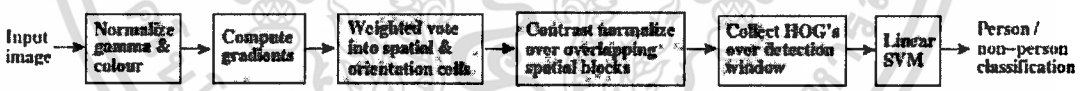
เมื่อเราคำนวณแล้วนั้น เราก็จะได้ความแตกต่างระหว่างอัตลักษณ์ทั้งหมดในฐานข้อมูล ต่อมาให้เลือกอัตลักษณ์ S_J น้อยที่สุดมาตรวจความถูกต้อง

2.2.7 ตรวจความถูกต้องของการรู้จำ

ในบางครั้งอินพุตที่เข้ามาไม่ใช่ภาพใบหน้าบุคคลในฐานข้อมูล ดังนั้นจึงต้องมีการคัดกรอง โดยปกติการคัดกรองนั้นจะใช้ค่า Threshold ซึ่งถ้าหากความแตกต่างที่น้อยที่สุดมีค่าที่น้อยกว่า Threshold ก็แสดงว่าใบหน้านั้นเป็นใบหน้าของบุคคลในฐานข้อมูล

2.3 การตรวจจับบุคคล

การตรวจจับหาบุคคลโดยใช้เทคโนโลยี image processing หลักการทำงานคือ การแยกลักษณะเฉพาะของบุคคล คือวัตถุที่สนใจ ออกจากพื้นหลังหมายถึงวัตถุที่ไม่สนใจ ซึ่งมี algorithm ที่จะให้ในการตรวจจับคือ Histogram of Oriented for Human Detection มีลำดับการทำงานดังนี้



รูป 2.5 ลำดับการทำงานของ Histogram of Oriented for Human Detection

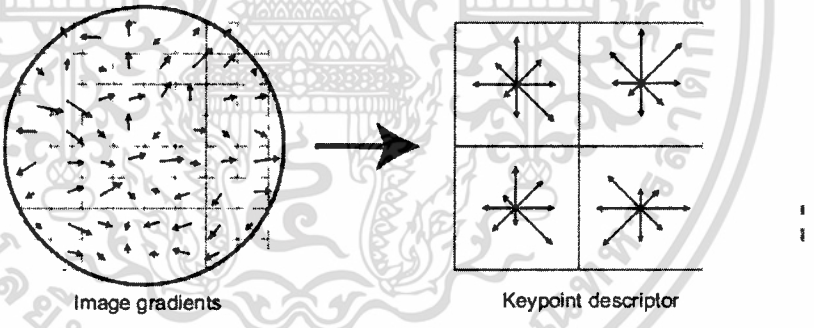
Normalize gamma & colour ลำดับที่หนึ่งในการทำงาน คือการแปลงค่าสีของภาพ โดยเปลี่ยนจากสีแบบ RGB ให้เป็นแบบ grayscale และการปรับค่า gamma ซึ่งให้ผลจากทำงานดีขึ้นเล็กน้อย อันดับต่อไป Compute gradients จะใช้ หลักการหาเส้นขอบโดยใช้ หน้าต่างชนิด centered 1 มิติ เพราะมีเปอร์เซ็นต์การผิดพลาดน้อยสุด ซึ่งต่างจาก Sobel ที่ให้ให้เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mask Type	1D centered	1D uncentered	1D cubic-corrected	2x2 diagonal	3x3 Sobel
Operator	[-1, 0, 1]	[-1, 1]	[1, -8, 0, 8, -1]	$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ $\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$
Miss rate at 10^{-4} FPPW	11%	12.5%	12%	12.5%	14%

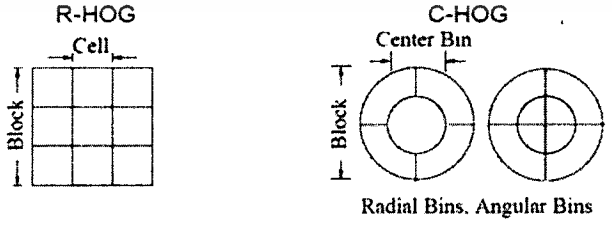
รูป 2.6 เทมเพลทสำหรับการหาเส้นขอบ

Weighted vote into spatial & orientation cells ในส่วนนี้จะส่วนของภาพเป็น block แต่ละ block จะมี cell 4 cell แล้วแต่ละพิกเซลใน cell แล้วแต่ขนาดของหน้าต่างซึ่งจะเป็น 8x8 หรือ 16x16 ก็ได้ ในการคำนวณแต่ละcell จะหา vector และ Magnitude ในแต่ละพิกเซลโดยที่มีองศาตั้งแต่ 0-180 แล้วนำมาสร้างเป็น Histogram โดยอ้างอิงจาก จำนวนหรือ magnitude ก็ได้



รูป 2.7 ตัวอย่างการแปลง vector

การเลือก block จะมีสองแบบคือ R-HOG หรือ C-HOG จะเลือกใช้แบบไหนก็ได้



รูป 2.8 แบบของ Block

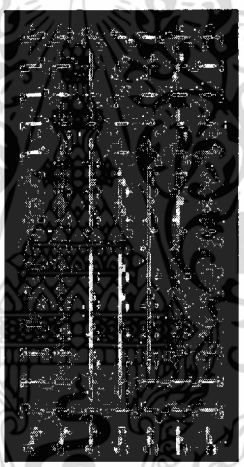
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Contrast normalize over overlapping spatial blocks ใช้สำหรับให้ความถูกต้องที่ดีขึ้น โดยที่ Histogram สามารถปรับ contrast-normalized โดยการคำนวณชี้วัดค่าของ intensity ข้ามส่วนขนาดใหญ่ของภาพคือ block แล้วก็ใช้ค่าที่ได้มาในการ normalize ทุกๆ cell ใน block ซึ่งผลที่ได้จะคงที่กว่าการเปลี่ยนแปลงของสีและแสง มีฟังก์ชั่นการ normalization อยู่ 4 แบบ ด้วยกัน

- L1-norm $L1 - norm : v \longrightarrow v/(\|v\|_1 + \epsilon)$
- L2-norm $L2 - norm : v \longrightarrow v/\sqrt{\|v\|_2^2 + \epsilon^2}$
- L1-sqrt $L1 - sqrt : v \longrightarrow \sqrt{v/(\|v\|_1 + \epsilon)}$
- L2-Hys $L2 - hys$: L2-norm, plus clipping at .2 and renormalizing

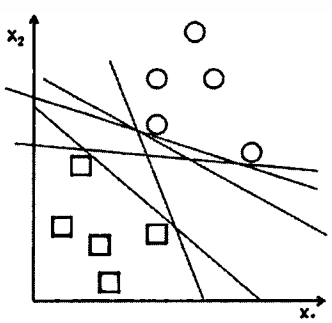
รูป 2.9 ฟังก์ชั่น normalization

Collect HOG's over detection windows จะมีลักษณะตามรูป



รูป 2.10 HOG

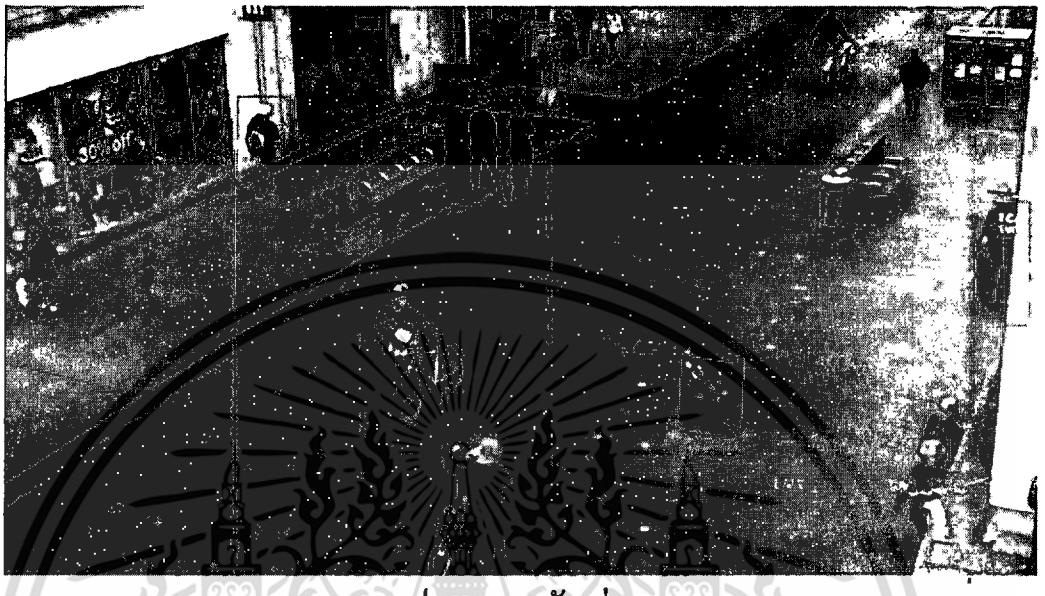
Lincar SVM คือการจำแนกลักษณะนามที่กำหนดไว้โดยการแยกไฮเปอร์เพล ให้มีการ training ข้อมูลหรือการเรียนรู้ภายใต้การควบคุม สำหรับเส้นที่แตกต่างกันของ 2D-point ซึ่งอยู่ในหนึ่งในสองชนิด



