สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การรู้จำภาพใบหน้าคน

FACE RECOGNITION

โดย

นางสาวกฤษณา ยาวิไชย

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 73174
วัน,เดือน,ปี 10 ก.ค. 2550

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรู้จำภาพใบหน้าคน

FACE RECOGNITION

โดย

นางสาวกฤษณา ยาวิไชย 45010023

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.ยุทธนา คิดใจเดียว

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2548

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การรู้จำภาพใบหน้าคน

ผู้จัดทำ

1. นางสาวกฤษณา ยาวิไชย 45010023

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.ยุทธนา คิดใจเดียว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรู้จำภาพใบหน้าคน

FACE RECOGNITION

นางสาวกฤษณา ยาวิไชย 45010023

โครงงานได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมที่จะทำการสอบได้

ลงชื่อ..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.ยุทธนา คิดใจเดียว)

วันที่ 17/ มิ.ย./ 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรู้จำภาพใบหน้าคน

นางสาว กฤษณา ยาวิไชย รหัส 45010023
ผศ.ดร. ยุทธนา คิดใจเดียว (อาจารย์ที่ปรึกษา)
ปีการศึกษา 2548

บทคัดย่อ

โครงงานการรู้จำภาพใบหน้าคนนี้ เป็นโครงงานที่จัดทำขึ้นเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถจดจำภาพใบหน้าคนและระบุบุคคลได้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำไปใช้ในการพิสูจน์บุคคลก่อนเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสำคัญในงานทางด้านรักษาความปลอดภัย มีวิธีการคือจะสร้างโปรแกรมติดต่อกล้องวิดีโอที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ เพื่อรับภาพใบหน้าคนมาทำการประมวลผลภาพ แล้วนำไปเข้ากระบวนการไอเกนเฟซเพื่อการจดจำและบ่งชี้บุคคลในภาพ โปรแกรมที่ใช้งานจะใช้โปรแกรมแมทแลปในการประมวลผลรูปภาพ,การจดจำและระบุบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Face Recognition

Miss. Kritsana Yawichai ID.45010023

Ass.Prof.Dr. Yuttana Kidjaidure (Adviser)

Education Year 2005

Abstract

This project, "Face Recognition", can recognize human faces and identify each person in the database. The objective is for authentication, to allow each person accessing into the system. It provides security. The procedure is creating a program that can communicate between computer and video camera to receive human's face image for processing. Then, the image is passed to the process of recognition by Eigenface technique via MATLAB program.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ โดยความช่วยเหลือจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องมากมายที่สำคัญคือ ความอุปการะของ ผศ.ดร.ยุทธนา คิดใจเดียว อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการนี้ ที่ได้ให้ความเอื้อเฟื้อทางด้านข้อมูล, อุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในโครงการนี้ รวมทั้งการให้คำแนะนำปรึกษาเมื่อประสบปัญหาเสมอมา รวมทั้งความช่วยเหลือของเพื่อนๆ,รุ่นพี่ และรุ่นน้อง ที่ช่วยเป็นแบบถ่ายรูปภาพใบหน้าคนที่นำมาใช้เป็นฐานข้อมูลของโครงการนี้

