ระบบจดจำใบหน้าสำหรับการค้นหาบุคคล

A FACIAL RECOGNITION SYSTEM FOR FINDING PERSON

ธนนิกานต์ ชื่นสุวรรณ

ชัญญนันทน์ ก่อชื่อวานิช

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

ระบบจดจำใบหน้าสำหรับการค้นหาบุคคล

A FACIAL RECOGNITION SYSTEM FOR FINDING PERSON

ชนนิกานต์ ชื่นสุวรรณ

ธัญญนันทน์ ก่อซื่อวานิช

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2556

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบจดจำใบหน้าสำหรับการค้นหาบุคคล

A FACIAL RECOGNITION SYSTEM FOR FINDING PERSON

ผู้จัดทำ

1.นางสาวชนนิกานต์	ชื่นสุวรรณ	รหัสนักศึกษา	53010290
2.นางสาวธัญญนันทน์	ก่อซี่อวานิช	รหัสนักศึกษา	53010726

.... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. อำนาจ ขาวเน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบจดจำใบหน้าสำหรับการค้นหาบุคคล

นางสาวชนนิกานต์	ชื่นสุวรรณ	53010290
นางสาวธัญญนันทน์	ก่อซื่อวานิช	53010726
ดร. อำนาจ	ขาวเน	อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

เนื่องจากในปัจจุบันมีสถานที่ ที่มีผู้คนพลุกพล่านมากขึ้น สิ่งก่อสร้างต่างๆ สถานที่ต่างๆ ล้วนรวบรวมผู้คนจากหลากหลายแห่งซึ่งไม่ใช่ทุกคนจะเป็นผู้ประสงค์ดี นอกจากนี้ในกรณีที่ผู้ปกครองพาบุตรหลานมายังสถานที่ดังกล่าวอาจเกิดการพลัดหลงกันเนื่องจากหลายๆสาเหตุอาจเกิดการพลัดหลงกันได้ดังนั้น

ผู้พัฒนาจึงนำเอาเทคโนโลยีเข้ามาในการค้นหาบุคคลผ่านทางกล้องวงจรปิดของสถานที่นั้นๆ ผู้พัฒนาจึงเริ่มสอบถามจากฝ่ายประชาสัมพันธ์ของห้างสรรพสินค้าที่มีระบบกล้องวงจรปิด เพื่อเก็บข้อมูลการทำงานพื้นฐานที่ปฏิบัติอยู่แล้วหากเกิดกรณีต่างๆขึ้นและสอบถามความคิดเห็นของประชาสัมพันธ์ แล้วนำมาประยุกต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาระบบค้นหาบุคคลจากกล้องวงจรปิด จากนั้นจึงนำความรู้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการระบุใบหน้า การวิเคราะห์ใบหน้าและการเปรียบเทียบใบหน้า มาใช้ในการวิเคราะห์หาบุคคล เพื่อใช้ในการค้นหาบุคคลที่อาจจะพลัดหลงหรือสูญหายได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กเล็ก และนอกจากนี้ยังสามารถนำระบบการค้นหาใบหน้ามาใช้ในการค้นหาบุคคลต้องสงสัยได้อีกด้วย

ระบบนี้จะช่วยประหยัดเวลาในการค้นหาบุคคล เพิ่มความสะดวกสบายในการค้นหา สามารถจัดการการบริหารเจ้าพนักงานให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A Facial recognition system for finding person

Ms. Chonnikan	Chuensuwan	53010290
Ms. thanyanun	kozuvanich	53010726
Dr. Amnach	Khawne	Advisor

Academic Year 2013

ABSTRACT

Nowadays there have been many places that there are many people so you never know can you trust them or not. Moreover in case, parents bring their children to that place maybe they can lose each other

So we employ technology to support the way we are searching for someone by the CCTV of that place. We started from questioner to ask the Public-Relations-Officer, in department stores that have CCTV about solution that they handle this situation (missing people, Burglar) and ask for an opinion about this project then we calculate worthlessness of this. Then we learn about the theory of face detection, face recognition and theory of face matching used to identify the loosed person. It can be used to search for people who may be straying or lost, especially young children, and can also be used for face detection system used in the search for suspects as well.

This project can reduce searching ,time , increase comfort and help to manage stuff.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิชาโครงงาน 2 เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของ ดร.อำนาจ ขาวเน อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ได้ให้ความรู้และช่วยแนะนำแนวคิด ตลอดจนช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี สม่ำเสมอตลอดมา ผู้จัดทำโครงการจึงขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ตลอดระยะเวลาในการจัดทำโครงการเล่มนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้ซึ่งให้ความรัก ความเมตตา ความห่วงใย และเป็นกำลังใจให้กับผู้จัดทำโครงการจนสำเร็จ และขอขอบพระคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจและให้คำแนะนำต่างๆ คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณเป็นอย่างสูง

นางสาว ชนนิกานต์ ชื่นสุวรรณ
นางสาว ธัญญนันทน์ ก่อซื่อวานิช

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 2

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 วิธีการดำเนินการ 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.6 ส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 การประมวลผลภาพ

2.1.1 แนะนำ 5

2.1.2 รูปร่างของภาพ (Image Shape) 6

2.2 พื้นฐานโครงสร้างสี 7

2.2.1 ระบบสี RGB 6

2.2.2 ระบบสี HSV 8

2.3 เทคนิคการกระจายฮีสโตแกรมแบบสม่ำเสมอ (Histogram Equalization) 10

2.3.1 ขั้นตอนการทำงานของเทคนิคการกระจายฮีสโตแกรมแบบสม่ำเสมอ 12

2.4 เทคนิค Haar like-Features 14

2.5 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Components Analysis) 21

2.6 ไลบรารี EmguCV 22

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนา 23
3.1 ภาพรวมและองค์ประกอบของระบบ 23
3.2 รายละเอียดโปรแกรมที่จะพัฒนา 24
3.2.1 ข้อมูลนำเข้า (Input) 24
3.2.2 ข้อมูลส่งออก (Output) 24
3.2.3 ฟังก์ชันและการทำงานของโปรแกรม (Functional Specification) 24
3.3 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมโดยรวม 24
3.3.1 ขั้นตอนการเรียนรู้ (Training Phase) 27
3.3.2 ขั้นตอนการตรวจสอบและวิเคราะห์ (Testing Phase) 27
3.4 แผนภาพการใช้ระบบ (Use case diagram) 28
3.5 การออกแบบฐานข้อมูล (Database design) 29
3.6 การออกแบบส่วนเก็บข้อมูลชั่วคราว (Temporary Folder) 30
3.7 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) 31
3.8 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนา 33
3.8.1 อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ 33
3.8.2 ซอฟต์แวร์ 33

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 34
4.1 การตรวจจับหาใบหน้า 34
4.1.1 การทดลองที่ 1 35
4.1.2 การทดลองที่ 2 36
4.2 การเทียบสีเสื้อผ้า 38
4.1.1 การทดลองที่ 1 39
4.1.2 การทดลองที่ 2 40
4.3 การระบุตัวตน 41
4.1.1 การทดลองที่ 1 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....44
5.1 บทสรุปของโครงงาน.....44
5.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข.....45
5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ.....45

บรรณานุกรม หรือ เอกสารอ้างอิง.....45

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า
2.1 การกระจายฮีสโตแกรมแบบสม่ำเสมอ.....12
2.2 สรุปงานวิจัยเกี่ยวกับ Haar-like Feature.....17
2.3 ตารางแสดงการพัฒนาของ Haar-like Feature.....19
3.1 ความหมายของผู้ใช้งานระบบ.....29
3.2 ความหมายของแต่ละสถานการณ์.....29
3.3 รายละเอียดของเทเบิล Camera.....30
3.4 รายละเอียดของเทเบิล File Video.....30
4.1 แสดงผลการทดลองการตรวจจับใบหน้าของ 1 บุคคล.....35
4.2 แสดงผลการทดลองตรวจจับใบหน้าของบุคคล 5 คน ในทิศทางการหันที่แตกต่างกันจากการทดลอง 5 ครั้ง.....36
4.3 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบสีตามที่กำหนดจากเสื้อสีพื้น.....39
4.4 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบสีตามที่กำหนดจากเสื้อลายทาง.....40
4.5 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบใบหน้าจากภาพคนคนเดียวกัน 10 ภาพ.....42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 แสดงระบบสี RGB 8
2.2 แสดงระบบสี HSV 9
2.3 ลักษณะภาพในรูปแบบต่างๆ ที่แสดงให้เห็นโดยกราฟฮีสโตแกรม 10
2.4 ข้อมูลภาพก่อน (ซ้าย) และหลัง (ขวา) การกระจายฮีสโตแกรมแบบสม่ำเสมอ 11
2.5 ภาพก่อน (บน) และหลัง (ล่าง) การกระจายฮีสโตแกรมแบบสม่ำเสมอ 11
2.6 ภาพใบหน้าและกราฟฮิสโตแกรมก่อนและหลังการกระจายฮีสโตแกรมแบบสม่ำเสมอ 13
2.7 ภาพใบหน้าในฐานข้อมูลก่อนและหลังการกระจายฮีสโตแกรมแบบสม่ำเสมอ 13
2.8 รูปแบบของรูปเหลี่ยมสำหรับการตรวจจับลักษณะแบบต่างๆ 14
2.9 ตัวอย่างการใช้รูปเหลี่ยมตรวจจับลักษณะต่างๆ 14
2.10 การคำนวณแบบ Integral Image 15
2.11 การทำงานของ Adaboost 15
2.12 ผลลัพธ์จากการทำกระบวนการ AdaBoost 16
2.13 การทำงานของ Haar Cascade Classifier 16
2.14 ลักษณะการทำงานของ Cascade Classifier 17
3.1 โครงสร้างของระบบจดจำใบหน้าสำหรับการค้นหาบุคคล 23
3.2 แผนผังการทำงานของระบบจดจำใบหน้าสำหรับการค้นหาบุคคล 26
3.3 แผนผังการทำงานของการเรียนรู้ใบหน้า 27
3.4 แผนผังการทำงานของการตรวจสอบและวิเคราะห์ใบหน้า 28
3.5 แผนภาพการใช้งานระบบจดจำใบหน้าสำหรับการค้นหาบุคคล 28
3.6 ตารางและความสัมพันธ์ระหว่างตารางของฐานข้อมูลในระบบ 29
3.7 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ 31
4.1 แสดงภาพการตรวจจับใบหน้า 34
4.2 แสดงภาพการตรวจจับใบหน้าของภาพที่มี 5 บุคคลอยู่ในภาพเดียวกัน 36
4.3 แสดงภาพต้นฉบับที่ใช้ในการตรวจจับใบหน้าและระบุตำแหน่งเสื้อ 38
4.4 แสดงภาพที่มีการตรวจจับใบหน้า 38
4.5 แสดงภาพที่มีการตรวจจับใบหน้าและตรวจจับตำแหน่งเสื้อสีพื้น 39
4.6 แสดงภาพที่มีการตรวจจับใบหน้าและตรวจจับตำแหน่งเสื้อลายทาง 40

4.7 แสดงภาพใบหน้าที่ต้องการค้นหา 10 ภาพ..41
4.8 แสดงภาพใบหน้าที่ถูกตรวจจับได้จากไฟล์วีดีโอ...42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

เนื่องจากในปัจจุบัน เทคโนโลยีการค้นหาบุคคลจากวิดีโอหรือจากกล้องวงจรปิดนั้น เป็นเรื่องที่แพร่หลายและมีประโยชน์อย่างมากในการดำเนินงานหลากหลายด้าน เช่น การค้นหาเด็กที่พลัดหลงกับผู้ปกครอง การค้นหาผู้ต้องสงสัยหรือคนร้าย การค้นหาบุคคลที่ไม่สามารถติดต่อได้ ซึ่งในสถานที่ที่มีคนจำนวนมากนั้น ทำให้การพลัดหลงจากกันเกิดได้มากขึ้น ติดต่อกันได้ยากขึ้น หรือเกิดปัญหาอาชญากรรมต่างๆ และเมื่อเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว ผู้ที่ต้องการความช่วยเหลือในการค้นหาบุคคลนั้น เช่น ผู้ปกครอง จะทำการแจ้งรูปลักษณ์และลักษณะของผู้ที่ต้องการค้นหา เช่น หน้าตา ส่วนสูง สีเสื้อผ้า กับประชาสัมพันธ์ จากนั้นจะเกิดขั้นตอนต่างๆเพื่อประสานงานต่อไปยังเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยเพื่อทำการค้นหาบุคคลดังกล่าว ซึ่งจะใช้เวลาและขั้นตอนในการดำเนินงานมาก ทางผู้จัดทำเล็งเห็นปัญหาในส่วนนี้ จึงเป็นที่มาของโครงงานระบบจดจำใบหน้าสำหรับการค้นหาบุคคลขึ้น เพื่อทำการพัฒนาซอฟต์แวร์ในการค้นหาบุคคลจากวิดีโอหรือจากกล้องวงจรปิดด้วยภาพถ่าย หรือด้วยการระบุสีของเครื่องแต่งกาย คือ สีเสื้อของบุคคลที่ต้องการค้นหา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อลดเวลาในการค้นหาบุคคลจากเดิมที่ใช้กำลังคน และช่วยเพิ่มความสะดวกสบายในการทำงานของเจ้าหน้าที่ อีกทั้งยังช่วยลดขอบเขตของสถานที่ที่ต้องทำการค้นหา ทำให้การทำการค้นหานั้นเป็นไปได้อย่างรวดเร็วและราบรื่นมากขึ้น และยังช่วยให้เกิดการใช้ทรัพยากรกล้องวงจรปิดอย่างคุ้มค่าเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1) เพื่อศึกษาและค้นคว้าเทคนิคการตรวจจับและรู้จำใบหน้า (Face detection and recognition)
2) เพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับค้นหาบุคคลจากวิดีโอ โดยการเปรียบเทียบภาพใบหน้าจากรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับค้นหาบุคคลจากวิดีโอ โดยการค้นหาจากสีเสื้อ

4) เพื่อช่วยเหลือและเพิ่มความสะดวกสบายให้กับเจ้าหน้าที่ ในการค้นหาบุคคลให้ง่ายและรวดเร็วมากขึ้น

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1) ภาพใบหน้าที่ทำการวิเคราะห์ ต้องเป็นภาพหน้าตรงที่เห็นองค์ประกอบบนใบหน้าครบถ้วน
2) เครื่องแต่งกายของบุคคลที่ทำการค้นหานั้น พิจารณาเฉพาะสีเท่านั้น ไม่พิจารณาถึงรูปทรง
3) การระบุสีของเครื่องแต่งกายที่ทำการค้นหานั้น ผู้ใช้สามารถระบุสีได้สองสีต่อชิ้นส่วน เป็นสีหลักและสีรอง (Primary and Secondary Color)
4) ไฟล์รูปภาพที่นำเข้าสู่โปรแกรมนั้น ต้องเป็นไฟล์รูปภาพ นามสกุล .jpeg หรือ .bmp เท่านั้น
5) ไฟล์วิดีโอจากกล้องวงจรปิดที่นำเข้ามาใช้ในโปรแกรมนั้น ต้องเป็นไฟล์นามสกุล .avi เท่านั้น
6) ความละเอียดของวีดีโอจากกล้องวงจรปิดต้องมีความละเอียดอย่างน้อย 360p
7) ขนาดของเฟรมที่ตัดจากไฟล์วิดีโอต้องมีขนาดอย่างน้อย 320x240
8) ใบหน้าในวีดีโอที่สามารถค้นหาได้ต้องเป็นใบหน้าตรง และเห็นองค์ประกอบบนใบหน้าชัดเจน
9) ในการระบุสีเสื้อของบุคคล เฟรมภาพที่จะสามารถระบุได้ตรงหรือใกล้เคียงจะต้องไม่มีวัตถุบดบังบริเวณล่างนับจากคอลงมา

1.4 วิธีการดำเนินการ

1) เก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ เช่น ขั้นตอนและกระบวนการในการค้นหาบุคคล จากสถานที่จริง เช่น ห้างสรรพสินค้า เพื่อนำมาวิเคราะห์เป้าหมายและส่วนประกอบของโครงงาน
2) ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเบื้องต้น เพื่อวางแผนขั้นตอนการทำงาน
3) ออกแบบระบบการค้นหาบุคคล
4) ศึกษาและค้นคว้าไลบรารี Emgu CV และภาษา C# ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม
5) ศึกษาทฤษฎีและขั้นตอนการทำงานในการตรวจจับใบหน้าจากภาพ และทำการทดลอง
6) ศึกษาทฤษฎีและขั้นตอนการทำงานในการรู้จำใบหน้าจากภาพ และทำการทดลอง
7) ศึกษาทฤษฎีและขั้นตอนการทำงานในการค้นหาสีเสื้อผ้าจากภาพ และทำการทดลอง