รูป 2.11 Optimal hyperplane

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั้งหมดที่กล่าวมานี้เพื่อแยกบุคคลซึ่งคือวัตถุที่สนใจออกมาจากวัตถุที่ไม่สนใจอื่นๆซึ่งถือว่าเป็นพื้นหลัง



รูป 2.12 ภาพตัวอย่าง

2.4 HTTP Stream Media Server & Client

เป็นการ stream รูปแบบหนึ่งโดยผ่านโปโตคอล HTTP โดยการส่งข้อมูลภาพและเสียง

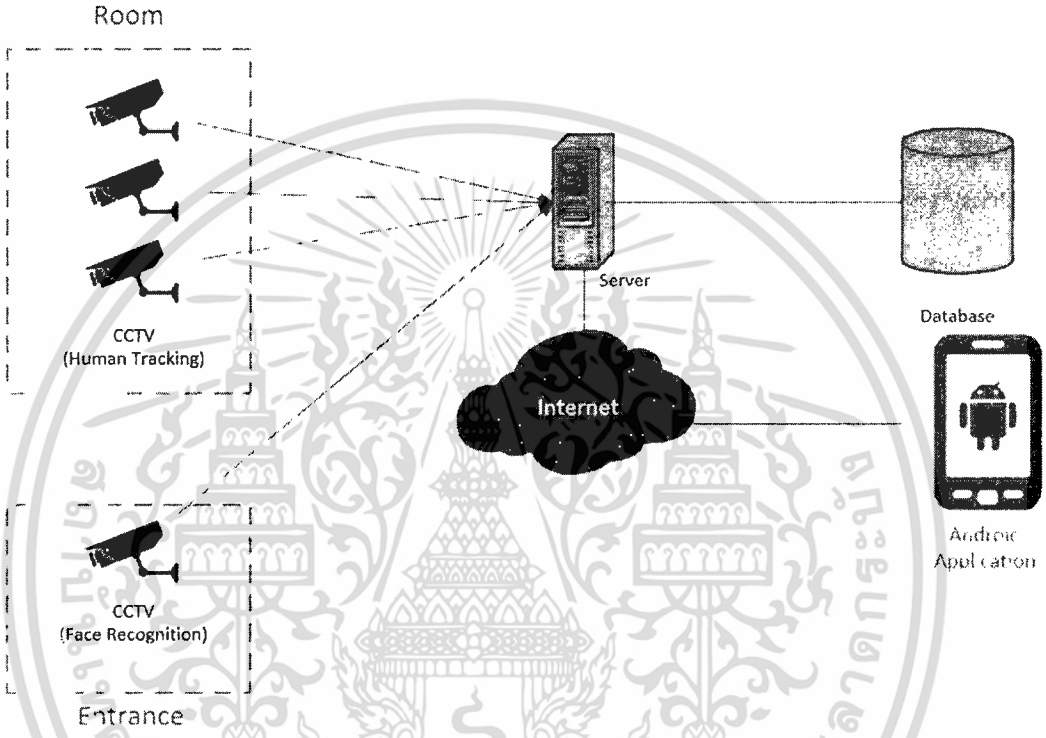
HTTP Stream Media Server เริ่มจากทำการแปลง Audio/Video ให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลบน internet โดยระบุ URL ของ media นั้น การส่งข้อมูล จะผ่าน TCP/UDP แต่ถ้าจะให้มีประสิทธิภาพ ก็จะผ่าน UDP ที่เหมาะสมสำหรับการ stream media แบบ real-time ลำดับการส่งข้อมูลจะมีดังนี้คือเปิดพอร์ตรอรับการส่งข้อมูลส่วน client request มาแล้วก็ response กลับไปด้วย Media ไฟล์นั้นๆ

HTTP Stream Media Client ลักษณะการทำงานคือ request ไปที่ส่วน server ตามพุอร์ตที่ถูกเปิดอยู่ และรอให้ response กลับมาแบบ stream แล้วทำงานแปลงเป็น media

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและพัฒนา

3.1 ภาพรวมระบบ



รูป 3.1 ภาพรวมระบบ

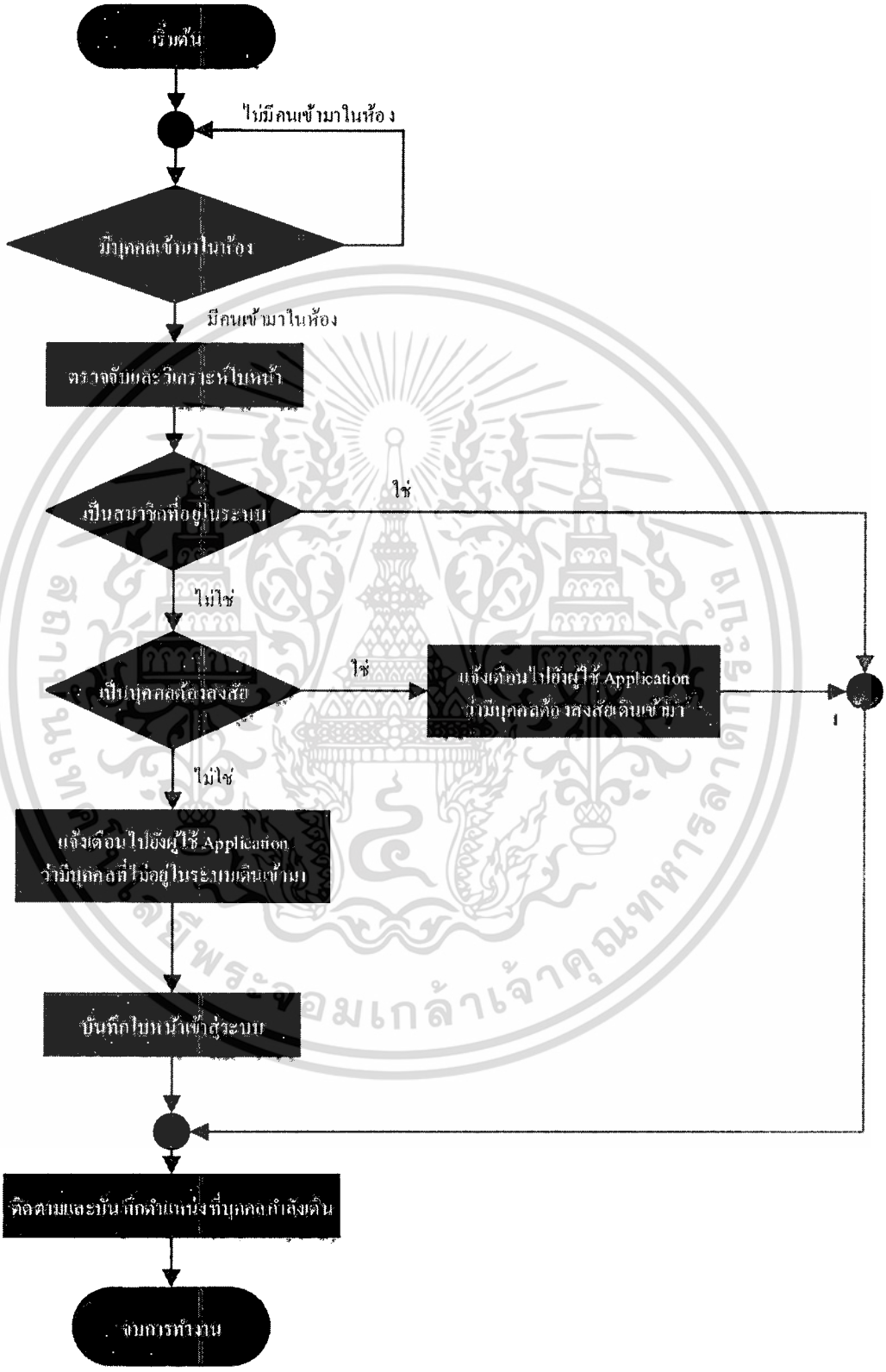
ระบบตรวจจับใบหน้าและติดตามบุคคลผ่านกล้องวงจรปิด มีแนวคิดหลักก็คือ การสร้างแผนที่ 2 มิติ โดยบนแผนที่จะแสดงตำแหน่งของบุคคล เพื่อที่จะทราบว่า ใครอยู่ที่ไหน เมื่อไร และสามารถดูข้อมูลต่างๆเหล่านี้ย้อนหลังได้

ในตอนเริ่มต้นที่มีบุคคลเดินเข้ามาภายในห้องจะพบกับกล้องสำหรับถ่ายส่วนมุมตรงใบหน้า เพื่อนำภาพส่วนใบหน้าของบุคคลที่ได้ ส่งไปให้เซิร์ฟเวอร์ใช้ในการวิเคราะห์ใบหน้าว่าเป็นใคร โดยค้นจากฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูลของใบหน้าเอาไว้ ต่อมากล้องในส่วนของมุมห้องที่ถ่ายภาพจากมุมต่างๆของห้องอยู่ ก็จะส่งภาพไปให้เซิร์ฟเวอร์ เพื่อใช้ในการติดตามบุคคลและบันทึกพิกัดของบุคคลลงในฐานข้อมูลเชิงเวลา โดยจะทำการติดตามไปเรื่อยๆจนกว่าบุคคลจะเดินออกจากห้องไป