ขอขอบคุณทุกๆคน ที่คอยให้ความช่วยเหลืออย่างดีเสมอมา เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบคุณพระคุณของบิดามารดาและญาติพี่น้องที่คอยให้กำลังกาย กำลังใจ กำลังทรัพย์ ตลอดจนคำสั่งสอนที่ทำให้ผ่านพ้นปัญหาและอุปสรรคต่างๆในชีวิต ถ้าหากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อบกพร่องหรือความผิดพลาดประการใด ทางผู้จัดทำขอน้อมรับความผิดทั้งหมดและจะทำการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องในภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstract	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	I
1.1 รายละเอียดโดยย่อของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และ หลักการเบื้องต้น	4
2.1ระบบการมองเห็นภาพ (Vision System)	4
2.1.1 การได้มาซึ่งภาพ (Image Acquisition)	4
2.1.2 กระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing)	4
2.1.3 ผลที่ได้หรือการแสดงผล (Output or Display)	5
2.2 หลักการเบื้องต้นของการประมวลผล (Image Processing Fundamentals)	5
2.2.1 พิกเซล (Pixel)	5
2.2.2 ตำแหน่งของพิกเซล (Pixel Location)	6
2.3 ระดับเกรย์(Gray Scale)	7
2.4 ฮีสโตแกรม(Histogram)	8
2.5 การแปลงระดับเกรย์ (Gray-level Transformation)	9
2.6 พื้นฐานและระบบของสีโมเดล RGB (Red , Green , Blue)	10
2.7 บิตแมป (Bitmaps)	11
2.8 ความสว่าง (Brightness)	12
2.9 ชนิดของรูปภาพในกล่องเครื่องมือของโปรแกรมแมทเลป	12
2.9.1 ดัชนีรูปภาพ	12
2.9.2 ภาพความเข้มของแสง	14
2.9.3 ไบนารีของรูปภาพ	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.9.4. อาร์จีบีของรูปภาพ	15
2.10 รูปภาพที่เป็นมัลติเฟรมอาร์เรย์	17
2.10.1 ข้อจำกัดในการใช้มัลติเฟรม	18
2.11 สรุปชนิดของรูปภาพและคลาสต่างๆ	18
2.12 Skin Color Model	19
2.13 Skin Segmentation	22
2.14 Skin Regions	23
2.15 ทฤษฎีและการวิธีการใช้ไอแกนเฟซ	24
2.15.1วิธีของไอแกนเฟซ	24
2.15.2 หลักการทางคณิตศาสตร์	25
2.15.3 ขั้นตอนในการระบุตัวบุคคล	26
2.15.4 ค่าเจาะจง และเวคเตอร์เจาะจง (Eigenvalue & Eigenvector)	26
บทที่ 3 ขั้นตอนการประมวลผลรูปภาพ	29
3.1 สรุปกระบวนการตามขั้นตอนการทำงาน	29
3.2 ขั้นตอนการตัดภาพใบหน้าออกจากฉากหลัง	30
3.3 การหาค่าไอเกนวาลูร์ของภาพจากฐานข้อมูลโดยใช้วิธีทางไอเกนเฟซ	37
3.4 การระบุตัวบุคคลโดยใช้วิธีไอเกนเฟซ	38
3.5 ขั้นตอนโดยรวมวิธีการใช้ไอเกนเฟซในการระบุบุคคล	40
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	42
4.1 การทดลองหาประสิทธิภาพของการแยกสีผิว	42
4.2 การทดลองหาประสิทธิภาพของการตัด(detect)ภาพใบหน้าออกจากฉากหลัง	44
4.3 ผลการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้วิธีไอเกนเฟซ	47
4.3.1 ทำการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพใบหน้าที่มีในฐานข้อมูล	47
4.3.2 ทำการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพใบหน้าทดสอบที่มีลักษณะต่างๆที่แตกต่างจากภาพในฐานข้อมูล	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	52
5.1 วิเคราะห์และสรุปผลที่ได้จากการทดลอง	52
5.2 ปัญหาและข้อจำกัดของโปรแกรม	53
5.3 การพัฒนาโปรแกรมต่อไปในอนาคต	53
เอกสารอ้างอิง	54
ภาคผนวก โปรแกรมที่ใช้ในโครงงาน (Source Code)	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูป	หน้า
รูปที่ 1.1 แสดงภาพรวมของโครงงาน	2
รูปที่ 1.2 บล็อกไดอะแกรมแสดงรายละเอียดโดยย่อของโครงงาน	3
รูปที่ 2.1 พิกเซล	5
รูปที่ 2.2 ดัชนีแสดงพิกเซลในเมทริกภาพๆหนึ่ง	6
รูปที่ 2.3 a) ลักษณะของแสงที่ตกกระจายไม่เท่ากันบนพื้นผิวภาพ	7
b) ค่าพิกเซลของภาพบนพื้นผิวภาพ	7
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างของระดับเกรย์ (Gray Scales)	8
รูปที่ 2.5 ฮีสโตแกรมของ 8 ระดับเกรย์ จากเมทริกซ์	9
รูปที่ 2.6 ฮีสโตแกรมของระดับเกรย์	10
a) ใช้เทรชโฮล 1 จุด (Single Threshold)	10
b)ใช้เทรชโฮลหลายจุด (Multiple Threshold)	10
รูปที่ 2.7 แสดงโมเดลสี RGB	11
รูปที่ 2.8 ค่าของพิกเซลชี้ไปยังค่าเทียบเคียงสีในดัชนีรูปภาพ	13
รูปที่ 2.9 ค่าพิกเซลในความเข้มของแสงของรูปภาพกำหนดระดับของสีเทา	14
รูปที่ 2.10 พิกเซลในไบนารีของรูปภาพมีค่าที่เป็นไปได้สองค่า คือ 0 หรือ 1	15
รูปที่ 2.11 ระนาบสีของรูปภาพอาร์จีบี	16
รูปที่ 2.12 ระนาบสีที่แยกจากกันของรูปภาพอาร์จีบี	17
รูปที่ 2.13 กราฟการกระจายสีผิวของบุคคลต่างๆ กัน	20
รูปที่ 2.14 กราฟการกระจายของสีผิวโดยวิธีการกระจายของเกาส์เซียน	21
รูปที่ 2.15 (รูปซ้าย)รูปต้นแบบ (รูปขวา) แสดง skin-likelihood	22
รูปที่ 2.16 (รูปซ้าย) ภาพ skin-likelihood	23
(รูปขวา) ภาพที่ผ่านการแยกสีผิว (skin-segmented image) หรือภาพไบนารี	23
รูปที่ 2.17 (รูปซ้าย) บริเวณผิวที่ต้องการแยก	23
(รูปขวา) หลังจากใช้การแยกแต่ละส่วนออกมา	23
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนโดยรวมของการประมวลผลรูป	29
รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการตัดภาพใบหน้าออกจากฉากหลัง	30
รูปที่ 3.3 กราฟการกระจายสีผิวของบุคคลต่างๆ กัน	35
รูปที่ 3.4 กราฟการกระจายของสีผิวโดยวิธีการกระจายของเกาซ์เซียน	35
รูปที่ 3.5 ภาพขั้นตอนการตัดภาพใบหน้าออกจากฉากหลัง	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.6 แสดงการหาไอเกนวาลูร์ของภาพ	37
รูปที่ 3.7 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทดสอบการจดจำภาพด้วยวิธีไอเกนเฟซ	38
รูปที่ 3.8 ภาพบุคคลในฐานข้อมูล	40
รูปที่ 3.9 ภาพเฉลี่ยใบหน้าของบุคคลในฐานข้อมูล	40
รูปที่ 3.10 ภาพผลต่างใบหน้าของแต่ละบุคคลเทียบกับภาพเฉลี่ย	41
รูปที่ 4.1 (ซ้าย) ภาพต้นแบบ (ขวา) ภาพที่ได้จากการแยกสีผิวแบบสมบูรณ์	43
รูปที่ 4.2 (ซ้าย) ภาพต้นแบบ (ขวา) ภาพที่ได้จากการแยกสีผิวแบบไม่สมบูรณ์	43
รูปที่ 4.3 ภาพใบหน้าที่ตัด (detect) ออกจากฉากหลังได้ถูกต้อง	45
รูปที่ 4.4 ภาพใบหน้าที่ตัด (detect) ออกจากฉากหลังผิดพลาด คือภายที่กรอบสี่เหลี่ยมไม่ล้อมรอบ ตา จมูก ปาก อย่างสมบูรณ์	46
รูปที่ 4.5 ภาพใบหน้าที่ตัด (detect) ออกจากฉากหลังผิดพลาด ลักษณะของกรอบสี่เหลี่ยมล้อมรอบบริเวณกว้างกว่าใบหน้า	46
รูปที่ 4.6 ตัวอย่างภาพในฐานข้อมูลที่นำมาทดสอบ (จดจำได้ 100%)	47
a) ภาพในฐานข้อมูล	47
b) ภาพที่นำมาทดสอบซึ่งเป็นภาพเดียวกับภาพในฐานข้อมูล	47
รูปที่ 4.7 ตัวอย่างภาพใบหน้ายิ้มที่นำมาทดสอบแล้วจดจำได้	48
รูปที่ 4.8 ตัวอย่างภาพใบหน้าหลับตาที่นำมาทดสอบแล้วจดจำได้	49
รูปที่ 4.9 ตัวอย่างภาพใบหน้าใส่แว่นตาที่นำมาทดสอบแล้วจดจำได้	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่2.1 สรุปชนิดของรูปภาพและคลาสต่างๆ	19
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการหาประสิทธิภาพของการแยกสีผิว	42
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของการตัด(detect)ภาพใบหน้าออกจากฉากหลัง	44
ตารางที่4.3 ผลการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพใบหน้าที่มีในฐานข้อมูล	48
ตารางที่4.4 ผลการทดลองโดยใช้ภาพใบหน้ายิ้ม	48
ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองโดยใช้ภาพใบหน้าหลับตา	49
ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองโดยใช้ภาพใบหน้าใส่แว่นตา	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันนี้วิวัฒนาการทางด้านคอมพิวเตอร์ได้ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วมาก แต่การทำงานของคอมพิวเตอร์ก็ยังมีข้อจำกัดอยู่ คือคอมพิวเตอร์ไม่สามารถเรียนรู้และคิดเองได้เหมือนคน จากความต้องการที่จะให้คอมพิวเตอร์ทำงานได้เองเหมือนคน เพื่อที่จะนำคอมพิวเตอร์มาใช้งานแทนคนได้ ในงานที่มีความเสี่ยงสูง เพราะฉะนั้นจึงมีการคิดค้นหาวิธีการต่างๆ ที่จะสามารถทำให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้และคิดเองได้ และวิธีการของไอเกนเฟซ (Eigenfaces) โดยจะนำรูปภาพใบหน้าคนที่ได้ มาหาโควาเรียนเมทริกซ์, ไอเกนเวกเตอร์ และไอเกนวาลู่ร์ หลังจากนั้นนำภาพที่ต้องการทดสอบมาเปรียบเทียบค่าไอเกน ซึ่งค่าไอเกนที่ต่างกันน้อยที่สุด คือภาพที่ตรงกันกับภาพที่อยู่ในฐานข้อมูล และด้วยวิธีการเช่นนี้เองทำให้เราสามารถให้คอมพิวเตอร์รู้จัก และจดจำสิ่งที่เราต้องการให้จำได้

เมื่อคอมพิวเตอร์มีบทบาทกับชีวิตของมนุษย์มากขึ้น จึงได้มีการนำเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์นี้มาช่วยในงานต่างๆให้มนุษย์มีความสะดวกสบายมากขึ้น เช่น โครงงานการรู้จำภาพใบหน้าคนนี้ ได้นำระบบการมองเห็น (Vision System) มาประยุกต์ใช้กับ ไอเกนเฟซ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในระบบรักษาความปลอดภัย หรือ ควบคุมการทำงานของระบบต่างๆได้

1.1 รายละเอียดโดยย่อของโครงงาน

โครงงานการรู้จำภาพใบหน้าคนนี้ จะใช้วิธีไอเกนเฟซ ในการสอนให้คอมพิวเตอร์รู้จำภาพใบหน้าคนต่างๆ ที่ได้รับมาจากกล้องวีดีโอที่ต่อกับคอมพิวเตอร์ และนำมาประยุกต์ใช้กับระบบการมองเห็น เพื่อนำภาพใบหน้าคนเข้าสู่ระบบไอเกนเฟซและให้คอมพิวเตอร์จดจำ ในการประมวลผลรูปภาพใบหน้าเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูล และใช้โปรแกรมแมทแลปกับวิธีไอเกนเฟซ เพื่อให้คอมพิวเตอร์รู้จำภาพใบหน้าคนได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

สร้างโปรแกรมใช้งาน (Application) โดยใช้ โปรมแกรมแมทแลปและวิธีการของไอเกนเฟซ เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถรู้จำ บ่งชี้ภาพใบหน้าของแต่ละคนได้ ซึ่งจะรับหน้าคนมาจากกล้องวีดีโอที่ต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกมจะมีการทำงานดังนี้ คือทำการรับภาพใบหน้าคนจากกล้องวีดีโอ แล้วทำการปรับแต่งภาพให้แต่ละภาพมีองค์ประกอบส่วนที่ไม่ใช่ใบหน้าเหมือนกัน เพื่อให้เหลือแค่ตัวแปรเดียวคือใบหน้า จัดเก็บแต่ละภาพที่ได้ไว้ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ โดยสร้างฐานข้อมูลของในหน้าแต่ละคนขึ้นมา แล้วดำเนินการตามวิธีของไอเกนเฟซ เพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ให้รู้จำหน้าคน เมื่อคอมพิวเตอร์รู้จำภาพใบหน้าคนได้แล้วก็ทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรมเพื่อให้ใช้งานได้จริง ซึ่งมีรูปแสดงภาพรวมของโครงงานดังรูป 1.1 และ Block diagram แสดงรายละเอียดโดยย่อ ดังรูปที่ 1.2