8) ศึกษาวิธีการทำงานร่วมกับไฟล์วิดีโอจากกล้องวงจรปิด
9) นำกระบวนการการตรวจจับใบหน้า การรู้จำใบหน้า และการค้นหาสีเสื้อผ้า มาใช้ร่วมกันในการค้นหาบุคคลจากวิดีโอ
10) ปรับปรุงและแก้ไขระบบเพื่อพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นต่อไปในอนาคต

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้รับความรู้จากการเขียนโปรแกรมในด้าน การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing)
2) ได้รับความรู้การใช้ภาษา C# และไลบรารี Emgu CV ในการพัฒนาโปรแกรม
3) ได้รับความรู้ความเข้าใจในเรื่องของการตรวจจับใบหน้า (Face Detection)
4) ได้รับความรู้ความเข้าใจในเรื่องของการรู้จำใบหน้า (Face Recognition)
5) ได้รับความรู้จากการพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับค้นหาบุคคลจากวิดีโอ โดยการค้นหาจากสีเสื้อเพื่อช่วยเหลือและเพิ่มความสะดวกสบายให้กับเจ้าหน้าที่ ในการค้นหาบุคคลให้ง่ายและรวดเร็วมากขึ้น
6) ได้รับความรู้ความเข้าใจในการทำงานต่างๆร่วมกับกล้องวงจรปิด

1.6 ส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทด้วยกัน ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงความสำคัญและที่มาของโครงงาน วัตถุประสงค์ของโครงงาน ขอบเขตของโครงงาน วิธีการดำเนินการ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึงทฤษฎีที่ได้ศึกษามาใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบ ได้แก่ การประมวลผลภาพ พื้นฐานโครงสร้างสี เทคนิคการกระจายฮิสโตแกรมแบบสม่ำเสมอ (Histogram Equalization) เทคนิค Haar-like feature การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Components Analysis) ไลบรารี EmguCV

เอกสารนี้ ... การค้า
ไม่ว่ากรณี ... และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Temporary Folder) การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนา

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง กล่าวถึงการเตรียมการทดลองตรวจสอบใบหน้า การระบุสีเสื้อ และการระบุตัวตน

บทที่ 5 บทสรุป กล่าวถึงบทสรุปของโครงงาน ปัญหาอุปสรรคต่างๆ ของโครงงานและแนวทางการแก้ไข รวมถึงข้อเสนอแนะสำหรับเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประมวลผลภาพ

2.1.1 การประมวลผลภาพเบื้องต้น

การมองเห็นของมนุษย์เป็นสิ่งที่สำคัญและเป็นกลไกการรับภาพที่ซับซ้อนอย่างหนึ่ง ซึ่งจะให้ข้อมูลที่มีความจำเป็นสำหรับใช้ในงานง่าย ๆ (ตัวอย่างเช่น การจดจำวัตถุ)และสำหรับงานที่มีความซับซ้อน(ได้แก่ การวางแผน การตัดสินใจ การค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาทางด้านความคิด) ดังคำสุภาษิตของจีนกล่าวไว้ว่า "รูปภาพสามารถแทนคำได้เป็นพัน ๆ คำ" รูปภาพมีบทบาทมากสำหรับองค์กรต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ ภาพยนตร์ซึ่งได้ใช้ภาพ (ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนที่) เป็นสื่อนำเสนอข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ สิ่งที่น่าสนใจของข้อมูลที่เกี่ยวกับการมองเห็นหรือข้อมูลภาพนั้นก็คือกระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยใช้คอมพิวเตอร์

การประมวลผลภาพดิจิตอล(Digital image processing) จะเกี่ยวกับการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิตอล (Digital format) ซึ่งสามารถที่จะนำเอาข้อมูลนี้จัดผ่านกระบวนการต่าง ๆ ด้วยดิจิตอลคอมพิวเตอร์ได้ ในระบบของดิจิตอล อินพุตและเอาท์พุตของระบบจะอยู่ในรูปแบบดิจิตอลเท่านั้น

การวิเคราะห์ภาพแบบดิจิตอล(Digital image analysis) จะเกี่ยวกับวิธีการอธิบายและการจดจำข้อมูลภาพดิจิตอล ซึ่งอินพุตของระบบจะเป็นข้อมูลภาพดิจิตอลและเอาท์พุตจะเป็นเครื่องหมายที่ใช้แทนข้อมูลภาพดิจิตอลเหล่านั้น ในการวิเคราะห์ภาพมีอยู่หลายวิธีด้วยกันที่ได้นำมาจากการทำงานของตามนุษย์ (human vision) นั่นก็คืองานทางด้านคอมพิวเตอร์วิทัศน์(Computer Vision) เป็นลักษณะเดียวกับ การวิเคราะห์ภาพแบบดิจิตอลนั่นเอง การมองเห็นของมนุษย์นับว่าเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนซึ่งลักษณะเทคนิคโดยทั่ว ๆ ไปในกระบวนการการวิเคราะห์ภาพแบบดิจิตอลและ คอมพิวเตอร์วิทัศน์จะค่อนข้างซับซ้อนเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 รูปร่างของภาพ (Image Shape)

วัตถุที่มีอยู่ตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นมีรูปร่างที่แตกต่างกันไป ทั้งที่เป็นรูปทรงเรขาคณิตและไม่เป็นรูปทรงเรขาคณิต ในศาสตร์ของการประมวลผลภาพนั้น การกำหนดขอบเขตของภาพทุกภาพให้อยู่ในรูปสี่เหลี่ยม (Rectangular image model) เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด เนื่องจากทำให้การอ่านภาพ การจัดเก็บข้อมูลภาพในหน่วยความจำ และการแสดงภาพออกทางอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การเก็บข้อมูลภาพลงหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์สามารถทำได้โดยการจองหน่วยความจำของเครื่องไว้ในรูปของตัวแปรอะเรย์ (array) โดยค่าในแต่ละช่องของอะเรย์แสดงถึงคุณสมบัติของจุดภาพ (pixel) และตำแหน่งของช่องอะเรย์เป็นตัวกำหนดตำแหน่งของจุดภาพ

สมมุติให้ Image เป็นตัวแปรแบบอะเรย์ขนาด M X N (M แถว และ N คอลัมน์) ที่ใช้เก็บภาพขนาด M x N จุด (M จุดในแนวนอน และ N จุดในแนวตั้ง) ค่าสี (หรือความสว่าง ในกรณีที่เป็นภาพ grey level) ของจุดภาพในแถวที่ 5 คอลัมน์ที่ 4 จะตรงกับค่าของ Image(5,4) จะเห็นว่าเราใช้ตำแหน่งของจุดภาพทั้งสองแกนเป็นตัวชี้ค่าข้อมูลในอะเรย์

จากการใช้หน่วยความจำเพื่อการเก็บภาพในลักษณะที่กล่าวมา เนื้อที่ในการเก็บภาพสามารถคำนวณได้จาก M x N x g เมื่อ g เป็นจำนวนเต็มที่แทนจำนวนบิตของข้อมูลในแต่ละจุดภาพ ตัวอย่าง ถ้า g มีค่าเท่ากับ 8 บิต เราจะสามารถเก็บความแตกต่างของระดับสีที่เป็นไปสูงสุด 256 ระดับ ค่า M และ N จะเป็นตัวบอกถึงความละเอียดของภาพ สำหรับคอมพิวเตอร์ทั่วไปในระบบ VGA (Video Graphic Array) จะมีขนาด 640x480, 800x600 และ 1024x768 จุด เป็นต้น การกำหนดความละเอียดจะขึ้นอยู่กับงานที่จะใช้ ในงานบางอย่างใช้ความละเอียดแค่ 30 x 50 จุด ก็พอแล้วแต่ในงานบางชนิด ใช้ความละเอียดถึง 1000 x 1000 จุด ก็ยังไม่พอ

ปกติแล้วในการเก็บข้อมูลภาพโดยเครื่องมือต่าง ๆ จะเก็บตามมาตรฐานของโทรทัศน์ซึ่งมีอัตราส่วน x ต่อ y เท่ากับ 4:3 สำหรับเครื่องมือเก็บข้อมูลภาพที่ไม่เป็นไปตามอัตราส่วน 4:3 เมื่อนำภาพนี้ไปแสดงในจอภาพมาตรฐานจะทำให้ภาพที่แสดงนั้นมีขนาดของจุดภาพไม่เป็นสีเหลี่ยมจัตุรัส เช่นในบางระบบอาจจะใช้ความละเอียดในการแสดงเท่ากับ 640 x 512 ซึ่งจะทำให้ขนาดของจุดภาพที่ได้มีขนาดของด้านกว้างมีความยาวมากกว่าด้านสูง ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้เป็นหัวข้อที่ต้องสนใจสำหรับการเขียนโปรแกรมทางด้านกราฟิกและการจัดการข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนสีสูงสุดที่เป็นไปได้ของแต่ละจุดภาพขึ้นอยู่กับจำนวนบิตที่ใช้ เมื่อมีการกำหนดให้ขนาดของบิตต่อจุด มากขึ้นจะทำให้จำนวนของสีมากขึ้นด้วย ตัวอย่างเช่น

1 บิต = 2^{1}=4 สี

2 บิต = 2^{2}=4 สี

4 บิต = 2^{4}=16 สี

8 บิต = 2^{8}=256 สี

16 บิต = 2^{16}=65536 สี เป็นต้น

สำหรับการแสดงข้อมูลภาพที่มีขนาด 1 บิตและ 8 บิตนั้นจะมีการทำงานที่จะใกล้เคียงกัน เนื่องจากหน่วยประมวลผลจะไม่สามารถจัดการกับข้อมูลที่เป็นบิตเดี่ยว ๆ ได้ดังนั้นในการแสดงข้อมูลออกทางจอภาพตัวโปรเซสเซอร์จะทำการก็อปปี้ข้อมูลทั้ง 8 บิต (1 Byte) ส่งให้กับจอภาพซึ่งในกรณีที่ Pixel มีขนาด 1 บิต เมื่อโปรเซสเซอร์จะทำงานกับบิตแรกที่ต้องการแล้วก็จะทำการก็อปปี้ข้อมูลชุดใหม่ทันทีโดยที่ไม่เกี่ยวกับข้อมูลอีก 7 บิตที่เหลือส่วนในกรณี Pixel ที่มีขนาด 8 บิต โปรเซสเซอร์จะทำการก็อปปี้ข้อมูลจุดใหม่ก็ต่อเมื่อโปรเซสเซอร์ทำงานกับทุกบิตแล้ว

ตัวอย่างสำหรับระบบที่มีความละเอียดเท่ากับ 800x600 และมีขนาด 16 บิตต่อ Pixel จะสามารถแสดงสีได้ทั้งหมด 65536 ระดับและต้องใช้เนื้อที่ในการเก็บเท่ากับ 800x600x16 บิต

2.2 พื้นฐานโครงสร้างสี

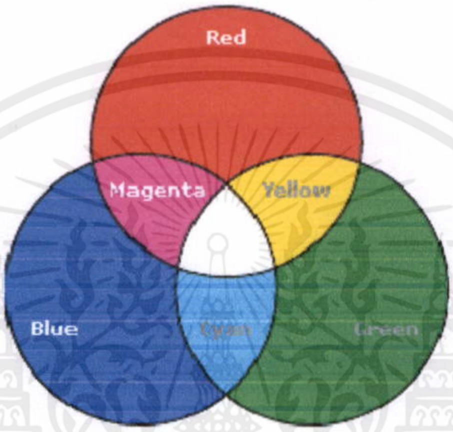
มาตรฐานของสีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีอยู่หลายระบบด้วยกัน ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ แต่โดยทั่วไปแล้วทุกมาตรฐานจะมีแนวคิดเดียวกันคือ การแทนจุดสีด้วยจุดที่อยู่ภายในระนาบ 3 มิติ โดยจะมีแกนอ้างอิงสำหรับจุดสีนั้นในระนาบซึ่งแต่ละแกนจะมีความเป็นอิสระต่อกัน ตัวอย่างเช่นในระบบ RGB จะมีแกนสีคือ แกนสีแดง เขียว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

ตัวอย่างระบบสีที่นิยมใช้กันได้แก่ ระบบ RGB HSV (Hue Saturation Value) ซึ่งในโครงงานนี้จะพิจารณาระบบสีสองสีนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ระบบสี RGB

ระบบสี RGB เป็นระบบสีที่เกิดจากการรวมกันของแสงสีแดง เขียวและน้ำเงินโดยมีการรวมกันแบบ Additive ซึ่งโดยปกติจะนำไปใช้ในจอภาพแบบ CRT (Cathode ray tube) ในการใช้งานระบบสีRGB ยังมีการสร้างมาตรฐานที่แตกต่างกันออกไปที่นิยมใช้งานได้แต่ RGB_{CIE} และ RGB_{NTSC}



รูปที่ 2.1 แสดงระบบสี RGB

2.2.2 ระบบสี HSV

ระบบสี HSV (Hue Saturation Value) เป็นการพิจารณาสีโดยใช้ Hue Saturation และ Value ซึ่ง Hue คือค่าสีของสีหลัก(แดง เขียวและน้ำเงิน)ในทางปฏิบัติจะอยู่ระหว่าง 0 และ 255 ซึ่งถ้า Hue มีค่าเท่ากับ 0 จะแทนสีแดงและเมื่อ Hue มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ สีก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามสเปกตรัมของสีจนถึง 256 จึงจะกลับมาเป็นสีแดงอีกครั้ง ซึ่งสามารถแทนให้อยู่ในรูปของงองศาได้ดังนี้คือ สีแดง = 0 องศา สีเขียวเท่ากับ 120 องศา สีน้ำเงินเท่ากับ 240 องศา

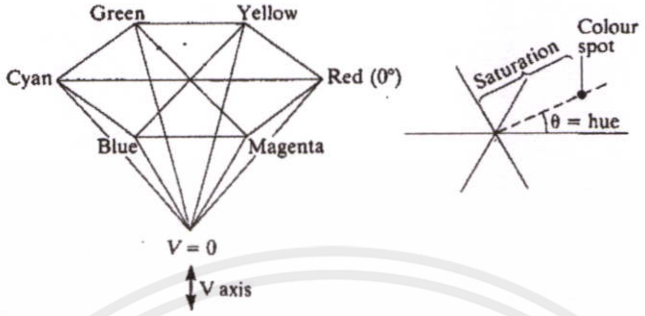
Hue สามารถคำนวณได้จากระบบสี RGB ได้ดังนี้

$$red_h = red - \min(red, green, blue)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$green_h = green - \min(red, green, blue)$$

$$blue_h = blue - \min(red, green, blue) \quad (1.1)$$



รูปที่ 2.2 แสดงระบบสี HSV

จากลักษณะโมเดลของระบบ Hue พบว่าจะมีค่าอย่างน้อยหนึ่งค่าที่จะเท่ากับ 0 แต่ถ้ามีสองค่าเท่ากับ 0 แล้ว hue จะเป็นมุมของสี (ค่าสี) มีค่าเป็นไปตามสี่ที่สามและถ้าทั้งสามสีมีค่าเท่ากับ 0 แล้วจะทำให้ไม่มีค่าของ Hue หรือสีที่ได้จะมีค่าเท่ากับสีขาวนั่นเอง ตัวอย่างเช่น จอภาพขาว-ดำ ถ้าเกิดมีสีใดสีหนึ่งมีค่าเท่ากับ 0 จะทำให้ค่าสีที่ได้เป็นไปตามสีที่เหลือ การให้น้ำหนักในการพิจารณาเมื่อสีแดงมีค่าเท่ากับ 0

$$\frac{(240 x blue_k) + (120 x green_k)}{blue_k + green_k} \quad (1.2)$$

Saturation คือความบริสุทธิ์ของสีซึ่งถ้า Saturation มีค่าเท่ากับ 0 แล้วสีที่ได้จะไม่มี Hue ซึ่งจะเป็นสีขาวล้วนแต่ถ้า Saturation มีค่าเท่ากับ 255 แสดงว่าจะไม่มีแสงสีขาวผสมอยู่เลย

Saturation สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$Saturation = \frac{\max(red, green, blue) - \min(red, green, blue)}{\max(red, green, blue)} \quad (1.3)$$

Value คือความสว่างของสี ซึ่งสามารถวัดได้โดยค่าความเข้มของความสว่างของแต่ละสีที่ประกอบกันสามารถคำนวณได้จาก

