ระบบจดจำใบหน้าและแสดงข้อมูลบุคคล

Face ID

ณัฐพงษ์ ไทยอุบุญ
ปฐมพล สงวนพานิช

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

ระบบจดจำใบหน้าและแสดงข้อมูลบุคคล

Face ID

ณัฐพงษ์ ไทยอุบุญ
ปฐมพล สงวนพานิช

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2557

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

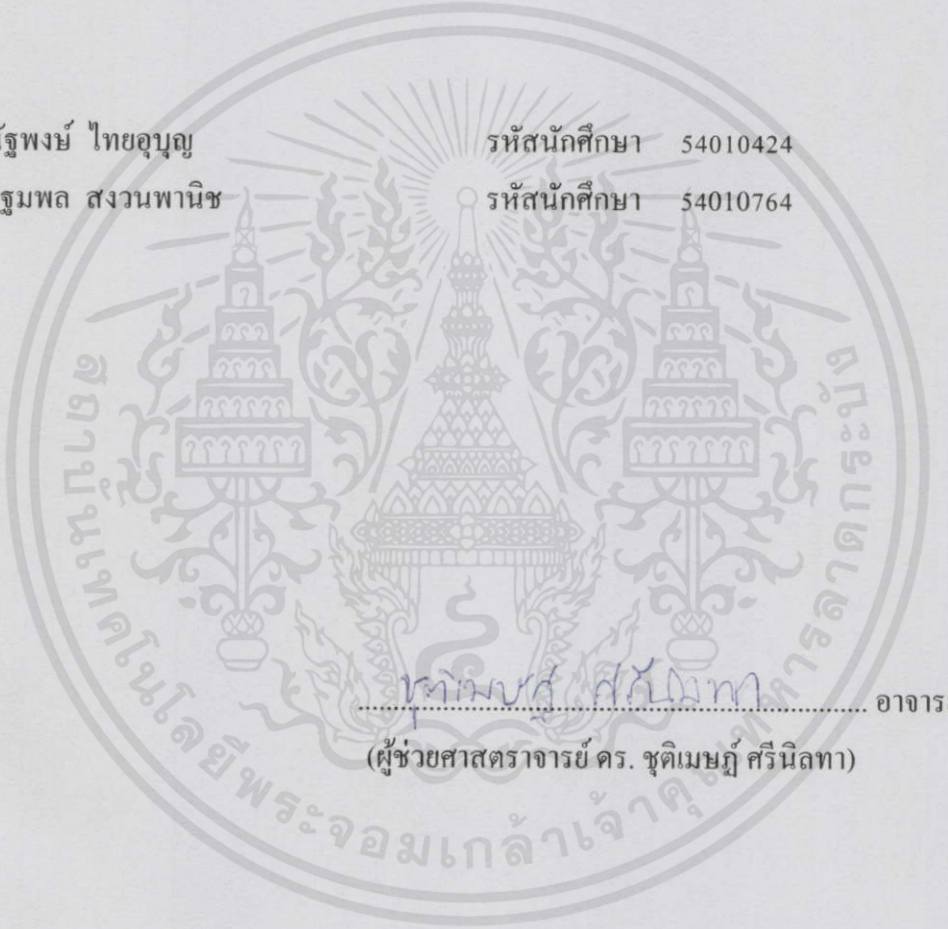
เรื่อง ระบบจดจำใบหน้าและแสดงข้อมูลบุคคล

FACE ID

ผู้จัดทำ

1. นายณัฐพงษ์ ไทยอุบุญ รหัสนักศึกษา 54010424

2. นายปฐมพล สงวนพานิช รหัสนักศึกษา 54010764



ชุติเมษฎ์ ศรีนิลทา ..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชุติเมษฎ์ ศรีนิลทา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบจดจำใบหน้าและแสดงข้อมูลบุคคล

นาย ณัฐพงษ์ ไทยอุบุญ 54010424
นาย ปฐมพล สงวนพานิช 54010764
ผศ.ดร. ชุติเมษฏ์ ศรีนิลทา อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2557

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่ใช้ในการยืนยันตัวตนบุคคลมากมาย เช่น การกำหนดรหัสผ่านเป็นตัวเลขหรือข้อความ การใช้บัตรที่มีแถบแม่เหล็ก การสแกนลายนิ้วมือหรือรูม่านตา ทั้งนี้การจะเลือกเทคโนโลยีใดมาใช้งานก็ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม ในสถานที่สำคัญที่ต้องมีการรักษาความลับ หรือเป็นที่อยู่ของบุคคลสำคัญต้องคำนึงถึงความปลอดภัยไว้เป็นลำดับแรกสุด หรือ ถ้าเป็นที่สาธารณะมีคนจำนวนมากเข้าออกเป็นประจำอาจจะต้องคำนึงถึงความสะดวกสบายและรวดเร็วเป็นสำคัญ

ผู้พัฒนาจึงได้มีแนวความคิดที่จะพัฒนาระบบที่เข้ามาช่วยในการระบุตัวบุคคลผ่านทางกล้องด้วยใบหน้า เพื่อที่จะสามารถตรวจสอบการเข้าออกสถานที่ของบุคคลได้ โดยผู้พัฒนาเลือกนำเทคโนโลยีการระบุตัวบุคคลจากใบหน้ามาใช้ เนื่องจากบุคคลส่วนใหญ่นั้นมีใบหน้าที่แตกต่างกัน ทำให้การปลอมแปลงทำได้ยาก และยังมีความสะดวกกว่าวิธีการระบุตัวตนทางชีวภาพแบบอื่นๆ ซึ่งพัฒนาโดยการนำความรู้ทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการระบุใบหน้า การวิเคราะห์และประมวลผล และการรู้จำใบหน้า มาใช้ในการระบุและแสดงผลข้อมูลบุคคล ผ่านทางจอภาพแบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality) โดยระบบจะมีการเพิ่มความแม่นยำ และลดความผิดพลาดของการระบุใบหน้าบุคคล ด้วยการตัดส่วนของใบหน้าที่สนใจ , masking ภาพใบหน้า , ทำการสรุปผลลัพธ์ที่ได้จากการรู้จำหลายครั้งเพื่อให้ได้ผลลัพธ์สุดท้าย และ ทำการ train ใบหน้าเพิ่มเข้าไปในฐานข้อมูลโดยวัดจากค่า confident ที่คำนวณได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Face ID

Mr. Nuttapong	Thaiauboon	54010424
Mr. Pathompol	Sanguanpanich	54010764
Asst. Prof. Dr. Chutimet	Srinilta	Advisor

Academic Year 2014

ABSTRACT

Nowadays in the world has many personal authentication method such as password , smart card , fingerprint scan , and retina scan.Then we should choose a proper method to use depend on situation. In the secret place or celebrity place security must come first or in busily public place that has many people. They'll need a speedy and comfortably method.

Then we had develop system that help at personal authentication via camera with face to identify person that entering place by use face recognition and identification theory with image processing for identify and display personal data in real time with augmented reality technology that we can use more less time and have more easily to authenticate person. System will improve accuracy of identification and reduce false positive rate by specify region of interest on face image , masking image , use many result to find final result , and retrain image that has enough confident into database.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี หากปราศจากคำแนะนำและคำปรึกษาจากท่านอาจารย์ ผศ. ดร. ชุติเมษฎ์ ศรีนิลทา อาจารย์ผู้ที่กำกับดูแลข้าพเจ้าในการจัดทำวิทยานิพนธ์ ข้าพเจ้ามีความซาบซึ้งใจในความเมตตาอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่ได้ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า ตั้งแต่เข้าศึกษาระดับปริญญาตรีจนถึงปัจจุบัน

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้อง รวมถึงเพื่อนๆ พี่ๆของข้าพเจ้า ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจอันสำคัญและสนับสนุนในเรื่องต่างๆ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ประโยชน์และคุณค่าจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกๆท่าน

ณัฐพงษ์ ไทยอุบุญ
ปฐมพล สงวนพานิช

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.....1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน.....2

1.4 วิธีการดำเนินการ.....2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3

1.6 ส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์.....3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....4

2.1 รูปร่างของภาพ (Image shape).....4

2.2 พื้นฐานโครงสร้างสี.....5

2.3 เทคนิคการตรวจจับใบหน้า (Face detection).....8

2.4 เทคนิคการรู้จำใบหน้า (Face recognition).....10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.5 Augmented Reality (AR) 17

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนา 19

3.1 ภาพรวมของระบบ 19

3.2 รายละเอียดของระบบ 20

3.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบ 20

3.4 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน 28

3.5 การออกแบบฐานข้อมูล 31

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 33

4.1 การทดลองการตรวจจับใบหน้าโดยใช้กล้องต่างชนิดกันในสภาพแสงต่างๆ 33

4.2 การทดลองเพื่อหาความเปลี่ยนแปลงค่า distance ของการรู้จำเมื่อทำการ Masking ภาพที่ใช้ในการรู้จำ 35

4.3 การทดลองประสิทธิภาพของการรู้จำในสภาพแสงที่ต่างกัน 37

บทที่ 5 39

5.1 บทสรุป 39

5.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไข 40

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ 41

บรรณานุกรม 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

ตาราง 3.1 รายละเอียดของตารางเก็บภาพใบหน้า....31
ตาราง 3.2 รายละเอียดของตารางข้อมูลผู้ใช้งาน....32
ตาราง 3.3 รายละเอียดของตารางข้อมูลการเข้าใช้งานของผู้ใช้ระบบ....32
ตาราง 4.1 ผลการทดสอบการตรวจจับใบหน้าโดยใช้กล้องต่างชนิดกันในสภาพแสงต่างๆ....34
ตาราง 4.2 ผลการทดสอบการรู้จำเมื่อทำการกำหนดกรอบภาพที่ใช้ในการรู้จำ....35
ตาราง 4.3 ผลการทดสอบการรู้จำในสภาพแสงที่ต่างกัน....38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูป 2.1 แสดงวงล้อระบบสี RGB	5
รูป 2.2 ภาพก่อน (บน) และหลัง (ล่าง) การกระจายฮิสโตแกรมแบบสม่ำเสมอ	6
รูป 2.3 กราฟแสดงฮิสโตแกรม	7
รูป 2.4 แสดงภาพ HAAR-like feature	8
รูป 2.5 ภาพแสดงการทำงานของ cascade classifier	9
รูป 2.6 ภาพแสดงตัวอย่างการทำงานของ HAAR feature-based cascade classifier	9
รูป 2.7 ตัวอย่างภาพที่นำมาใช้ในการเรียนรู้	10
รูป 2.8 แสดงขั้นตอนการสร้าง Eigenface	13
รูป 2.9 แสดงตัวอย่างภาพ Eigenface	14
รูป 2.10 แสดงขั้นตอนการสร้าง weight vector	15
รูป 2.11 แสดงขั้นตอนการ recognition	16
รูป 2.12 แสดงตัวอย่างของ Augmented reality	17
รูป 3.1 แสดงโครงสร้างส่วนประกอบของระบบ	19
รูป 3.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของส่วนใช้งานหลัก	20
รูป 3.3 แสดงการทำงานของ Face recognition process	21
รูป 3.4 จำลองภาพการคำนวณเพื่อหากรอบใบหน้าภายใน	22
รูป 3.5 แสดงการทำงานของ Result Improvement	23
รูป 3.6 แสดงการทำงานของการแสดงผล AR	25
รูป 3.7 แสดงส่วนการทำงานของการ Training	25
รูป 3.8 แสดงขั้นตอนการทำงานของส่วน Training	26
รูป 3.9 แสดงข้อมูลที่แสดงในส่วนแสดงข้อมูลของผู้ใช้งาน	27
รูป 3.10 แสดงภาพหน้าจอแสดงผลส่วนใช้งานหลักขณะไม่มีผู้ใช้งาน	28
รูป 3.11 แสดงภาพหน้าจอแสดงผลส่วนใช้งานหลักขณะกำลังทำการตรวจสอบใบหน้า	28
รูป 3.12แสดงภาพหน้าจอแสดงผลส่วนใช้งานหลักเมื่อไม่สามารถระบุตัวบุคคลได้	29
รูป 3.13 แสดงภาพหน้าจอแสดงผลส่วนใช้งานหลักเมื่อสามารถระบุตัวบุคคลได้	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูป	หน้า
รูป 3.14 แสดงภาพหน้าจอแสดงผลส่วน Training ขณะไม่มีผู้ใช้งาน	30
รูป 3.15 แสดงภาพหน้าจอแสดงผลส่วน Training เมื่อพบตำแหน่งใบหน้า	30
รูป 3.16 ตารางและความสัมพันธ์ระหว่างตารางของฐานข้อมูลในระบบ	31
รูป 4.2 ภาพเมื่อไม่ทำการMasking (ซ้าย) และทำการ Masking (ขวา)	35
รูป 4.3 กราฟฮิสโตแกรมของค่า distance	36
รูป 4.1 ภาพในสภาวะแสงปกติ (ซ้าย) และเมื่อเปลี่ยนแปลงสภาวะแสง (ขวา)	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

เทคโนโลยีสารสนเทศในปัจจุบันมีการพัฒนาไปเป็นอย่างมาก จนถึงขั้นที่คอมพิวเตอร์สามารถรู้ว่าผู้ใช้งานเป็นใคร การจะเริ่มใช้งานระบบต่างๆนั้น ควรมีกระบวนการยืนยันตัวบุคคลเข้ามาประกอบด้วย เช่น การตรวจบัตร การสแกนลายนิ้วมือ การตรวจม่านตา ทางผู้พัฒนาจึงพัฒนาระบบจดจำใบหน้า และแสดงข้อมูลบุคคล (Face ID) เพื่อใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและเพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการใช้บริการต่างๆ

ในปัจจุบันนี้ปฏิเสธไม่ได้ว่ามนุษย์นั้นต้องการความสะดวกสบายที่เพิ่มมากขึ้น การซื้อสินค้า และบริการหรือการเข้าออกสถานที่ต่างๆ เราจะเห็นการใช้บริการเหล่านี้ผ่านบัตรต่างๆ เช่น บัตรกดเงินสด บัตรเครดิต หรือ บัตรสมาชิกต่างๆ เป็นต้น ทำให้ผู้ใช้บริการต้องพกบัตรเป็นจำนวนมาก ซึ่งอาจทำให้เกิดความไม่สะดวกในการใช้งาน เพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้จึงได้ทำการนำเทคโนโลยีเกี่ยวกับภาพและการแสดงผลมาประกอบกันสร้างออกมาเป็นระบบเพื่อสนับสนุนการใช้งานด้านต่างๆ เช่น การเข้า-ออกประตูสนามบิน การใช้งานโรงพยาบาล การรายงานตัวในการสอบ จนกระทั่งการจ่ายเงินเพื่อซื้อสินค้า โดยทั้งหมดจะสามารถทำได้อย่างง่ายดาย เพียงแค่การยืนอยู่หน้ากล้อง ทำให้เกิดความสะดวก ปลอดภัย และรวดเร็วมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1) เพื่อศึกษาค้นคว้าเทคนิคการตรวจจับและรู้จำใบหน้า (face detection and recognition)
2) เพื่อค้นหากระบวนการ หรือ อัลกอริทึมที่ช่วยเพิ่มความแม่นยำของการตรวจจับและรู้จำใบหน้า
3) เพื่อพัฒนาระบบการยืนยันตัวตนบุคคลจากใบหน้าด้วย EmguCV library และภาษา C#
4) เพื่อหาแนวทางที่จะเพิ่มความสะดวกในการใช้บริการต่างๆ
5) เพื่อหาแนวทางที่จะเพิ่มความปลอดภัยในการเข้าออกสถานที่ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1) ภาพใบหน้าที่ระบบนำมาใช้การประมวลผลต้องเป็นภาพใบหน้าตรง
2) ระบบสามารถระบุตำแหน่งใบหน้าที่อยู่บนกรอบภาพได้อย่างแม่นยำ
3) ระบบจะระบุตำแหน่งใบหน้าที่มีขนาดใหญ่ที่สุดที่ปรากฏบนกล้องเพียงใบหน้าเดียว
4) ระบบสามารถระบุได้ว่าใบหน้าที่ตรวจจับได้นั้นเป็นใบหน้าของบุคคลใด ตามข้อมูลที่ปรากฏในฐานข้อมูล
5) ระบบต้องมีการเก็บข้อมูลของผู้ที่จะมาใช้งานมาก่อนที่จะใช้ระบบนี้
6) ระบบสามารถดึงข้อมูลของบุคคลออกมาแสดงได้อย่างถูกต้อง
7) สภาวะของแสง อาจทำให้ความแม่นยำของระบบในการระบุตำแหน่งใบหน้าและ การระบุตัวตนบุคคลลดลง
8) ระบบจะแสดงข้อมูลบุคคลด้วยเทคโนโลยี AR (Augmented Reality)
9) ข้อมูลรูปภาพ และ ผู้ใช้งาน ของระบบเก็บอยู่บนฐานข้อมูล MySQL