ในส่วนติดต่อกับผู้ใช้นั้น ผู้ใช้สามารถเข้าถึงระบบได้ด้วยแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยบนแอปพลิเคชันผู้ใช้สามารถดูภาพและดูแผนที่ภาพรวมของห้องแบบถ่ายทอดสดและแบบย้อนหลังได้ อีกทั้งยังสามารถเพิ่มสมาชิกเข้าสู่ระบบผ่านแอปพลิเคชันได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

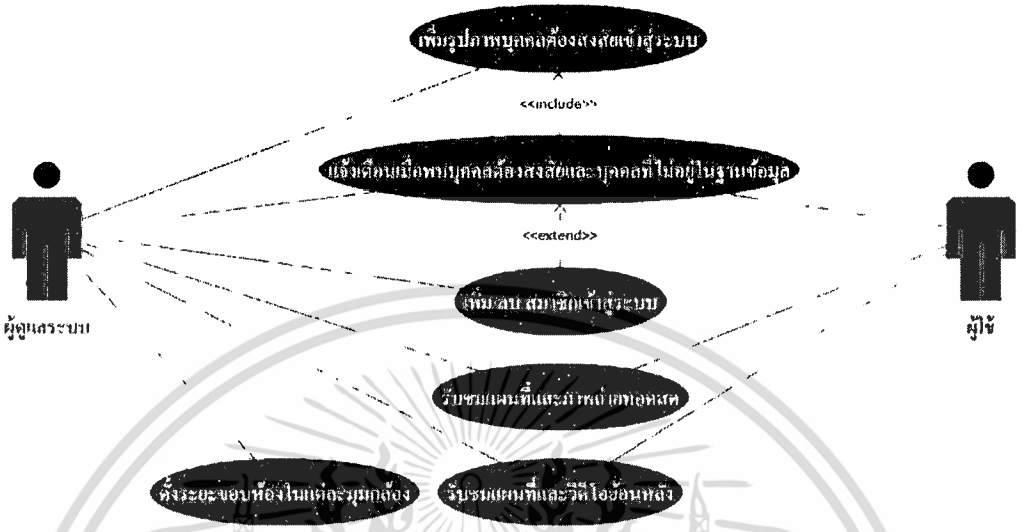
3.1.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบ



รูป 3.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 แผนภาพยูสเคส



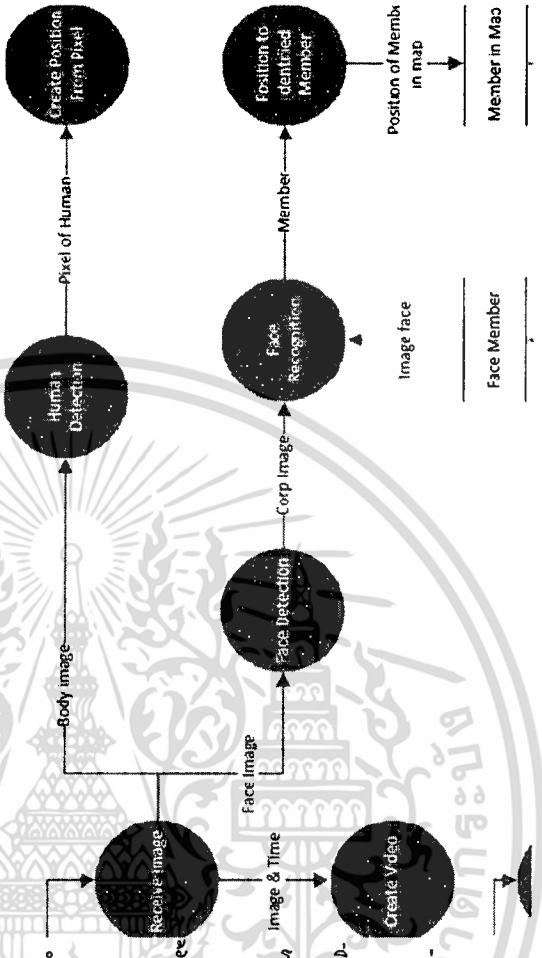
รูป 3.3 แผนภาพยูสเคส

จากแผนภาพยูสเคส สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

1) ผู้ดูแลระบบสามารถตั้งระยะขอบห้องในแต่ละมุมกล้องได้ ผ่านโปรแกรมบนเซิร์ฟเวอร์
2) ผู้ดูแลระบบสามารถรับชมแผนที่และวีดีโอย้อนหลังได้ผ่านโปรแกรมบนเซิร์ฟเวอร์และแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์ สำหรับผู้ใช้สามารถรับชมแผนที่และวีดีโอย้อนหลังได้เฉพาะบนแอปพลิเคชันแอนดรอยด์
3) ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่มสมาชิกเข้าสู่ระบบและลบสมาชิกออกจากระบบได้ผ่านโปรแกรมบนเซิร์ฟเวอร์
4) แจ้งเตือนเมื่อตรวจจับพบบุคคลต้องสงสัยและบุคคลที่ไม่อยู่ในฐานข้อมูลผ่านแอนดรอยด์แอปพลิเคชันสำหรับผู้ดูแลระบบและผู้ใช้
5) ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่มรูปภาพบุคคลต้องสงสัยเข้าสู่ระบบผ่านโปรแกรมบนเซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 Data Flow Diagram



รูป 3.4 Data Flow Diagram

Data Flow Diagram อธิบายการทำงานของทั้งระบบ โดยเริ่มจากส่วน IP Camera จะเชื่อมต่อกับส่วน Stream Video กับ Receive Image โดยส่วนนี้แปลงไฟล์เป็นไฟล์รูปแล้วส่งให้ส่วนอื่นในไปใช้ต่อ เช่น Create Video เพื่อเก็บวิดีโอลง File AVI นำไป Upload Video ต่อ แล้ว Image ก็ยังนำไปใช้ในส่วน Process ของ Human Detection และ Face Detection

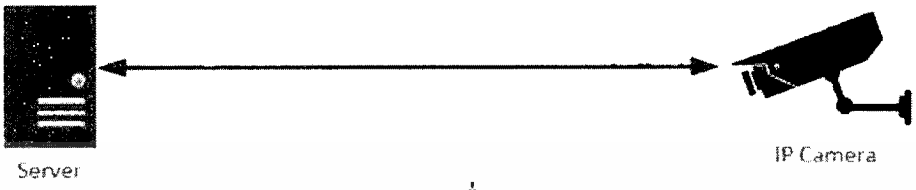
การสร้างแผนที่จะมีสองส่วนสำคัญคือ Create Position From Pixel จะทำการเปลี่ยนตำแหน่งที่เป็น pixel ของบุคคลให้เป็น ตำแหน่งบนแผนที่ 2 มิติ ได้รับค่า Pixel มาจากส่วน Human Detection ต่อมา Position to identified Member ทำการรับข้อมูลจาก Position in map กับส่วน Face Recognition แล้วมาระบุตำแหน่งที่บุคคลอยู่ เป็นตำแหน่งไหน แล้วเก็บลง Member In Map เพื่อนำไปใช้ในส่วน Stream Map เพิ่มส่งข้อมูลไปยัง Application สำหรับการแสดง Map ตามเวลาจริงและย้อนหลัง

จะมีส่วน Create Member ที่จะติดต่อกับ Application เพื่อเก็บข้อมูลหน้าบุคคลลง Face Member ให้ส่วน Face Recognition นำไปใช้ต่อในการหาบุคคล การติดต่อกับ Application ยังมีอีกส่วนคือ Stream Video ใช้สำหรับการแสดง Video แบบตามเวลาจริงและย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การสื่อสารข้อมูล

3.3.1 Receive Stream from IP camera to C#



รูป 3.5 การเชื่อมต่อ

IP Camera เป็นเหมือนกัน Stream Server ตัวหนึ่งที่มีการ Stream สองแบบนั้นคือ HTTP และ RTSP Server ทางคณะผู้จัดทำได้เลือกใช้แบบ HTTP เพราะว่าไม่มีความล่าช้าของข้อมูลที่รับเข้า แต่ RTSP จะเกิดความล่าช้าของข้อมูลที่ได้รับมา

ในส่วนการรับข้อมูลจาก HTTP Stream จะได้รับผ่าน Packet เป็นแบบ Byte Array ได้รับมาทีละภาพ ตาม ค่า FPS ที่ Stream โดยการแปลงข้อมูล Byte ให้เป็น Bitmap ตามชนิดของภาพที่รับเข้ามาเช่น(JPG,MJPG) จะเป็นส่วนที่ทำได้ยากซึ่งเราจะใช้ Framework เข้ามาช่วย เช่น AForge.NET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม 3.1 ตัวอย่างการใช้ JPEGStream

```
//create JPEG video source
JPEGStream stream = new JPEGStream("some url");
//set NewFrame event handler
stream.NewFream+=new NewFrameEventHandler(video_NewFrame);
//start the video source
stream.Start();
//...
//signal to stop
stream.SignalToStop();
```