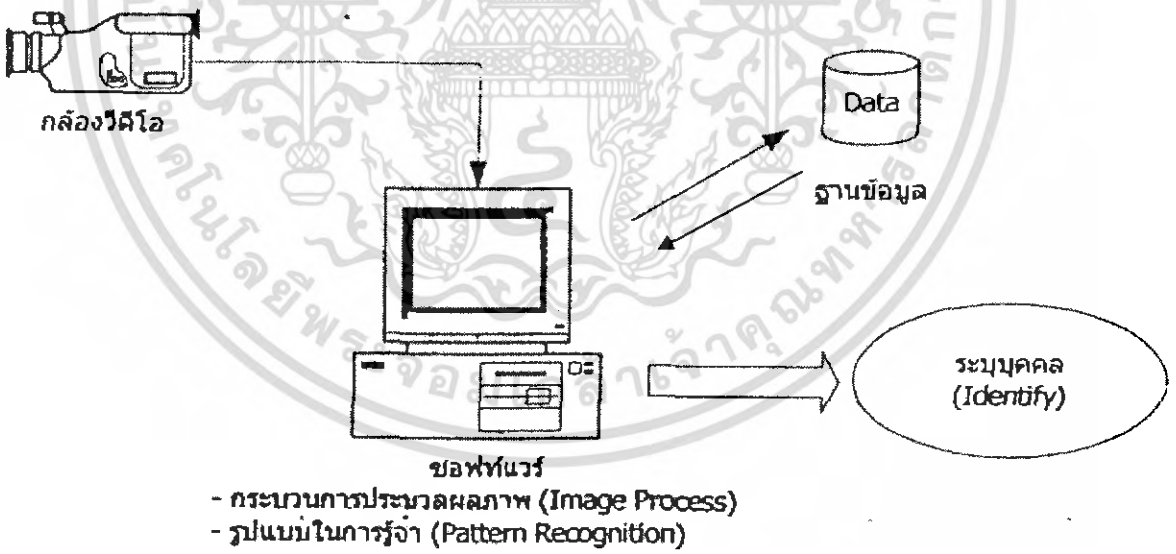
1.3 ขอบเขตของโครงงาน

เป็นการรับภาพหน้าคนจากกล้องวีดีโอที่ต่อกับคอมพิวเตอร์ และระยะห่างของกล้องวีดีโอกับคนถ่ายต้องอยู่ในระยะที่เหมาะสม มีแสงสว่างเพียงพอ เห็นใบหน้าชัดเจน คือต้องอยู่ในลักษณะที่หน้าตรงกับกล้องไม่ก้ม หรือไม่เอียงหน้า

จำนวนฐานข้อมูลของภาพใบหน้ามีจำนวน 10 คน และภาพที่นำมาทดสอบต้องเป็นภาพในลักษณะต่างๆของบุคคลในฐานข้อมูลนี้ โปรแกมจะต้องสามารถระบุบุคคลได้ถูกต้องตรงกับบุคคลที่มีในฐานข้อมูลเท่านั้น

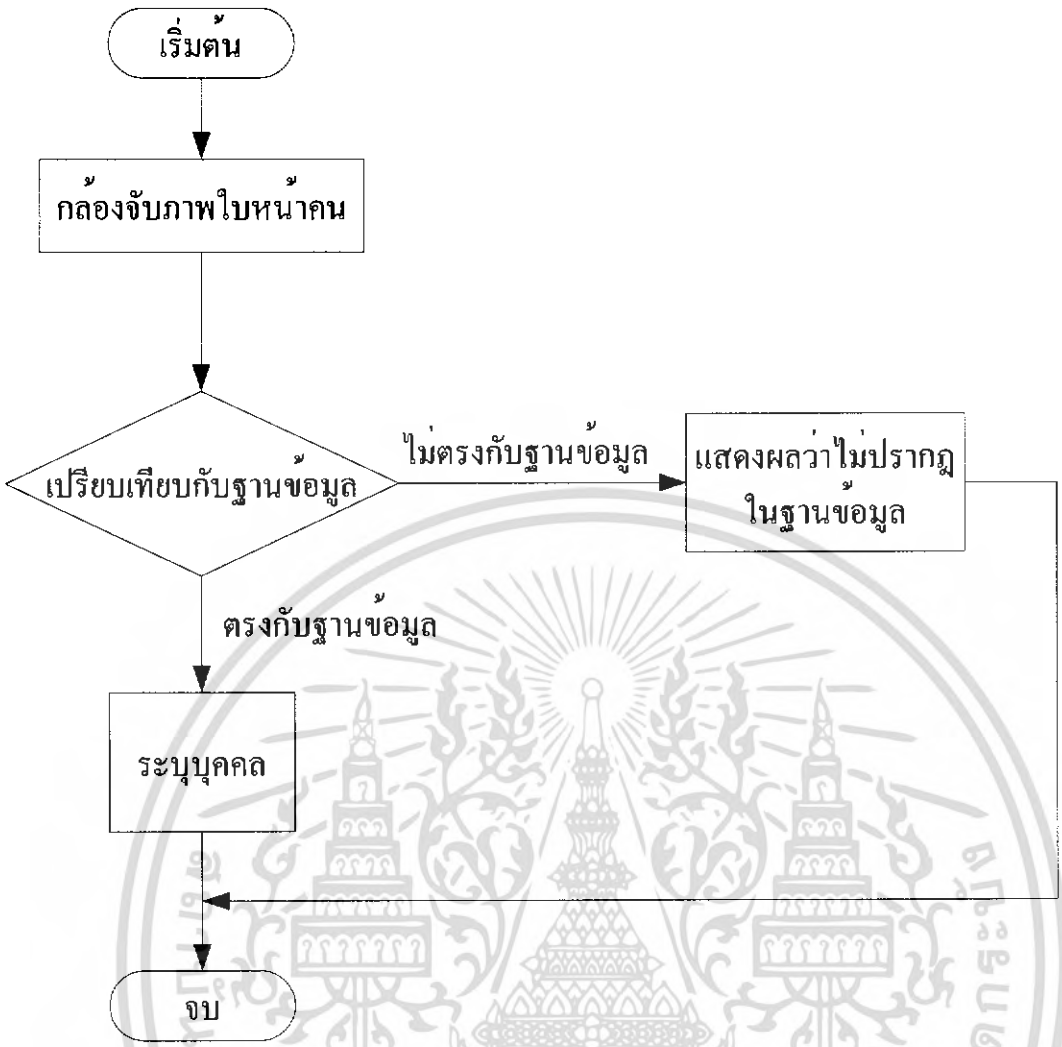
1.4 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถนำโครงงานนี้ไปประยุกต์ใช้ในงานระบบรักษาความปลอดภัย งานส่วนฐานข้อมูลการเก็บข้อมูลบุคคลและในส่วนของการอำนวยความสะดวกด้านต่างๆ



รูปที่ 1.1 แสดงภาพรวมของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.2 บล็อกไดอะแกรมแสดงรายละเอียดโดยย่อของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี และ หลักการเบื้องต้น

2.1 ระบบการมองเห็นภาพ (Vision System)

กลไกระบบการมองเห็นภาพ (Vision System) นั้น จะหมายความรวมถึงทุกสิ่งที่จำเป็นที่สามารถแปลงภาพนั้นๆเป็นรหัสดิจิตอล เพื่อนำมาใช้ในระบบคอมพิวเตอร์ได้, การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงข้อมูล และการเสนอภาพที่ได้มาหลังจากการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงข้อมูลแล้ว ระบบการมองเห็นภาพนี้ ความยุ่งยากจะขึ้นอยู่กับการใช้งาน ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

2.1 การได้มาซึ่งภาพ (Image Acquisition)

2.2 กระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing)

2.3 ผลที่ได้หรือการแสดงผล (Output or Display)

ในปัจจุบันได้มีการประยุกต์ใช้งานระบบการมองเห็นอยู่มากมาย เช่น การใช้บาร์โค้ต,การพิมพ์สิ่งพิมพ์ต่างๆ,การประยุกต์ใช้งานในโรงงาน

2.1.1 การได้มาซึ่งภาพ (Image Acquisition)

การได้มาซึ่งภาพ หมายถึง การแปลงภาพในลักษณะทางกายภาพ ให้เป็นเซตของข้อมูลทางดิจิตอล ซึ่งเซตของข้อมูลนี้จะถูกส่งไปยังหน่วยประมวลผลต่อไป ฟังก์ชันของการได้มาซึ่งภาพนี้แบ่งเป็น 4 เฟส คือ