1.4 วิธีการดำเนินการ

1) ศึกษาค้นคว้า และออกแบบระบบการยืนยันตัวตนบุคคล
2) ศึกษาค้นคว้า และค้นหาไลบรารีที่เหมาะสมในการนำมาใช้พัฒนาระบบ
3) ศึกษา และทดลองทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อหาความเหมาะสมในการใช้งาน
4) ทำการสร้างจำลองฐานข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดลอง
5) ศึกษาทฤษฎีและทดลองขั้นตอนการตรวจจับใบหน้าจากภาพ
6) ศึกษาทฤษฎีและทดลองขั้นตอนการรู้จำใบหน้าจากภาพ
7) ศึกษาทฤษฎีและทดลองการปรับปรุงความแม่นยำของการตรวจจับ และ รู้จำใบหน้าจากภาพ
8) ออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (user interface)
9) ทำการพัฒนาระบบ
10) ทดสอบระบบเพื่อประเมินความแม่นยำของการตรวจจับ และการระบุใบหน้าบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้เรียนรู้แนวคิดในการนำเทคโนโลยีต่างๆมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างเทคโนโลยีใหม่
2) ได้เรียนรู้ภาพรวมของเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ
3) ได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมในการประมวลผลภาพดิจิทัล
4) ได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้งานภาษา C# และไลบรารี EmguCV
5) ได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัลกอริทึมการตรวจจับ และรู้จำใบหน้า
6) ได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการนำ Augmented Reality มาประยุกต์ใช้
7) สามารถนำกระบวนการจดจำใบหน้าบุคคล มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์
8) ระบบจดจำใบหน้าและแสดงข้อมูลบุคคลซึ่งสามารถระบุตัวตน และแสดงข้อมูลของบุคคลที่นำใบหน้าเข้ามาภายในกล้องได้

1.6 ส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทด้วยกันคือ

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงความสำคัญและที่มาของโครงงาน วัตถุประสงค์ของโครงงาน ขอบเขตของโครงงาน วิธีการดำเนินการ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง จะกล่าวถึงทฤษฎีที่นำมาใช้ในการพัฒนา ซึ่งประกอบไปด้วย ทฤษฎีการประมวลผลภาพต่างๆ ทฤษฎีการตรวจหาตำแหน่งใบหน้าในรูปภาพ และ ทฤษฎีการรู้จำใบหน้า

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนา ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบและพัฒนาระบบทั้งหมด โดยมีภาพรวมของระบบ รายละเอียดของโปรแกรม รายละเอียดขั้นตอนการทำงานของระบบในแต่ละส่วน การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน และการออกแบบฐานข้อมูล

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง จะกล่าวถึงการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบ และการทดสอบผลของการนำอัลกอริทึมมาปรับใช้

บทที่ 5 บทสรุป จะกล่าวถึงข้อสรุปที่ได้จากการทำโครงงาน ปัญหาอุปสรรค แนวทางการแก้ไข และ กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 รูปร่างของภาพ (Image shape)

วัตถุที่มีอยู่ตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นมีรูปร่างที่แตกต่างกันไป ทั้งที่เป็นรูปทรงเรขาคณิต และไม่เป็นรูปทรงเรขาคณิต ในศาสตร์ของการประมวลผลภาพนั้น การกำหนดขอบเขตของภาพทุกภาพให้อยู่ในรูปสี่เหลี่ยม (rectangular image model) เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด เนื่องจากทำให้การอ่านภาพ การจัดเก็บข้อมูลภาพในหน่วยความจำ และการแสดงภาพออกทาง อุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การเก็บข้อมูลภาพลงหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์สามารถทำได้โดยการจอง หน่วยความจำของเครื่องไว้ในรูปของตัวแปรอะเรย์ (array) โดยค่าในแต่ละช่องของอะเรย์แสดงถึง คุณสมบัติของจุดภาพ (pixel) และตำแหน่งของช่องอะเรย์เป็นตัวกำหนดตำแหน่งของจุดภาพ

สมมุติให้ Image เป็นตัวแปรแบบอะเรย์ขนาด M x N (M แถว และ N คอลัมน์) ที่ใช้เก็บภาพขนาด M x N จุด (M จุดในแนวนอน และ N จุดในแนวตั้ง) ค่าสี (ความสว่างในกรณีที่เป็นภาพ gray level) ของจุดภาพในแถวที่ 5 คอลัมน์ที่ 4 จะตรงกับค่าของ IMAGE(5,4) จะเห็นว่าเราใช้ ตำแหน่งของจุดภาพทั้งสองแกนเป็นตัวชี้ค่าข้อมูลในอะเรย์

จากการใช้หน่วยความจำเพื่อการเก็บภาพในลักษณะที่กล่าวมา เนื้อที่ในการเก็บภาพสามารถคำนวณได้จาก M x N x G เมื่อ G เป็นจำนวนเต็มที่แทนจำนวนบิตของข้อมูล (บิต depth) ในแต่ละจุดภาพ ตัวอย่าง ถ้า G มีค่าเท่ากับ 8 บิต ซึ่งจะสามารถเก็บความแตกต่างของระดับสีที่เป็นไปสูงสุด 256 ระดับ ค่า M และ N จะเป็นตัวบอกถึงความละเอียดของภาพ สำหรับคอมพิวเตอร์ทั่วไปในระบบ VGA (Video Graphic Array) จะมีขนาด 640x480 , 800x600 และ1024x768 จุด เป็นต้น การกำหนดความละเอียดจะขึ้นอยู่กับงานที่จะใช้ ในงานบางอย่างใช้ความละเอียดแค่ 30 x 50 จุด ก็พอแล้วแต่ในงานบางชนิดใช้ความละเอียดถึง 1000 x 1000 จุด ก็ยังไม่เพียงพอ

จำนวนสีสูงสุดที่เป็นไปได้ของแต่ละจุดภาพขึ้นอยู่กับจำนวนบิตที่ใช้ เมื่อมีการกำหนดให้ขนาดของ บิตต่อจุด มากขึ้นจะทำให้จำนวนของสีมากขึ้นด้วย ตัวอย่างเช่น

1 บิต = 2^1 = 2 สี	4 บิต = 2^4 = 16 สี	16 บิต = 2^{16} = 65536 สี
2 บิต = 2^2 = 4 สี	8 บิต = 2^8 = 256 สี	32 บิต = 2^{32} = 4294967296 สี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

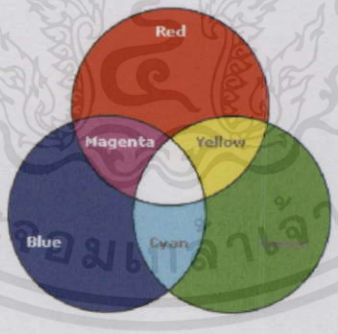
ตัวอย่างสำหรับระบบที่มีความละเอียดเท่ากับ 1280 x 720 และมีขนาด 32 บิตต่อพิกเซล จะสามารถแสดงสีได้ทั้งหมด 4,294,967,296 สี และจะใช้เนื้อที่เก็บเท่ากับ 1280 x 720 x 32 บิต ต่อภาพ 1 เฟรม

2.2 พื้นฐานโครงสร้างสี

มาตรฐานของสีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีอยู่หลายระบบด้วยกัน ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับการนำมาใช้ แต่โดยทั่วไปแล้วทุกมาตรฐานจะมีแนวคิดเดียวกันคือ การแทนจุดสีด้วยจุดที่อยู่ภายในระนาบ 3 มิติ โดยจะมีแกนอ้างอิงสำหรับจุดสีนั้นในระนาบซึ่งแต่ละแกนจะมีความเป็นอิสระต่อกัน ตัวอย่างเช่นในระบบ RGB จะมีแกนสีคือ แกนสีแดง เขียว และน้ำเงินในระบบ HLS จะมีแกนเป็น ค่าสี (hue) ความสว่าง (lightness) และความบริสุทธิ์ของสี (saturation)

2.2.1 ภาพสี RGB

ระบบสี RGB เป็นระบบสีที่เกิดจากการรวมกันของแสงสีแดง เขียวและน้ำเงินโดยมีการรวมกันแบบ additive ซึ่งโดยปกติจะนำไปใช้ในจอภาพแบบ CRT (Cathode Ray Tube) ในการใช้ งานระบบสี RGB ยังมีการสร้างมาตรฐานที่แตกต่างกันออกไปที่นิยมใช้งานได้แต่ RGB_{CIE} และ RGB_{NTSC}



รูป 2.1 แสดงวงล้อระบบสี RGB

ภาพในระบบสี RGB ก็หมายความว่ามีเมตริกซ์ขนาด 2D ซ้อนกันจำนวน 3 เมตริกซ์ ซึ่งก็คือค่าความเข้มแสงในสีต่างๆ คือสีแดง (R) , สีเขียว (G) และสีน้ำเงิน (B) ภาพสีในระบบ RGB จะมีจำนวนบิตต่อพิกเซลคือ 24 บิต หมายความว่าสามารถแสดงสีได้ถึง 16,777,216 สี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ภาพ Grayscale

ภาพเกรย์สเกล หรือภาพระดับสีเทา จะประกอบด้วยภาพแสงขาว ดำ และเทาเพียงเมตริกซ์เดียวเท่านั้น โดยจะมีระดับความเข้มของสีเทาคือ 0-255 สำหรับภาพระดับ 8 บิต โดยมีหลักการง่ายๆก็คือ หาค่าเฉลี่ยของแม่สีสามสี คือ น้ำเงิน เขียว และแดง นั่นคือ

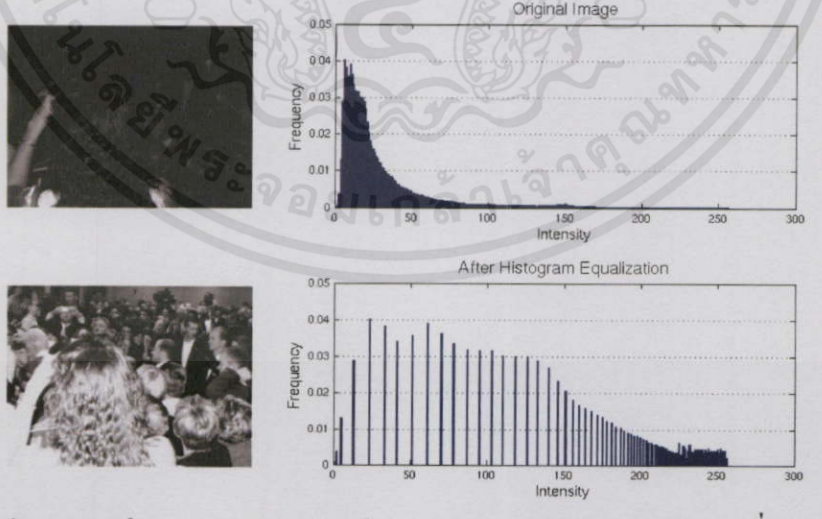
$$Gray = (B + G + R) /_3$$

นอกจากนั้นได้มีการศึกษาว่าตาของมนุษย์ตอบสนองต่อแม่สีทั้งสามต่างกัน จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานของการแปลงสีออกมาเป็นสมการต่อไปนี้

$$Gray = {}_{0.114}B + {}_{0.587}G + {}_{0.299}R$$

2.2.3 เทคนิคการกระจายฮิสโตแกรมแบบสม่ำเสมอ (Histogram Equalization)

วัตถุประสงค์ของการใช้วิธีนี้ คือการสร้างภาพที่มีจำนวนจุดภาพใกล้เคียงกัน หรือ ข้อมูลที่ แปลงแล้วจะมีการกระจายสม่ำเสมอ วิธีการนี้จะใช้กำหนดจุดภาพให้เหมาะสมกับแต่ละค่าความเข้มนั่นเอง

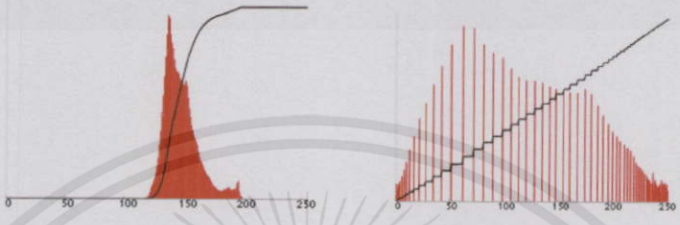


รูป 2.2 ภาพก่อน (บน) และหลัง (ล่าง) การกระจายฮิสโตแกรมแบบสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนจุดภาพที่เหมาะสม = จำนวนจุดภาพทั้งหมด/จำนวนค่าความเข้มทั้งหมดที่พบในข้อมูล

เช่น มีข้อมูลภาพจากดาวเทียม ขนาด 100x100 พิกเซล โดยเป็นข้อมูลแบบ 8 บิต ดังนั้นจำนวนจุดภาพที่เหมาะสมคือ 100,000 / 256 = 390.625 หมายความว่าแต่ละค่าระดับสีเทาควรมีจำนวนความถี่เท่ากับ 390.625 พิกเซล



ก) ข)

รูป 2.3 กราฟแสดงฮิสโตแกรม

ก) ก่อนทำการกระจายฮิสโตแกรมแบบสม่ำเสมอ

ข) หลังทำการกระจายฮิสโตแกรมแบบสม่ำเสมอ

2.2.3.1 ขั้นตอนการทำงานของเทคนิคการกระจายฮิสโตแกรมแบบสม่ำเสมอ

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณหาค่าความถี่สะสม

กำหนดเริ่มต้น

c[0] = Nhistogram[0]

วนลูปกระทำกับทุกจุดภาพในภาพ

c[i] = c[i-1] + Nhistogram[i]

สิ้นสุดลูป

ขั้นตอนที่ 2 ให้ค่าความเข้มใหม่กับแต่ละจุดภาพตามค่าที่ได้หลังจากการทำการคำนวณด้านบน (pixel intensity mapping from mapping table)