โดยในตัว framework นั้นจะมี Class สำหรับลองรับ HTTP Stream สอง ชนิดไฟล์ด้วยกันคือ JPEGStream และ MJPEGStream เลือกใช้ในส่วนที่สอง โดยการทำงานของโปรแกรมจะ สร้าง ตัวแปลClass ขึ้นมาที่ URL ของ IP Camera นั้นๆ แล้วทำการสร้าง Thread สำหรับการรับภาพจาก กล้องเข้ามา แต่จำเป็นต้อง Credential network ด้วย Username , Password ขึ้นตัว IP Camera นั้นๆ แล้วใช้ฟังก์ชั่น "Start()" เพื่อเริ่มต้นการทำงานของ Thread

โปรแกรม 3.2 ตัวอย่างการใช้ Thread Function

```
private void video_NewFrame(  object sender,
                              NewFrameEventArgs eventArgs)
{
    //get new frame
    Bitmap bitmap = eventArgs.Frame;
    //process the frame
.}
```

ไฟล์ภาพที่ได้รับมาจะถูกจัดเก็บในข้อมูลชนิด Bitmap เพื่อสามารถนำไปใช้ต่อได้ โดยจะไปใช้ใน สองส่วนคือ

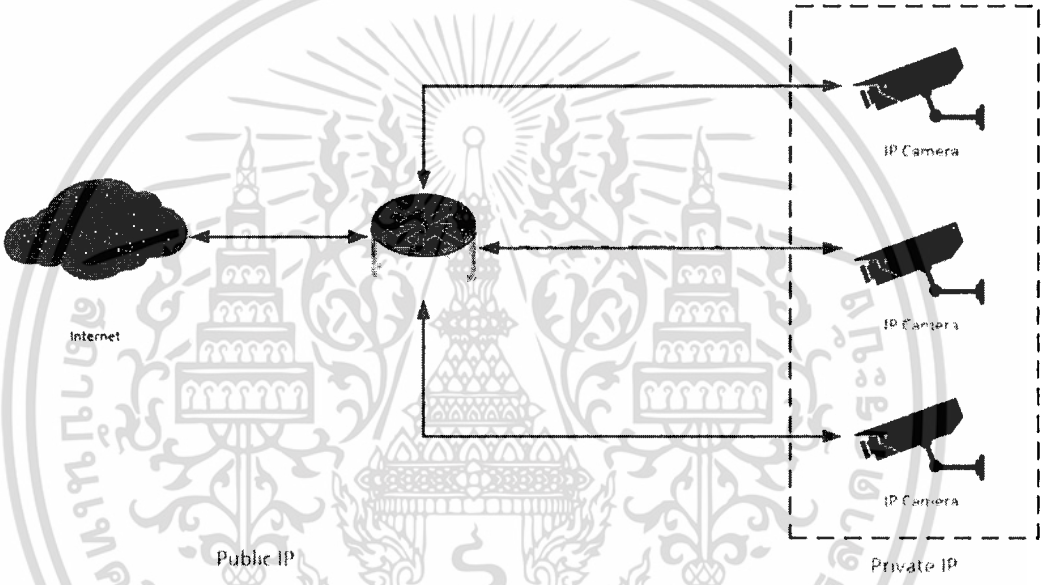
1) จัดเก็บเป็นไฟล์ Video โดยจะเก็บเป็นชนิด AVI ไฟล์ ที่มีความยาว หนึ่ง นาที ชื่อไฟล์จะมี ชื่อกล้อง และ ช่วงเวลาที่เก็บไฟล์ เก็บลงในไดเร็กทอรี่ที่กำหนดไว้
2) นำไปใช้ในการประมวลผลด้าน image processing ทั้ง face detection และ human detection Receive Stream from IP camera

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 Receive Stream from IP camera to Android

การส่งวิดีโอไปที่แอปพลิเคชันสำหรับการดูภาพจาก CCTV ตามเวลาจริงและแบบย้อนหลัง ซึ่งในส่วนจะต้องมีการแปลงข้อมูลและการนำวิดีโอย้อนหลังขึ้นอินเตอร์เน็ทเพื่อที่จะสามารถให้แอปพลิเคชันสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ การสตรีมวีดิโอมีสองประเภท

1) สตรีมวิดีโอตามเวลาจริงจะใช้วิธีการทำ Port Forwarding ที่ใช้ Router เพื่อให้ Private IP กับกล้อง สามารถเชื่อมต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์กับ แอปพลิเคชันได้ โดยมี Public IP ที่ Router



รูป 3.6 Network Diagram ส่วนเชื่อมต่อ IP Camera

2) สตรีมวิดีโอย้อนหลังโดยจะดูจากวิดีโอที่เก็บไว้จาก IP Camera เซิร์ฟเวอร์จะรับการค้นหาช่วงเวลาจาก แอปพลิเคชันมาแล้วทำการค้นหาวีดิโอที่อยู่ในช่วงเวลานั้นๆ จะอัพโหลดขึ้น youtube และสร้างเป็นรายการเล่นขึ้นมา โดยจะใช้ API .NET ของ youtube

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองวัดเวลาการประมวลผลของ Histogram of Oriented Gradient

การทดลองนี้หา ระยะเวลาการประมวลผลของภาพ ของ Histogram of Oriented Gradient เพื่อให้ได้เวลาในการประมวลผลที่สั้นที่สุด โดยการปรับค่าตัวแปรต่างๆ มีดังนี้

win_stride คือ เป็นตัวแปรที่ขนาดการเคลื่อนที่ของหน้าต่าง ในการวิ่งบนพิกเซลทั้งภาพทั้งภาพ ถ้าค่ามาก การทับซ้อนของหน้าต่างน้อย ถ้าค่าน้อยทับซ้อนมีมาก ซึ่งหน้าต่างกำหนดขนาดที่ 128x64 พิกเซล

padding คือ จำนวนของพิกเซลพิเศษที่เพิ่มเข้าไปที่ขอบของภาพ ที่นำมาประมวลผล เพื่อให้หน้าต่างที่วิ่งในภาพจนถึงขอบของภาพมีครบทุกพิกเซล

ผลการทดลองตามตาราง 4.1

ตาราง 4.1 ผลการทดลองการปรับตัวแปรของ Histogram of Oriented Gradient

ขนาดภาพ (Pixel)	ขนาดหน้าต่าง (Pixel)	win_stride (Pixel)	padding (Pixel)	เวลาประมวลผล (millisecond)
800x450	64x128	2,2	32,32	2000-3000
800x450	64x128	4,4	32,32	600-800
800x450	64x128	8,8	32,32	200-300
800x450	64x128	2,2	0,0	1500-2000
800x450	64x128	4,4	0,0	400-600
800x450	64x128	8,8	0,0	100-200

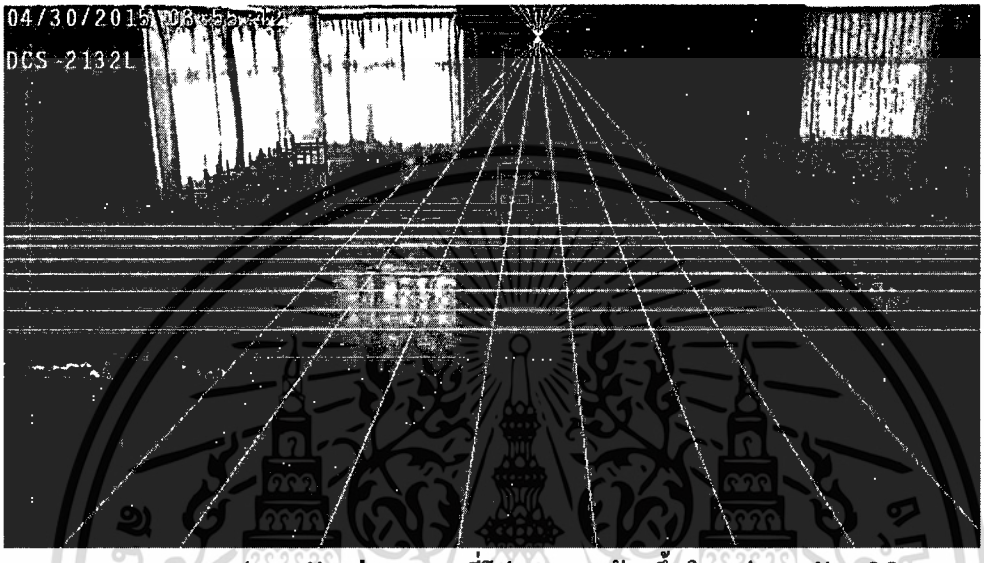
4.1.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองปรับตัวแปรต่างๆ เพื่อลดระยะเวลาการประมวลผล พบว่าตัวแปรที่ดีที่สุดของ Win_stride คือ 8,8 และ Padding คือ 0.0 ซึ่งจะให้เวลาการประมวลผลประมาณ 100-200 และการตรวจจับได้ถูกต้อง รวมถึงลดสัญญาณรบกวน ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองนี้มีผลต่อการตรวจจับด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองสร้างทัศนมิติแบ่งส่วนพื้นเทียบกับระยะจริง

การทดลองสร้างทัศนมิติ แบ่งพื้นของห้องเป็นตาราง โดยหาความคลาดเคลื่อนของจัตุรัสในตาราง โดยวัดจากขนาดที่กำหนด กับขนาดจริงที่โปรแกรมสร้างขึ้นโดยอิงกับขนาดจริง เพื่อให้ได้พิกัดที่แน่นอนของตำแหน่งบุคคลจากตาราง