1. การส่องสว่าง(Illumination)
2. รูปแบบของภาพ หรือ การทำให้ภาพชัดขึ้น (Image formation or Focusing)
3. การตรวจจับภาพ หรือ การรับภาพ (Image detection or Sensing)
4. รูปแบบผลของสัญญาณที่ได้จากกล้อง (Formatting camera output signal)

การส่องสว่างเป็นตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลต่อสัญญาณอินพุท (Input signal) ที่จะส่งต่อให้กับ ระบบการมองเห็นภาพ เพราะฉะนั้นเราจึงต้องออกแบบ ให้มีการส่องสว่างที่เหมาะสมกับการใช้งานที่แตกต่างกัน โดยที่ชนิดและวิธีการส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสง จะมีผลต่อกำลังงานของแสงที่ส่งออกมา ซึ่งจะมีผลต่อกระบวนการประมวลผลภาพ และผลของสัญญาณที่ได้รับ

2.1.2 กระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing)

การประมวลผลภาพ คือ การสร้างภาพใหม่โดยการแยกส่วนของข้อมูลที่เราสนใจ กับสิ่งรบกวน(Noise) ออกจากกัน โดยการทำงานพื้นฐานของการประมวลผลคือ การกำจัดสิ่งรบกวนของภาพ (Noise elimination), การปรับแต่งขอบภาพให้ดีขึ้น (Edge enhancement), การกรองภาพ (Filtering), การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงค่าระดับเกรย์ (Grey scale modification) โดยทั่วไปแล้ว จะใช้ฮาร์ดแวร์ในการประมวลภาพ แต่ถ้ามีการประมวลผลที่ซับซ้อนขึ้น ก็จะใช้ทั้ง ฮาร์ดแวร์ และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซอร์ฟแวร์ ซึ่งการซับซ้อนของการประมวลผลจะขึ้นอยู่กับลักษณะของการใช้งาน และจะมีวิธีการประมวลผล 3 อย่างคือ

1. ที่จุดเดียวกันในรูปภาพเดียวกัน(Point by point one image)

คือการสร้างภาพใหม่โดยการเปลี่ยนค่าแบบจุดต่อจุด โดยจุดหนึ่งคือจุดในภาพเดิม และอีกจุดคือจุดในรูปภาพใหม่ที่ได้รับการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงจากรูปภาพเดิมแล้ว เช่น การแปลงภาพในระบบเลขฐาน 2 จากจุดที่มีค่าเป็น 0 ถูกเปลี่ยนเป็น 1 และจากค่า 1 ถูกเปลี่ยนกลับเป็น 0

2. ที่จุดเดียวกันในรูปภาพที่แตกต่างกัน (Using corresponding points on different images)

คือการสร้างภาพใหม่โดยการ จับคู่แต่ละจุดจากแหล่งภาพ 2 แหล่ง หรือมากกว่า จุดของรูปภาพที่แตกต่างกันสองจุดนี้ จะนำมาลบกันเพื่อหาค่าที่เปลี่ยนแปลงไป ข้อมูลของจุดในภาพใหม่เกิดจากการรวมกันของตัวเลขที่แตกต่างกันของภาพ 2 แหล่งนั้น

3. ที่บริเวณจุดนั้นในภาพนั้น(Using regional points in one image)

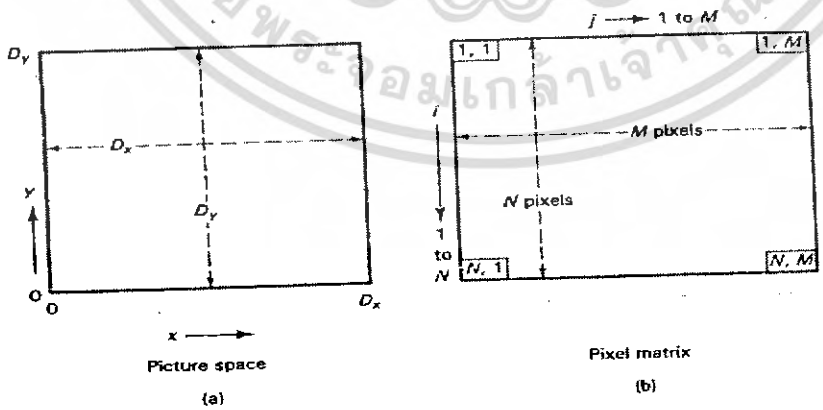
คือการสร้างภาพใหม่โดยการค่าเฉลี่ยรอบๆจุดนั้นในภาพนั้น ค่าของจุดในภาพใหม่ คือค่าเฉลี่ยของจุดในภาพนั้นอันเดิม

2.1.3 ผลที่ได้หรือการแสดงผล (Output or Display)

รูปแบบของการแสดงผลนั้นขึ้นอยู่กับว่า จะนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ต่อในลักษณะใด หรือแสดงผลอย่างไรจึงจะเหมาะสมที่สุด เช่น แสดงผลโดยการพิมพ์, การแสดงผ่านหน้าจอ,การแสดงผลในรูปแบบของสัญญาณควบคุม เป็นต้น

2.2 หลักการเบื้องต้นของการประมวลผล (Image Processing Fundamentals)

2.2.1 พิกเซล (Pixel)



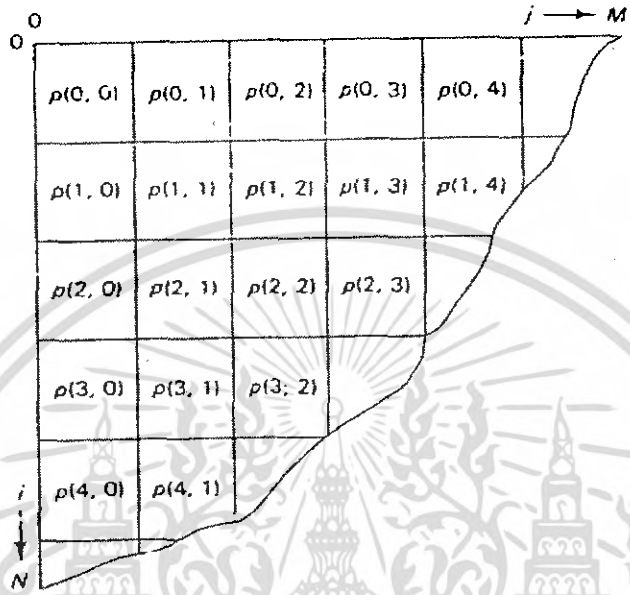
รูปที่ 2.1 พิกเซล a) แสดงลักษณะของภาพ b) แสดงลักษณะของตำแหน่งพิกเซล

เมื่อ $x=D_x/N$ ที่เพิ่มขึ้น, $y=D_y/M$ ที่เพิ่มข้น

N=จำนวนพิกเซลที่มากที่สุดในหลักหนึ่งๆ, M= จำนวนพิกเซลที่มากที่สุดในแถวหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในภาพหนึ่งๆ เราสามารถอธิบายได้ด้วยเมทริกซ์ของจุดพิกเซลขนาด $N X M$ โดยใช้คู่ลำดับ p(i,j) แทนค่าของจุดแต่ละจุด โดย i และ j ต้องไม่เป็นจำนวนสกาล่าร์ลบ และ p(i,j) นี้จะบ่งชี้ความเข้มข้นของแสงที่จุดนั้นๆของภาพ



รูปที่ 2.2 ดัชนีแสดงพิกเซลในเมทริกภาพๆหนึ่ง

ค่าที่กำกับแต่ละพิกเซลจะแสดงถึง ค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงในภาพ ที่จุดพิกเซลนั้น แทนอยู่ โดยที่ค่าของพิกเซลนี้จะเขียนแทนด้วย P_{ij} ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1

2.2.2 ตำแหน่งของพิกเซล (Pixel Location)

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ในภาพหนึ่งๆนั้น เราสามารถแทนอาเรย์ (Array) $N \times M$ และค่าในแต่ละพิกเซล จะหมายถึงค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงที่ตกกระทบถึงภาพที่จุดพิกเซลนั้น

ตัวอย่างเช่น ในรูปที่ 2.3 เป็นภาพขนาด 10 X 10 นิ้ว ถ้าไม่มีแสงตกกระทบบริเวณด้านบนของภาพ แต่มีแสงตกกระทบมากที่บริเวณส่วนล่างของภาพ เราจะใช้เลขฐานสองแทนค่าความเข้มของการส่องสว่าง คือ 0 แทนบริเวณที่ไม่ถูกแสงเลย และ 1 แทนบริเวณที่มีความเข้มของแสงมากที่สุด