วนลูปกระทำกับทุกจุดภาพในพิกัด x และ y

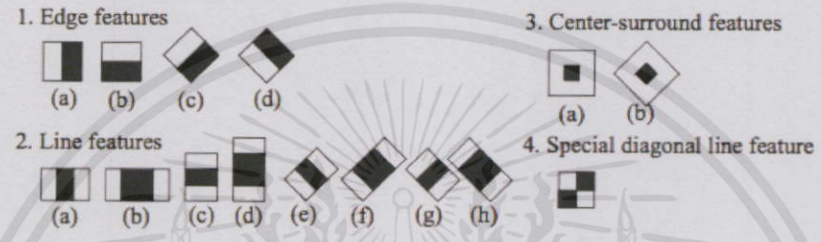
g (x,y) = c[f (x,y)]

สิ้นสุดลูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เทคนิคการตรวจจับใบหน้า (Face detection)

HAAR feature-based cascade classifier เป็นกระบวนการตรวจจับวัตถุซึ่งคิดค้นขึ้นโดย Paul Viola และ Michael J. Jones การสร้าง HAAR feature-based cascade classifier นั้นสามารถสร้างได้ด้วยภาพที่ให้ผลเชิงบวก และภาพที่ให้ผลเชิงลบ ภาพเหล่านี้จะใช้ในการสกัดคุณลักษณะเฉพาะของวัตถุที่ต้องการตรวจจับซึ่งในที่นี้ก็คือใบหน้า ซึ่งการสกัดคุณลักษณะของภาพนั้นจะใช้ HAAR-like feature



รูป 2.4 แสดงภาพ HAAR-like feature

ซึ่งหลักการคำนวณ HAAR-like feature คือ คุณลักษณะแต่ละส่วนจะคำนวณด้วย หลักการของ integral image ซึ่งก็คือ ผลรวมของพิกเซลตั้งแต่จุดเริ่มต้นของภาพจนถึงจุดที่กำหนด ดังสมการด้านล่าง

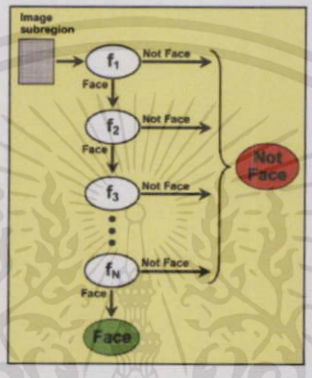
$$I(x,y) = \sum_{\substack{x' \le x \\ y' \le y}} i(x', y')$$

โดยค่าของการคำนวณสำหรับคุณลักษณะแต่ละรูปแบบนั้นจะเป็นผลลบของการคำนวณ integral image ของพื้นที่ HAAR-like Feature ส่วนสีขาว กับส่วนสีดำ

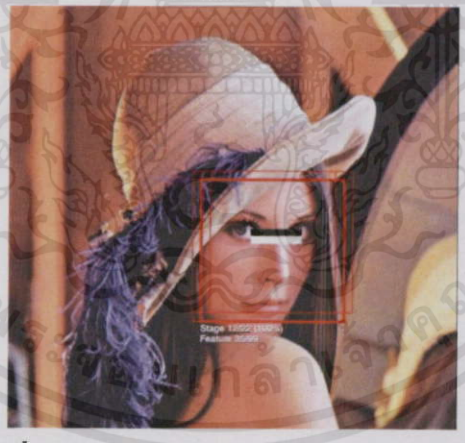
แต่เดิมการตรวจจับใบหน้านั้นต้องใช้คุณลักษณะต่างๆถึง 160,000 คุณลักษณะ โดยแต่ละคุณลักษณะก็อาจจะมีการซ้ำซ้อนกัน และ การคำนวณที่มากถึง 160,000 คุณลักษณะทำให้ใช้การประมวลผลมากและใช้เวลานานมากต่อการคำนวณ 1 รอบ ภายหลังจึงได้มีการปรับปรุงอัลกอริทึมการเรียนรู้โดยมีพื้นฐานจาก AdaBoost (Adaptive Boost) ซึ่งเลือกนำเฉพาะ critical features (features ที่ให้ classifiers ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด) มาใช้ ซึ่งผลของ AdaBoost นั้นทำให้สามารถตรวจจับใบหน้าได้โดยใช้คุณลักษณะเพียง 6000 คุณลักษณะเท่านั้น นอกจากนี้ยังได้นำหลักการของ Cascade Classifier มาใช้ด้วยซึ่งจะข้ามการประมวลผลส่วนภาพที่ไม่ใช่ใบหน้า (ข้ามการคำนวณ) ทำให้สามารถเน้นการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณไปที่บริเวณที่มีลักษณะคล้ายใบหน้ามากขึ้น ซึ่งหลักการของ Cascade Classifier ก็คือการแบ่งคุณลักษณะต่างๆออกเป็นลำดับชั้น (stage) ซึ่งจะเรียงจากคุณลักษณะที่มีความละเอียดน้อยที่สุดลงไป เช่น คุณลักษณะที่ความละเอียดน้อยจะอยู่ในลำดับขั้นที่ 1 ซึ่งถ้า Classifier ค้นหาคุณลักษณะในลำดับชั้นที่ 1 ไม่พบก็จะทำการข้ามเพื่อไปคำนวณในตำแหน่งภาพอื่นต่อไป ซึ่งจะเป็นหลักการของการ Pruning



รูป 2.5 ภาพแสดงการทำงานของ cascade classifier



รูป 2.6 ภาพแสดงตัวอย่างการทำงานของ HAAR feature-based cascade classifier

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เทคนิคการรู้จำใบหน้า (Face recognition)

Eigenface คือ กระบวนการที่ใช้ในการแปลงชุดข้อมูลภาพใบหน้าให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปวิเคราะห์ได้ ในทางคณิตศาสตร์นั้น Eigenface คือ กลุ่มของ Eigenvector ซึ่งคำนวณได้จากการหาเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม (Covariance Matrix) ของภาพ ซึ่งการสร้าง Eigenface นั้นมีพื้นฐานอยู่บน PCA (Principal Component Analysis)

PCA หรือ Principal Component Analysis หรือภาษาไทยเรียกว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก คือเทคนิคในการหาคุณลักษณะเฉพาะของข้อมูลหลายมิติ ใช้เพื่อลดมิติของข้อมูลโดยดึงเฉพาะคุณลักษณะที่มีนัยสำคัญในข้อมูลออกมาเพื่อสร้างข้อมูลใหม่ที่อยู่ในรูปแบบที่วิเคราะห์ได้ง่าย

2.4.1 ขั้นตอนในการรู้จำใบหน้า

1) อ่านภาพที่ต้องการใช้ในการเรียนรู้มา N ภาพ

รูป 2.7 ตัวอย่างภาพที่นำมาใช้ในการเรียนรู้

2) คำนวณ Eigenface จากชุดภาพที่นำมาใช้ และ เก็บเฉพาะภาพที่มีค่า Eigenvalue ใกล้เคียงกับค่า Eigenvalue สูงสุดไว้ M ภาพ (M น้อยกว่า N เพื่อลดขนาดของข้อมูล) ซึ่ง รูปภาพ M ภาพนี้จะถูกเรียกว่า Eigenface space

2.4.1.1 ขั้นตอนในสร้างสร้าง Eigenface space

1) นำภาพที่ต้องการใช้ในการเรียนรู้มา จัดเรียง N ภาพ จัดรูปแบบภาพแต่ละภาพให้เป็นเวกเตอร์ 1 มิติ (Γ_i)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) นำชุดของเวกเตอร์ N เวกเตอร์มาหาค่าเฉลี่ยดังสมการด้านล่าง

$$\Psi = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} \Gamma_i$$

3) นำใบหน้าเฉลี่ย (Ψ) ที่ได้ไปลบจากเวกเตอร์ใบหน้าแต่ละอัน ผลคือจะได้เวกเตอร์ใบหน้า (Φ_i) ที่เก็บค่าที่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยไว้ทำเพื่อลดทอนคุณลักษณะที่ซ้ำกันในแต่ละรูปภาพ

$$\Phi_i = \Gamma_i - \Psi$$

4) นำเวกเตอร์ใบหน้าที่ได้มาไปจัดเรียงเป็นเมททริกซ์ A โดยที่เมททริกซ์ A มีค่าเท่ากับ

$$A = [\Phi_1 \Phi_2 \ldots \Phi_n]$$

5) นำเวกเตอร์ A ที่ได้มานี้ไปคำนวณหาเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม

$$C = \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} \Phi_n \Phi_n^T$$

$$= AA^T$$

การคำนวณหาเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม นั้นถ้าใช้วิธีการคำนวณตามสมการที่ได้กล่าวมาข้างต้น ถ้าขนาดของภาพที่นำมา มีขนาด 100 x 100 พิกเซล การคำนวณเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมนั้น จะต้องคำนวณถึง 10000 x 10000 = 100000000 รอบ ทั้งยังต้องคำนวณ Eigenvector และ Eigenvalue อีกด้วยทำให้ต้องใช้การประมวลผลสูงมากและหน่วยความจำที่มีภายในเครื่องก็อาจมีไม่เพียงพอ ซึ่งวิธีการแก้ไขนั้นจะทำการคำนวณเมทริกซ์ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปรปรวนร่วมหลังจากทำการลดมิติของ A ลงซึ่งจะคำนวณตามสมการด้านล่างนี้

$$L = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} \Phi^T \Phi$$

$$= A^T A$$

ผลที่ออกมาก็คือจากที่ต้องคำนวณถึง 10000 x 10000 รอบการคำนวณจะลดเหลือเพียง N x N ซึ่งก็คือ 10 x 10 = 100รอบ เท่านั้นซึ่งผลของสมการนี้จะได้ออกมาเป็นเวคเตอร์ที่มีขนาดเล็กลง

6) นำ L ไปหา Eigenvector ออกมา จะได้

$$Lv_i = \lambda_i v_i$$

ซึ่ง v_i คือ Eigenvector ที่มีขนาดลดลงของ L และ λ_i ซึ่งคือ Eigenvalues ของ L ซึ่งจะได้ชุดของ Eigenvector ที่มีขนาดลดลงออกมาในขั้นตอนนี้

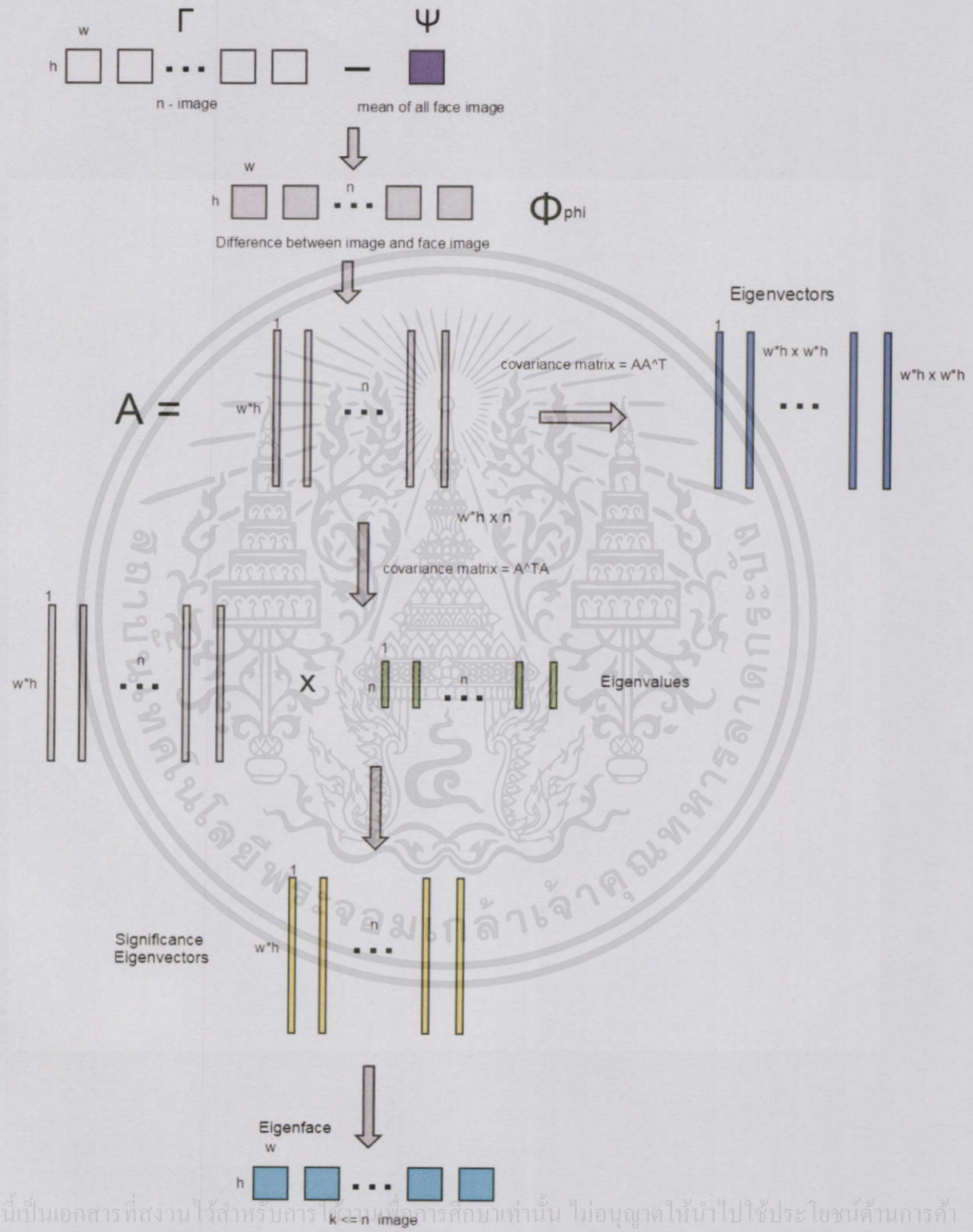
7) จากที่ได้ทำการลดมิติของ A ลงมา Eigenvector k อันที่เลือกมาจะยังไม่สามารถนำไปใช้การได้ซึ่งจะต้องทำการแปลง Eigenvector เหล่านี้ให้กลับไปอยู่ในมิติเดียวกับเวกเตอร์ใบหน้า (Φ_i) ซึ่งกระทำโดยสมการนี้

$$u_i = Av_i$$

u_i คือ Eigenface v_i คือ Eigenvector ที่ถูกลดมิติ

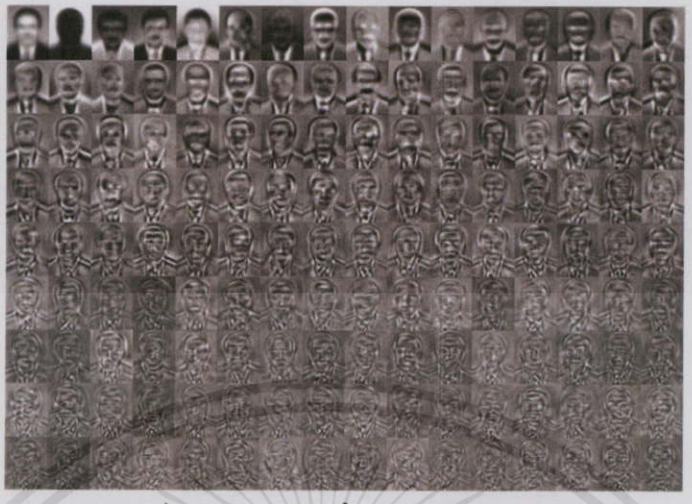
8) จากนั้นจะทำการ normalize Eigenface นี้ (u_i) โดยกำหนดให้ $\|u_i\| = 1$ ซึ่งจะนำ Eigenface ไปคูณกับ 255 เพื่อที่จะสามารถนำไปทำเป็นภาพ grayscale ได้ง่าย จากนั้นทำการเลือก Eigenvector k อันแรกที่สามารถเป็นตัวแทนของภาพทั้งหมดที่นำมาใช้ (k-Nearest Neighbors) ซึ่ง Eigenvector (u_1ถึง u_k) จะถูกเลือกมาซึ่งจะนำ Eigenvector ชุดนี่มาสร้างเป็นเมทริก U