รูป 4.1 ตัวอย่างตารางที่โปรแกรมสร้างขึ้นในรูปแบบทัศนมิติ

ตาราง 4.2 ค่าความคลาดเคลื่อนของตาราง

จัตุรัสกว้างสุด (cm)	จัตุรัสแคบสุด (cm)	ขนาดจัตุรัสที่ตั้งไว้ (cm)	คลาดเคลื่อนจัตุรัสกว้างสุด (cm)	คลาดเคลื่อนจัตุรัสแคบสุด (cm)
60	60	60	0	0
65	60	60	5	0
63	60	60	3	0
65	60	60	5	0
61	60	60	1	0

4.2.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองค่าความคลาดเคลื่อนส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นกับจัตุรัสที่มีขนาดใหญ่กว่าจัตุรัสที่มีขนาดเล็กกว่า จัตุรัสกว้างเฉลี่ยคลาดเคลื่อน 2.8 เซนติเมตร และจัตุรัสแคบเฉลี่ยคลาดเคลื่อน 0 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองบันทึกวีดิโอย้อนหลัง

การทดลองเพื่อวัดการสูญหายของข้อมูลวีดิโอ โดยดูจากเวลาที่เกิดการล่าช้า ซึ่งเกิดได้โดยมีเฟรมภาพสูญหายในระหว่างการส่งมา โดยวัดจาก วีดิโอ ในลำดับที่ 1,10,20,30,40,50,60 ของกล้องจำนวน 4 กล้อง การทดลองใช้เวลากว่า 1 ชั่วโมง วีดิโอละ 1 นาที ผลที่ได้จากการทดลองเป็นตาม ตาราง 4.3

ตาราง 4.3 ค่าคลาดเคลื่อนของวีดิโอ

ลำดับวีดิโอ (Secord)	เวลาในวีดิโอ (Secord)	ระยะเวลาในไฟล์ (Secord)	เวลาที่คลาดเคลื่อน (Secord)	จำนวนเฟรมที่สูญหาย (Secord)
1	1.00	1.00	0	0
10	1.00	1.00	0	0
20	1.00	1.00	0	0
30	1.00	1.00	0	0
40	1.00	1.00	0	0
50	1.00	1.00	0	0
60	1.00	1.00	0	0

4.3.1 สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองการบันทึกวีดิโอ ความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0 แต่มีความผิดพลาดที่เคยเกิดขึ้น ถ้าใช้การเชื่อมต่อแบบไม่มีสายจะทำให้มีความคลาดเคลื่อนได้มาก คือ จะเกิดการสูญหายของภาพ ทำให้เวลาคลาดเคลื่อน เมื่อส่งข้อมูลนานๆ ข้อมูลจะหายไป 20-30 นาที

4.4 การทดลองเปรียบเทียบสีจาก ค่าเฉลี่ยสีจาก Histogram ด้วยสมการ CIED2000

การทดลองนี้จะใช้ ค่าเฉลี่ยสีจาก Histogram ที่ดึงมาจากสีเสื้อของบุคคลจากกล้อง 2 กล้อง นำมาเปรียบเทียบกัน ในการทดลองนี้ โดยค่าสีจะมาจากเสื้อของผู้ทดลอง โดยใช้สมการ CIED2000 ผลของการคำนวณจะได้ ค่าความแตกต่างออกมา และ เพื่อกำหนดเกณฑ์ค่าสูงที่ จะกำหนดว่าสีสองสีเป็นโทนสีเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.4 การเปรียบเทียบสีด้วยสมการ CIED2000

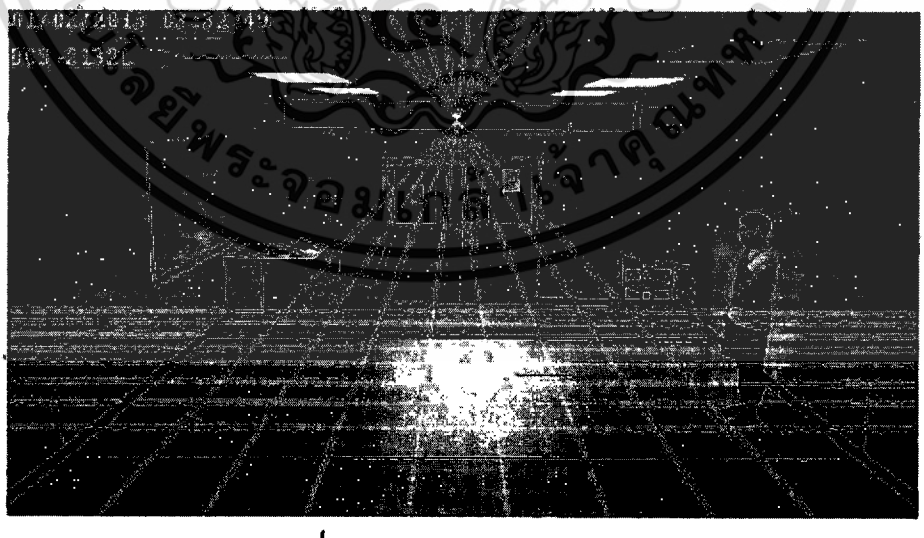
histogram กล้อง 1 (RGB Hex Code)	histogram กล้อง 2 (RGB Hex Code)	ค่าความแตกต่าง CIED2000	สีเสื้อ
#94B6DC	#70889E	19.1401	สีฟ้า
#94B6DC	#5285A5	20.324	สีฟ้า
#94B6DC	#477390	26.8012	สีฟ้า
#94B6DC	#4D7C9B	28.3832	สีฟ้า
#D1C163	#89A445	22.8149	สีเหลือง
#D1C163	#A29932	16.122	สีเหลือง
#D1C163	#A5A435	17.5722	สีเหลือง
#D1C163	#A1A033	16.0537	สีเหลือง

4.4.1 สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองค่าความแตกต่างที่ได้จาก CIED2000 จะอยู่ระหว่าง 16 – 28 ซึ่งจะทำให้กำหนดเกณฑ์ค่าสูงสุด เป็นค่า 30 ซึ่งจะครอบคลุมในผลที่ได้

4.5 การทดลองหาตำแหน่งพิกัดจากกล้อง

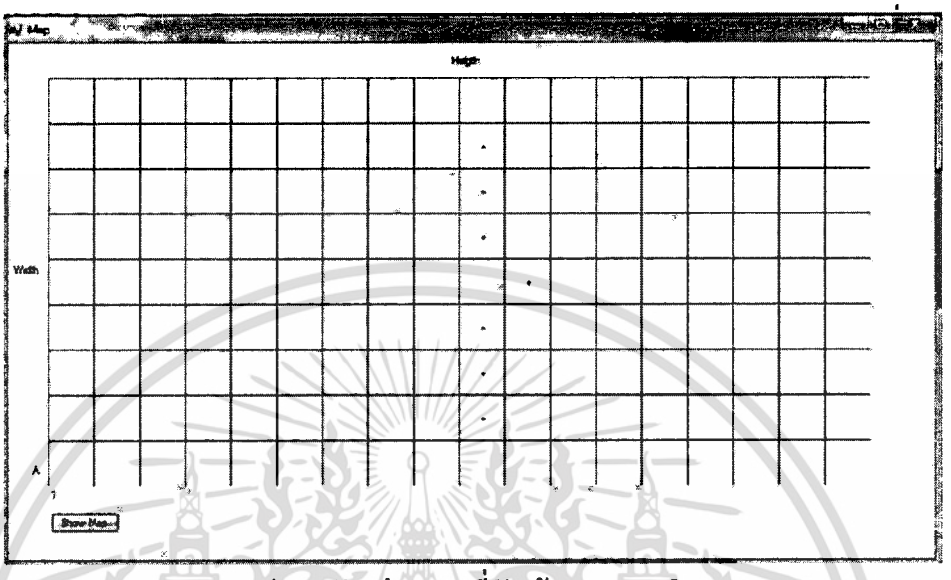
การทดลองหาตำแหน่งพิกัด โดยใช้การตรวจจับบุคคลที่ได้จาก Human detection



รูป 4.2 การวาดตารางบนภาพ

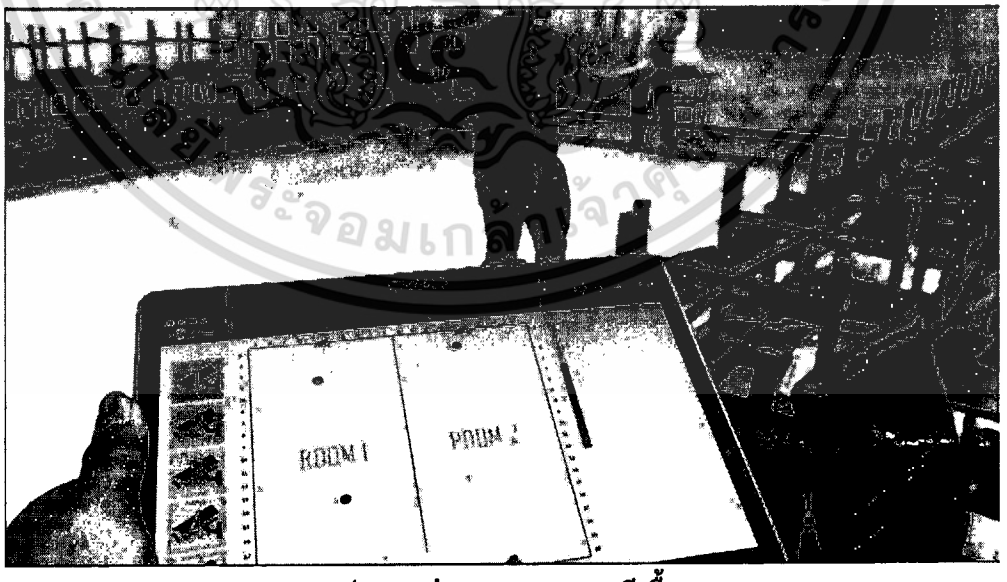
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการทดลองจะทำการวาดตารางของห้องที่แบ่งเป็นช่องละ 60 เซนติเมตร โดยทั้งในรูปและในระบบ ช่องจะมีขนาดเท่ากันเสมอ