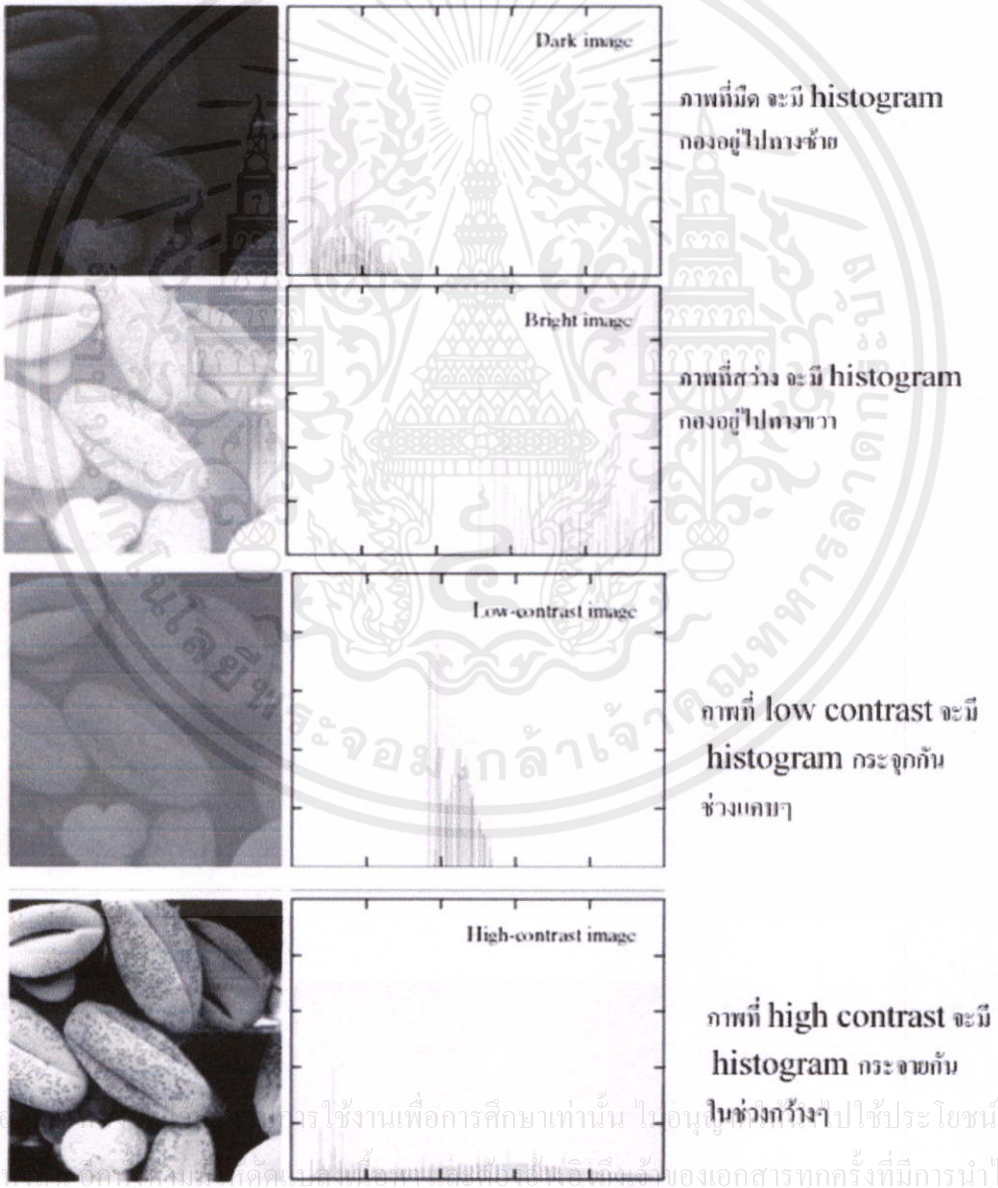
$$value = \max(red, green, blue) \quad (1.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เทคนิคการกระจายฮิสโทแกรมแบบสม่ำเสมอ (Histogram Equalization)

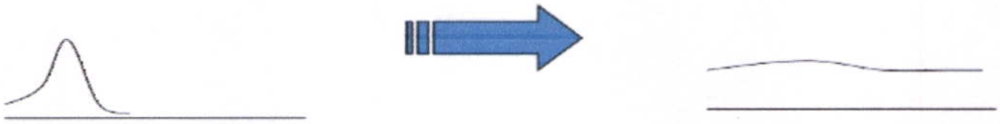
วัตถุประสงค์ของการใช้วิธีนี้ คือการสร้างภาพที่มีจำนวนจุดภาพใกล้เคียงกัน หรือ ข้อมูลที่แปลงแล้วจะมีการกระจายสม่ำเสมอ วิธีการนี้จะใช้กำหนดจุดภาพให้เหมาะสมกับแต่ละค่าความเข้มนั่นเอง

จำนวนจุดภาพที่เหมาะสม = จำนวนจุดภาพทั้งหมด/จำนวนค่าความเข้มทั้งหมดที่พบในข้อมูล

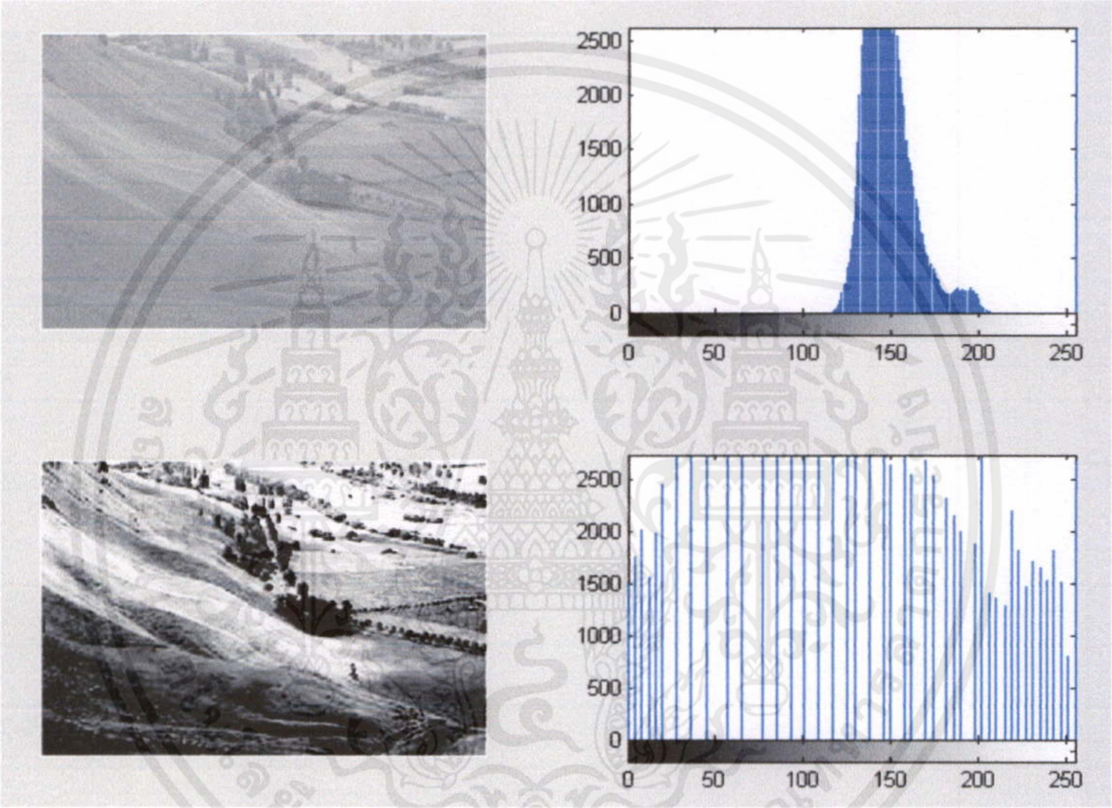


เอกสารนี้เป็นเอ... การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาต...ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ... ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 2.3 ลักษณะภาพในรูปแบบต่างๆ ที่แสดงให้เห็นโดยกราฟฮิสโทแกรม



รูป 2.4 ข้อมูลภาพก่อน (ซ้าย) และหลัง (ขวา) การกระจายฮิสโทแกรมแบบสม่ำเสมอ



รูป 2.5 ภาพก่อน (บน) และหลัง (ล่าง) การกระจายฮิสโทแกรมแบบสม่ำเสมอ

จากพื้นฐานที่เราทราบว่าฮิสโทแกรมเป็นกราฟแบบไม่ต่อเนื่องที่แสดงจำนวนจุดภาพของความเข้มของสี ค่าต่างๆ ดังสมการ

$$h(r_k) = n_k$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ขั้นตอนการทำงานของเทคนิคการกระจายฮิสโทแกรมแบบสม่ำเสมอ

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> คำนวณหาค่าความถี่สะสม

กำหนดเริ่มต้น

c[0] = Nhistogram[0]

วนลูปกระทำกับทุกจุดภาพในภาพ

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

สิ้นสุดลูป

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> ให้ค่าความเข้มใหม่กับแต่ละจุดภาพตามค่าที่ได้หลังจากการทำการคำนวณด้านบน (pixel intensity mapping from mapping table)

วนลูปกระทำกับทุกจุดภาพในพิกัด x และ y

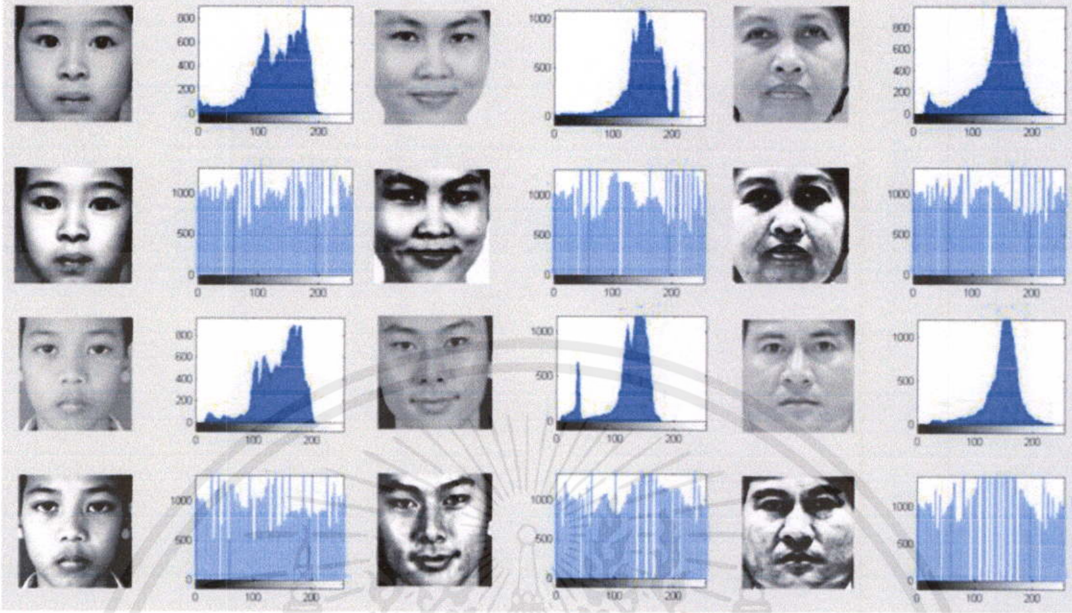
g(x,y) = c[f(x,y)]

สิ้นสุดลูป

ตาราง 2.1 การกระจายฮิสโทแกรมแบบสม่ำเสมอ

Intensity (r)	No. of Pixels (n_j)	Acc Sum Of P_r	Output value	Quantized Output (s)
0	20	0.2	0.2x7 = 14	1
1	5	0.25	0.25*7 = 1.75	2
2	25	0.5	0.5*7 = 3.5	3
3	10	0.6	0.6*7 = 4.2	4
4	15	0.75	0.75*7 = 5.25	5
5	5	0.8	0.8*7 = 5.6	6
6	10	0.9	0.9*7 = 6.3	6
7	10	10	1.0x7 = 7	7
Total	100			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



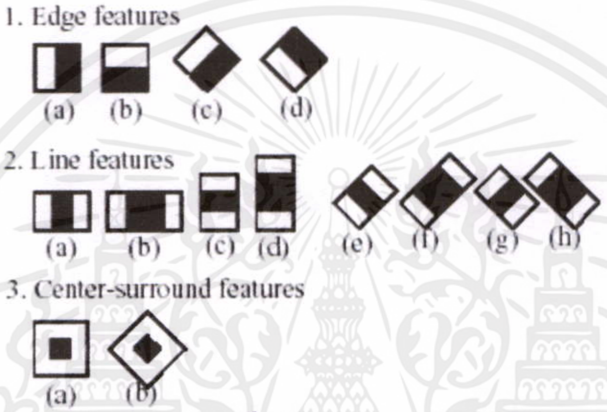
รูป 2.6 ภาพใบหน้าและกราฟฮิสโตแกรมก่อนและหลังการกระจายฮิสโทแกรมแบบสม่ำเสมอ

รูป 2.7 ภาพใบหน้าในฐานข้อมูลก่อนและหลังการกระจายฮิสโทแกรมแบบสม่ำเสมอ

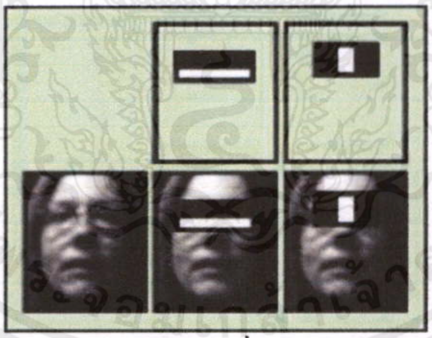
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เทคนิค Haar like-Features

Haar like-Features เป็นวิธีการตรวจจับและตีความวัตถุภายในภาพ โดยใช้การสร้างรูปเหลี่ยม (Feature) โดยที่ภาพนี้แสดงถึงผลต่างระหว่างพื้นที่ส่วนสีขาว และส่วนที่เป็นสีดำ ซึ่งรูปเหลี่ยมที่สร้างขึ้นสามารถเปลี่ยนแปลงขนาด และตำแหน่งได้ ดังแสดงในรูปที่2.8 ใช้สาหรับการตรวจจับลักษณะบนภาพแบบต่าง เช่น เส้นตรง, วงกลม เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.8 รูปแบบของรูปเหลี่ยมสำหรับการตรวจจับลักษณะแบบต่างๆ

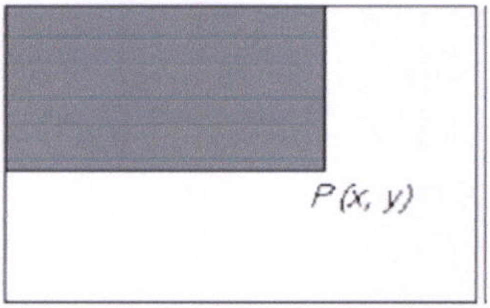


รูปที่ 2.9 ตัวอย่างการใช้รูปเหลี่ยมตรวจจับลักษณะต่างๆ

การคำนวณค่าของรูปเหลี่ยม (feature) นั้น ใช้หลักการคำนวณแบบ Integral image คือผลรวมของค่าในทุกๆ จุดภาพ ที่ตำแหน่ง (x, y) ใดๆ ดังสมการรูปที่ 2.9

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

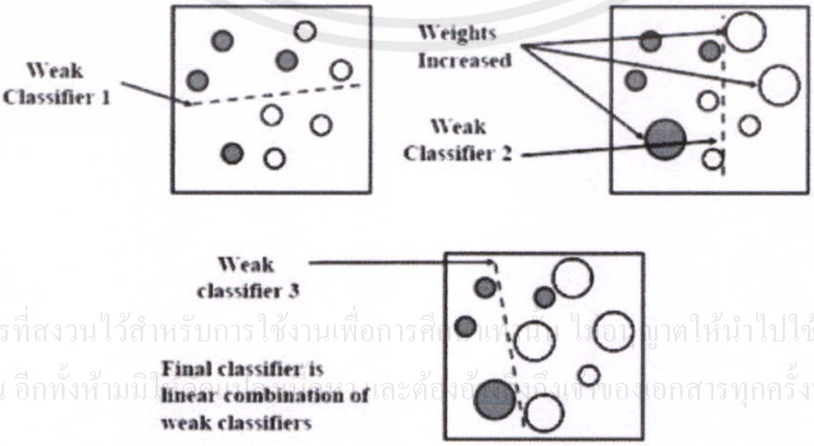
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 การคำนวณแบบ Integral Image