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 2.8 แสดงขั้นตอนการสร้าง Eigenface



รูป 2.9 แสดงตัวอย่างภาพ Eigenface

9) จากนั้นสร้างเวกเตอร์ถ่วงน้ำหนัก (Ω_i) ของภาพในชุดข้อมูลแต่ละภาพ ตามกระบวนการดังรูปที่ 2.10 ซึ่งสามารถแทนได้ด้วยสมการ

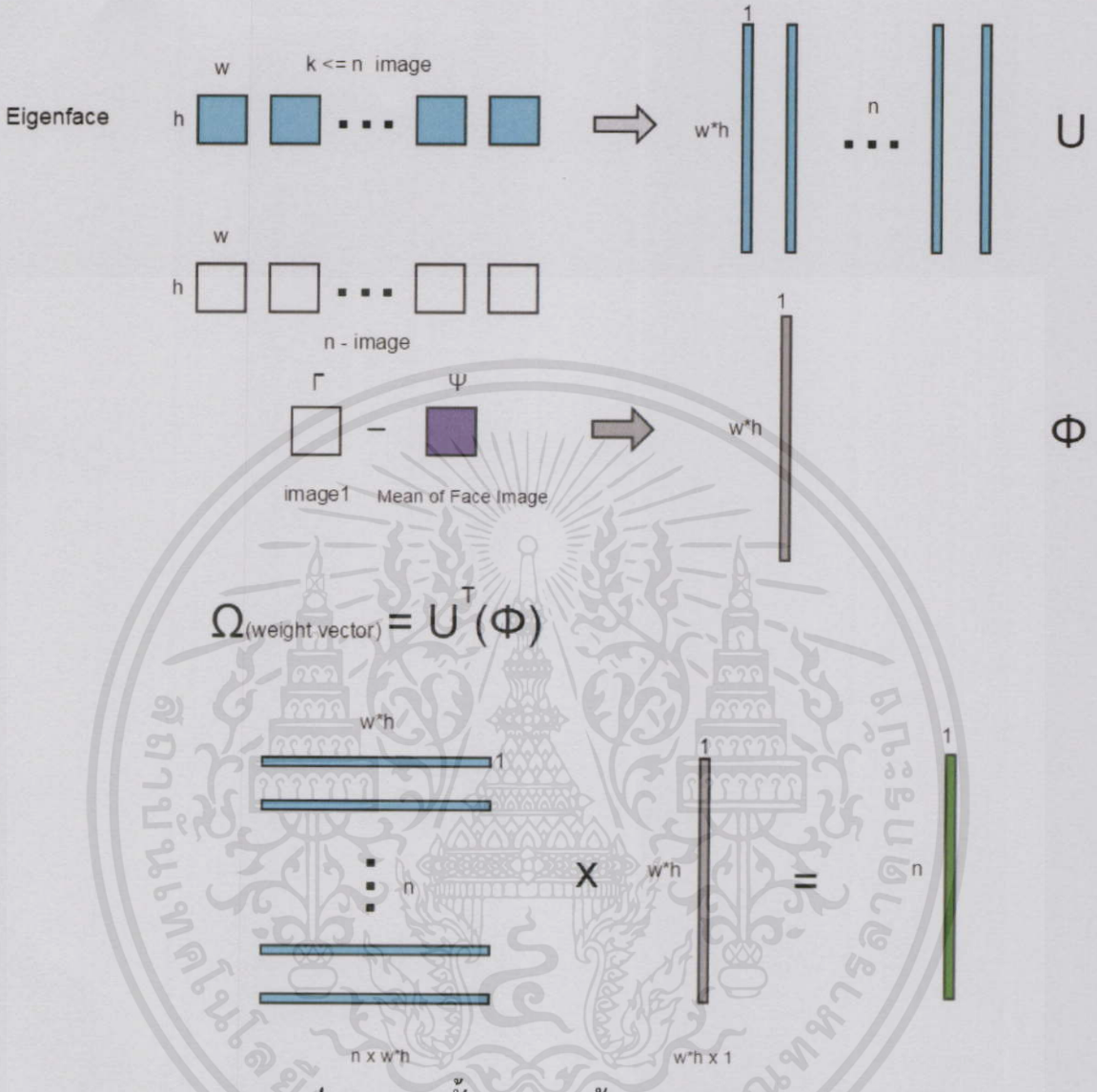
$$\Omega_i = U^T(\Gamma_i - \Psi) = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_k \end{bmatrix}$$

2.4.1.2 กระบวนการรู้จำใบหน้า

เมื่อมีภาพอินพุตเข้ามาจะเกิดกระบวนการดังนี้

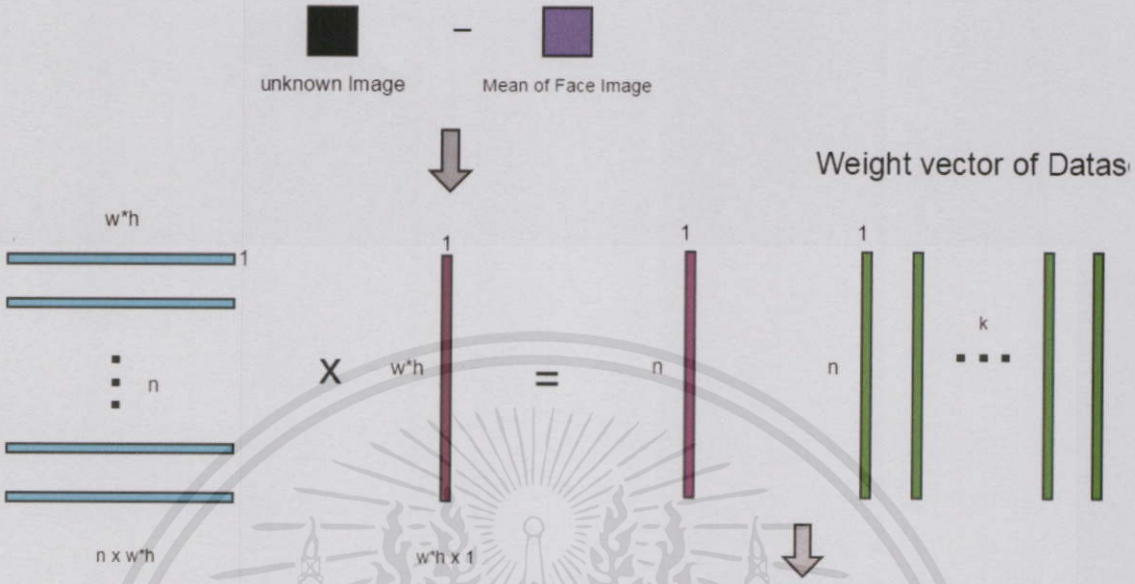
แปลงภาพเป็นเวกเตอร์ 1 มิติ (Γ_i) แล้วทำการ Normalize เวกเตอร์ดังกล่าวซึ่งจะได้ เวกเตอร์ใบหน้า (Φ_i) ออกมา จากนั้นทำการฉายภาพที่ Normalize นี้ลงบน Eigenface แต่ละภาพบน Eigenface space และคำนวณหาเวกเตอร์ถ่วงน้ำหนัก (Ω_x) ของภาพดังกล่าว จากนั้นทำการคำนวณระยะห่าง Euclidian distance ของ Ω_x กับ Ω_i ; $i = 1,2, \ldots, k$ ถ้าค่าระยะห่างของภาพใบหน้าที่นำมาประมวลผลกับภาพใบหน้าในชุดข้อมูลภาพไหนมีค่าน้อยที่สุดแสดงว่าภาพใบหน้าที่นำมาประมวลผล มีโอกาสที่จะเป็นภาพใบหน้าของบุคคลคนเดียวกันกับภาพในชุดข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.10 แสดงขั้นตอนการสร้าง weight vector

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.11 แสดงขั้นตอนการ recognition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 Augmented Reality (AR)

AR หรือ Augmented Reality เป็นเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง (real world) เข้ากับโลกเสมือน (virtual world) ด้วยการเพิ่มประสาทสัมผัส และความสามารถของมนุษย์ โดยผ่านทางอุปกรณ์ เว็บแคม กล้องมือถือ หรือคอมพิวเตอร์ รวมกับการใช้ซอฟต์แวร์ต่างๆ ซึ่งจะทำให้ภาพที่เห็นในจอภาพจะเป็น วัตถุ 3 มิติ (คน , สัตว์ , สิ่งของ , สัตว์ประหลาด , ยานอวกาศ) ซึ่งมีมุมมองถึง 360 องศา หรือจะเป็นกรอบข้อความซ้อนอยู่ในจอภาพ เป็นต้น

แนวคิดหลักของ Augmented Reality คือการพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริง เข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ เช่น เว็บแคม คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ หน้าจอโทรศัพท์มือถือ บนเครื่องฉายภาพ หรือบนอุปกรณ์แสดงผลอื่นๆ โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที ทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่งสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบขึ้นกับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าให้ออกมาแบบใด โดยกระบวนการภายในของเทคโนโลยีเสมือนจริง ประกอบด้วย 3 กระบวนการ ได้แก่

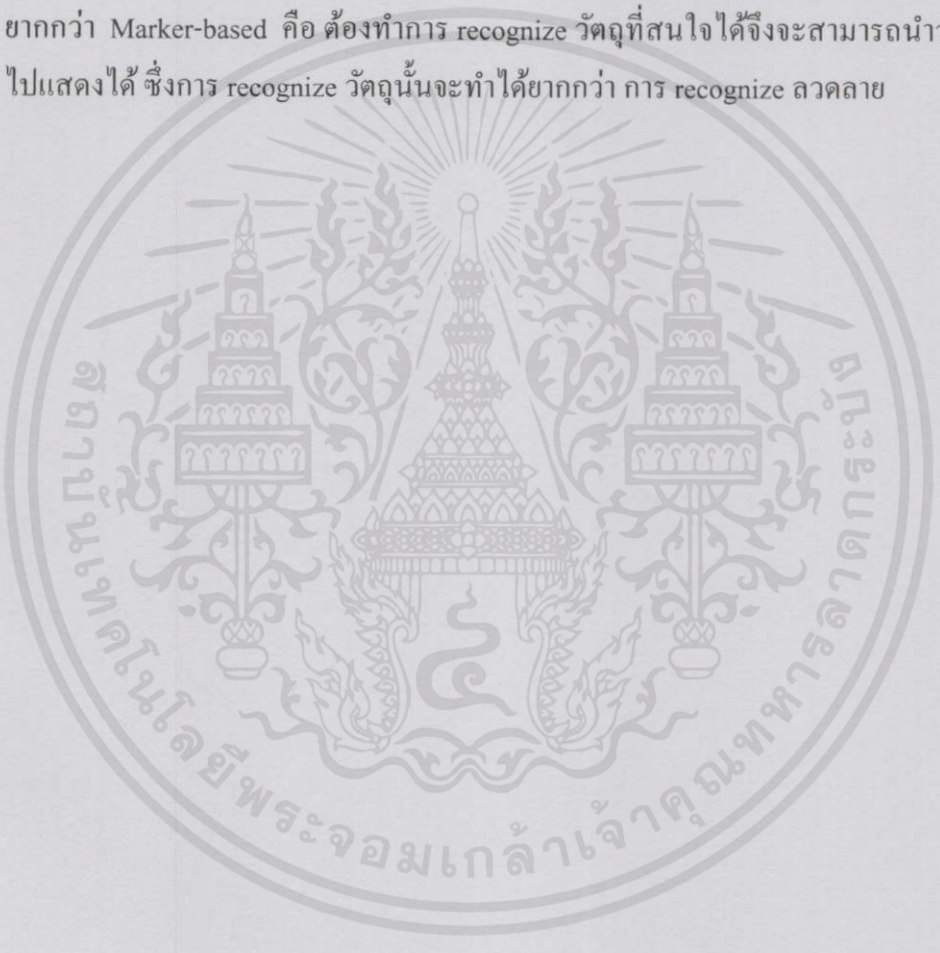
1) การวิเคราะห์ภาพ (image analysis) เป็นขั้นตอนการ ค้นหา Marker หรือ feature จากภาพที่ได้จากกล้องแล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของ Marker เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ Marker
2) การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (pose estimation) ของ Marker เทียบกับกล้อง
3) กระบวนการสร้างภาพสองมิติ จากโมเดลสามมิติ (3D rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง

รูป 2.12 แสดงตัวอย่างของ Augmented reality

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคโนโลยีเสมือนจริงสามารถแบ่งประเภทตามส่วนวิเคราะห์ภาพ (image analysis) เป็น 2 ประเภท

1) Marker-based จะเป็น Augmented Reality ที่แสดงบน Marker ที่เป็นลวดลายสีเหลี่ยมขาว-ดำ การทำงานจะเป็นการ Recognize ลวดลายบนพื้นผิวเพื่อนำวัตถุเสมือนไปแสดงบนลวดลาย
2) Marker-less จะเป็น Augmented Reality ที่แสดงบนจุดอ้างอิงซึ่ง จะเป็นรูปภาพ,ร่างกายมนุษย์ ,ศีรษะ,ใบหน้า,ตา,มือ หรือนิ้ว เป็นต้น การทำงานของ Marker-less augmented reality นั้นจะยากกว่า Marker-based คือ ต้องทำการ recognize วัตถุที่สนใจได้จึงจะสามารถนำวัตถุเสมือนไปแสดงได้ ซึ่งการ recognize วัตถุนั้นจะทำได้ยากกว่า การ recognize ลวดลาย

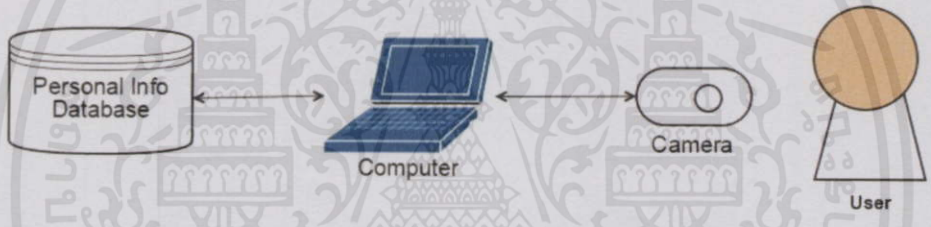


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและพัฒนา

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบและพัฒนาระบบทั้งหมด โดยมีภาพรวมของระบบ รายละเอียดของโปรแกรม รายละเอียดขั้นตอนการทำงานของระบบในแต่ละส่วน การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน และการออกแบบฐานข้อมูล