รูป 4.3 ตัวอย่างแผนที่กับเส้นทางการเดิน

ในการทดลองให้ผู้ที่ทำการทดลองเดินข้ามห้องจากผนังไปอีกฝั่งหนึ่ง โดยกำหนดให้เดินเป็นเส้นตรง จาก รูป 4.3 จะเห็นเส้นทางเป็นเส้นตรงแต่เกิดความผิดพลาดอยู่หนึ่งจุดในช่วงตรงกลางของห้อง ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้จะถูก เก็บลงฐานข้อมูล และ ส่งไปที่ Android แอปพลิเคชัน

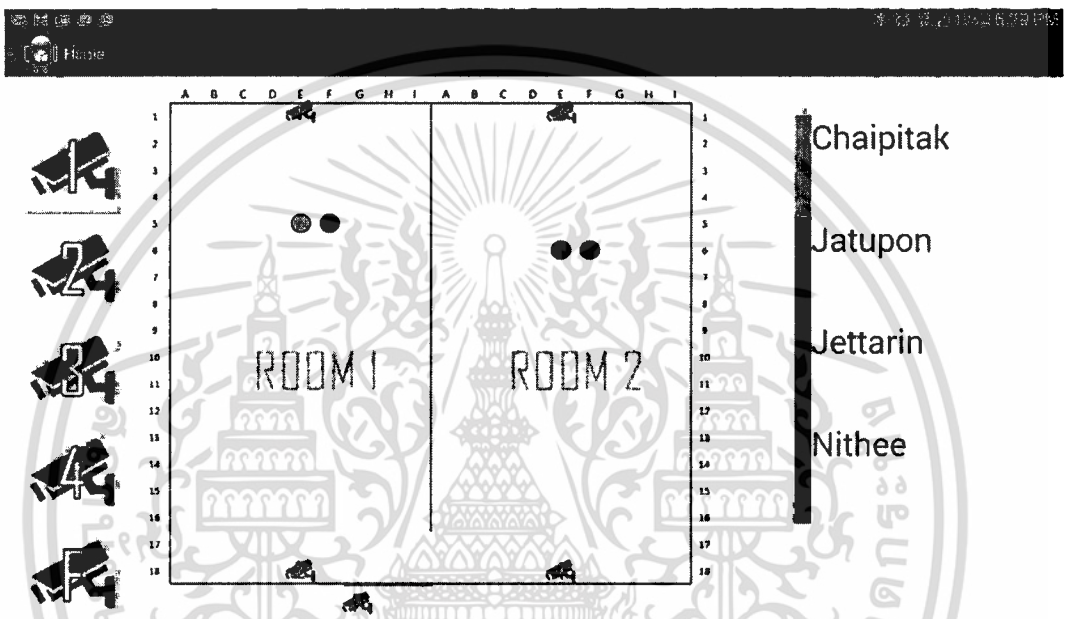


รูป 4.4 แบ่งแยกบุคคลตามสีเสื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองแบ่งแยกบุคคลตามสีเสื้อจาก การเก็บค่า Histogram ที่หาค่าเฉลี่ย นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลในฐานระบบ ซึ่งแต่ละสีจะบอกข้อมูลของบุคคลที่ตรวจจับได้ ในการเปรียบเทียบสีใช้ CIED2000 เป็นสมการในการเปรียบเทียบ แล้วตั้งค่า Threshold เท่ากับ 30 ซึ่งสามารถบอกความแตกต่าง ถูกต้อง ของสีที่โทนเดียวกันกับสีคนละโทน

การทำงานของแอปพลิเคชันจากซ้ายไปขวา เปิดดูภาพกล้องวีดิโอ แผนที่ของระบบ และรายชื่อบุคคลในระบบ



รูป 4.5 ผลการทดลองจากหน้า Android

4.5.1 สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองการตรวจจับบุคคลและแยกความแตกต่างของบุคคล สามารถทำได้ โดยการเกิดความผิดพลาดขึ้นอยู่กับช่วงเวลา ช่วงเวลากลางวันจะมีแสงรบกวนจากภายนอก ทำให้เกิดความผิดพลาดได้สูงกว่า คือแสงสะท้อนจากพื้นของบุคคลในห้องทำให้เกิดการตรวจจับเห็นเป็น 2 คนจากคนๆ เดียวและในสภาวะที่คนสวมสีเสื้อใกล้เคียงกัน ทำให้การตรวจจับเห็นเป็น 2 คน แต่ในช่วงเวลากลางคืนไม่มีแสงรบกวนใดๆเกิดขึ้นทำให้มีความผิดพลาดน้อยกว่าคือไม่มีแสงสะท้อนจากพื้นทำให้การตรวจจับบุคคลคนเดียวไม่เห็นเป็น 2 คนเหมือนตอนกลางวันแต่การตรวจจับซ้ำซ้อนที่เกิดจากเหตุการณ์สีเสื้อที่ใกล้เคียงกันยังสามารถเกิดขึ้นได้

ความล่าช้าในการประมวลผลภาพ จากกล้อง 4 ตัว โดยการประมวลผลจะประมวลผลเป็นลำดับทีละภาพ ทำให้เกิดความล่าช้าในการประมวลผล ประมาณ 1-2 วินาที ซึ่งสามารถแก้ปัญหาตรวจนี้ได้ด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องที่ทำการติดตั้งระบบให้สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

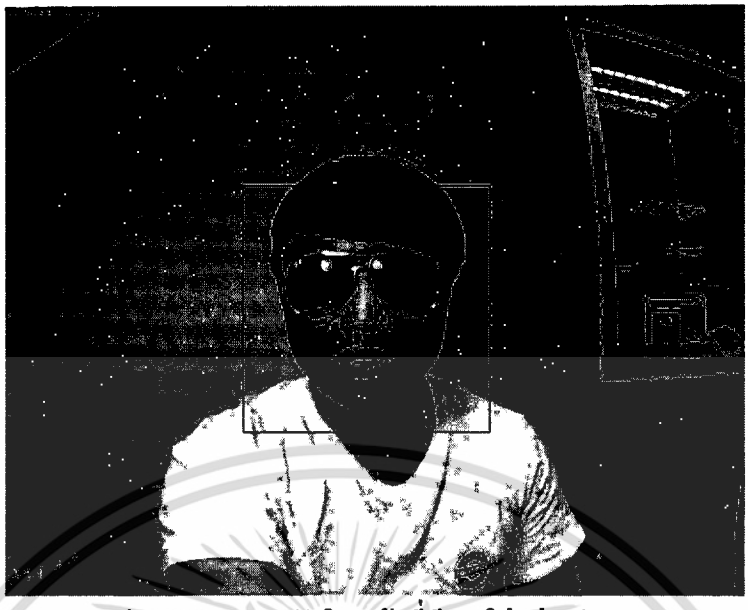
4.6 การทดลองการตรวจจับใบหน้าเปรียบเทียบเมื่อบุคคลไม่ใส่แว่น,บุคคลใส่แว่นสายตาและบุคคลใส่แว่นกันแดด

การทดลองการตรวจจับใบหน้าเปรียบเทียบระหว่าง บุคคลไม่ใส่แว่น,บุคคลใส่แว่นสายตา, บุคคลใส่แว่นกันแดด นั้นจะทำการทดลองโดยให้มนุษย์คนๆเดียวกัน ลองไม่ใส่แว่น,ใส่แว่นสายตา (เป็นเลนส์ใส) และใส่แว่นกันแดด (เป็นเลนส์สีดำ) โดยลักษณะการหันหน้าจะเป็นการหันหน้าตรงเข้าหากล้อง โดยการทดลองนี้ทดลองเพื่อทดสอบว่าระบบสามารถค้นหาและตรวจจับใบหน้าของมนุษย์ได้หรือไม่ แม้ว่าจะเป็นใบหน้าที่ไม่มีการใส่แว่น มีการใส่แว่นสายตา หรือมีการใส่แว่นกันแดดก็ตาม โดยทำการทดลองทั้งหมด 15 บุคคลให้ผลการทดลองดังตาราง 4.5

รูป 4.6 การตรวจจับใบหน้าที่ไม่มีการใส่แว่น

รูป 4.7 การตรวจจับใบหน้าที่มีการใส่แว่นสายตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.8 การตรวจจับใบหน้าที่มีการใส่แว่นกันแดด

ตาราง 4.5 ผลการทดลองการตรวจจับใบหน้าในลักษณะต่างๆ

ลักษณะใบหน้า	จำนวนครั้งที่ตรวจจับได้
ใบหน้าที่ไม่มีการใส่แว่น	15
ใบหน้าที่ใส่แว่นสายตา (เลนส์ใส)	15
ใบหน้าที่มีใส่แว่นกันแดด (เลนส์สีดำ)	15