ในรูปที่ 2.3 นี้ เป็นภาพที่ถูกเขียนแทนด้วยเมทริกซ์ขนาด 5✕4 (5 แถว, 4 หลัก) แต่ละองค์ประกอบของภาพมีขนาด 2.5✕2.0 นิ้ว และค่าในแต่ละองค์ประกอบของภาพนี้ จะขึ้นอยู่กับแสงที่ตกกระทบเฉลี่ยบนพื้นที่นั้น

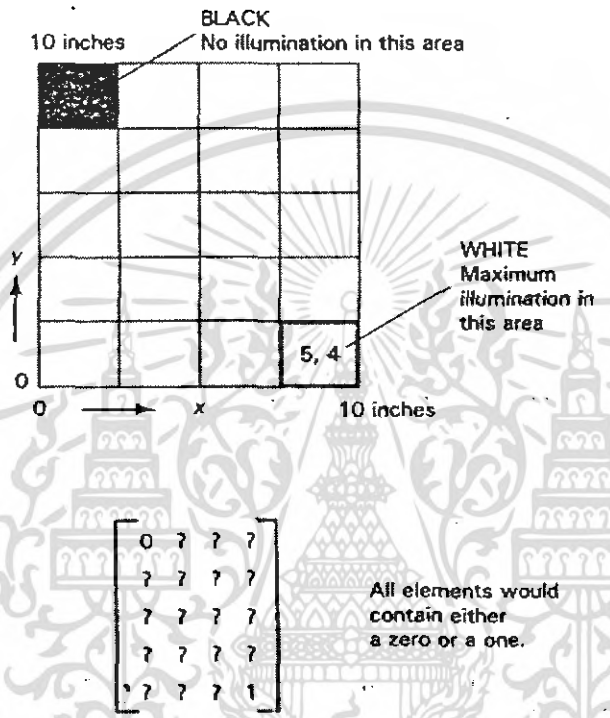
บริเวณองค์ประกอบที่มีขนาด 2.5✕2.0 นิ้ว ตรงส่วนมุมบนซ้ายของภาพ จะถูกแทนด้วยตำแหน่ง(1,1) ซึ่งในเมทริกซ์ 5✕4 มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าไม่มีแสงมาตกกระทบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณองค์ประกอบที่มีขนาด 2.5×2.0 นิ้วตรงส่วนมุมขวาล่างของภาพ จะถูกแทนด้วยตำแหน่ง(5×4) มีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่ามีความเข้มของการส่องสว่างสูงสุด

ถ้าใช้ระบบ 16 ระดับเกร์(16 Gray Level System) แทนระบบฐานสอง จะได้ว่าที่จุดพิกเซล (1,1) จะมีค่าเท่ากับ 0 และที่จุดพิกเซล (5×4)มีค่าเท่ากับ 15

ผู้ออกแบบจะต้องกำหนดค่าเทรชโฮล (Threshold value) ของความเข้มของการส่องสว่างที่จะใช้เป็นเกณฑ์ในการเปลี่ยนระดับจาก 0 เป็น 1



รูปที่ 2.3 a) ลักษณะของแสงที่ตกกระจายไม่เท่ากันบนพื้นผิวภาพ

b) ค่าพิกเซลของภาพบนพื้นผิวภาพ

2.3 ระดับเกรย์(Gray Scale)

หากเราต้องการค่าของข้อมูลที่ละเอียดมากขึ้น จะต้องเพิ่มจำนวนบิตในการแสดงค่าของแต่ละพิกเซล เช่น ถ้าต้องการแบ่งความเข้มของการส่องสว่างให้มี 4 ระดับก็ต้องใช้เลขฐานสอง 2 บิต, 4 บิต สำหรับ 16 ระดับ และ 8 บิต สำหรับ 256 ระดับ ซึ่งจำนวนระดับที่ใช้ในระดับเกรย์นี้ มักเป็นเลขยกกำลังของ 2 ส่วนคือค่าต่ำสุดคือ 0 ถูกกำหนดให้เป็นสีดำ และ 1 หรือตัวเลขที่น้อยกว่าค่าสูงสุดของระดับเกรย์อยู่ 1 (เช่น 15 สำหรับระดับเกรย์ 16 ระดับ) ถูกกำหนดให้เป็นสีขาว ค่าที่กำหนดให้ในแต่ละพิกเซลมักเป็นจำนวนเต็ม

Gray Scale	Gray Value Range
2^1 2 values	0 , 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2^3	8 values	0 to 7
2^4	16 values	0 to 15
2^8	256 values	0 to 255

ในยุคแรกๆของระบบการเห็นภาพ (Vision System) จะใช้ระบบเลขฐานสอง แต่ในปัจจุบัน เทคโนโลยีของไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessors) เข้ามามีบทบาทมากขึ้น ซึ่งในไมโครโปรเซสเซอร์จะมีหน่วยความจำอย่างน้อย 8 บิต เพราะฉะนั้นการแบ่งระดับเป็น 16, 64 หรือ 256 จึงเป็นเรื่องธรรมดา และในตอนนี้กำลังจะมากกว่า 256 ระดับ แต่ในการมองเห็นของมนุษย์สามารถแยกความแตกต่างได้เพียง 10 ถึง15 ระดับเท่านั้น ดังนั้นการแบ่งโดยละเอียดเป็น 64 หรือ 256 ทำให้มนุษย์ไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ จึงนำไปประยุกต์ใช้กับงานการประมวลผลภาพหรือใช้ในขบวนการทางอุตสาหกรรมต่างๆ

จึงอาจกล่าวได้ว่าจำนวนระดับเกรย์เป็นตัวจำกัดรายละเอียดของภาพ ยิ่งแบ่งระดับเกรย์เป็นหลายระดับ ก็จะยิ่งเพิ่มคุณภาพของภาพนั้นด้วย และการเพิ่มจำนวนพิกเซล เช่น จาก 32×32 เป็น 250×250 ก็จะเป็นการเพิ่มความระเอียด(Resolution) และรายละเอียด (Detail) ของภาพซึ่งจะแตกต่างจากการขยายภาพ (Zoom) เพราะการขยายภาพ เป็นการเพิ่มขยายของแต่ละพิกเซลให้ใหญ่ขึ้น ไม่ได้เป็นการเพิ่มจำนวนพิกเซล แต่การแบ่งระดับเกรย์เป็นการเพิ่มจำนวนของพิกเซล

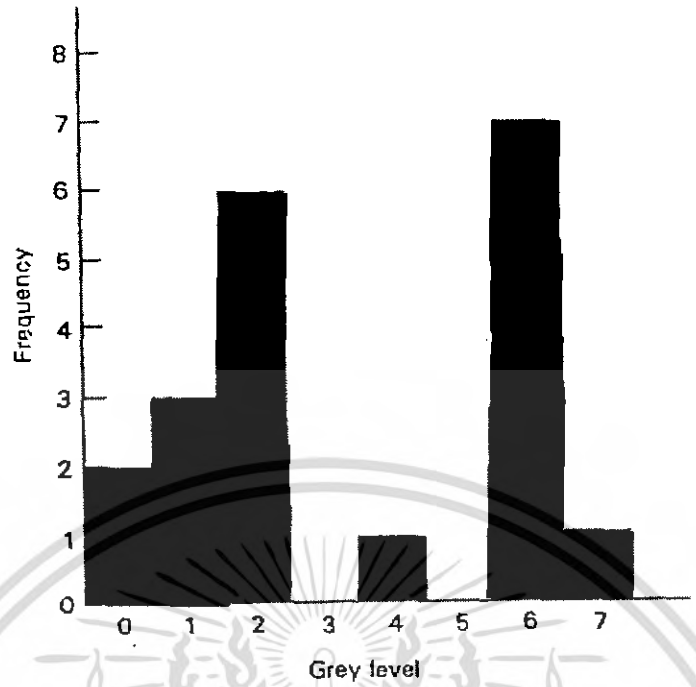
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างของระดับเกรย์ (Gray Scales)

2.4 ฮีสโตแกรม(Histogram)

ฮีสโตเกรมเป็นการแสดงให้เห็นถึงความถี่ของการนับจำนวนพิกเซล ที่มีค่าความเข้มแต่ละค่าหนึ่งๆ ในภาพระดับเกรย์ จากรูป 2.5 แกน x ในกราฟแสดงค่าระดับเกรย์ และแกน y แสดงค่าจำนวนพิกเซลในระดับเกรย์นั้น โดยฮีสโตแกรมมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ทำการดิจิไตซ์ (Digitizing)
2. นับจุดพิกเซลในแต่ละระดับเกรย์
3. พลอตกราฟระหว่างจำนวนจุดกับระดับเกรย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ฮีสโตแกรมของ 8 ระดับเกรย์ จากเมทริกซ์ 4 ✕ 5