3.1 ภาพรวมของระบบ



รูป 3.1 แสดงโครงสร้างส่วนประกอบของระบบ

การตรวจสอบใบหน้าเพื่อยืนยันตัวบุคคลเป็นระบบที่ทำงานบนแพลตฟอร์มวินโดวส์ ทำงานร่วมกับกล้องเว็บแคมที่เชื่อมต่ออยู่กับคอมพิวเตอร์ซึ่งจะแบ่งการทำงานหลักออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วน training ส่วนใช้งานหลัก ซึ่งส่วนใช้งานหลัก การใช้งานจะเริ่มจากผู้ใช้งานทำการแสดงใบหน้าของตนเองต่อหน้ากล้อง โดยกล้องจะทำการรับภาพมาเพื่อประมวลผลหาส่วนที่เป็นใบหน้าของบุคคล และทำการแสดงกรอบเพื่อระบุตำแหน่งของใบหน้า แล้วนำภาพภายในบริเวณกรอบใบหน้าไปทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพแล้วจึงส่งเข้าไปในกระบวนการรู้จำเพื่อหาผลลัพธ์ว่าใบหน้าบุคคลนั้นเป็นใบหน้าของบุคคลใดในฐานข้อมูล ซึ่งเมื่อระบุตัวบุคคลได้จะทำการสะสมผลลัพธ์ไว้เพื่อทำการสรุปผลลัพธ์สุดท้ายออกมาซึ่งจะได้รหัสมาเพื่อนำไปค้นหาข้อมูลต่อในฐานข้อมูลเพื่อนำข้อมูลส่วนตัวของบุคคลนั้นออกมา จากนั้นแสดงข้อมูลที่ค้นหาพบบนจอภาพ ด้วยเทคโนโลยี AR และยังมีส่วนเสริมคือส่วนจัดการฐานข้อมูลซึ่งมีไว้เพื่อเรียกดูข้อมูลของผู้ใช้งาน และรูปภาพของผู้ใช้งาน สามารถทำการลบและแก้ไขได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 รายละเอียดของระบบ

3.2.1 ข้อมูลนำเข้า (Input)

1) ภาพใบหน้าของผู้ใช้งานที่จับภาพได้จากหน้ากล้องเว็บแคม

3.2.2 ข้อมูลส่งออก (Output)

1) ข้อมูลของบุคคลที่ identify ได้
2) รูปภาพใบหน้าของบุคคลที่ identify ได้จากฐานข้อมูล

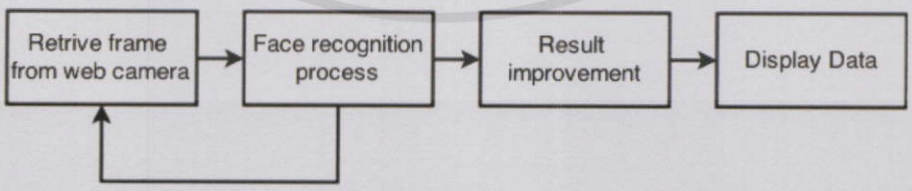
3.2.3 ฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรม (Functional Specification)

1) การเก็บข้อมูลบุคคลลงไปยังฐานข้อมูล (ใช้ข้อมูลภาพจากกล้อง)
2) การเก็บข้อมูลบุคคลลงไปยังฐานข้อมูล (ใช้ข้อมูลภาพจากไฟล์ภาพ)
3) การตรวจจับใบหน้า
4) การรู้จำใบหน้า
5) การแสดงข้อมูลบุคคลด้วยเทคโนโลยี AR
6) การจัดการฐานข้อมูลผู้ใช้งาน (รูปภาพ , ข้อมูลส่วนตัว)

3.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

3.3.1 ส่วนใช้งานหลัก

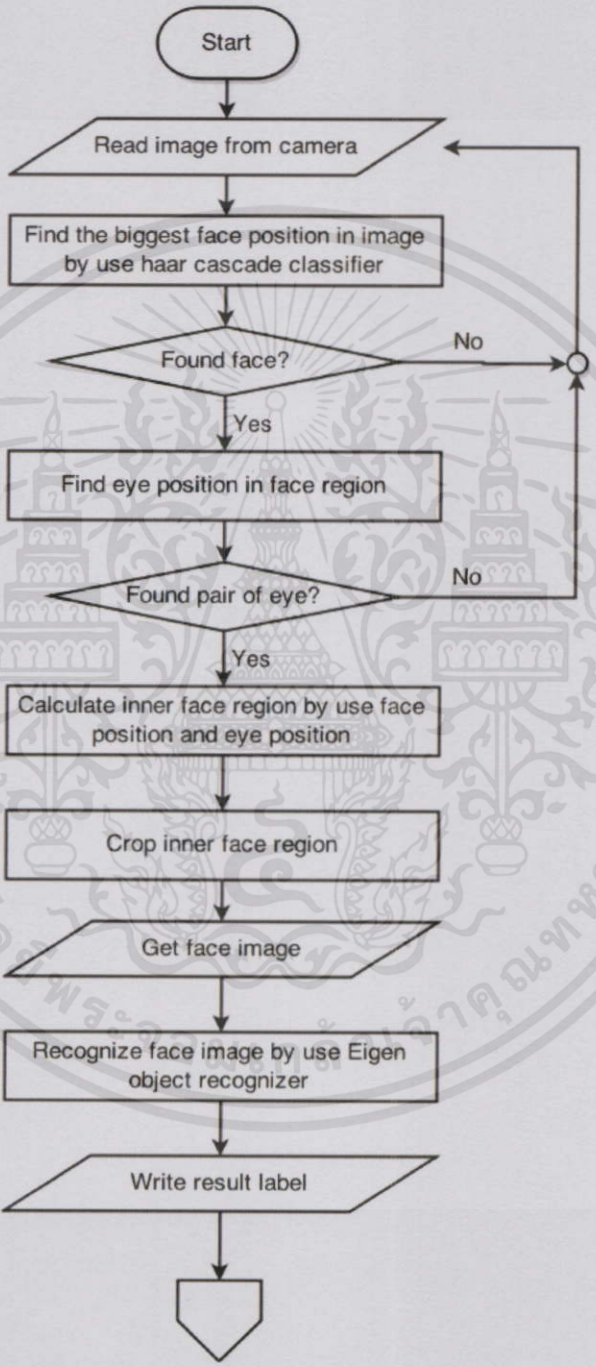
ส่วนใช้งานหลักของระบบจดจำใบหน้าและแสดงข้อมูลบุคคลประกอบด้วยส่วนของขั้นตอนการทำงาน ดังนี้ คือ ส่วนรับภาพจากกล้อง ส่วนประมวลผลการระบุใบหน้า ส่วนประมวลผลทำการปรับปรุงความแม่นยำของผลลัพธ์ และส่วนแสดงผลข้อมูล



รูป 3.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของส่วนใช้งานหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มต้นระบบจะทำการรับภาพจากกล้องเว็บแคมและทำการส่งภาพเข้ากระบวนการรู้จำใบหน้าซึ่งมีการทำงานดังนี้



รูป 3.3 แสดงการทำงานของ Face recognition process

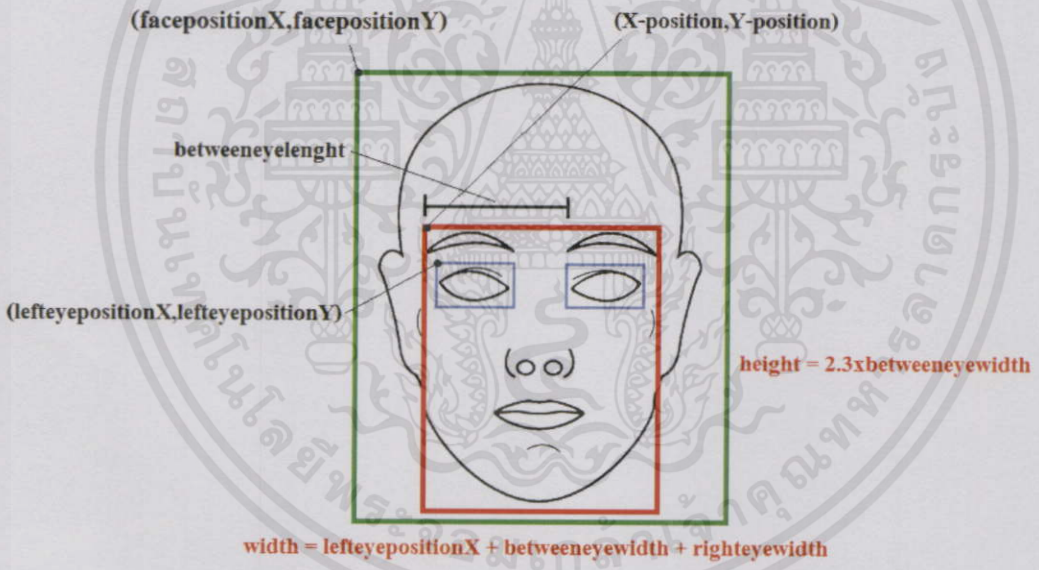
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการคำนวณพื้นที่ใบหน้าภายในนั้นจะต้องทำการกำหนดพิกัดมุมซ้ายบนของพื้นที่ ความกว้างและความยาวของกรอบใบหน้า ซึ่งพิกัดแกน X และ Y นั้นจะคำนวณจาก

$$x - position = faceposition x + lefteyeposition x - (\frac{1.5}{8} * betweeneyewidth)$$
$$y - position = faceposition\ y + lefteyeposition y - (0.2 * betweeneyewidth)$$

และ ความกว้างกับความยาวของกรอบใบหน้านั้นจะคำนวณจาก

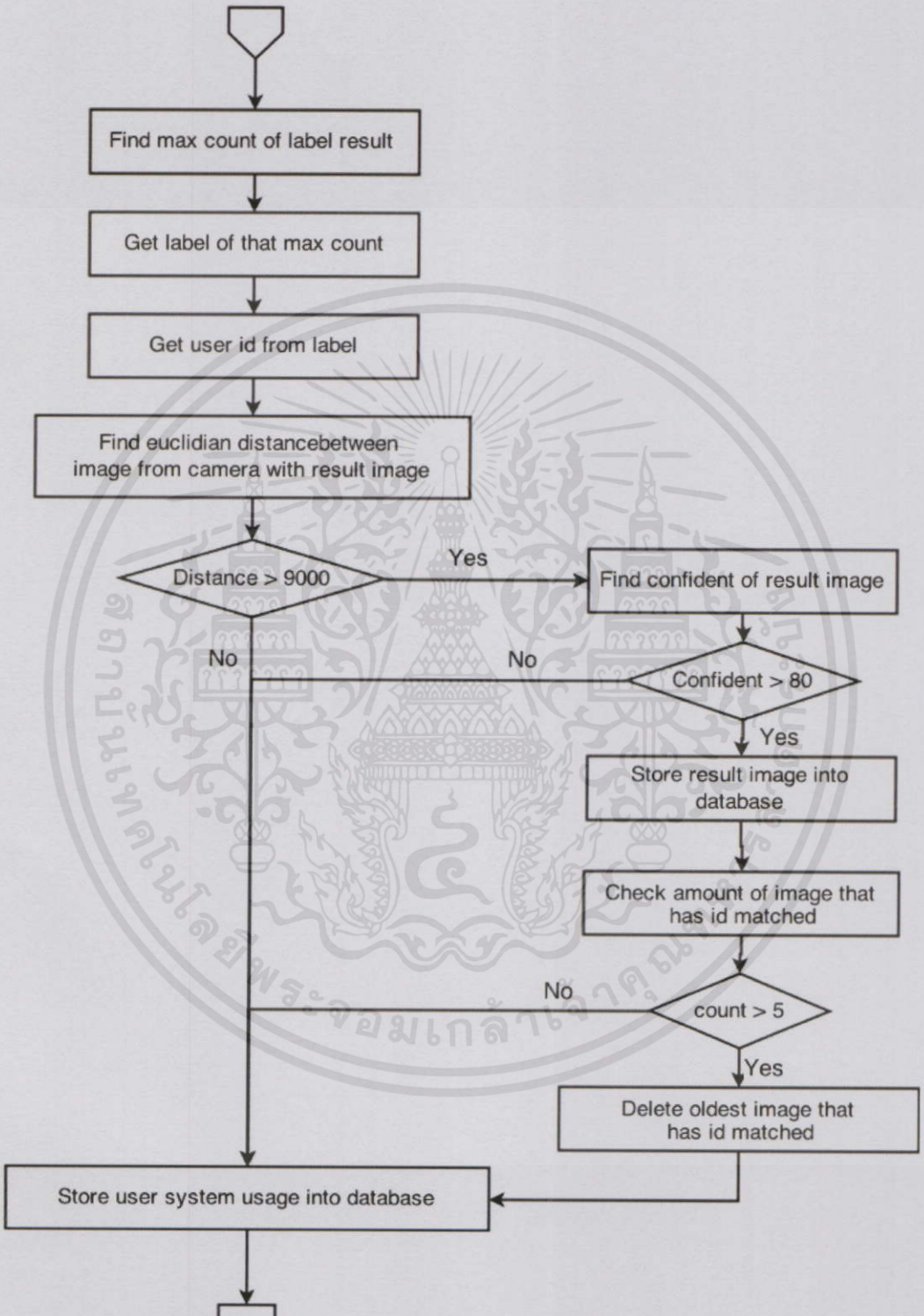
$$width = lefteyeposition x + betweeneyewidth + righteyewidth$$
$$height = 2.3 * betweeneyelenght$$



รูป 3.4 จำลองภาพการคำนวณเพื่อหากรอบใบหน้าภายใน

ก่อนที่จะนำภาพใบหน้าภายในไปเข้ากระบวนการรู้จำจะมีการ ทำการ masking ส่วนของภาพที่เป็นบริเวณของพื้นหลังทิ้งไปทำให้ผลกระทบของพื้นหลังต่อการรู้จำใบหน้าลดลง จากนั้นระบบจะทำการเก็บผลลัพธ์จากกระบวนการรู้จำใบหน้าไว้ เมื่อถึงจำนวนที่กำหนดจะทำการส่งชุดของผลลัพธ์ไปยังกระบวนการถัดไป เพื่อทำการสรุปผลลัพธ์และปรับปรุงคุณภาพของฐานข้อมูลดังผังการทำงานในรูป 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 3.5 แสดงการทำงานของ Result Improvement

ในกระบวนการนี้ได้มีการสร้างกระบวนการที่จะช่วยในการเพิ่มความแม่นยำของการรู้จำขึ้นมา 2 ส่วน ดังนี้

1) สรุปผลลัพธ์สุดท้ายจากจำนวนผลลัพธ์ที่เก็บหลายครั้งโดยยึดจากจำนวนผลลัพธ์ที่เกิดมากที่สุด
2) ทำการเก็บรูปภาพ (Training) เพิ่มโดยจะเลือกเก็บเฉพาะภาพที่มีค่า Euclidian distance ระหว่างภาพผลลัพธ์ กับภาพของผู้ใช้งานหน้ากล้องต่ำกว่า 9000 และมีค่าความน่าเชื่อถือ (confident) มากกว่าที่กำหนด โดยค่าความน่าเชื่อถือนั้นจะคำนวณจากสมการ