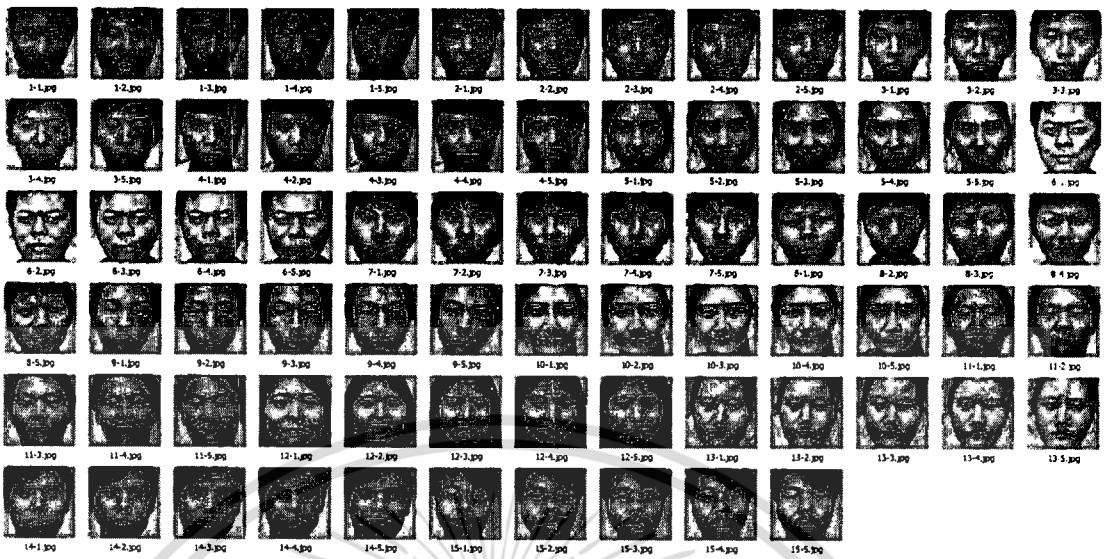
4.6.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการตรวจจับใบหน้าในลักษณะต่างๆ ของบุคคลทั้งหมด 15 คน พบว่าระบบสามารถตรวจจับใบหน้าที่ไม่มีการใส่แว่น ใบหน้าที่ใส่แว่นสายตาและใบหน้าที่มีการใส่แว่นกันแดด ได้อย่างถูกต้องในเงื่อนไขข้างต้น

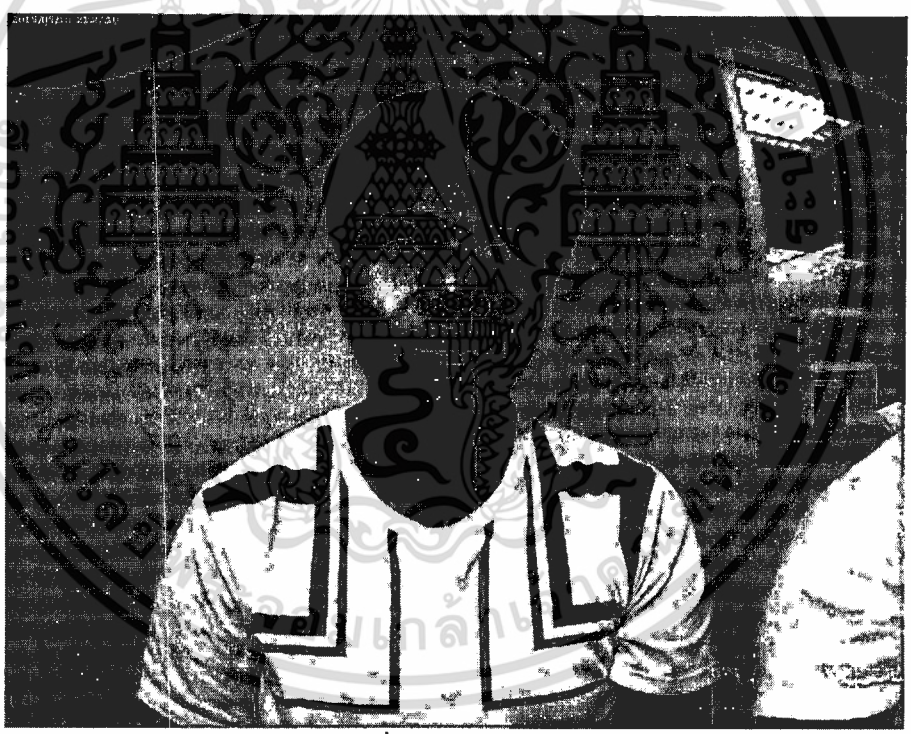
4.7 การทดลองการวิเคราะห์ใบหน้าเพื่อระบุตัวบุคคล

การทดลองการวิเคราะห์ใบหน้าเพื่อระบุตัวบุคคลเป็นการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพความแม่นยำในการวิเคราะห์ใบหน้าของระบบว่าสามารถวิเคราะห์ใบหน้าที่ใส่เข้ามาในระบบว่าใบหน้าที่ป้อนเข้ามาเป็นใคร วิเคราะห์ได้ถูกต้องมากน้อยเพียงใด โดยการทดลองจะมีฐานข้อมูลรูปภาพใบหน้าในระบบทั้งหมด 15 คน แต่ละคนจะมีภาพในฐานข้อมูลคนละ 5 รูปภาพ เป็นรูปภาพลักษณะหน้าตรง ไม่มีสิ่งบดบังใบหน้า โดยการทดลองจะทดสอบหาความถูกต้องจากบุคคลทั้งหมด 15 คน จะใช้ภาพสำหรับทดสอบคนละ 3 รูปภาพ ในลักษณะหน้าตรง ไม่มีสิ่งบดบังใบหน้าให้ผลการทดสอบดังตาราง 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.9 ฐานข้อมูลรูปภาพใบหน้าในระบบทั้งหมด



รูป 4.10 ตัวอย่างรูปภาพที่ใช้ในการทดสอบการวิเคราะห์ใบหน้า

ตาราง 4.6 ผลการทดลองการวิเคราะห์ใบหน้าเพื่อระบุตัวบุคคล

ภาพที่	วิเคราะห์บุคคลถูกต้อง (คน)
1	12
2	15
3	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.1 สรุปผลการทดลอง

การทดลองการวิเคราะห์ใบหน้าเพื่อระบุตัวบุคคล โดยมีภาพในฐานข้อมูลทั้งหมด 15 คน คนละ 5 รูปภาพ โดยในการทดสอบใช้ภาพบุคคล คนละ 3 ภาพในการทดสอบ จากผลการทดลอง พบว่า ภาพที่ 1 วิเคราะห์บุคคลถูกต้อง 12 คน ภาพที่ 2 วิเคราะห์บุคคลถูกต้อง 15 คน ภาพที่ 3 วิเคราะห์บุคคลถูกต้อง 13 คน โดยภาพที่ระบบตรวจสอบผิดพลาดนั้นสาเหตุเกิดจากใบหน้าที่ทดสอบลักษณะเอียงเล็กน้อยซึ่งค่อนข้างแตกต่างจากภาพในฐานข้อมูลของบุคคลคนนั้น และมี ความคล้ายคลึงกับบุคคลอื่นในฐานข้อมูลมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ในการทำโครงการเรื่องนี้คือ ระบบตรวจจับใบหน้าและติดตามบุคคลผ่านกล้องวงจรปิด จะติดตั้งภายในห้องว่างไม่มีสิ่งรบกวน โดยนำกล้องวงจรปิดมาเสริมระบบ Image processing เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ โดยจะมี สามส่วนที่ใช้ในระบบ คือ Human detection ,Face detection และ Face recognition โดยใช้การตรวจจับใบหน้า และวิเคราะห์ ในการระบุตัวบุคคล และใช้การตรวจจับบุคคล เพื่อระบุตำแหน่ง ซึ่งการตรวจจับใบหน้าเป็นจะวิเคราะห์ได้ที่ละคน เมื่อเข้าใช้ระบบจะสามารถแบ่งแยกบุคคลว่าเป็นใครได้ จะมีการบันทึกภาพ และตำแหน่งที่ตรวจจับได้ ซึ่งจะสามารถดูย้อนหลังได้ ซึ่งพัฒนาบนภาษา C# และสามารถมอนิเตอร์ได้บน Android

โครงงานนี้เหมาะสำหรับใช้ในอาคารปิด ที่ต้องการระบบรักษาความปลอดภัยแบบระบุตัวตน รวมถึงสามารถติดตั้งกล้องวงจรปิดได้

5.1 สรุป

จากการพัฒนาระบบตรวจจับใบหน้าและติดตามบุคคลผ่านกล้องวงจรปิดจนถึงปัจจุบัน สามารถใช้งานได้ ตามวัตถุประสงค์ที่พัฒนามา