รูปร่างของฮีสโตแกรมสามารถบอกลักษณะบางประการของภาพได้ เช่น ถ้าฮีสโตแกรมมีลักษณะที่แคบ จะหมายถึงขาดการคอนทราสต์ (Contrast,การแยกแยะความผิดแผกของสี) ในภาพนั้น

ฮีสโตแกรมมีประโยชน์ในการกำหนดระดับเทรชโฮล (Threshold) ซึ่งก็คือการเปลี่ยนภาพระดับเกรย์ให้เป็นภาพระบบเลขฐานสอง (Binary) หรือเพื่อปรับปรุงบางส่วนของสเปกตรัม (Spectrum) ของระดับเกรย์

2.5 การแปลงระดับเกรย์ (Gray-level Transformation)

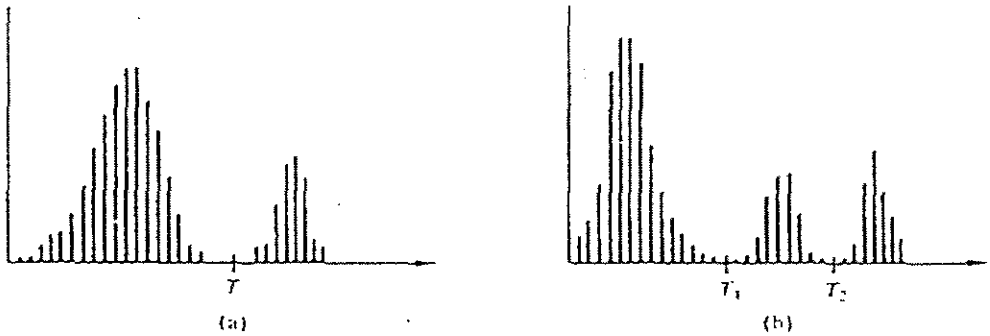
1. การเปลี่ยนแปลงความสว่าง (Global Alternative in brightness)

เป็นการใช้ค่าคงที่บวกหรือลบออกจากทุกพิกเซลของภาพ เพื่อเพิ่มหรือลดความสว่างของภาพ

2. การทำเทรชโฮล (Threshold)

เป็นการเปลี่ยนแปลงหรือหาแนวโน้มของค่าระดับเกรย์ในภาพเพื่อทำให้เป็นดีสครีท (Discreet) มากขึ้น โดยจะนำภาพมาทำฮีสโตแกรม แล้วกำหนดค่าระดับเกร์ที่แน่นอนขึ้นมาเพื่อที่จะเป็นจุดตัดทำเทรชโฮล จากนั้นจะทำการตัดหรือปัดส่วนของระดับเกรย์ที่เราไม่ต้องการออกไป ดังรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 ฮีสโตแกรมของระดับเกรย์ a) ใช้เทรชโฮล 1 จุด (Single Threshold)
b)ใช้เทรชโฮลหลายจุด (Multiple Threshold)

ประโยชน์ของเทรชโฮล ได้แก่ การทำให้เป็นภาพไบนารี หากดูจากรูปที่ 2.6 a) จุดที่อยู่ในช่วงทางซ้ายมือทั้งหมดของจุดตัดเทรชโฮล T จะถูกทำเป็นสีขาว และจุดในช่วงทางขวามือทั้งหมดจะถูกทำให้เป็นสีดำ หรือการช่วยให้หาขอบของภาพได้ง่ายขึ้น เป็นต้น แต่ทั้งนี้ก็เป็นการยากที่จะกำหนดจุดตัดเทรชโฮลที่ดีที่สุดออกมาได้

3. บันชิ่ง (Bunching) และการควอนไตซ์ (Quantize)

ในบางครั้งการบันช์ชิ่ง จะหมายรวมถึง การควอนไตซ์ ด้วยหรือใช้ลดระดับเกรย์ของภาพโดยไม่ต้องการลง

<u>หมายเหตุ</u> การควอนไตซ์ (Quantizing) และความผิดพลาด

การควอนไตซ์เป็นการประมาณค่าระดับเกรย์ให้เป็นจำนวนเต็ม ซึ่งจะเป็นไปตามกฎ คือ ถ้าเป็นจุดทศนิยมให้ปัดขึ้นทั้งหมด และการปัดนี้ก็คือความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

4. สปลิทติ้ง (Spliting)

เป็นการเพิ่มความแตกต่างระหว่าง 2 กลุ่มของระดับเกรย์ เช่น ถ้าเรามีตัวอักษรเขียนอยู่บนฉาก โดยตัวเลขมีระดับเกรย์ที่ 98 , ฉากมีระดับเกรย์ที่ 99 ซึ่งตาของมนุษย์ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างเพียงเท่านี้ได้ และจะได้ฮีสโทแกรมที่มีลักษณะแบน เพราะฉะนั้นจึงแก้ปัญหาด้วยการสปลิทฮีสโทแกรม โดยทำการดึงค่า 99 ขึ้นเป็น 120 และดึงค่า 98 เป็น80 ซึ่งจะทำให้ระหว่างตัวเลขและตัวอักษรมีความแตกต่างกันมากขึ้นจนสามารถสังเกตแยกแยะได้

เทคนิคนี้จะมีประโยชน์มากในกรณีที่เราต้องการดึงเอาเฉพาะบางส่วนของภาพออกมา

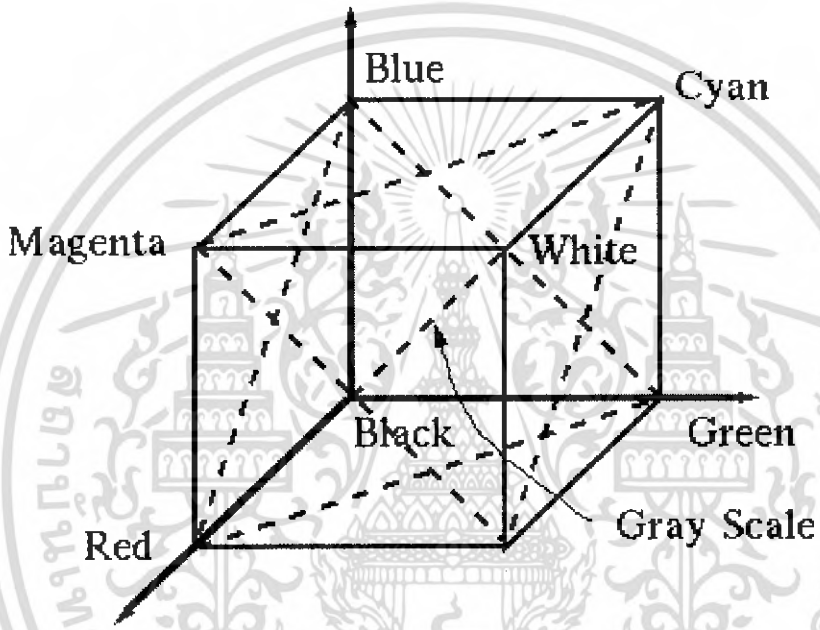
2.6 พื้นฐานและระบบของสีโมเดล RGB (Red , Green , Blue)

ในโมเดลนี้ สีแต่ละสีจะอยู่ในรูปแบบของสีปฐมภูมิ (แดง, เขียว ,น้ำเงิน) โมเดลนี้มีโครงสร้างอยู่ในระบบของพิกัดคาร์ทีเซียน (Cartesian Coordinate) มีลักษณะเป็นทรงลูกบาศก์ ดังรูปที่ 2.7 ค่าสีแดง, เขียว, น้ำเงิน จะอยู่ที่มุมทั้งสาม บนเส้นทแยงมุมตรงกันข้ามกัน และค่าสีคราม, มาเกนตา, เหลือง จะอยู่ที่มุมทั้งสามในลักษณะเดียวกัน ส่วนสีดำจะอยู่ที่จุดกำเนิด สีขาวอยู่ที่มุมที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะทางไกลที่สุดจากแหล่งกำเนิด ค่าสีคือจุดที่อยู่บนผิวหรือในลูกบาศก์ถูกกำหนดค่าโดยเวกเตอร์ที่ชี้ออกจากจุดกำเนิด เพื่อความสะดวกเราจะสมมุติให้ค่าสีถูกนอมอลไลซ์ (Normalize) ทั้งสามสี โดยให้มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ลูกบาศก์ที่แสดงในรูปที่ 2.7 นี้จึงเป็นลูกบาศก์หนึ่งหน่วย