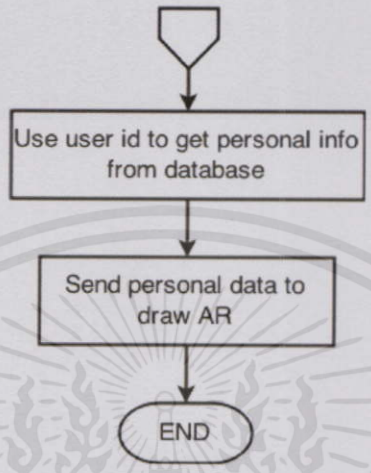
$$confident = \left(\frac{maxresultcount}{totalcount} * 100\right) * \left(1 - \left(\frac{EuclidianDist - \left(\frac{meanDist * 130}{100}\right)}{4500}\right)\right)$$

สมการนี้ในสมการส่วนหน้าจะเป็นค่า confident ตั้งต้นที่คำนวณจาก จำนวนความถี่สูงสุดของผลลัพธ์ที่เกิดหารด้วยจำนวนความถี่ของผลลัพธ์ทั้งหมด ส่วนสมการส่วนหลังจะเป็นตัวลดทอนค่า confident โดยคำนวณจากค่า distance ซึ่ง mean distance นั้นจะมีค่าสูงสุดที่ 6000 ซึ่งถ้า Euclidian distance ที่ได้จากการเปรียบเทียบนั้นมีค่าไม่เกิน 130 เปอร์เซ็นต์จาก Mean distance ค่าในสมการส่วนหลังจะมีค่าเป็น 1 ทำให้ค่า confident จากสมการส่วนหน้านั้นไม่ลดลง และถ้า Euclidian distance กับ msssdean distance ต่างกันมากๆ จะทำให้สมการส่วนหลังมีค่าเป็น 0 ส่งผลให้ confident มีค่าเป็น 0

ซึ่งการหาค่า Euclidian distance และ confident ขึ้นมานี้ทำเพื่อใช้ในการป้องกันการ training รูปภาพที่เป็น false positive เข้าไปในระบบ

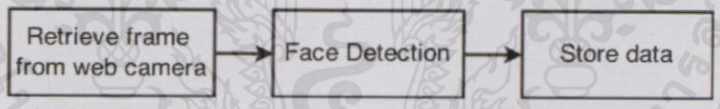
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้ผลลัพธ์ที่สรุปออกมาแล้วจะทำการนำผลลัพธ์ไปค้นหาข้อมูลในฐานข้อมูลเพื่อนำมาสร้างเป็นกรอบข้อมูลที่เป็น Augment Reality ซึ่งมีลำดับการทำงานดังรูปที่ 3.5



รูป 3.6 แสดงการทำงานของการแสดงผล AR

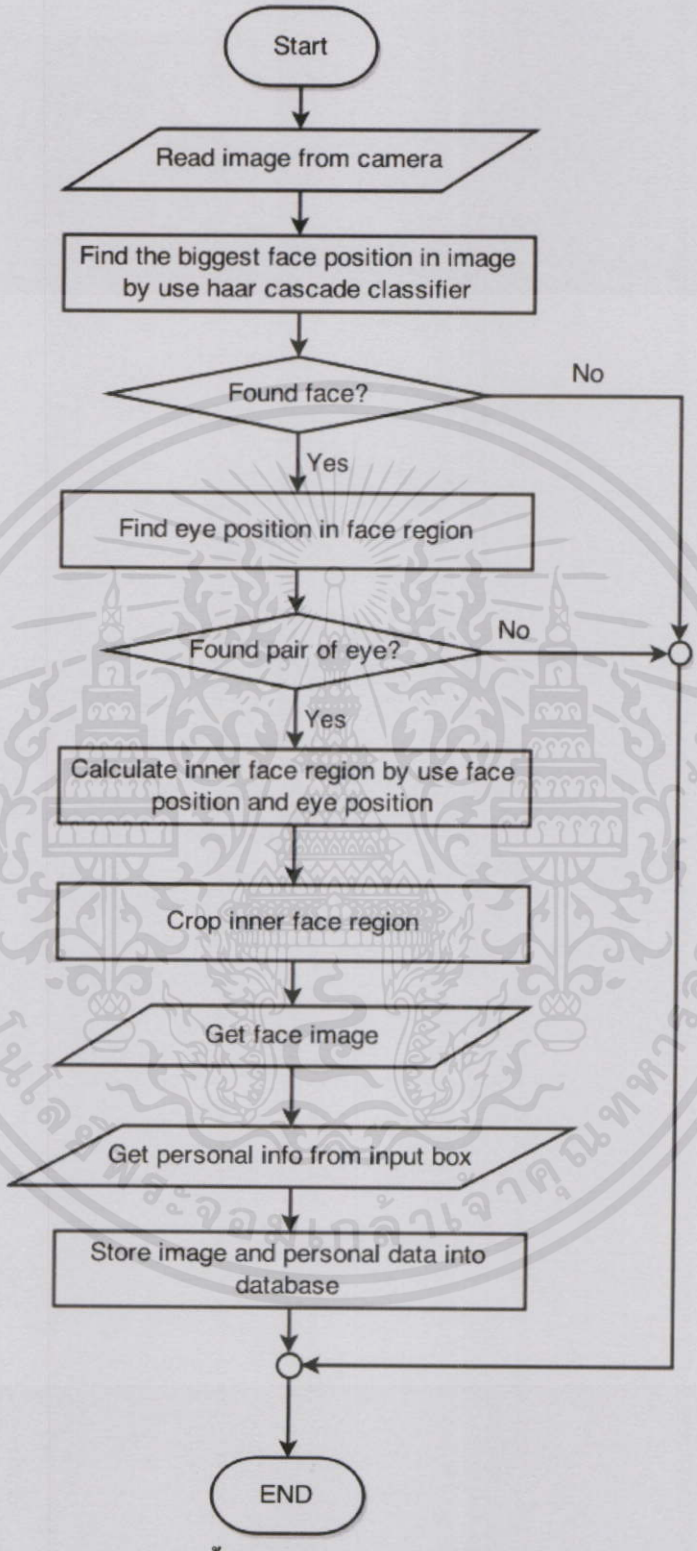
3.3.2 ส่วน Training



รูป 3.7 แสดงส่วนการทำงานของการ Training

ส่วน training การทำงานจะเริ่มจากผู้ใช้งานทำการกรอกข้อมูลในส่วน user profile และเมื่อกดปุ่ม train จะทำการนำข้อมูลไปตรวจสอบในฐานข้อมูลว่ามีข้อมูลนี้อยู่ในระบบแล้วหรือไม่ ถ้าไม่มีก็จึงทำการบันทึกข้อมูลผู้ใช้งานลงไป และจะทำการรับภาพจากกล้องเพื่อไปตรวจสอบตำแหน่งของใบหน้า เมื่อตรวจสอบพบจะทำการแสดงกรอบของใบหน้าพร้อมทั้งทำการเก็บรูปภาพลงฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการรู้จำดังที่แสดงในรูปที่ 3.7 โดยการเก็บรูปภาพนั้นจะทำการเก็บเป็นจำนวน 25 ภาพซึ่งจะประกอบด้วยภาพของใบหน้าตรง ภาพใบหน้าที่มีการเอียงซ้าย และเอียงขวา ไม่เกิน 10 องศา และภาพที่มีการหมุนของใบหน้าไปทางซ้าย และทางขวาไม่เกิน 10 องศา ประเภทละ 5 ภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

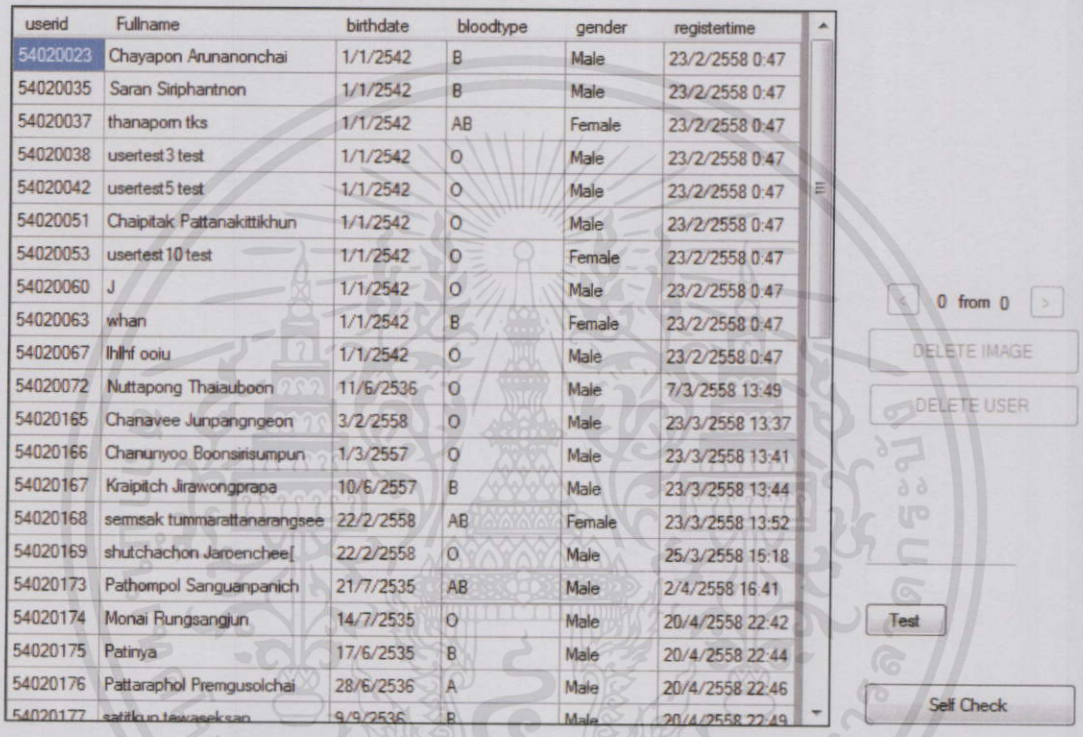


รูป 3.8 แสดงขั้นตอนการทำงานของส่วน Training

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ส่วนจัดการฐานข้อมูล

ในส่วนจัดการฐานข้อมูลนั้นจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนแสดงข้อมูลผู้ใช้งานทั้งหมดภายในระบบและ ส่วนจัดการข้อมูลรูปภาพ ซึ่งส่วนแสดงข้อมูลผู้ใช้งานนั้นจะแสดงข้อมูลส่วนตัวทั้งหมดที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูล ดังรูปที่ 3.8

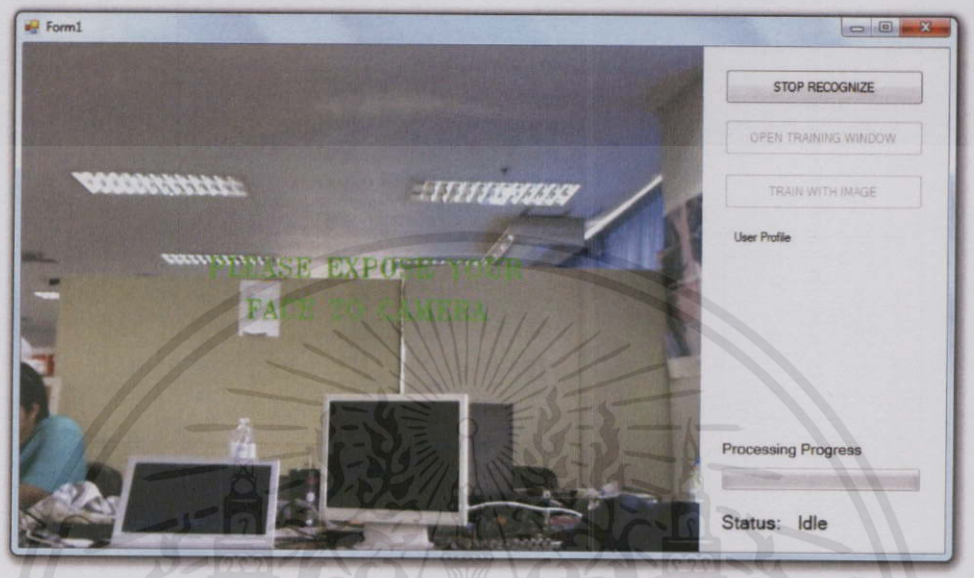


รูป 3.9 แสดงข้อมูลที่แสดงในส่วนแสดงข้อมูลของผู้ใช้งาน

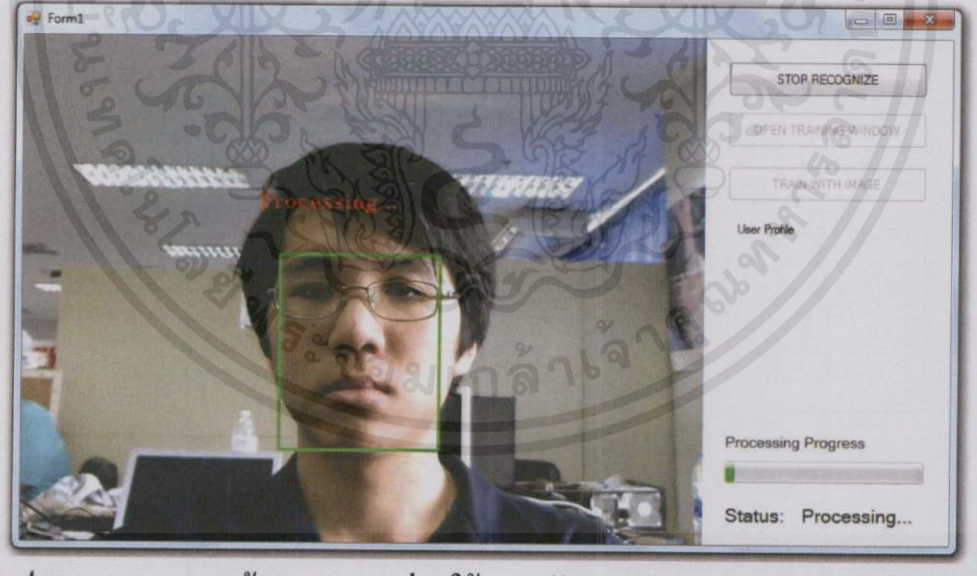
เมื่อทำการกดที่แถวของตารางจะทำการแสดงข้อมูลรูปภาพของผู้ใช้ทางด้านขวาของตารางซึ่งสามารถกดเลือกรูปและกดลบรูปภาพได้ และยังสามารถลบข้อมูลผู้ใช้งานออกไปได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