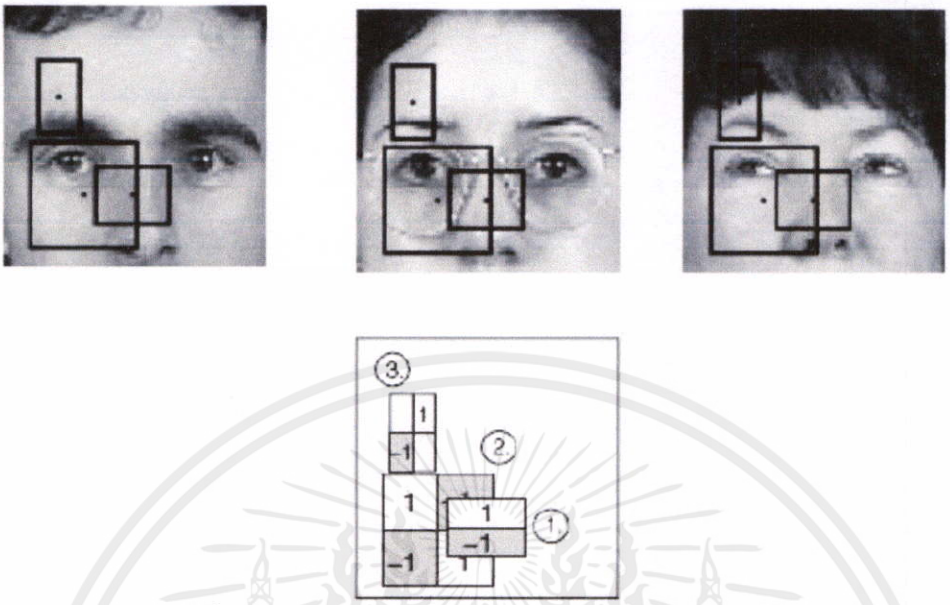
ในการทำ Haar like-feature นั้น จำเป็นต้องมีภาพตัวอย่างจำนวนมาก ซึ่งใช้ในการคัดเลือกลักษณะของรูปที่ต้องการตรวจจับและตีความหมาย ซึ่งมีสองลักษณะคือ กลุ่มตัวอย่างเชิงบวก (Positive Examples) หรือรูปที่มีวัตถุนั้นๆ ประกอบอยู่ภายในภาพ และ กลุ่มตัวอย่างเชิงลบ (Negative Examples) หรือภาพใดๆที่ไม่มีวัตถุที่เราต้องการอยู่ภายในภาพ จากนั้นใช้ขั้นตอนวิธีของ AdaBoost (Adaptive Boost) ซึ่งเป็นกระบวนการหารูปเหลี่ยมที่มีลักษณะใกล้เคียง และแตกต่างกับภาพนำเข้า สาหรับการจัดประเภทของภาพ โดยการถ่วงน้ำหนักให้ส่วนต่างๆภายในภาพ บนภาพเชิงบวก และภาพเชิงลบ เพื่อใช้หาลักษณะของวัตถุที่ “ใช่” และ “ไม่ใช่” ในลักษณะต่างๆ มีกระบวนการดังนี้

1) เริ่มแรกกำหนด ค่าน้ำหนักให้กับ Feature ที่ดำเนินการหาภายในภาพตัวอย่าง
2) หาบริเวณที่ประกอบด้วย ส่วนที่เราต้องการ
3) เพิ่มค่าน้ำหนักให้กับส่วนที่เหลือ เฉพาะลักษณะที่เราต้องการที่ยังไม่ได้แบ่งลักษณะไว้
4) ทำวนเช่นนี้ซ้ำไปเรื่อยๆ จนสุดท้าย นำบริเวณทั้งหมดที่ได้ทั้งหมดมารวมกันได้บริเวณของวัตถุที่เราต้องการหาและลักษณะในส่วนต่างๆ ภายในวัตถุนั้น



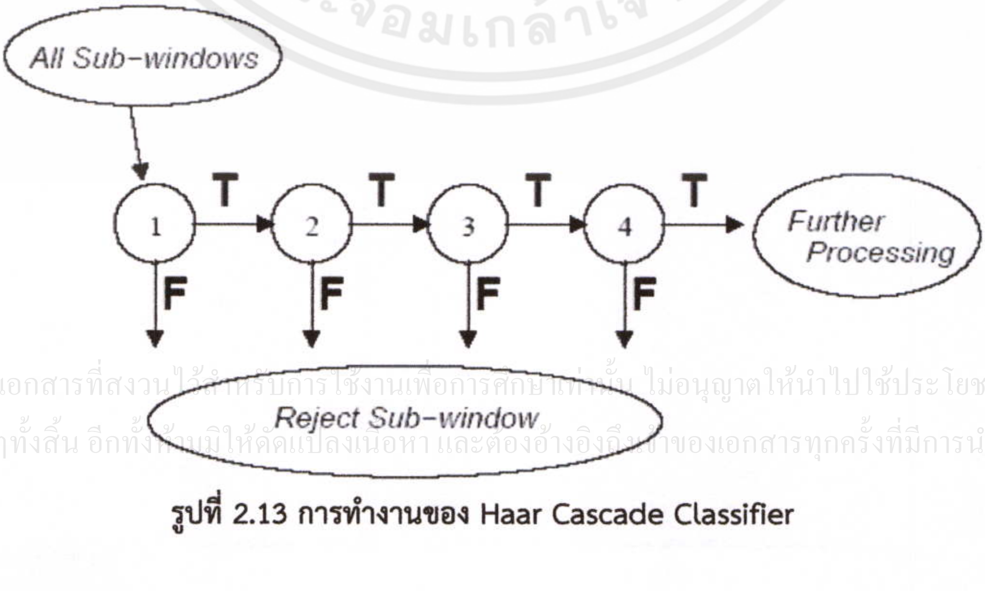
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.11 การทำงานของ Adaboost



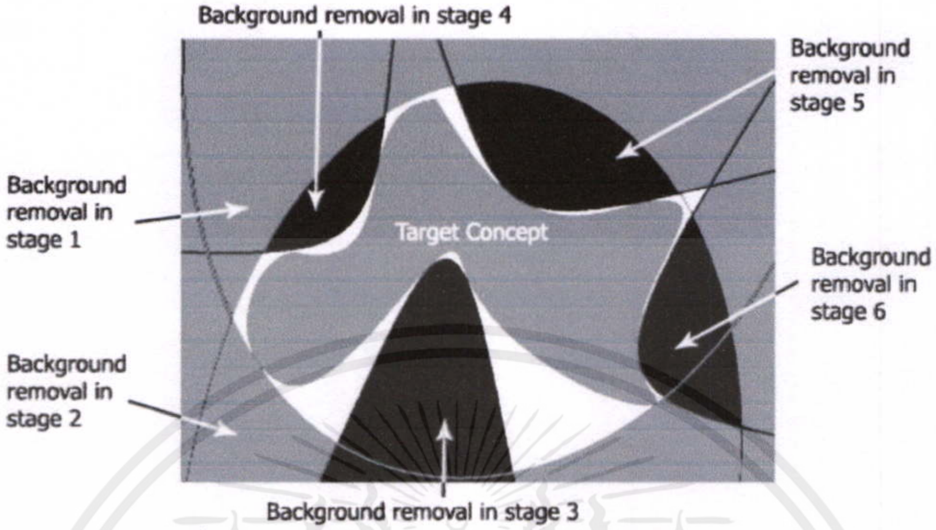
รูปที่ 2.12 ผลลัพธ์จากการทำกระบวนการ AdaBoost

การแยกประเภทแบบคาสเคด(Cascade Classifiers) เป็นกระบวนการตีความหมายของภาพ โดยการแบ่งประเภท ของภาพ ตามลักษณะภายในภาพ โดยเริ่มต้นจากการตัดส่วนของหน้าต่างย่อย(Sub window) ที่เป็นลบ(Negative)ออกไปก่อน แล้วจากนั้นค่อยใช้ ส่วนที่เป็นบวก(Positive) วนซ้ำภายในภาพ หากไม่พบลักษณะที่ตรงกัน ก็จะเปลี่ยนลักษณะการตรวจจับภายในหน้าต่างย่อย หากพบลักษณะที่ตรงกัน ก็เปลี่ยนลักษณะในการตรวจจับ ทำเช่นนี้จนครบ จะได้รูปที่สามารถบอกได้ว่าภาพ ดังกล่าวเป็นภาพอะไรจากลักษณะต่างๆ ภายในภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.13 การทำงานของ Haar Cascade Classifier



รูปที่ 2.14 ลักษณะการทำงานของ Cascade Classifier

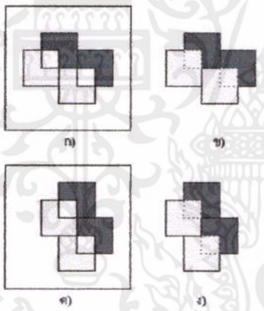
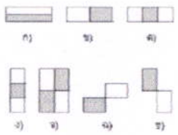
ตารางที่ 2.2 สรุปงานวิจัยเกี่ยวกับ Haar-like Feature

ชื่อวิธีการ/รายละเอียด	ผู้เสนอ/ปีที่เสนอ	รายละเอียดแบบจำลอง	ข้อดี	ข้อเสีย
Knowlaedge-base method วิธีการนี้ใช้กฎเกณฑ์พื้นฐานความรู้ของมนุษย์ของส่วนประกอบสำคัญบนใบหน้า	Yang/1994 และ Pitas/1997	สังเกตจากโปรไฟล์ความเข้มของจุดภาพ ภาพทั้งในแนวตั้ง และแนวนอน ซึ่งในรูปที่มีใบหน้าจะต้องประกอบด้วยลักษณะของดวงตา 2 ดวง ซึ่งอยู่ในตำแหน่งที่สมมาตรกันในแนวระนาบทั้งสองด้าน จะต้องมีหนึ่งจมูก และหนึ่งปาก ซึ่งจุดสำคัญดังกล่าวจะมีความสัมพันธ์กันโดยใช้ระยะทางและตำแหน่งตามกฎเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้		การหากฎเกณฑ์ที่จำเพาะเจาะจงซึ่งใช้ในการจำแนกหน้าของมนุษย์นั้นทำได้ยากและตำแหน่งทิศทางนอกเหนือไปจากใบหน้าตรงนั้นก็ยิ่งทำได้ยากและซับซ้อนมาก
*Feature invariant approaches*วิธีการนี้ใช้สำหรับการค้นหาลักษณะเด่นที่แตกต่างกันของแต่ละใบหน้าในการตรวจจับ	Yow และ Cipolla /1998	ลักษณะเด่นของขนคิ้ว ดวงตา จมูก ปาก และ เส้นผม จะถูกดึง ออกมา โดยการตรวจจับขอบ จากนั้นจึงใช้โมเดลทางสถิติในการอธิบายถึงความสัมพันธ์ และยืนยันการตรวจพบใบหน้า		คุณลักษณะบนใบหน้า สามารถถูกทำลายได้โดยง่ายด้วยสภาพแสง สัญญาณรบกวน และการถูกบดบัง

ชื่อวิธีการ/รายละเอียด	ผู้เสนอ/ปีที่เสนอ	รายละเอียดแบบจำลอง	ข้อดี	ข้อเสีย
Template matching methods วิธีการนี้ใช้แม่แบบมาตรฐาน ของใบหน้า (โดยปกติเป็นหน้าตรง) ที่ถูกกำหนดเองด้วยมือ หรือกำหนดโดยฟังก์ชัน	Scassellati / 1998	ได้กำหนดแม่แบบของใบหน้าซึ่งประกอบด้วย 16 พื้นที่ และ 23 ความสัมพันธ์ ใบหน้าที่รับเข้ามาจะนำ มาหาค่าสหสัมพันธ์กับหน้าที่เป็นรูปแบบมาตรฐาน ในส่วนของโครง หน้า ดวงตา จมูก และปาก อย่างอิสระจากกัน	ค่อนข้างทำได้ง่าย	ประสิทธิภาพการตรวจจับใบหน้ายังไม่ดีเท่าที่ควรซึ่งเกิดจากผลของขนาด ตำแหน่งการวาง และรูปทรงของใบหน้าที่แตกต่างจากแม่แบบมาตรฐาน
*Appearance-based methods*วิธีการนี้จะใช้โมเดลที่ได้มาจากการเรียนรู้ของกลุ่มของรูปภาพตัวอย่าง ทั้งที่เป็นใบหน้า และไม่ใช่ใบหน้าโดยทั่วไปแล้ววิธีการนี้จะอยู่บนพื้นฐานของเทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติและการเรียนรู้ของเครื่องซึ่งใช้ในการหาคุณลักษณะความสัมพันธ์ของรูปใบหน้า และรูปที่ไม่ใช่ใบหน้า	Sung และ Pogio / 1998	ประมาณฟังก์ชันความหนาแน่นของรูปแบบหน้า และไม่ใช่หน้าด้วยการใช้กลุ่มของเกาส์เซียน (Gaussian)		
	Viola และ Jones ในปี 2001	เทคนิคการตรวจจับใบหน้าที่มีความเร็วและมีความถูกต้องในการตรวจจับสูงนำภาพที่ต้องการตรวจหา ใบหน้ามาแบ่งเป็นภาพย่อยจากนั้นภาพย่อยดังกล่าวจะถูกพิจารณาเป็นภาพอินพุตของกระบวนการตรวจหาใบหน้า	สามารถที่จะตรวจจับใบหน้าได้อย่างรวดเร็ว มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้ได้งานได้จริง	ระยะเวลาในการคำนวณไม่คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงการพัฒนาของ Haar-like Feature

ผู้เสนอ/ปีที่เสนอ	รายละเอียด	ข้อดี	ข้อเสีย
Viola-Jones	เทคนิคการตรวจจับใบหน้าใหม่ โดยใช้การจำลองรูปแบบ Haar-like เป็นตัวตรวจจับ ทำการปรับขนาดของตัวตรวจจับแทนการปรับขนาดภาพอินพุต และใช้ตัวตรวจจับทำ การตรวจจับใบหน้าหลาย ๆ รอบ โดยแต่ละรอบใช้ขนาดของตัวตรวจจับแตกต่างกัน	เวลาที่ใช้ในการคำนวณไม่ได้แตกต่างกันมาก แต่ใช้เวลาในการคำนวณการตรวจจับภาพใบหน้าแต่ละรอบมีค่าคงที่ แม้ขนาดของตัวตรวจจับจะแตกต่างกันก็ตาม	ภาพใบหน้าที่จะนำมาตรวจจับจะต้องเป็นภาพที่ถ่ายใบหน้าตรง
Lienhart และ Maydt ปี2002	จำลองรูปแบบ Haar-likeใหม่ โดยนำการจำลองรูปแบบ Haar-like ที่ Viola-Jones นำเสนอในปี 2001 มาทำการหมุน 45 องศา	สามารถเพิ่มประสิทธิภาพความถูกต้องในการตรวจจับภาพได้เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับเทคนิคเดิม 10%	
Viola และ Jones ปี 2003	 จำลองรูปแบบ Haarlikeที่นำเสนอจะนำการจำลองรูปแบบ Haar-like เดิมมาต่อกันดังแสดงในรูป	สามารถตรวจจับใบหน้าได้ทั้งใบหน้าด้านหน้า และด้านข้าง รวมทั้งยังสามารถตรวจจับใบหน้าที่ทำมุมเอียง (ไม่ตั้งตรง) ได้อีกด้วย	ไม่ทนทานต่อสัญญาณรบกวนและการอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของแสง
Mita และ Kaneko ปี2005 	Haar-like แบบร่วม (Joint Haar-like Feature) เพื่อปรับปรุงข้อจำกัดอีกประการของการจำลองรูปแบบ Haar-like วิธีเดิมๆ คือเรื่องความไม่ทนทานต่อสัญญาณรบกวนและการอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของแสงโดยการจำลองรูปแบบ Haar-like แบบร่วมที่นำเสนอขึ้นมาใหม่นี้ สามารถแก้ปัญหาที่กล่าวมาได้	ทนทานต่อสัญญาณรบกวนและการอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของแสง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวน ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เสนอ/ปีที่เสนอ	รายละเอียด	ข้อดี	ข้อเสีย
Wilson และ Fernandez ปี 2006	ประยุกต์ใช้เทคนิค Haar classifier ในการตรวจจับ รายละเอียดบนใบหน้าเช่น ตา คิ้ว จมูก ปาก เป็นต้น	ความผิดพลาดในการตรวจจับลดลงและความเร็วที่ใช้ในการ ตรวจจับลดลง	
Chen และ Liuปี 2007	ปรับปรุงการตรวจจับใบหน้าด้วยการจำลองรูปแบบ Haar-like กับภาพสี ซึ่งแตกต่างจากเดิมที่จะทำการตรวจจับเฉพาะภาพที่เป็น Gray scaled	สามารถตรวจจับใบหน้าด้วยภาพสีได้	
Khac และคณะ ปี 2009	คำนวณหาค่าความแปรปรวนและค่าเฉลี่ยของพื้นที่สี่เหลี่ยมที่ได้จากวิธี Integral image และในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอเทคนิค support vectormachine (SVM) ใช้แทนวิธีการเรียนรู้แบบ Adaboostเพื่อให้เหมาะสมกับการจำลองรูปแบบ Haar-like	การตรวจจับใบหน้าใช้เวลาในการตรวจจับน้อยลงและมีค่าความถูกต้องในการ ตรวจจับใบหน้าสูงกว่า เทคนิคเดิม 4.21%	
Lu และคณะ ปี 2010	Haar-like แบบใหม่ ที่เรียกว่า Separate Haar Feature แนวความคิดของการจำลอง รูปแบบ Haar-likeแบบใหม่คือ ไม่ต้องสนใจพื้นที่ระหว่างพื้นที่ สี่เหลี่ยมของการจำลองรูปแบบ Haar-like	การจำลองรูปแบบ Haar-like ที่นำเสนอใช้เวลาในการ ตรวจจับใบหน้าน้อยกว่าวิธีเดิมอีกทั้งยังมีความถูกต้องในการตรวจสอบใบหน้าด้วย	
Pavani และคณะปี 2011	Haar-like ที่ถูกถ่วงน้ำ หนักอย่างเหมาะสม โดยค่าถ่วงน้ำหนักที่ใส่เข้าในการจำลอง รูปแบบ Haar-like ทุกแบบจะต้องมีค่าผลรวมเท่ากับ ศูนย์เสมอ	การจำลอง รูปแบบ Haar-like ที่นำเสนอใช้เวลาในการตรวจจับ ใบหน้าน้อยกว่าการใช้การ จำลองรูปแบบ Haar-like แบบเดิมนอกจากนั้น ความถูกต้องในการ ตรวจสอบใบหน้ายังมี มากกว่าอีกด้วย	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Components Analysis)