ภาพในโมเดล RGB ประกอบด้วยภาพสามระนาบที่เป็นอิสระจากกัน สำหรับแต่ละสีปฐมภูมิเมื่อป้อนเข้าไปในมอนิเตอร์ (Monitor) ที่เป็นแบบ RGB ภาพทั้งสามสีจะรวมกันที่จอภาพกลายเป็นภาพสีผสม ดังนั้นการใช้โมเดล RGB ในการประมวลผลภาพนั้นจะสมเหตุสมผลเมื่อภาพถูกแยกออกโดยธรรมชาติให้อยู่ในเทอมของทั้งสามสี กล้องภาพสีส่วนใหญ่ที่ให้ภาพสีดิจิตอลจะอยู่ในรูปแบบของโมเดลสี RGB ดังนั้นโมเดลนี้จึงเป็นโมเดลที่สำคัญมากในการประมวลภาพ



รูปที่ 2.7 แสดงโมเดลสี RGB

2.7 บิตแมป (Bitmaps)

บิตแมปเป็นอาร์เรย์ของบิตเพื่อแสดงลักษณะของจุดพิกเซล(Pixel) ในที่นี้จะกล่าวถึงรูปแบบข้อมูลบิตแมปบนวินโดวส์ (Window) อย่างง่ายซึ่งมีด้วยกัน 2 ลักษณะคือ GDI bitmaps และ DIBs bitmaps

ในส่วนของ GID bitmaps นั้นถูกนำเสนอโดย Microsoft Foundation Class Library version 2.0 C bitmaps Class ตัวบิตแมปออปเจคจะเกี่ยวข้องกับโครงสร้างข้อมูลของวินโดวส์ ซึ่งถูกจักการภายใต้โมดูลวินโดวส์ GDI นั้นแสดงให้เห็นว่ามันขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ใช้งาน ในโปรแกรมเราสามารถทำสำเนาข้อมูลบิตแมป แต่การจัดเรียงตัวเลขของแต่ละบิตนั้น จะขึ้นอยู่กับฮาร์ดแวร์ที่ใช้งาน GDI bitmaps จะถูกรับส่งอย่างอิสระระหว่างโปรแกรมประยุกต์ภายในคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งๆ ได้ แต่ลักษณะที่ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ใช้งาน ดังนั้นการส่งผ่านโมเด็มหรือดิสก์จึงไม่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIB bitmaps เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของข้อมูลบิตแมปซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาในส่วนของการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน คอมพิวเตอร์เครื่องใดก็ตามที่ใช้งานวินโดวส์ สามารถที่จะประมวลผล DIB ได้ซึ่งโดยทั่วไปมักเก็บอยู่ในไฟล์ฟอร์แมต BMP เมื่อไฟล์ BMP ถูกอ่านขึ้นมาจากดิสก์ มันจะทำการแปลให้เป็น GDI bitmaps แต่โปรแกรมสามารถทำงานโดยตรงกับรูปแบบ DIB ได้เลยถ้าจำเป็น

2.8 ความสว่าง (Brightness)

ความสว่างเป็นคุณสมบัติของแสงที่มนุษย์เป็นผู้เป็นผู้กำหนดให้ระหว่างความสว่างมากที่สุดกับความมืด ความสว่างเป็นสิ่งที่รับรู้ได้แต่ไม่สามารถสัมผัสได้ ความสว่างสามารถรับรู้ได้เมื่อมีแสงตกกระทบกับเรตินารูปแท่งและรูปกรวยในตาของคนเรา ซึ่งจะก่อให้เกิดการตอบสนองที่ไม่เป็นเชิงเส้นและสลับซับซ้อน ความไวในการรับแสงของคนเราจะลดลงเมื่อแสงมีขนาดใหญ่มากขึ้น สำหรับความสว่างที่อยู่ในรูปภาพ สามารถแสดงได้โดย Brightness Histogram ซึ่งเป็นกราฟการกระจายตัวของกลุ่มตัวเลข ในกราฟนี้จะแสดงถึงระดับสีเทาของแต่ละพิกเซลที่อยู่ในรูปภาพ หรืออาจจะกล่าวได้ว่าเป็นการแสดงให้เห็นถึงจำนวนพิกเซลในรูปภาพที่อยู่ในแต่ละระดับของสีเทาว่ามีอยู่จำนวนเท่าไร

2.9 ชนิดของรูปภาพในกล่องเครื่องมือของโปรแกรมแมทเลป

เครื่องมือในการประมวลผลรูปภาพรองรับพื้นฐาน 4 อย่างของรูปภาพคือ

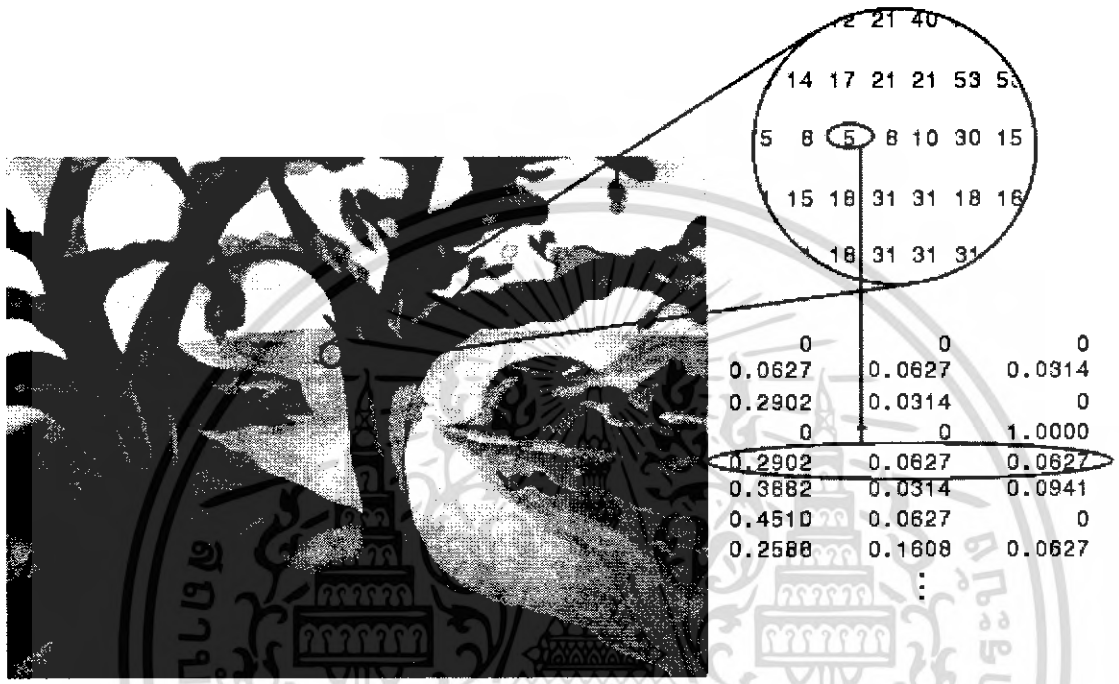
- ดัชนีรูปภาพ (Index images)
- ความหนาแน่นของรูปภาพ(Intensity image)
- ไบนารีของรูปภาพ(Binary images)
- อาร์จีบีของรูปภาพ(RGB images)

2.9.1 ดัชนีรูปภาพ

ดัชนีรูปภาพประกอบไปด้วยเมทริกข้อมูล X และเมทริกซ์ของสีที่จะนำไปเทียบเคียงเมทริกซ์ของข้อมูลสามารถแบ่งออกเป็นคลาสของ uint8 , uint16 , หรือ double ส่วนเมทริกซ์ของสีนั้นจะเป็นอาร์เรย์ขนาด m×3 ของคลาส double ที่ประกอบด้วยเลขทศนิยมที่อยู่ในช่วง[0,1] แต่ละแถวของการเทียบเคียงนั้นจะระบุคอมโพเนนท์ สีแดง, สีเขียว และสีน้ำเงิน ของแต่ละสีนั้น ดัชนีรูปภาพจะใช้การเทียบเคียงโดยตรง ของแต่ละค่านั้นไปยังค่าเทียบเคียงสี สีในแต่ละพิกเซลบนรูปภาพนั้นจะถูกกำหนดโดยใช้ค่าที่มีลักษณะเช่นเดียวกับข้อมูล X เป็นดัชนีในการเทียบเคียง ค่าของจุดแรกแทนแถวแรกในการเทียบเคียง ค่าของจุดที่สองแทนแถวที่สอง และเป็นเช่นนี้เรื่อยไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเทียบเคียงสีมักจะถูกเก็บด้วยดัชนีรูปภาพและจะถูกนำมาใช้อย่างอัตโนมัติกับรูปภาพเมื่อเรียกใช้ฟังก์ชัน imread อย่างไรก็ตามในการใช้งานนั้น ไม่ได้ถูกจำกัดการใช้งานเฉพาะค่าพื้นฐานของการเทียบเคียงสีเท่านั้น แต่ยังสามารถเรียกใช้งานค่าใดๆ ในการเทียบเคียงสีได้ รูปภาพดังต่อไปนี้แสดงถึงโครงสร้างของดัชนีรูปภาพ พิกเซลที่อยู่ในรูปภาพจะถูกแสดงด้วยเลขจำนวนเต็ม ซึ่งจะชี้ไปยังค่าของสีที่เก็บอยู่ในการเทียบเคียงสีนั้น