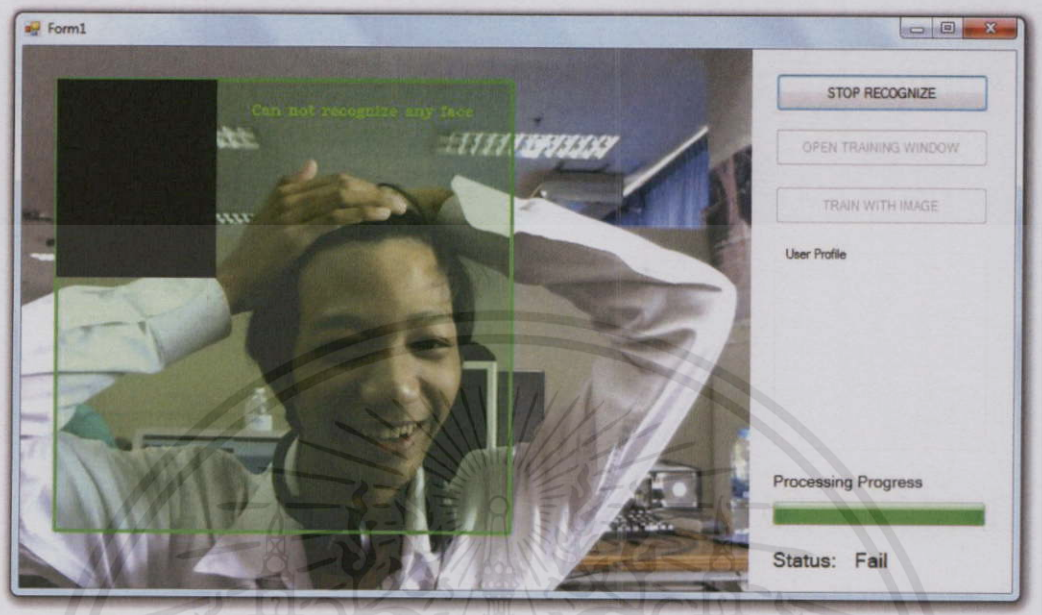


รูป 3.10 แสดงภาพหน้าจอแสดงผลส่วนใช้งานหลักขณะไม่มีผู้ใช้งาน

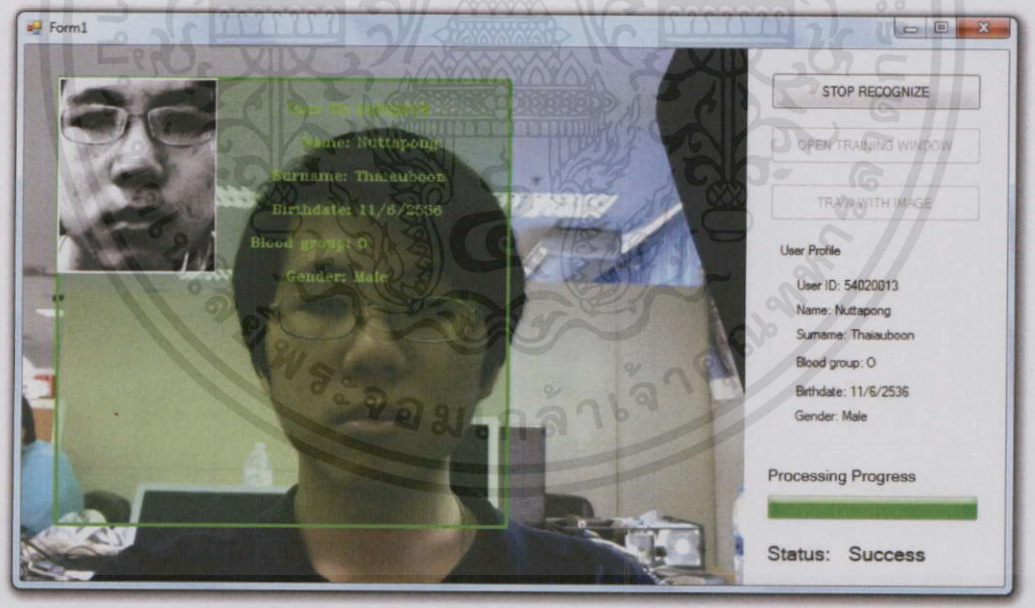


รูป 3.11 แสดงภาพหน้าจอแสดงผลส่วนใช้งานหลักขณะกำลังทำการตรวจสอบใบหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

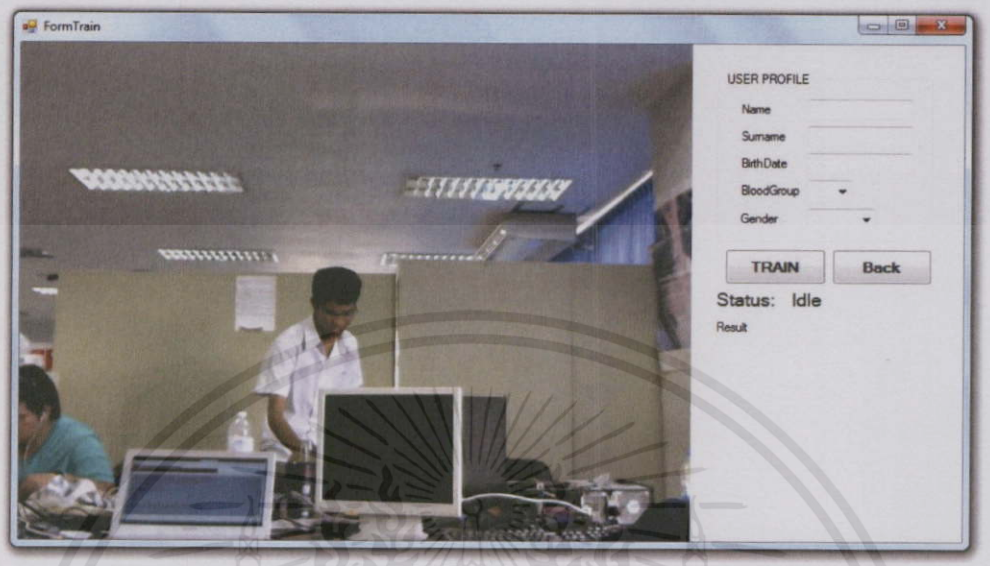


รูป 3.12แสดงภาพหน้าจอแสดงผลส่วนใช้งานหลักเมื่อไม่สามารถระบุตัวบุคคลได้



รูป 3.13 แสดงภาพหน้าจอแสดงผลส่วนใช้งานหลักเมื่อสามารถระบุตัวบุคคลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



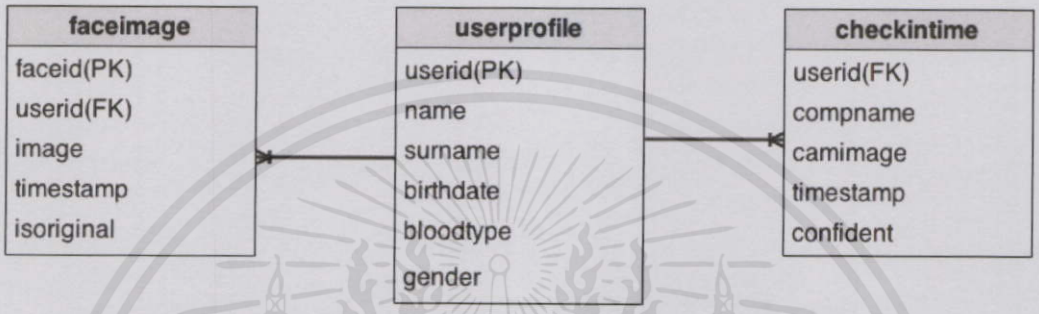
รูป 3.14 แสดงภาพหน้าจอแสดงผลส่วน Training ขณะไม่มีผู้ใช้งาน

รูป 3.15 แสดงภาพหน้าจอแสดงผลส่วน Training เมื่อพบตำแหน่งใบหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบฐานข้อมูล

Personal info database จะประกอบไปด้วย 3 ตารางคือ ตารางที่เก็บข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้ระบบ ตารางที่เก็บรูปภาพใบหน้าของผู้ใช้ระบบ และ ตารางที่เก็บข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้ระบบ ซึ่งเก็บข้อมูลต่างกัน ดังนี้



รูป 3.16 ตารางและความสัมพันธ์ระหว่างตารางของฐานข้อมูลในระบบ

ตาราง 3.1 รายละเอียดของตารางเก็บภาพใบหน้า

faceimage		
Attribute name	**Type**	**Description**
faceid (Primary Key)	Integer	หมายเลขของไฟล์ภาพที่เก็บ
userid (Foreign Key)	Integer	เลขประจำตัวผู้ใช้งาน
image	blob	รูปภาพของผู้ใช้งานที่ใช้ในการรู้จำ
timestamp	timestamp	เวลาที่ทำการเก็บภาพ
isoriginal	Varchar (1)	เป็นภาพที่เก็บด้วยการใช้งานส่วน Training หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.2 รายละเอียดของตารางข้อมูลผู้ใช้งาน

userprofile		
Attribute name	**Type**	**Description**
userid (Primary Key)	Integer	เลขประจำตัวผู้ใช้งาน
name	Varchar (20)	ชื่อของผู้ใช้งาน
surname	Varchar (20)	นามสกุลของผู้ใช้งาน
birthday	date	วันเกิดของผู้ใช้งาน
bloodtype	Varchar (2)	กรุ๊ปเลือดของผู้ใช้งาน
gender	Varchar (6)	เพศของผู้ใช้งาน

ตาราง 3.3 รายละเอียดของตารางข้อมูลการเข้าใช้งานของผู้ใช้ระบบ

checkintime		
Attribute name	**Type**	**Description**
userid (Primary Key)	Integer	เลขประจำตัวผู้ใช้งาน
compname	Varchar (20)	ชื่อเครื่องที่เข้าใช้งาน
camimage	blob	ภาพที่อยู่หน้ากล้อง ณ ขณะนั้น
confident	double	ค่าความน่าเชื่อถือ
timestamp	Timestamp	เวลาที่เข้าใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้เนื้อหาจะประกอบไปด้วยการทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมเป็นส่วนใหญ่ โดยในการทดสอบการรู้จำจะมีการสร้าง training set และ test set ขึ้นมาซึ่ง training set จะประกอบด้วยภาพบุคคล 50 คน คนละ 25 ภาพโดยแบ่งเป็นอิริยาบถของใบหน้าละ 5 ภาพ ส่วน test set นั่นจะแตกต่างกันไปในแต่ละการทดสอบซึ่งจะทำการกล่าวถึงอีกครั้งในส่วนของการทดลอง

4.1 การทดลองการตรวจจับใบหน้าโดยใช้กล้องต่างชนิดกันในสภาพแสงต่างๆ

การทดสอบการตรวจจับใบหน้าโดยใช้กล้องต่างชนิดกันจะทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลของการตรวจจับใบหน้าเมื่อทำการใช้กล้องต่างชนิดกัน โดยจะใช้กล้องเว็บแคมจากโน๊ตบุ๊ค,กล้องเว็บแคม Anitech IR 160 และ กล้องเว็บแคม Logitect HD c310 ทำการตรวจจับใบหน้าในสภาวะที่มีแสงสว่างมาก (mean intensity 126-200) , แสงสว่างปานกลาง (mean intensity 101-125) และแสงสลัว (mean intensity 80-100) โดยทำการทดลองเป็นจำนวน 50 คนที่ไม่มีผมปิดบังส่วนหน้าผาก และ ทำการตรวจสอบผลลัพธ์ของการตรวจจับใบหน้าว่าสามารถทำได้หรือไม่แล้วจึงทำการสรุปผล

Camera specification

- กล้องเว็บแคมโน๊ตบุ๊ค ความละเอียด 720p
- Anitech IR 160 ความละเอียด 720p
- Logitect HD c310 ความละเอียด 720p + automatic light correction

4.1.1 จุดประสงค์การทดลอง

1) เพื่อทดสอบผลของสภาพแสงต่อความแม่นยำของการตรวจจับใบหน้า
2) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของกล้องแต่ละประเภทเพื่อหาความเหมาะสมในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการทดลอง

ตาราง 4.1 ผลการทดสอบการตรวจจับใบหน้าโดยใช้กล้องต่างชนิดกันในสภาพแสงต่างๆ

จำนวนบุคคลที่สามารถจับใบหน้าได้	ประเภทกล้อง		
	กล้องเว็บแคมโน๊ตบุ๊ค	Anitech IR 160	Logitect HD c310
สลัว	14	34	24
ปานกลาง	42	45	48
มาก	28	22	34

4.1.3 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการทดสอบการตรวจจับใบหน้าโดยใช้กล้องต่างชนิดกันจะสังเกตได้ว่ากล้องประเภท non-built in ประสิทธิภาพในการตรวจจับใบหน้าจะดีกว่ากล้องที่ built in มากับโน๊คบุ๊ค และ ที่สภาพแสงต่างๆการตรวจจับใบหน้าของกล้องแต่ละแบบจะทำได้ดีที่สภาพแสงปานกลาง เนื่องจากกล้องนั้นจะสามารถจับภาพที่มีองค์ประกอบของใบหน้าครบถ้วนได้ ในกรณีที่แสงสลัวกล้องเว็บแคมส่วนใหญ่จะเกิด noise ภายในภาพซึ่งจะส่งผลรบกวนการหาคุณลักษณะของใบหน้าในอัลกอริทึมการตรวจจับใบหน้า ส่วนถ้าแสงสว่างเกินไปกล้องเว็บแคมที่ไม่มีฟังก์ชั่น light calibration จะทำให้ภาพใบหน้านั้นมีองค์ประกอบไม่ครบถ้วนซึ่งส่งผลต่อการตรวจจับใบหน้าเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองเพื่อหาความเปลี่ยนแปลงค่า distance ของการรู้จำเมื่อทำการ Masking ภาพที่ใช้ในการรู้จำ

การทดสอบประสิทธิภาพของการรู้จำใบหน้าเมื่อทำการกำหนดกรอบของภาพที่ใช้ในการรู้จำ กระทำโดยเปรียบเทียบค่าการกระจายของ distance ก่อนและหลังการกำหนดกรอบของภาพ ซึ่งจะเปรียบเทียบในสภาวะแสงเดียวกันซึ่งมีค่า mean intensity ประมาณ 100 ใช้กล้อง Logitect C310 มีขั้นตอนการทดสอบคือ ทำการบันทึกค่า distance ในการรู้จำขณะที่ยังไม่มีการกำหนดกรอบภาพจำนวน 3000 ครั้ง จากนั้นจึงทำการกำหนดกรอบภาพแล้วทดลองซ้ำจำนวน 3000 ครั้ง แล้วจึงหาค่าทางสถิติแล้วสรุปผล

รูป 4.1 ภาพเมื่อไม่ทำการ Masking (ซ้าย) และทำการ Masking (ขวา)

4.2.1 จุดประสงค์ของการทดลอง

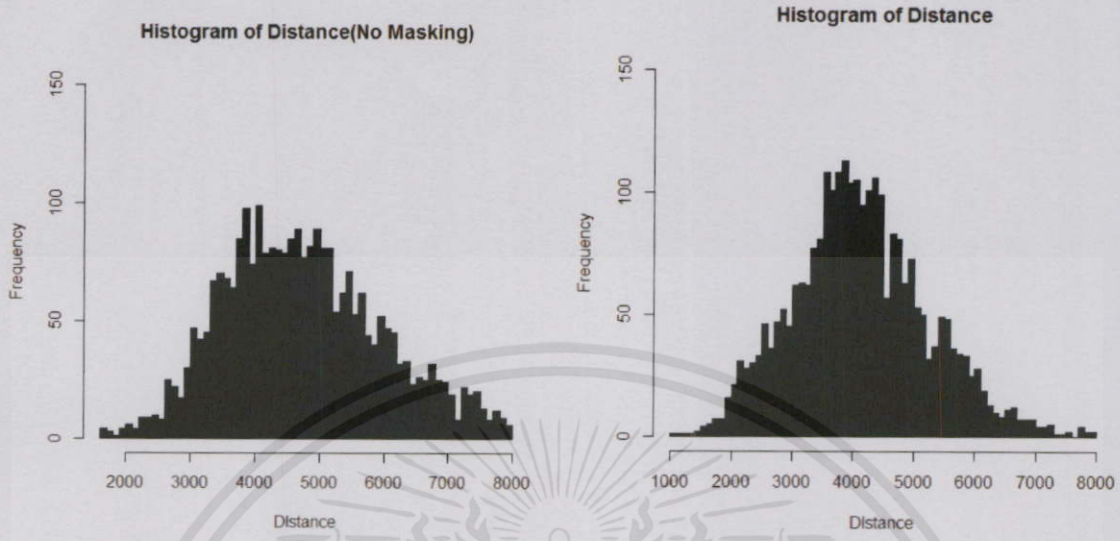
1) เพื่อทดสอบผลของการ masking ต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า distance
2) เพื่อหาค่า distance ที่เหมาะสมในการนำไปตั้งค่าตัวแปรของ Eigenface recognizer