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักเป็นวิธีการสกัดองค์ประกอบหลัก ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด วิธีนี้อาศัยหลักความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรที่ใช้เป็นข้อมูลองค์ประกอบหลักตัวแปรคือ ผลรวมเชิงเส้น(Linear Combination) ของตัวแปรที่อธิบายการผันแปรของข้อมูลได้มากที่สุด จากนั้นหาผลรวมที่สองที่สามารถอธิบาย การผันแปรได้มากที่สุดเป็นอันดับที่สอง โดยที่ไม่สัมพันธ์กับผลรวมแรก ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนได้องค์ประกอบหลัก (หรือปัจจัย) ที่สามารถอธิบายการผันแปรของทุกตัวแปรได้ครบถ้วน ซึ่งองค์ประกอบหลักจะอธิบายการผันแปรได้ น้อยลงตามลำดับและทุกองค์ประกอบไม่สัมพันธ์กัน

ในกรณีที่จำนวนภาพที่ใช้สำหรับการเรียนรู้มีจานวนน้อยกว่าขนาดของเวกเตอร์การคำนวณเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ(Eigenvectors) และ ค่าลักษณะเฉพาะ(Eigenvalues) จาก เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม(Covariance matrix) ในสมการที่ 2.5.1 นั้น เราจะต้องประมวลผลกับเมทริกซ์ที่มีขนาดใหญ่มาก ในกรณีนี้ถ้าขนาดของภาพที่ทำการนอมอลไลส์(Normalized image) มีขนาดเท่ากับ 100 x140 จุดภาพ ขนาดของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมmatrix จะเท่ากับ 14000 x 14000 ซึ่งจะทำ ให้การประมวลผลช้ามากและต้องใช้หน่วยความจำมาก การแก้ปัญหาดังกล่าวสามารถทำ ได้โดยขั้นตอน ดังต่อไปนี้สมมติว่าเราต้องการคำนวณ PCA กับชุดของเวกเตอร์ ขนาด n มิติ จำนวน s เวกเตอร์ { x_i ; i=1,...,s} ซึ่งในที่นี้ n คือ จำนวนจุดภาพของภาพเรียนรู้หนึ่งๆ ส่วน s คือ จำนวนภาพเรียนรู้ โดยที่ s < n เราจะสร้างเมทริกซ์ D ขนาด n x s ซึ่งแต่ละคอลัมน์จะเท่ากับเวกเตอร์ x_i ลบด้วยเวกเตอร์ Mean image $\bar{x}$ ดังสมการที่ 2.5.2

$$\mathbf{C} = \frac{1}{L}\sum_{i=0}^{L-1}(\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_m)^T(\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_m) \qquad (2.5.1)$$

$$\mathbf{D} = ((\mathbf{x_1} - \overline{\mathbf{x}}) \mid \ldots \mid (\mathbf{x}_s - \overline{\mathbf{x}})) \qquad (2.5.2)$$

เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมในสมการที่ 3.3 สามารถเขียนอยู่ในรูปของเมทริกซ์ D ได้ดังสมการที่

$$\mathbf{C} = \frac{1}{s}\mathbf{D}\mathbf{D}^T$$

2.5.3 (2.5.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้ากำหนดให้ T คือเมริกซ์ขนาด s x s แสดงดังสมการที่ 2.5.4

$$\mathbf{T} = \frac{1}{s}\mathbf{D}^{\mathbf{T}}\mathbf{D} \qquad (2.5.4)$$

ถ้า $\{e_i \; ; i=1,...,s\}$ และ $\{\lambda_i; i=1,...,s\}$ คือ เวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ และ ค่าลักษณะเฉพาะ ที่คำนวณได้จากเมทริกซ์ T ตามลำดับ โดยที่ค่าลักษณะเฉพาะเรียงจากมากไปน้อย เราสามารถแสดงได้ว่าชุดของเวกเตอร์ De_i จำนวน s เวกเตอร์ คือเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ ที่มีค่าลักษณะเฉพาะเท่ากับ λ_i ที่คำนวณได้จากเมทริกซ์ C แต่ชุดของเวกเตอร์ De_i นี้ยังไม่ได้เป็นเวกเตอร์ขนาดหนึ่งหน่วย (Unit vector) ซึ่งเราสามารถแปลงเป็นเวกเตอร์ขนาดหนึ่งหน่วยโดยการหารด้วยขนาดของเวกเตอร์

จากหลักการดังกล่าว การคำนวณ Eigenfaces ในขั้นตอนการเรียนรู้ เราจะเริ่มจากการคำนวณ Covariance matrix T จากชุดของภาพเรียนรู้ หลังจากนั้นเราจะทำการวิเคราะห์ การแยกองค์ประกอบค่าลักษณะเฉพาะ(Eigenvalue Decomposition) กับเมทริกซ์ T จากนั้น เวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ ที่ต้องการจะได้จากการนำแต่ละเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ ที่ได้มาคูณด้วยเมทริกซ์ D แล้วแปลงเป็นเวกเตอร์ขนาดหนึ่งหน่วยส่วนค่าค่าลักษณะเฉพาะคือค่าที่ได้จากเมทริกซ์ T

2.6 ไลบรารี EmguCV

ในส่วนของ ไลบรารี EmguCV จะมีลักษณะคล้ายกับ Open CV แต่ใช้กับ C# ซึ่งใช้สำหรับการพัฒนาโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพ และคอมพิวเตอร์วิทัศน์โดยสามารถพัฒนาได้ทั้งในระบบปฏิบัติการวินโดว์ และ ระบบปฏิบัติการลีนุกซ์(Linux)

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ ได้แก่ การประมวลผลเกี่ยวภาพและสัญญาณ(Image and Signal Processing) การตรวจสอบลักษณะวัตถุจากภาพหรือวิดีโอ(Object Identification) การจดจำใบหน้า(Face Recognition) ม่านตา(iris Recognition) การตรวจสอบขอบหรือด้านของวัตถุ(Edge Detection) การตรวจสอบความเคลื่อนไหว(Motion Detection) และอื่นๆ

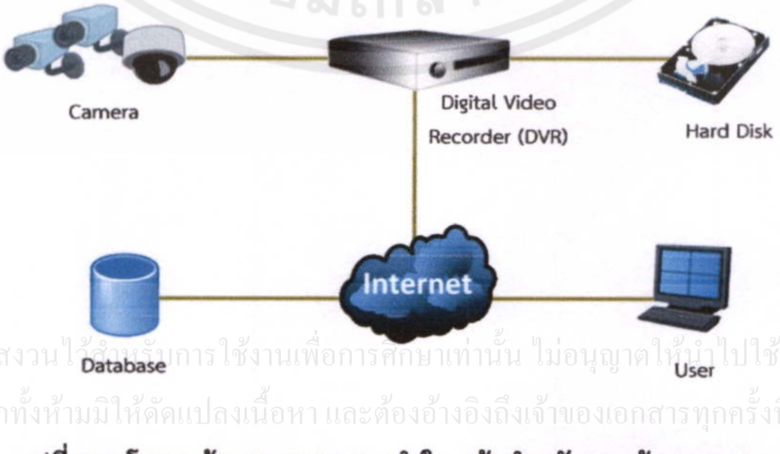
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและพัฒนา

การวิเคราะห์และออกแบบระบบจดจำใบหน้าสำหรับการค้นหาบุคคลนั้น จะใช้ทฤษฎีที่ศึกษาค้นคว้าจากบทที่ 2 มาใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบ โดยในบทนี้จะกล่าวถึงภาพรวมทั้งหมดของระบบและอธิบายถึงรายละเอียดของส่วนประกอบในระบบ พร้อมทั้งอธิบายถึงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมโดยรวม

3.1 ภาพรวมและองค์ประกอบของระบบ

ระบบจดจำใบหน้าสำหรับการค้นหาบุคคล เป็นแอพพลิเคชันที่ใช้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจะทำการค้นหาบุคคลจากการนำภาพใบหน้าที่ต้องการค้นหาป้อนเข้าสู่ระบบ เพื่อเปรียบเทียบและค้นหาจากภาพในวิดีโอกล้องวงจรปิด และสามารถเพิ่มเงื่อนไขการค้นหาโดยระบุสีของเสื้อผ้าเพิ่มเติมได้ด้วย ซึ่งสามารถระบุได้สองสี เป็นสีหลักและสีรอง รวมถึงสามารถเลือกกล้องวงจรปิดที่ต้องการทำการค้นหาภาพ และระบุช่วงเวลาโดยประมาณที่ต้องการค้นหาได้ ซึ่งเมื่อใส่ข้อมูลที่จะใช้ทำการค้นหาครบแล้ว และเลือกให้ทำการค้นหา ระบบจะทำการค้นหาภาพที่มีข้อมูลตรงกับที่เราต้องการและแสดงผลโดยการแสดงเฟรมภาพนั้นออกมา และบอกรายละเอียดเกี่ยวกับเฟรมภาพนั้น ว่าตัดออกมาจากกล้องตัวไหน และเวลาใด โดยผู้ใช้จะต้องมีไฟล์วิดีโอจากกล้องวงจรปิดเก็บเอาไว้ในฐานข้อมูลเพื่อนำเอาภาพจากในวิดีโอมาทำการตรวจจับและรู้จำใบหน้า รวมถึงตรวจสอบสีของเครื่องแต่งกาย เพื่อค้นหาและแสดงผลต่อผู้ใช้งานต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 3.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 โครงสร้างของระบบจดจำใบหน้าสำหรับการค้นหาบุคคล

3.2 รายละเอียดโปรแกรมที่จะพัฒนา

3.2.1 ข้อมูลนำเข้า (Input)

1) ผู้ใช้งานสามารถใส่รูปภาพบุคคลที่ต้องการทำการค้นหาโดยการเลือกไฟล์รูปภาพจากเครื่องคอมพิวเตอร์
2) ผู้ใช้งานสามารถระบุสีของเสื้อได้สองสี เป็นสีหลักและสีรอง โดยทำการเลือกสีจากตัวเลือกสีที่มีให้
3) ผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ว่าจะทำการค้นหาจากกล้องตัวใด
4) ผู้ใช้งานสามารถระบุเวลาที่ต้องการทำการค้นหาจากวิดีโอ

3.2.2 ข้อมูลส่งออก (Output)

1) รูปภาพของบุคคลที่ต้องการทำการค้นหาที่ผู้ใช้นำเข้าสู่ระบบ
2) เฟรมภาพที่มีข้อมูลตรงกับที่สิ่งที่ผู้ใช้ต้องการ
3) รายละเอียดของเฟรมภาพนั้นๆว่ามาจากกล้องตัวใดและภาพนั้นอยู่ที่เวลาใด รวมถึงแสดงผลว่ากล้องนั้นอยู่ที่ตำแหน่งที่ตั้งใด

3.2.3 ฟังก์ชันและการทำงานของโปรแกรม (Functional Specification)

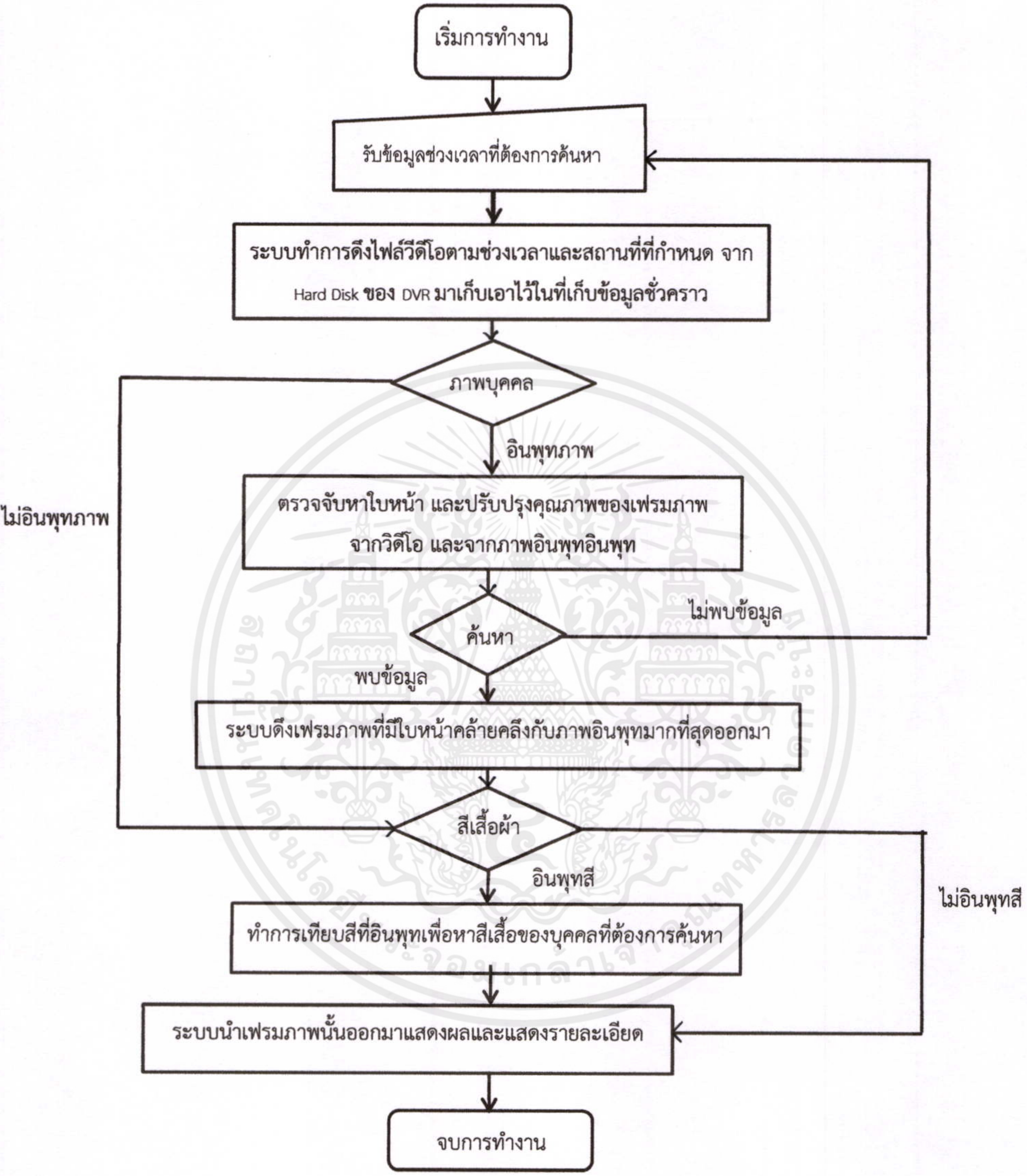
1) การค้นหาไฟล์วิดีโอของกล้องวงจรปิด
2) การตัดเฟรมภาพจากวิดีโอ
3) การตรวจจับใบหน้า
4) การค้นหาใบหน้าบุคคลที่ต้องการโดยเปรียบเทียบกับภาพใบหน้าที่ได้จากเฟรมภาพวิดีโอ
5) การค้นหาสีเสื้อผ้าจากภาพ
6) การแสดงผลเฟรมภาพ และแสดงรายละเอียดข้อมูลกล้องและเวลา