1) พัฒนาในส่วน Face Detection สามารถตรวจจับใบหน้าได้
2) พัฒนาในส่วน Face Recognition สามารถวิเคราะห์ใบหน้าสำหรับระบุตัวบุคคลได้
3) พัฒนาในส่วน Human Detection สามารถตรวจจับบุคคลได้ รวมถึงใช้ในส่วนนี้ค้นหาบุคคลในตำแหน่งจริงได้
4) แอปพลิเคชันบน C# สามารถสื่อสารกับอุปกรณ์ Android ได้โดยผ่าน Socket
5) สามารถทำบันทึกวีดิโอจากกล้องวงจรปิดได้ และอัพโหลดถึง Youtube สำหรับการดูย้อนหลังได้
6) ติดตั้ง Web Server สำหรับการสืบค้นข้อมูลย้อนหลังจาก Database ได้ ในส่วนประวัติบุคคล ตำแหน่งบุคคล รวมถึง URL ของวีดิโอย้อนหลังได้
7) พัฒนา Android ให้สามารถเข้าถึงข้อมูล Database กล้องวงจรปิด และสามารถแสดงข้อมูลออกมาได้
8) พัฒนาในส่วนเปรียบเทียบสีเสื้อจากสมการ CIED2000 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหา

1) การวิเคราะห์ใบหน้าบุคคลมีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อยจากใบหน้าที่มีลักษณะคล้ายกัน
2) การตรวจจับบุคคลมีความคลาดเคลื่อนจากสภาวะแสงที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา
3) การหาบุคคลคนตั้งแต่สองคนขึ้นไป ถ้าคนซ้อนกันมีโอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดในการตรวจจับ
4) การหาตำแหน่งบุคคลในระยะจริง เกิดความผิดพลาดได้จากระยะลึกของภาพที่เกิดขึ้นทำให้จับผิดพลาด
5) การล้าช้าของการประมวลผลจากการประมวลภาพหลายภาพในเวลาเดียว

5.3 แนวทางการแก้ไข

1) ทำการลดแสงสะท้อน และเงาจากภาพ ลดการตรวจจับผิดพลาด
2) เปลี่ยนรูปแบบการติดตั้งกล้อง และเพิ่มจำนวนกล้อง
3) เปลี่ยนแนวคิดในการหาตำแหน่งเป็นรูปแบบ Stereo Vision
4) เพิ่มประสิทธิภาพฮาร์ดแวร์สำหรับการประมวลผล

5.4 แนวทางในการพัฒนาต่อ

1) เพิ่มจำนวนในระบบจาก 2 ห้อง เป็นทั้งอาคาร โดยมีระบบประมวลผลขนาดใหญ่
2) สามารถตรวจจับบุคคลได้มากขึ้น และไม่มีความผิดพลาดในการตรวจจับ
3) สามารถวิเคราะห์ใบหน้าได้ทีละหลายคน โดยที่สามารถวิเคราะห์ได้ทันที ไม่ต้องรอระบบ
4) นำไปใช้ในองค์กรจริง ที่ต้องการระบบรักษาความปลอดภัยแบบติดตามบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ผศ.ดร.อรณัตร จิตต์โสภักตร์. 2552. Digital Image Processing. กรุงเทพฯ : สงวนกิจ พริ้นท์ แอนด์มีเดีย.

อรพิน ประวัติบริสุทธิ์. 2553. คู่มือเขียนโปรแกรมด้วย JAVA ฉบับปรับปรุงใหม่. กรุงเทพฯ : โปรวิชั่น.

บัญชา ปะสีละเตสัง. 2552. พัฒนาแอปพลิเคชั่น Visual C# 2008. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

รุสลี่ สุทธวีร์กูล และวิไลพร แซ่ลี้. 2554. "การตรวจจับใบหน้าด้วยวิธีการพื้นฐานของการจำลองรูปแบบ Harr-like". วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 6(2) : 34-43.

ภิญโญ แท้ประสาทสิทธิ์. 2555. การมองเห็นคอมพิวเตอร์ขั้นพื้นฐาน หัวข้อ Eigenface. [สไลด์]. นครปฐม: ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

Microsoft. 2015. **C# Tutorials.** [Online].
Available : https://msdn.microsoft.com/enus/library/aa288436%28v=vs.71%29.aspx

Wikipedia. 2015. **Color difference.** [Online]
Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Color_difference

Wikipedia. 2015. **Emgu CV.** [Online].
Available : http://www.emgu.com/wiki/index.php/Main_Page.

Wikipedia. 2015. **Histogram of oriented gradients.** [Online].
Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Histogram_of_oriented_gradients.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

1.หัวหน้าโครงการวิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล นางอรฉัตร จิตต์โสภักตร์

เพศ ❑ชาย ☑หญิง วันเดือนปีเกิด 5 พฤษภาคม 2516 อายุ 42 ปี

สถานภาพ ❑โสด ☑สมรส

ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วศ.บ.	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	
M.S.	Computer Engineering	Arizona State University	
Ph.D.	Electrical Engineering	University of Texas	

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

- image and video indexing and retrieval
- image and video compression
- image registration
- visual inspection
- pattern recognition
- image enhancement for super-resolution
- weather forecast and hardware design for image processing applications

รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ด้านศิลปะ หรืออื่นๆ) ที่ได้รับ

ปี พ.ศ.	ชื่อรางวัล	สถาบันที่ให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2537	ทุนการศึกษาต่อระดับปริญญาโท-เอก ณ ประเทศสหรัฐอเมริกา	กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

- Ngernplubpla, J., and Chitsobhuk, O. [2011] "2011 Overlay Text Detection and Recognition for Soccer Game Indexing", The 3rd International Conference on Signal Acquisition and Processing (ICSAP 2011), pp. 400-404, Singapore.

- Laparmonpinyo, P., and Chitsobhuk, O. [2010] "A Video-based Traffic Monitoring System based on the Novel Gradient-Edge and Detection Window Techniques", The 2nd International Conference on Computer and Automation Engineering (ICCAE 2010), pp. 30-34, Singapore.

- Sombutkaew, R., Chitsobhuk, O., and Kullimratchai, P. [2009] "Image Retrieval based on Histogram Classification using Moment Invariant of Color Histogram in HSV Color Space", International Conference on Science, Technology, and Innovation for Sustainable Well-Being (STISWB2009), pp. 1002-1007, Konkaen, Thailand.

- Reungjitranon, P., and Chitsobhuk, O. [2008] "Weather map Image Retrieval using Connected Color Region", International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT2008), pp.464-467, Lao PDR.

- Sombutkaew, R., and Chitsobhuk, O. [2007] "Non-uniform Color Quantization for Content-based Image Retrieval", The 2007 ECTI International Conference (ECTI-CON 2007), pp. 1077-1080, Chiang Rai, Thailand.

- Dongphontong, D., and Chitsobhuk, O. [2007] "Image Retrieval using Connected Color Region and Moment Invariant", The International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists 2007 (IMECS2007), pp. 1918-1922, Hong Kong.

- Chunhavittayatera, S., and Chitsobhuk, O. [2007] "Image Registration using Hough Transform, Phase Correlation and Best-first Search Algorithm", The International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists 2007 (IMECS2007), pp. 1898-1920, Hong Kong.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- UtenpattanantImage, A., and Chitsobhuk, O. [2007] "Retrieval using Haar Color Descriptor Incorporating with Pruning Techniques", The 9th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT2007), pp. 1123-1126, Korea.

- Junda, A., and Chitsohhuk, O. [2004] "Image Segmentation based on Hierarchical Mapping", International Conference on Image Processing (ICIP2004), pp. 215-218, Singapore.

อื่นๆ

1) หัวหน้าโครงการวิจัย "โครงการวิจัยและจัดสร้างอุปกรณ์ประเมินค่าผลการใช้อาวุธทางอากาศ" ให้กับ คณะกรรมการพัฒนาขีดความสามารถในการปฏิบัติภารกิจของกองทัพอากาศ

2) หัวหน้าโครงการวิจัย "งานพัฒนาระบบการคัดเกรดเม็ดพลาสติกอัตโนมัติด้วยภาพถ่ายวิดีโอ (Automatic Polymer Grading) สำหรับ บริษัท ไทยโพลีเอทีลีน จำกัด"

3) หัวหน้าโครงการวิจัย "งานพัฒนาระบบเพื่อติดตามงาน สำหรับ ฝ่ายขายและบริการลูกค้า โทรคมนาคม บริษัท ทีโอที จำกัด มหาชน"

4) หัวหน้าโครงการวิจัย "โครงการวิจัยพัฒนาระบบการตรวจสอบจุดผิดพลาดบนแผ่นเทปอัตโนมัติโดยใช้ระบบการตรวจสอบด้วยภาพถ่าย" สำหรับบริษัทยูเนียนไทย-นิจิบัน จำกัด

2.ผู้ร่วมวิจัย (1)

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล นายจตุพล เบญจประกายรัตน์

เพศ ☑ชาย ☐หญิง วันเดือนปีเกิด 22 กรกฎาคม 2536 อายุ 22 ปี

สถานภาพ ☑โสด ☐สมรส

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วศ.บ.	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้

3.ผู้ร่วมวิจัย (2)

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล นายชัยพิทักษ์ พัฒนกิตติคุณ

เพศ ☑ชาย ☐หญิง วันเดือนปีเกิด 20 กุมภาพันธ์ 2536 อายุ 22 ปี

สถานภาพ ☑โสด ☐สมรส

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วศ.บ.	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	2557

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2557	ทุนการศึกษาจากกองทุนการศึกษาระดับปริญญาตรี ประเภทขาดแคลนทุนทรัพย์ ประจำปีการศึกษา 2557	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้