4.2.2 ผลการทดลอง

ตาราง 4.2 ผลการทดสอบการรู้จำเมื่อทำการกำหนดกรอบภาพที่ใช้ในการรู้จำ

ค่า distance	No masking	Masking
Mean	4744.188	4123.854
S.D.	1229.796	1110.538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก) ข)

รูป 4.2 กราฟฮิสโตแกรมของค่า distance

ก) ไม่ทำการ Masking

ข) ทำการ Masking

4.2.3 สรุปผลการทดลอง

เมื่อนำค่า distance ที่ได้จากการทดสอบมาทำการสร้างกราฟฮิสโตแกรม และทำการคำนวณหา mean และ S.D. จะสังเกตได้ว่า ฮิสโตแกรมจะมีการเกาะกลุ่มที่ดีขึ้นและค่า S.D. จะมีค่าลดลงเมื่อทำการกำหนดกรอบภาพที่ใช้ในการรู้จำ ซึ่งเป็นไปตามการคาดการณ์ เนื่องจากส่วนที่ masking ทิ้งไปจะเป็นส่วนของภาพที่คาดว่าจะเป็นพื้นหลังซึ่งมีความน่าจะเป็นที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงมากกว่าส่วนอื่นๆของภาพ และค่าเฉลี่ยของ distance จะมีค่าลดลงเนื่องจากจะไม่มีการคำนวณค่า distance ในส่วนที่ทำการ masking และจากกราฟฮิสโตแกรมจะเห็นได้ว่าการกระจายของข้อมูล จะใกล้เคียงกับ normal distribution curve ซึ่งนำผลการทดลองนี้ไปใช้ในการตั้งค่า maximum distance threshold ของ Eigenface recognizer ซึ่งจะใช้ค่าอยู่ในช่วงของควอไทล์ที่ 3 ซึ่งมีค่าประมาณ 6000 (ผลลัพธ์ของการรู้จำที่มีค่า distance เกิน 6000 ผลลัพธ์จะแสดงเป็นไม่สามารถระบุใบหน้าได้) และการสร้างสูตรเพื่อคำนวณค่า confident ซึ่งจะใช้ค่าใกล้เคียงกับค่า mean ของการ masking ซึ่งอยู่ที่ 4500 เนื่องจากหากเราใช้ต่ำกว่านี้ ตัวหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในสมการจะลดลงทำให้โอกาสที่จะ train ภาพเขาไปในฐานข้อมูลมีน้อยเกินไป และถ้าใช้ค่ามีมากกว่า 4500 โอกาสที่จะ train ภาพที่มีความผิดพลาดเข้าไปในระบบก็จะมีมากขึ้น

4.3 การทดลองประสิทธิภาพของการรู้จำในสภาพแสงที่ต่างกัน

การทดสอบการรู้จำในสภาพแสงที่ต่างกันจะทำการตรวจสอบความแม่นจำในการทำการรู้จำของโปรแกรมเมื่อสภาพแวดล้อมโดยรอบมีสภาพแสงต่างกัน ในสถานที่เดียวกัน เพื่อตรวจสอบผลกระทบของแสงต่อความแม่นยำในการรู้จำ โดยการทดลองจะกระทำโดย ทำการทดสอบการรู้จำในสภาพแสงหนึ่งๆ และทำการเปลี่ยนแปลงสภาพแสงด้วยไฟฉาย (ทำการฉายแสงไปที่ใบหน้าฝั่งใดฝั่งหนึ่ง) และทำการทดสอบการรู้จำอีกครั้ง ซึ่งจะทำการสร้าง Test set โดยจะประกอบไปด้วยใบหน้าของทุกคนใน Training set จำนวน 50 คนในสภาวะแสงปกติจำนวน 20 ภาพเป็นจำนวนรวม 1000 ภาพ และ ใบหน้าในสภาวะแสงที่เปลี่ยนแปลงด้วยไฟฉายโดยจะทำการส่องไฟจากทางด้านล่างของใบหน้า จำนวน 20 ภาพจำนวนรวม 1000 ภาพ โดยใช้กล้อง Logitect HD c310

รูป 4.3 ภาพในสภาวะแสงปกติ (ซ้าย) และเมื่อเปลี่ยนแปลงสภาวะแสง (ขวา)

4.3.1 จุดประสงค์ของการทดลอง

1) เพื่อทดสอบผลของสภาพแสงต่อความแม่นยำของการรู้จำใบหน้า
2) เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มความแม่นยำและลดความผิดพลาดของการรู้จำใบหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ผลการทดลอง

ตาราง 4.3 ผลการทดสอบการรู้จำในสภาพแสงที่ต่างกัน

ผลลัพธ์	การรู้จำใบหน้าในสภาพแสงปกติ	การรู้จำใบหน้าเมื่อเปลี่ยนสภาวะแสง
ถูกต้อง	98.3%	87.1%
ไม่ถูกต้อง	0.3%	0.5%
ไม่พบ	1.4%	12.4%

4.3.3 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการทดสอบการรู้จำในสภาพแสงที่ต่างกันพบว่าถ้าแสงมีความผิดเพี้ยนไปจากตอน Train จะทำให้ประสิทธิภาพในการรู้จำลดลง แต่เมื่อผลลัพธ์มีความน่าเชื่อถือไม่มากพอโดยดูจากค่า distance โปรแกรมจะทำการตีความผลลัพธ์นั้นว่า ไม่พบใบหน้าแทน แต่อาจเกิดความบังเอิญที่ภาพที่นำเข้าไป คล้ายกับภาพของบุคคลอื่นและมีค่า distance น้อยซึ่งทำให้ผลลัพธ์ออกมาไม่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

จากการทำโครงงานเกี่ยวกับการตรวจจับและรู้จำใบหน้า ได้ทำการพัฒนาระบบจดจำใบหน้าและแสดงข้อมูลบุคคล โดยใช้ภาษาซีชาร์ป (C#) ทำงานร่วมกันไลบรารี EmguCV ซึ่งแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน คือ training , identification และ การจัดการฐานข้อมูล การ identification นั้น จะทำงานโดย รับภาพจากกล้องเว็บแคมมาเพื่อหาตำแหน่งใบหน้าและทำการตัดส่วนใบหน้าตั้งแต่คิ้วลงมา ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาเรื่องผลของทรงผมต่อการระบุใบหน้า และนำภาพที่ตัดออกมาไปทำการ masking และส่งเข้า Eigenface recognizer ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ของการรู้จำและค่า distance ออกมา แล้วจึงทำการสะสมผลลัพธ์เป็นจำนวน 15 ครั้งและทำการสรุปผลลัพธ์ออกมาซึ่งจะนำผลลัพธ์ที่มีความถี่สูงสุดออกมา ซึ่งจะนำไปค้นหาข้อมูลในฐานข้อมูลและทำการแสดงผลข้อมูลบุคคลผ่านเทคโนโลยี AR

จากการทดลองใช้งานโปรแกรมพบว่าแสงมีผลต่อการรู้จำใบหน้าเป็นอย่างมาก เนื่องจากแสงจะทำให้จุดสำคัญของใบหน้าเกิดสิ่งรบกวน (noise) ขึ้นในภาพ ทำให้การประมวลผลใบหน้าบุคคลมีความผิดพลาด ซึ่งการใช้อัลกอริทึมที่คิดขึ้นมานั้นสามารถลดความผิดพลาดได้เป็นอย่างดี แต่ถ้าเป็นการเปลี่ยนแปลงสภาพแสงที่เกิดจากการเปลี่ยนสถานที่นั้น โอกาสผิดพลาดนั้นจะมีสูงมาก หรือไม่สามารถทำการรู้จำได้เลย

การทดสอบการ recognition โดยการใช้คน 50 มาใช้งานระบบเป็นจำนวนคนละ 40 ครั้ง พบว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแสงความแม่นยำของการรู้จำนั้นลดลง 11.2 เปอร์เซ็นต์ซึ่งอาจลดลงได้อีกถ้าสภาพแสงโดยรวมนั้นแย่กว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพแสงในการทดลอง

การ masking จะช่วยให้ค่า distance ที่ได้จากการรู้จำนั้นลดลงและมีการเกาะกลุ่มที่ดีขึ้นซึ่งส่งผลดีต่อการสรุปผลลัพธ์ที่ได้จากการรู้จำ

ส่วนการทดสอบความเหมาะสมของกล้องนั้น กล้องที่มี infrared จะสามารถช่วยในการตรวจจับใบหน้าได้ในสภาวะที่แสงน้อยแต่ ซึ่งกล้องที่มี light calibration นั้นจะมีความสามารถในการตรวจจับใบหน้าที่มีความสมดุลมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไข

1) การศึกษาและเลือกใช้เครื่องมือที่นำมาใช้พัฒนานั้นใช้เวลาค่อนข้างมากเนื่องจากตัว library ประมวลผลภาพนั้น OpenCV นั้นใช้ภาษา C++ ซึ่งสร้าง GUI ใช้ลำบากจึงต้องหา library ประมวลผลภาพอื่นที่สามารถนำมาใช้แทนได้และสามารถสร้าง GUI ได้ง่ายซึ่งก็คือ Emgu CV
2) การตรวจจับใบหน้ามีความแม่นยำลดลงเป็นอย่างมากเป็นผลมาจากการทำ equalize histogram บนภาพที่นำไปตรวจจับ
3) ผมบนศีรษะบริเวณหน้าผากและคิ้ว ทำให้ไม่สามารถตรวจจับใบหน้าได้แก้ปัญหาโดยผู้ใช้งานระบบต้องทำการเปิดผมบริเวณหน้าผากออกเพื่อให้กล้องสามารถจับใบหน้าได้
4) เมื่อใช้อัลกอริทึมในการตรวจจับใบหน้าซับซ้อนขึ้นทำให้ framerate ของภาพที่แสดงบนหน้าจอลดลง แก้โดย แยก event การแสดงภาพบนหน้าจอ และ การประมวลผลภาพออกจากกัน
5) ผลลัพธ์ของการรู้จำใบหน้ามีความแม่นยำลดลงเป็นผลมาจาก noise บนกล้องเว็บแคมซึ่งเกิดจากแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์
6) ปัญหาการระบุใบหน้ามีความผิดพลาดโดยผลลัพธ์ที่ได้กับใบหน้าของผู้ใช้งานไม่ตรงกัน แก้ปัญหาโดยทำการระบุใบหน้าหลายๆครั้งแล้วจึงทำการสรุปผล
7) ถ้าผู้ใช้งานใส่แว่นตาจะมีผลกระทบในการเปรียบเทียบใบหน้า
8) เมื่อมีจำนวนภาพในฐานข้อมูลจำนวนมากขึ้น ส่งผลให้ใช้เวลาในการสร้าง Eigenface space นานมาก ซึ่งวิธีแก้ไขนั้นอาจทำได้โดย ลดขนาดของภาพลงซึ่งต้องแลกกับความแม่นยำของการรู้จำใบหน้าที่ลดลง หรือทำการบันทึกชุดของ Eigenface space ไว้ซึ่งทำให้เวลาเรียกใช้โปรแกรมครั้งถัดไปไม่ต้องเสียเวลาสร้าง Eigenface space ใหม่ แต่ต้องมีการปรับปรุง Eigenface space ให้เป็นปัจจุบันอยู่เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ

ในการพัฒนาต่อนั้นสามารถนำระบบไปประยุกต์ในการพัฒนาให้ทำการตรวจสอบใบหน้าจากหลายๆสถานที่ได้โดยมีฐานข้อมูลแบบรวมศูนย์ ซึ่งจะทำให้ระบบนั้นมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในสถานที่ต่างๆมากยิ่งขึ้นเนื่องจากภายในสถานที่ต่างๆ ย่อมต้องการการยืนยันตัวตนหลายจุดในการเข้า-ออกสถานที่ และในอนาคตเมื่อเทคโนโลยีก้าวหน้าจนคอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจภาษาของมนุษย์ และมีปัญญาประดิษฐ์ที่สามารถสื่อสารกับมนุษย์ได้ จะทำการพัฒนาระบบให้เป็นแบบอัตโนมัติ โดยระบบจะเชื่อมโยงเข้ากับกล้องที่ติดตั้งตามอาคารหรือสถานที่ต่างๆ เพื่อทำการเก็บข้อมูลการกระทำของคนนั้นได้อย่างละเอียด ทำให้เพิ่มความปลอดภัยในการใช้ชีวิตมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น

ป้องกันการก่อเหตุร้ายเนื่องจากมีการจับภาพไว้ทุกการกระทำ การก่อเหตุจึงลงมือได้ยากขึ้นส่งผลให้จำนวนอาญากรรมลดลงได้ นอกจากนี้หากมีการพยายามหลบเลี่ยงการตรวจจับของกล้องก็อาจเป็นสัญญาณว่าคนคนนั้นกำลังพยายามก่อเหตุร้าย

การแจ้งเตือนการหายสาบสูญของคน หากบุคคลใดไม่ได้ผ่านการตัวจับใบหน้านานเป็นช่วงเวลาหนึ่ง ระบบจะทำการแจ้งเตือนต่อตำรวจให้ทราบว่าบุคคลคนนั้นอาจอยู่ในสถานที่ไม่สามารถเคลื่อนไหวได้ เนื่องจากการกักขัง หรือว่าอาการป่วยร้ายแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] นาถวัฒน์ สิริธรรมสกุล. **"การทำนายช่วงอายุโดยการวิเคราะห์ภาพถ่ายใบหน้าที่อาศัยความหนาแน่นรอยเหี่ยวย่น และ ค่าอัตราส่วนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบบนใบหน้า".** สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. พ.ศ. 2556.

[2] Matthew Turk, Alex Pentland. **Eigenface for Recognition** [Online]. Available : http://www.ece.lsu.edu/gunturk/EE7700/Eigenface.pdf

[3] Eyel Arubas. **Face Detection and Recognition (Theory and Practice)** [Online]. Available : http://eyalarubas.com/face-detection-and-recognition.html

[4] Steve Seitz. **Eigenface Implementation Detail** [Online]. Available : http://courses.cs.washington.edu/courses/cse576/09sp/projects/project3/artifact/tingyou/proj3/

[5] Thomas Heseltine1, Nick Pears and Jim Austin. **Evaluation of image pre-processing techniques for eigenface based face recognition** [Online]. Available :http://www.cs.york.ac.uk/arch/publications/byyear/2002/2002_EvaluationOfImagePreProcessingTechniquesFo/at_download/2002_EvaluationOfImagePreProcessingTechniquesForEigenfaceBasedFaceRecognition_174.pdf

[6] Sheifali Gupta , O.P.Sahoo , Ajay Goel , Rupesh Gupta. **A New Optimized Approach to Face Recognition Using EigenFaces** [Online]. Available : http://globaljournals.org/GJCST_Volume10/gjcst_vol10_issue_1_paper10.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้