3.3 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมโดยรวม

เมื่อเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม ระบบจะทำการดึงข้อมูลต่างๆจากไฟล์วิดีโอมาเก็บเอาไว้ในฐานข้อมูล และเมื่อผู้ใช้ระบุข้อมูลต่างๆที่จำเป็นต่อการค้นหาแล้วเลือกทำการเริ่มต้นการค้นหา ระบบจะทำการค้นหาชื่อไฟล์วิดีโอจากฐานข้อมูลตามชื่อกล้องและเวลาที่ผู้ใช้ระบุก่อนหรือผู้ใช้สามารถเลือกไฟล์วีดีโอโดยตรงจากโฟลเดอร์ที่เก็บไฟล์วีดีโอนั้นๆอยู่(ในส่วนนี้ก็จะไม่มีการเลือกวันที่เวลา และสถานที่ของกล้อง) จากนั้นเมื่อได้ชื่อไฟล์วิดีโอที่ต้องการแล้ว ก็จะทำการดึงไฟล์วิดีโอจากอุปกรณ์บันทึกข้อมูล (Hard Disk) ของเครื่องบันทึกวิดีโอกล้องวงจรปิด (DVR) มาเก็บเอาไว้ในที่เก็บข้อมูลชั่วคราว (Temporary Folder) ของโปรแกรม แล้วทำการตรวจสอบใบหน้าของบุคคลจากนั้นตัด

เฉพาะใบหน้าของบุคคลเก็บภาพใบหน้าที่ได้เอาไว้ในที่เก็บข้อมูลชั่วคราวรวมถึงเก็บข้อมูลว่าเป็นใบหน้าหมายเลขใดจากเฟรมภาพใด แล้วนำมาเปรียบเทียบกับภาพอินพุทที่ใส่เข้ามาเมื่อพบภาพที่มีความใกล้เคียงกันมากที่สุด จะดึงเฟรมมาของภาพใบหน้านั้นๆออกมาและเก็บภาพเฟรมที่ได้เอาไว้ในที่เก็บข้อมูลชั่วคราว และเก็บข้อมูลเกี่ยวกับเฟรมภาพนั้น ว่าเป็นเฟรมภาพจากไฟล์วิดีโอใดและเป็นเฟรมภาพการบันทึกที่เวลาใดแล้วนำมาระบุสีเสื้อผ้าบุคคลนั้นว่าตรงกับสีที่ผู้ใช้ระบุหรือไม่(สามารถคลาดเคลื่อนได้ 20 %) ถ้าตรงกันก็จะนำออกมาแสดงผลเฟรมที่มีความคล้ายคลึงมากที่สุด รวมถึงบอกรายละเอียดเกี่ยวกับเฟรมภาพนั้นว่ามาจากกล้องตัวใดและเวลาใด ในกรณีที่ผู้ใช้ไม่ได้ระบุสีเสื้อผ้า ก็จะทำการค้นหาเฉพาะใบหน้าที่มีความใกล้เคียงที่สุด และหากผู้ใช้ไม่ได้อินพุทภาพใบหน้าแต่อินพุทเป็นสีเสื้ออย่างเดียว ระบบจะทำการค้นหาเฟรมที่มีสีเสื้ออยู่ในช่วงความคลาดเคลื่อนที่กำหนดแล้วแสดงออกมา ดังแสดงในรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

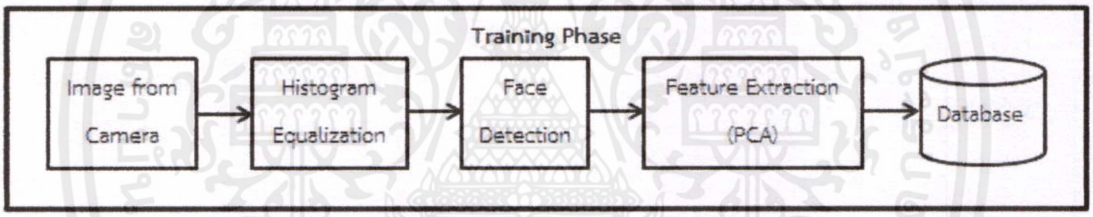


รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของระบบจดจำใบหน้าสำหรับการค้นหาบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 ขั้นตอนการเรียนรู้ (Training Phase)

อินพุทของขั้นตอนนี้คือเฟรมภาพจากกล้องวิดีโอที่ต้องการทำการค้นหา โดยจะทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพด้วยเทคนิคการกระจายฮิสโทแกรมแบบสม่ำเสมอ (Histogram Equalization) แล้วจะนำภาพนั้นมาเข้าสู่ขั้นตอนการตรวจจับใบหน้าด้วยเทคนิค Haar-like feature แล้วจะทำการเก็บภาพเฉพาะส่วนของใบหน้าที่ขนาด 100x100 จุดภาพ โดยที่ตำแหน่งของตาในภาพทั้งหมดจะตรงกัน จากนั้นภาพเรียนรู้ทั้งหมดจะถูกนำไปผ่านการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) ซึ่งจะได้ภาพใบหน้าเฉลี่ย (Mean image) และชุดของใบหน้าลักษณะเฉพาะ (Eigenface images) ซึ่งแปลงมาจากเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ (Eigenvectors) ที่คำนวณได้ หลังจากนั้นภาพใบหน้าเรียนรู้หนึ่งๆ จะผ่านขั้นตอนการแปลงภาพให้เป็นจุดและฉายลงบนพื้นที่ของเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะใดๆ 2 เวกเตอร์ที่ตั้งฉากกัน (Face space) โดยการหาสัมประสิทธิ์ที่เหมาะสมในการแทนใบหน้าลักษณะเฉพาะ (Eigenfaces) ดังแสดงในรูปที่ 3.3

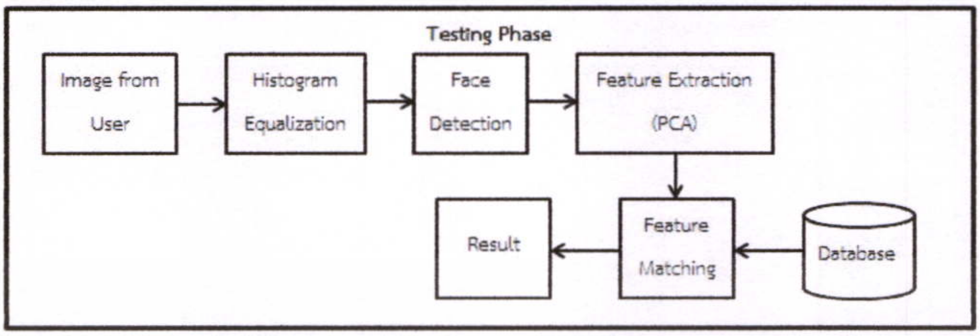


รูปที่ 3.3 แผนผังการทำงานของการเรียนรู้ใบหน้า

3.3.2 ขั้นตอนการตรวจสอบและวิเคราะห์ (Testing Phase)

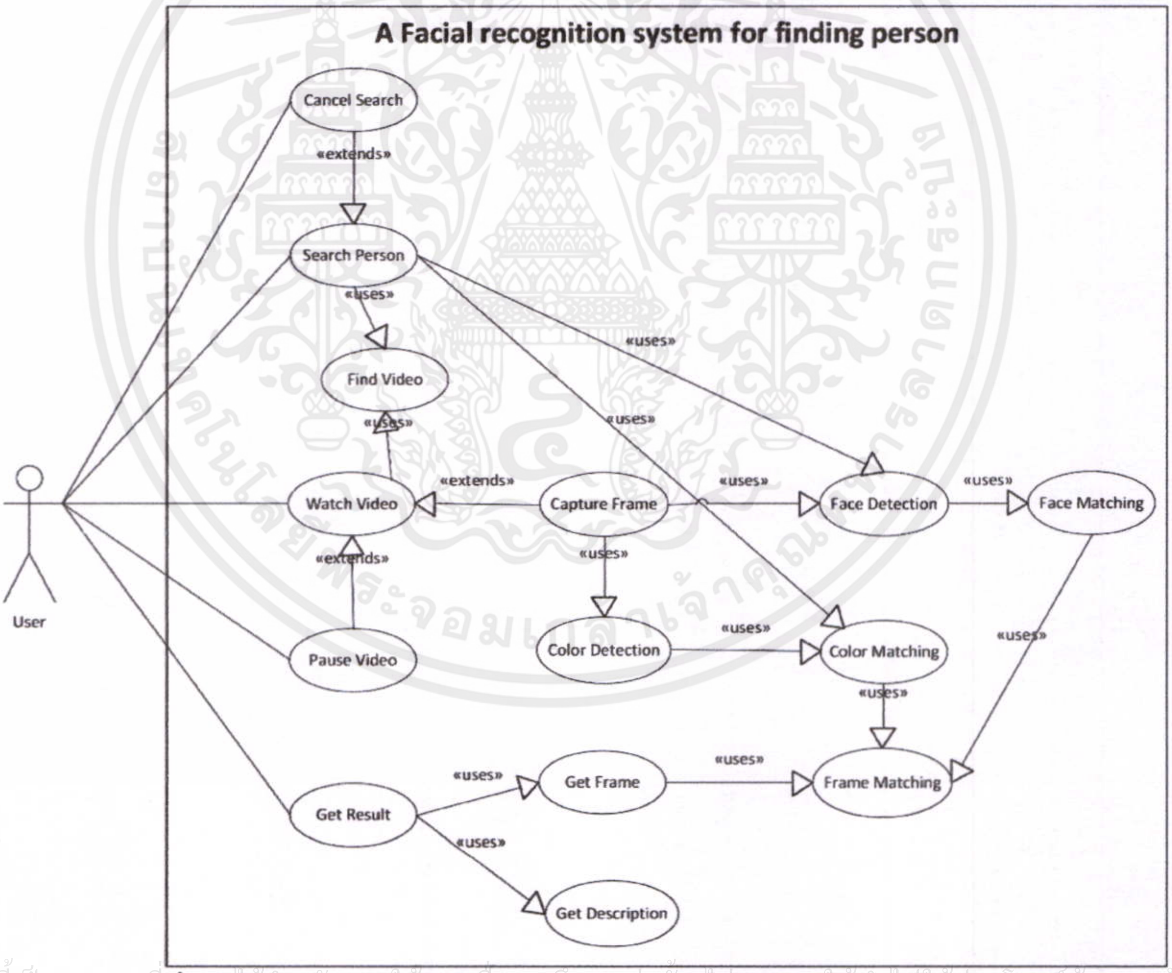
อินพุทของขั้นตอนนี้คือรูปภาพของบุคคลที่ต้องการทำการค้นหาจากการที่ผู้ใช้ป้อนเข้าสู่ระบบ ระบบจะทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพด้วยเทคนิคการกระจายฮิสโทแกรมแบบสม่ำเสมอ (Histogram Equalization) แล้วจะนำภาพนั้นมาเข้าสู่ขั้นตอนการตรวจจับใบหน้าด้วยเทคนิค Haar-like feature แล้วจะทำการเก็บภาพเฉพาะส่วนของใบหน้าที่ขนาด 100x100 จุดภาพ ขนาดเดียวกับภาพเรียนรู้ หลังจากนั้น เราจะทำการแปลงภาพใบหน้าที่ได้นี้ให้เป็นจุดหนึ่งๆบน Face space และทำการค้นหาจุดที่แทนภาพเรียนรู้ที่ใกล้เคียงที่สุดกับจุดที่แทนภาพทดสอบที่สุด ที่มีค่าไม่น้อยกว่าค่าเทรชโฮลด์ (threshold) ที่ได้กำหนดเอาไว้ และภาพของจุดแทนภาพนั้นจะเป็นภาพที่ตรงกับภาพทดสอบที่ผู้ใช้ต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แผนผังการทำงานของการตรวจสอบและวิเคราะห์ใบหน้า

3.4 แผนภาพการใช้ระบบ (Use case diagram)



รูปที่ 3.5 แผนภาพการใช้งานระบบจดจำใบหน้าสำหรับการค้นหาบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสาร ... ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ความหมายของผู้ใช้งานระบบ

ประเภทของผู้ใช้ระบบ	ความหมาย
User	ผู้มีสิทธิเข้าใช้งานระบบ

ตารางที่ 3.2 ความหมายของแต่ละสถานการณ์

ประเภทของผู้ใช้ระบบ	ความหมาย
Cancel Search	ยกเลิกการค้นหา
Search Person	เริ่มต้นการค้นหา หลังจากป้อนข้อมูลนำเข้าครบ
Watch Video	ดูวิดีโอกล้องวงจรปิดตามข้อมูลที่ผู้ใช้ใส่
Pause Video	หยุดการเล่นไฟล์วิดีโอชั่วคราว
Get Result	รับข้อมูลผลลัพธ์เฟรมภาพและรายละเอียดหลังประมวลผล
Find Video	ค้นหาวิดีโอกล้องวงจรปิดตามข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการ
Face Detection	ทำการตรวจจับใบหน้าจากภาพ
Capture Frame	การจับเฟรมภาพ
Color Detection	การตรวจสอบสีเสื้อผ้า
Get Frame	ค้นหาและแสดงเฟรมที่มีข้อมูลตามที่ผู้ใช้ต้องการ
Get Description	ค้นหาและแสดงรายละเอียดของเฟรมภาพที่แสดง
Face Matching	ทำการตรวจสอบความเหมือนกันของใบหน้า
Color Matching	ทำการตรวจสอบความเหมือนกันของสีเสื้อผ้า
Frame Matching	ทำการค้นเฟรมภาพที่ใบหน้าและสีเสื้อผ้าตรงกับที่ผู้ใช้ต้องการ

3.5 การออกแบบฐานข้อมูล (Database design)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6 ตารางและความสัมพันธ์ระหว่างตารางของฐานข้อมูลในระบบ

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดของตารางหมายเลขของกล้อง

Camera		
Attribute Name	**Type**	**Description**
camera name (PK)	INTEGER	หมายเลขของกล้องวงจรปิด
zone	VARCHAR	โซนที่กล้องวงจรปิดอยู่
place	VARCHAR	สถานที่ตั้งของกล้องวงจรปิด

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดของตารางไฟล์วีดีโอ

File Video		
Attribute Name	**Type**	**Description**
file name (PK)	VARCHAR	ชื่อไฟล์วิดีโอของกล้องวงจรปิด
camera name (FK)	INTEGER	หมายเลขของกล้องวงจรปิด
date	DATE	วันที่ที่บันทึกไฟล์วิดีโอกล้องวงจรปิด
start time	TIME	เวลาที่เริ่มต้นการบันทึกไฟล์วิดีโอกล้องวงจรปิด
end time	TIME	เวลาที่สิ้นสุดการบันทึกไฟล์วิดีโอกล้องวงจรปิด

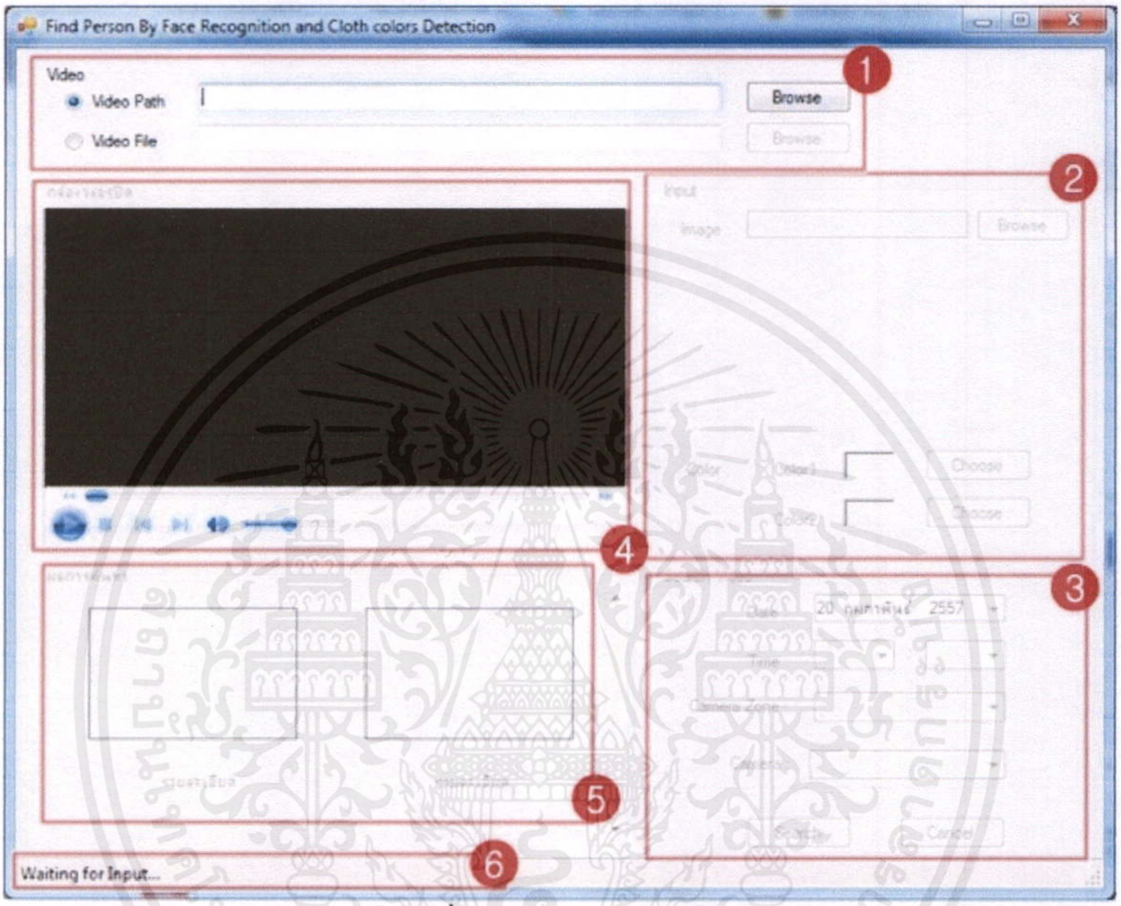
3.6 การออกแบบส่วนเก็บข้อมูลชั่วคราว (Temporary Folder)

มีทั้งหมดสามส่วนด้วยกัน คือ

1) การเก็บไฟล์วิดีโอจากกล้องวงจรปิด
2) การเก็บภาพใบหน้าที่ตรวจจับได้จากเฟรมภาพ และเก็บข้อมูลใบหน้านั้นว่า เป็นใบหน้าหมายเลขใด และเป็นใบหน้าที่ตรวจจับได้จากเฟรมใด
3) การเก็บเฟรมภาพที่ตัดมาจากวิดีโอ และเก็บข้อมูลเฟรมภาพนั้นว่า เป็นเฟรมภาพหมายเลขใด เป็นเฟรมที่ตัดมาจากไฟล์วิดีโอใด และเป็นเฟรมภาพที่ถูกบันทึก ณ เวลาใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface)



รูปที่ 3.7 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้

<u>**ส่วนที่ 1**</u> เป็นส่วนที่ใช้สำหรับเลือกไฟล์วีดีโอโดยจะมี 2 ประเภท ดังนี้

- ประเภท Video Path คือการดึงวีดีโอโดยการเลือกโฟลเดอร์จากนั้นสามารถระบุวันที่ ช่วงเวลา โซนกล้อง และระบุกล้อง เพื่อค้นหาวีดีโอตามที่ต้องการ(เลือกระบุอินพุทจากส่วนที่ 3)
- ประเภท Video File คือการเลือกไฟล์วีดีโอโดยตรงจากตำแหน่งที่อยู่ และระบุไฟล์ชัดเจนตั้งแต่เลือก ไม่ได้มีการค้นหาตามอินพุทในส่วนที่ 3 ดังนั้นหากเลือกประเภทนี้ ในส่วนที่ 3 จะไม่มีการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>**ส่วนที่ 2**</u> เป็นส่วนที่ผู้ใช้จะทำการป้อนข้อมูลนำเข้าต่างๆเข้าสู่ระบบ ซึ่งมีส่วนประกอบ ดังนี้

- ส่วนของการใส่ไฟล์รูปภาพ โดยการเลือกไฟล์ภาพนามสกุล .jpeg หรือ .bmp จากเครื่องคอมพิวเตอร์
- ส่วนของรูปภาพ คือ การแสดงผลรูปภาพของบุคคลที่เราต้องการทำการค้นหา โดยจะแสดงผลเฉพาะส่วนของใบหน้าที่ตรวจจับได้จากภาพนั้นๆ
- ส่วนของการใส่สีเสื้อของบุคคลที่ต้องการทำการค้นหา โดยจะมีกรอบสีขึ้นมาให้เลือก

<u>**ส่วนที่ 3**</u> เป็นส่วนที่ผู้ใช้จะทำการป้อนข้อมูลของไฟวีดีโอที่ต้องการมีรายละเอียดดังนี้

- ส่วนของวันที่ โดยจะแสดงเป็นวันปัจจุบัน และสามารุเลือกได้จากปฏิทิน
- ส่วนของเวลา คือ เลือกเวลาที่ต้องการทำการค้นหาจากวิดีโอกล้องวงจรปิด โดยในช่องแรกจะเป็นชั่วโมง เป็นตัวเลข 0 ถึง 24 และช่องถัดไปเป็นส่วนของนาที มีตัวเลือกคือ 00, 10, 20, 30, 40, 50
- ส่วนของโซนกล้อง คือ ณ สถานที่นั้นๆจะมีการจัดกลุ่มกล้องให้เป็นโซนในการค้นหา โดยจะมีโซนให้เลือกเป็นโซนตัวอักษร
- ส่วนของการเลือกกล้อง คือ หลังจากทำการเลือกโซนกล้องแล้ว ระบบจะดึงข้อมูลชื่อกล้องที่อยู่ในโซนนั้นๆออกมาให้ทำการเลือก เป็นหมายเลขกล้องที่เป็นตัวเลข

<u>**ส่วนที่ 4**</u> เป็นส่วนของการเล่นวิดีโอที่ผู้ใช้เลือกทำการค้นหา ซึ่งวิดีโอจะเริ่มเล่นโดยอัตโนมัติ ซึ่งผู้ใช้สามารถกดปุ่มหยุดชั่วคราวหรือเล่นต่อได้

<u>**ส่วนที่ 5**</u> เป็นส่วนของผลการค้นหาบุคคลจากวิดีโอ ซึ่งจะแสดงผลเป็นรูปภาพเฟรมวิดีโอที่ระบบค้นหาแล้วพบบุคคลที่ต้องการในเฟรมภาพนั้น รวมถึงแสดงรายละเอียดของเฟรมภาพนั้น ว่าเป็นเฟรมภาพที่มาจากกล้องตัวใด กล้องนั้นมาจากโซนไหน และเป็นเฟรมภาพ ณ เวลาใด รวมถึงตำแหน่งที่ตั้งของกล้องตัวนั้นๆว่าตั้งอยู่ ณ บริเวณใด

<u>**ส่วนที่ 6**</u> เป็นส่วนของการแสดงสถานะการทำงาน ว่า No Video Found หรือ Searching หรือ Successful หรือ No Matching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนา

3.8.1 อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์

1) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรมและประมวลผล
2) กล้องเว็บแคม

3.8.2 ซอฟต์แวร์

1) ระบบปฏิบัติการ Window 7
2) Microsoft Visual Studio 2012 สำหรับพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา C#
3) .NET framework 4.5 เป็นแพลตฟอร์มสำหรับการพัฒนาโปรแกรม
4) Emgu CV 2.4.9 เป็นไลบรารี่สำหรับการทำงานด้านการประมวลผลภาพที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม
5) MySQL connector net 6.7.4 สำหรับการจัดการฐานข้อมูล

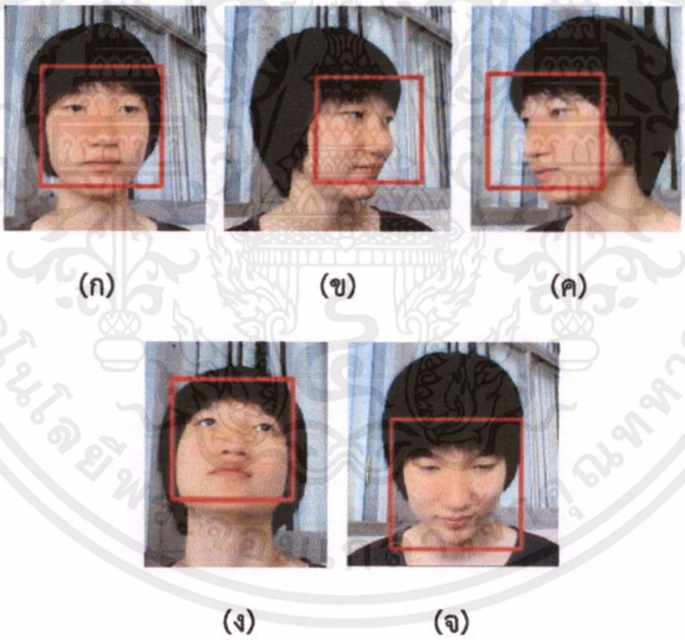
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การตรวจจับหาใบหน้า

ในขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนการตรวจจับใบหน้าโดยทำการทดลองกับใบหน้าทั้งหมด 20 ใบหน้า เพื่อทดสอบว่าระบบสามารถค้นหาและระบุได้หรือไม่ว่าส่วนใดของภาพคือใบหน้าของมนุษย์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อไปในการวิเคราะห์และรู้จำใบหน้า



รูปที่ 4.1 แสดงภาพการตรวจจับใบหน้า

(ก) แสดงการตรวจจับใบหน้าหันตรง

(ข) แสดงการตรวจจับใบหน้าหันขวา 30 องศา

(ค) แสดงการตรวจจับใบหน้าหันซ้าย 30 องศา

(ง) แสดงการตรวจจับใบหน้าเงย

(จ) แสดงการตรวจจับใบหน้าก้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 การทดลองที่ 1

ทำการทดลองตรวจจับใบหน้าของบุคคล 1 คนโดยหันหน้าทั้งหมด 5 ทิศ ได้แก่ หน้าตรง หันขวา หันซ้าย เงยหน้า และก้มหน้า ทำการทดลองทั้งหมด 20 บุคคลให้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองการตรวจจับใบหน้าของ 1 บุคคล

ทิศการหันหน้า	จำนวนครั้งที่ตรวจจับได้ (คน)
หน้าตรง	18
หันขวา 30 องศา	16
หันซ้าย 30 องศา	17
เงยหน้า	15
ก้มหน้า	15

<u>**สรุปผลการทดลอง**</u>

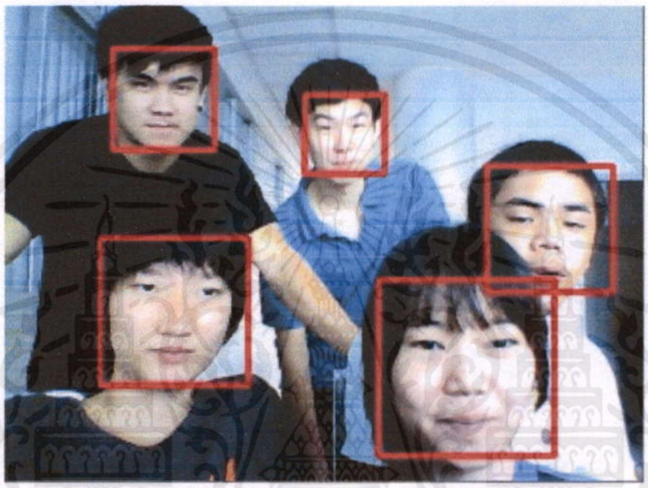
จากการทดลองตรวจจับใบหน้าของบุคคลทั้งหมด 20 คน พบว่า ทิศทางการหันหน้าตรง สามารถตรวจจับใบหน้าได้ร้อยละ 90 ทิศทางการหันหน้าทางขวา 30 องศา สามารถตรวจจับใบหน้าได้ร้อยละ 80 ทิศทางการหันหน้าทางซ้าย 30 องศา สามารถตรวจจับใบหน้าได้ร้อยละ 85 ทิศทางการเงยหน้า สามารถตรวจจับใบหน้าได้ร้อยละ 75 และ ทิศทางการก้มหน้า สามารถตรวจจับใบหน้าได้ร้อยละ 75

จะเห็นว่า ทิศทางและองศาการหันหน้า รวมถึงการเห็นองค์ประกอบบนใบหน้า คือ ดวงตาครบทั้งสองข้าง จะมีผลต่อความสามารถในการตรวจจับใบหน้า ถ้าหันหน้าในทิศทางองศาน้อยจะทำให้เห็นองค์ประกอบบนใบหน้าครบถ้วน การเห็นหรือไม่เห็นดวงตาจึงไม่ส่งผลต่อการตรวจจับใบหน้าได้ และถ้าหันหน้าในทิศทางองศามากที่ทำให้ไม่เห็นองค์ประกอบบนในหน้าครบถ้วน แต่ยังคงเห็นดวงตาครบทั้งสองข้าง ก็สามารถตรวจจับใบหน้าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การทดลองที่ 2

ทำการตรวจจับใบหน้าของ 5 บุคคลพร้อมกัน โดยทำการทดลองหันหน้าทั้ง 5 ทิศ ทำการทดลองทิศละ 5 ครั้ง ในการทดลองนี้จะเน้นไปที่ความสามารถของระบบในเรื่องของการตรวจจับใบหน้าหลายๆใบหน้าพร้อมกัน ให้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงภาพการตรวจจับใบหน้าของภาพที่มี 5 บุคคลอยู่ในภาพเดียวกัน

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองตรวจจับใบหน้าของบุคคล 5 คน ในทิศทางการหันที่แตกต่างกันจากการทดลอง 5 ครั้ง

ทิศการหันหน้า	ตรวจจับได้ 5คน (ครั้ง)	ตรวจจับได้ 4คน (ครั้ง)	ตรวจจับได้ 3คน (ครั้ง)	ตรวจจับได้ 2คน (ครั้ง)	ตรวจจับได้ 1คน (ครั้ง)
หน้าตรง	3	0	2	0	0
หันขวา 30 องศา	2	1	0	2	0
หันซ้าย 30 องศา	3	0	1	1	0
เงยหน้า	2	2	0	0	1
ก้มหน้า	2	1	0	2	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>สรุปผลการทดลอง</u>

จากการทดลองตรวจจับใบหน้าของบุคคล 5 คน ในทิศทางการหันที่แตกต่างกันจากการทดลอง 5 ครั้ง สามารถตรวจจับได้ครบทั้ง 5 คนในทิศทางการหันหน้าตรง คิดเป็นร้อยละ 60 ทิศทางการหันขวา 30 องศา คิดเป็นร้อยละ 40 ทิศทางการหันซ้าย 30 องศา คิดเป็นร้อยละ 60 ทิศทางการเงยหน้า คิดเป็นร้อยละ 40 ทิศทางการก้มหน้า คิดเป็นร้อยละ 40

สามารถตรวจจับได้ 4 คนในทิศทางการหันหน้าตรง คิดเป็นร้อยละ 0 ทิศทางการหันขวา 30 องศา คิดเป็นร้อยละ 20 ทิศทางการหันซ้าย 30 องศา คิดเป็นร้อยละ 0 ทิศทางการเงยหน้า คิดเป็นร้อยละ 40 ทิศทางการก้มหน้า คิดเป็นร้อยละ 20

สามารถตรวจจับได้ 3 คนในทิศทางการหันหน้าตรง คิดเป็นร้อยละ 40 ทิศทางการหันขวา 30 องศา คิดเป็นร้อยละ 0 ทิศทางการหันซ้าย 30 องศา คิดเป็นร้อยละ 20 ทิศทางการเงยหน้า คิดเป็นร้อยละ 0 ทิศทางการก้มหน้า คิดเป็นร้อยละ 0

สามารถตรวจจับได้ 2 คนในทิศทางการหันหน้าตรง คิดเป็นร้อยละ 0 ทิศทางการหันขวา 30 องศา คิดเป็นร้อยละ 40 ทิศทางการหันซ้าย 30 องศา คิดเป็นร้อยละ 20 ทิศทางการเงยหน้า คิดเป็นร้อยละ 0 ทิศทางการก้มหน้า คิดเป็นร้อยละ 40

สามารถตรวจจับได้ 1 คนในทิศทางการหันหน้าตรง คิดเป็นร้อยละ 0 ทิศทางการหันขวา 30 องศา คิดเป็นร้อยละ 0 ทิศทางการหันซ้าย 30 องศา คิดเป็นร้อยละ 0 ทิศทางการเงยหน้า คิดเป็นร้อยละ 20 ทิศทางการก้มหน้า คิดเป็นร้อยละ 0

จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพในการตรวจจับใบหน้ามากกว่า 1 ใบหน้าภายในเฟรมเดียวกัน ประสิทธิภาพที่ลดลงยิ่งมีการขยับมากเท่าไร ความสามารถในการตรวจจับใบหน้าจะลดลงเช่นกัน และยิ่งมีการหันหน้าออกจากมุมหน้าตรงมากเท่าไร ความสามารถก็จะลดลงเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การเทียบสีเสื้อผ้า

ในขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนการตรวจเทียบสีเสื้อผ้าโดยทำการทดลองจากการตรวจจับใบหน้าแล้วหาตำแหน่งคร่าวๆของเสื้อขอบบุคคล จากนั้นทำการเปรียบเทียบสีที่อินพุทกับสีของเสื้อขอบบุคคลที่ต้องการ

รูปที่ 4.3 แสดงภาพต้นฉบับที่ใช้ในการตรวจจับใบหน้าและระบุตำแหน่งเสื้อ

(ก) (ข)

(ค.)

รูปที่ 4.4 แสดงภาพที่มีการตรวจจับใบหน้า

(ก)ภาพการตรวจจับใบหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

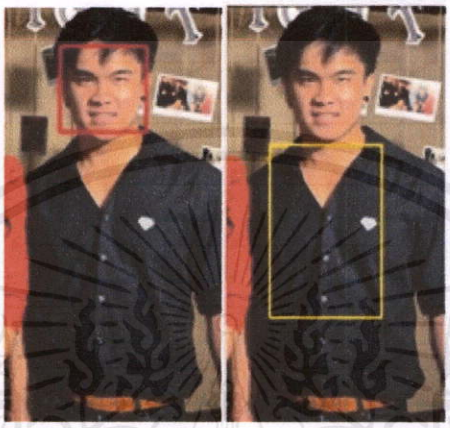
(ข)ภาพการตรวจจับตำแหน่งเสื้อ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ค)ภาพใบหน้าที่ระบบตรวจจับได้

4.2.1 การทดลองที่ 1

ทำการทดลองโดยนำภาพบุคคลที่สวมใส่เสื้อสีพื้นดังรูป4.5 โดยทำการทดสอบสีทั้งหมด 5 สี ได้แก่ ดำ เทาเข้ม แดง ขาว เขียว



รูปที่ 4.5 แสดงภาพที่มีการตรวจจับใบหน้าและตรวจจับตำแหน่งเสื้อสีพื้น

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบสีตามที่กำหนดจากเสื้อสีพื้น

สี	อัตราการพบสี(%)
ดำ	64%
เทาเข้ม	66%
แดง	4%
ขาว	2%
เขียว	0%

<u>สรุปผลการทดลอง</u>

จากการทดลองเปรียบเทียบสีเสื้อตามที่กำหนดสามารถสรุปได้ว่า สีเทาเข้มมีความคล้ายคลึงกับสีในภาพมากที่สุด66% รองลงมาเป็นสีดำซึ่งได้ผล64% โดยส่วนใหญ่เลยสีเสื้อตามภาพต้นแบบหากให้มนุษย์มองแล้วบอกสีก็จะตอบ 2 สีนี้เป็นอันดับต้นๆ ในส่วนของสีแดงได้ผล 4% คาดว่ามาจากสีเนื้อของบุคคลในภาพเนื่องจากสีเนื้อมีสีแดงเป็นส่วนประกอบ และสีขาวได้ผล 2% เนื่องจากลายเสื้อและกระดุมที่มีสีขาวประกอบเล็กน้อย สุดท้ายสีเขียว 0% เห็นได้ชัดว่าในภาพไม่มีสีเขียวเลย แม้จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มองด้วยตาเปล่า หรือเป็นส่วนผสมในส่วนใดก็ตาม โดยระบบจะทำการแสดลผลลัพธ์เฉพาะสีที่มีอัตตาการพบเกินกว่า 20% เท่านั้น ดังนั้นในการทดลองนี้หากทำการค้นหาบุคคลจากสีเสื้อด้วยสีดำ หรือเทาเข้ม ภาพนี้ก็จะออกมาเป็นผลลัพธ์ด้วยเช่นกัน

4.2.2 การทดลองที่ 2

ทำการทดลองโดยนำภาพบุคคลที่สวมใส่เสื้อสีลายทางดังรูป4.6 โดยทำการทดสอบสีทั้งหมด 5 สี ได้แก่ ขาว ดำ เทา ฟ้า เขียว

รูปที่ 4.6 แสดงภาพที่มีการตรวจจับใบหน้าและตรวจจับตำแหน่งเสื้อลายทาง

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบสีตามที่กำหนดจากเสื้อลายทาง

สี	**อัตตาการพบสี(%)**
ขาว	47%
ดำ	39%
เทา	54%
ฟ้า	0%
เขียว	0%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>สรุปผลการทดลอง</u>

จากการทดลองเปรียบเทียบสีเสื้อตามที่กำหนดสามารถสรุปได้ว่าสีเทามีความคล้ายคลึงกับสีเสื้อมากที่สุด ทั้งนี้คาดว่าเป็นเพราะเงาทำให้สีขาวซึ่งเป็นสีส่วนใหญ่กลายเป็นสีเทา ส่วนสีขาวและสีดำ ที่คนส่วนใหญ่จะบอกว่าเป็นสีของเสื้อนั้นอยู่ในเกณฑ์ที่ถือว่าเยอะพอสมควร ในส่วนของสีฟ้าและเขียว ไม่มีอัตตาการพบสีเลย เพราะภายในกรอบภาพไม่ได้มีส่วนไหนมีสีทั้ง 2 โดยตรงหรือมีสีทั้ง 2 ผสมอยู่เลย

4.3 การระบุตัวตน

ในขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนการระบุตัวตนเพื่อใช้ในการค้นหาบุคคลโดยจะนำภาพอิมพุทของบุคคลที่ต้องการค้นหาป้อนเข้าระบบ เมื่อระบบสามารถตรวจสอบใบหน้าของบุคคลนั้นได้แล้วจะระบุวีดีโอที่ต้องการค้นหาบุคคล

4.3.1 การทดลองที่ 1

ทำการทดลองโดยใช้ภาพบุคคล 10 ภาพ(เป็นภาพของคนคนเดียวกัน) เพื่อค้นหาบุคคลนี้จากในไฟล์วีดีโอที่ต้องการ โดยไฟล์วีดีโอที่นำมาทดลองมีความยาว 2 นาที ตัดเฟรมที่วินาทีละ 2 เฟรม ทั้งหมด 240 เฟรม มีจำนวนบุคคลภายในคลิป 2 คน ต้องการทดสอบความสามารถในการเปรียบเทียบใบหน้าและระบุตัวตนของระบบว่าจากภาพใบหน้า 10 ภาพ ระบบจะสามารถค้นหาบุคคลนี้ได้จากภาพครบทั้ง 10 ภาพหรือไม่

รูปที่ 4.7 แสดงภาพใบหน้าที่ต้องการค้นหา 10 ภาพ

รูปที่ 4.8 แสดงภาพใบหน้าที่ถูกตรวจจับได้จากไฟล์วีดีโอ

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบใบหน้าจากภาพคนคนเดียวกัน 10 ภาพ

ภาพที่	สถานะ
1	พบ
2	พบ
3	พบ
4	พบ
5	พบ
6	พบ
7	พบ
8	พบ
9	พบ
10	พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>สรุปผลการทดลอง</u>

จากการทดลองเปรียบเทียบใบหน้าจากไฟล์วีดีโอความยาว 2 นาที ตัวที่วินาทีละ 2 เฟรม กับภาพใบหน้าของคนคนเดียวกัน 10 ภาพ สามารถค้นเจอได้ครบทั้ง 10 ภาพ สำหรับเงื่อนไขข้างต้นนี้สามารถสรุปได้ว่า สามารถระบุตัวตนของบุคคลได้ 100 % คาดว่าเป็นเพราะจำนวนของบุคคลภายในไฟล์วีดีโอมีเป็นตัวแปรสำคัญกับความแม่นยำของระบบหากทำการเพิ่มจำนวนบุคคลในไฟล์วีดีโออาจจะมีสถิติความสามารถของระบบที่เปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุปของโครงงาน

โครงงานนี้เป็นโครงงานที่พัฒนาระบบจดจำใบหน้าสำหรับการค้นหาบุคคล ซึ่งพัฒนาโดยใช้ภาษาซีชาร์ป (C#) ร่วมกับไลบรารี Emgu CV ซึ่งเป็นไลบรารีสำหรับการทำงานด้านการประมวลผลภาพ โดยจะมีขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพภาพด้วยเทคนิคการกระจายฮิสโทแกรมแบบสม่ำเสมอ (Histogram Equalization) ก่อน จากนั้นอัลกอริทึมที่ใช้ในการเรียนรู้ภาพใบหน้า คือ Haar-like feature และภาพเรียนรู้ทั้งหมดจะถูกนำไปผ่านการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) เพื่อทำการตรวจสอบและวิเคราะห์ภาพใบหน้า ว่าใบหน้าที่เหมือนภาพทดสอบที่สุดคือภาพใด ด้วยหลักการของการสร้างใบหน้าลักษณะเฉพาะ (Eigenfaces) โดยในโครงงานจะมีการทำงานแบ่งเป็น 5 ส่วนประกอบหลักๆ คือ

1) การเลือกวิดีโอที่ต้องการทำการค้นหา เพื่อนำมาตัดเฟรมภาพเป็นส่วนๆ
2) การตรวจจับใบหน้าทั้งจากเฟรมภาพและจากรูปที่ผู้ใช้ป้อนเข้าสู่ระบบ จากการทดลองการตรวจจับใบหน้าในการทดลองที่1 และ 2 สามารถสรุปได้ว่า ระบบมีความสามารถในการตรวจจับใบหน้าในระดับหนึ่ง สามารถตรวจจับใบหน้าได้มากกว่า 1 ใบหน้าทั้งในมุมหน้าตรง หันซ้ายและขวา 30 องศา ก้ม และเงย
3) การนำใบหน้าที่ตรวจจับได้มาทำการตรวจสอบและวิเคราะห์ว่าใบหน้าที่ตรงกันคือภาพใด หลังจากทำการทดลองระบุตัวตนในการทดลองที่1 ระบบสามารถระบุตัวตนของบุคคลจากไฟล์วีดีโอที่มีบุคคลจำนวน2คนในวีดีโอได้อย่างถูกต้องทุกครั้ง
4) ทำการตรวจสอบสีเสื้อผ้าเป็นขั้นตอนต่อไป จากการทดลองตรวจสอบสีเสื้อผ้าทั้ง 2 การทดลองระบบสามารถตรวจจับตำแหน่งของเสื้อผ้าได้และสามารถระบุสีเสื้อผ้าได้ทั้งสีพื้นและเสื้อที่มีลายได้อย่างใกล้เคียง
5) เมื่อพบเฟรมภาพที่มีใบหน้าใกล้เคียงที่สุด และเฟรมภาพที่มีสีใกล้เคียงสีอินพุท ระบบจะทำการแสดงผลเฟรมภาพนั้น และแสดงรายละเอียดเฟรมภาพนั้น ว่ามาจากกล้องตัวใดและเวลาใดแก่ผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข

1) ในการทดสอบบางครั้ง ไม่สามารถตรวจจับใบหน้าได้ทุกคนทุกภาพ เนื่องจากมีกรณีที่เป็นหน้าเอียง ก้มหน้า เงยหน้า ที่ทำให้องค์ประกอบบนใบหน้าไม่ครบถ้วนจึงไม่สามารถตรวจจับใบหน้าได้ แนวทางในการแก้ไขคือปรับปรุงแก้ไขอัลกอริทึมที่ใช้ในการตรวจจับใบหน้าเพื่อผลลัพธ์ที่ดีขึ้น
2) ระบบไม่สามารถตรวจจับใบหน้าที่เกิดจากการที่กำลังเคลื่อนไหวอยู่ ทำให้ภาพที่จับได้เห็นใบหน้านั้นไม่ชัดเจนจนไม่สามารถตรวจจับใบหน้าได้
3) แสงและเงาเป็นตัวแปรสำคัญของความสามารถในการระบุใบหน้าและการระบุสีเสื้อผ้าเนื่องจากในสถานที่ๆสงและเงาต่างกันทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ

1) เนื่องจากระบบยังมีความสามารถในการตรวจจับใบหน้าที่ทำงานได้ไม่สมบูรณ์ และใช้เวลาในการประมวลผลค่อนข้างนานจึงมีแนวทางการพัฒนาต่อเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพการตรวจจับใบหน้าให้มีผลลัพธ์ที่ดีมากขึ้น
2) ระบบยังไม่สามารถเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลของฐานข้อมูลภายนอกได้จึงมีแนวทางการพัฒนาระบบให้สามารถทำงานร่วมกับฐานข้อมูลจากภายนอกได้
3) ในบางครั้งระบบระบุตัวตนบุคคลผิดพลาดในกรณีที่บุคคลมีหน้าคล้ายคลึงกัน หรือมีทรงผมคล้ายกันทำให้รูปหน้าคล้ายกันไปด้วยจึงมีแนวทางการพัฒนาให้ระบบสามารถระบุตัวตนให้ดีขึ้น
4) ระบบมีการประมวลผลเป็นแบบอนุกรมคือทำงานขั้นแรกเสร็จจึงทำการประมวลผลขั้นถัดมาซึ่งค่อนข้างใช้เวลาจึงมีแนวทางการพัฒนาระบบให้สามารถทำงานแบบขนานเพื่อเพิ่มความรวดเร็วในการทำงานยิ่งขึ้น
5) เนื่องจากระบบสามารถตรวจจับใบหน้าได้จากเพียงวิดีโอเดียวซึ่งทำให้ใช้เวลาในการค้นหานานในกรณีที่ผู้ใช้อินพุทวิดีโอที่ไม่ได้มีบุคคลที่ต้องการค้นหาอยู่ในวิดีโอนั้นจึงมีแนวทางการพัฒนาระบบให้สามารถทำการตรวจจับใบหน้าจากหลายๆวีดีโอพร้อมกัน
6) จากไลบารี่ Emgu CV ทำให้ระบบสามารถแสดงผลได้เพียง 1 ผลการค้นหาที่ใกล้เคียงกับภาพอินพุทที่สุดเท่านั้น จึงมีแนวทางในการพัฒนาให้ระบบสามารถแสดงผลได้มากกว่า 1 ผลการค้นหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างองถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Gunjan Dashore, Dr. V.Cyril Raj. “AN EFFICIENT METHOD FOR FACE RECOGNITION USING PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA).” **International Journal of Advanced Technology & Engineering Research (IJATER).**, vol. 2, no. 2, March 2012. pp.23-29.

[2] Parvinder S. Sandhu, Iqbaldeep Kaur, Amit Verma, Samriti Jindal, Inderpreet Kaur, Shilpi Kumari. “Face Recognition Using Eigen face Coefficients and Principal Component Analysis.” **World Academy of Science, Engineering and Technology.**, vol. 28, 2009. pp.609-613.

[3] P. Aishwarya, Karnan Marcus. “Face recognition using multiple eigenface subspaces.” **Journal of Engineering and Technology Research.**, vol. 2, no. 8, August 2010. pp.139-143.

[4] รุสลี่ สุทธวีร์กูล, วิไลพร แซ่ลี้. “การตรวจจับใบหน้าด้วยวิธีการพื้นฐานของการจำลองรูปแบบ Haar-like Face Detection based-on Haar-like Features.” **วารสารวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,** ปีที่ 6, ฉบับที่ 2, กรกฎาคม - ธันวาคม 2554. หน้า 34-43.

[5] Opencv Dev Team. **“Face Recognition with OpenCV.”** [Online]. Available : http://docs.opencv.org/modules/contrib/doc/facerec/facerec_tutorial.html#preparing-the-data. 2013

[6] Mahvish Nasir. **“EmguCV with C# - Tutorial List.”** [Online]. Available : http://fewtutorials.bravesites.com/tutorials. 2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้