รูปที่ 2.8 ค่าของพิกเซลชี้ไปยังค่าเทียบเคียงสีในดัชนีรูปภาพ

- **คลาสและค่าออฟเซตของการเทียบเคียงสี**

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อยู่ในเมทริกซ์รูปภาพกับค่าในการเทียบเคียงสีนั้นขึ้นอยู่กับคลาสของเมทริกซ์รูปภาพถ้าเมทริกซ์รูปภาพเป็นคลาสของ double ค่าของจุดแรกจะชี้ไปยังแถวแรกของการเทียบเคียง ค่าของจุดที่สองจะชี้ไปยังแถวที่สอง และเป็นเช่นนี้เรื่อยไป ถ้าเมทริกซ์รูปภาพเป็นคลาสของ uint 8 หรือ uint16 มันจะเป็นค่าออฟเซต ค่าของจุด 0 จะชี้ไปยังแถวแรกของการเทียบเคียงสี ค่าของจุดที่หนึ่งจะชี้ไปยังแถวที่สอง และเป็นเช่นนี้เรื่อยไป

ค่าออฟเซตมักจะถูกใช้ในไฟล์ที่มีรูปแบบเป็นกราฟฟิกเพื่อจะทำให้จำนวนของสีที่สามารถรองรับได้มีมากที่สุด จากภาพข้างบนนี้ เมทริกซ์รูปภาพเป็นคลาส double เพราะมันไม่มีออฟเซต ดังนั้นค่าของจุดที่ห้าจะชี้ไปยังแถวที่ห้าของการเทียบเคียง

- **ข้อจำกัดของการใช้ uint16**

ในกล่องเครื่องมือนั้นจะมีข้อจำกัดของการใช้ดัชนีรูปภาพที่เป็นคลาส uint16 เราสามารถที่จะอ่านรูปภาพนี้เข้าไปยังโปรแกรมแมทแลป และแสดงมันได้ แต่ก่อนที่จะทำกระบวนการของดัชนี รูปภาพแบบ uint16 จะต้องทำการเปลี่ยนให้เป็น double หรือ uint8 เสียก่อน ในการที่จะ

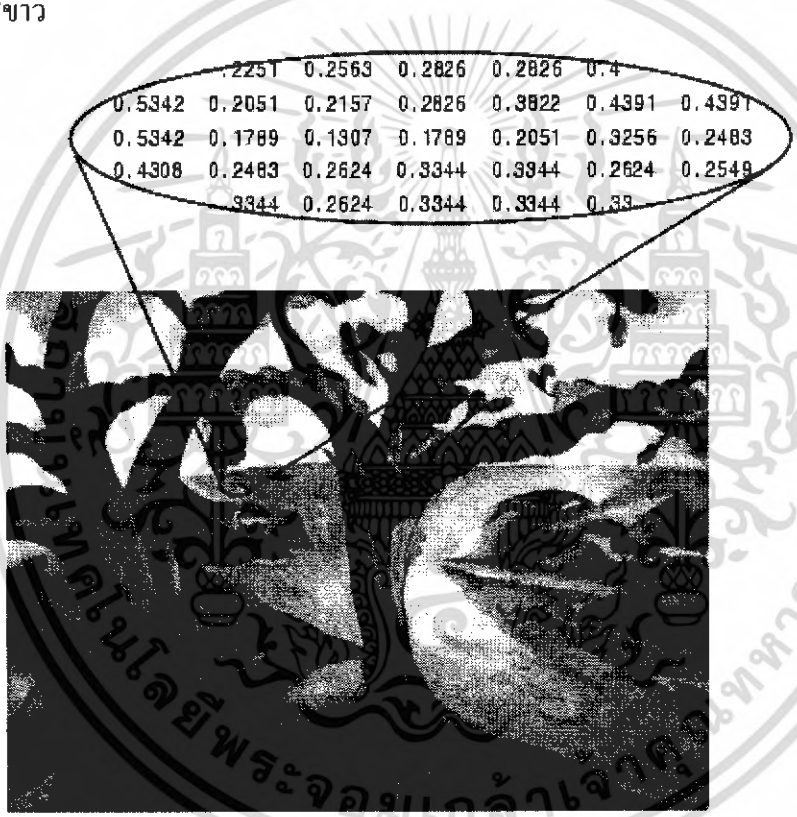
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนเป็น double ให้เรียกใช้ im2double เพื่อที่จะลดรูปภาพไปเป็น 256 สีหรือน้อยกว่านั้น (uint8) เรียก imapprox

2.9.2 ภาพความเข้มของแสง

ความเข้มของแสงของรูปภาพคือเมทริกซ์ข้อมูล I ซึ่งค่าของมันนั้นจะแทนความเข้มของแสงภายในระยะหนึ่งๆ โปรแกรมแมทแลปจะเก็บค่าความเข้มของแสงของรูปภาพเป็นเมทริกซ์เดี่ยว โดยที่แต่ละค่าในเมทริกซ์ นั้นจะมีลักษณะเช่นเดียวกับหนึ่งพิกเซลในรูปภาพ เมทริกซ์สามารถเป็นคลาสของ double, uint8 หรือ uint16

ค่าที่อยู่ในเมทริกซ์ความเข้มของแสงจะแทนความหนาแน่นที่หลากหลาย หรือระดับสีเทา (Gray levels) โดยค่าความหนาแน่น 0 มักจะแทนด้วยสีดำ และค่าความหนาแน่น 1,256 หรือ 65535 มักแทนด้วยสีขาว



รูปที่ 2.9 ค่าพิกเซลในความเข้มของแสงของรูปภาพกำหนดระดับของสีเทา

2.9.3 ไบนารีของรูปภาพ

ในไบนารีของรูปภาพ แต่ละพิกเซลจะสมมติให้เป็นหนึ่งในสองค่าที่ไม่ต่อเนื่อง ค่าสองค่านี้จะเป็นลักษณะของเปิด หรือปิด ไบนารีของรูปภาพจะถูกเก็บในในเมทริกซ์สองมิติของ 0 (ปิดพิกเซล) และ 1 (เปิดพิกเซล)

ไบนารีของรูปภาพถูกพิจารณาเป็นชนิดพิเศษของความหนาแน่นของรูปภาพ ซึ่งประกอบด้วยสีขาวและดำเท่านั้น อย่างไรก็ตาม เราสามารถคิดถึงไบนารีของรูปภาพเป็นลักษณะของดัชนีรูปภาพที่มีเพียงสองสีเท่านั้นก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไบนารีของรูปภาพจะถูกเก็บเป็นอาร์เรย์ของคลาส double หรือ uint8 (ในกล่องเครื่องมือไม่รองรับไบนารีของรูปภาพที่เป็นคลาส uint16) อาร์เรย์ของคลาส uint8 โดยทั่วไปแล้วจะถูกนำมาใช้มากกว่าอาร์เรย์ของคลาส double เพราะ uint8 ใช้หน่วยความจำน้อยกว่ามาก ในกล่องเครื่องมือการประมวลผลภาพ ฟังก์ชันใดๆ ที่คืนค่ากลับมาเป็นไบนารีของรูปภาพจะคืนค่ากลับมาเป็นอาร์เรย์ของ uint8 ถ้าแฟลกเปิดใช้งานอยู่ ระยะของข้อมูลจะเป็น [1,0] ถ้าแฟลกปิดใช้งาน ระยะข้อมูลเป็น[0,255]

รูปที่ 2.10 พิกเซลในไบนารีของรูปภาพมีค่าที่เป็นไปได้สองค่า คือ 0 หรือ 1

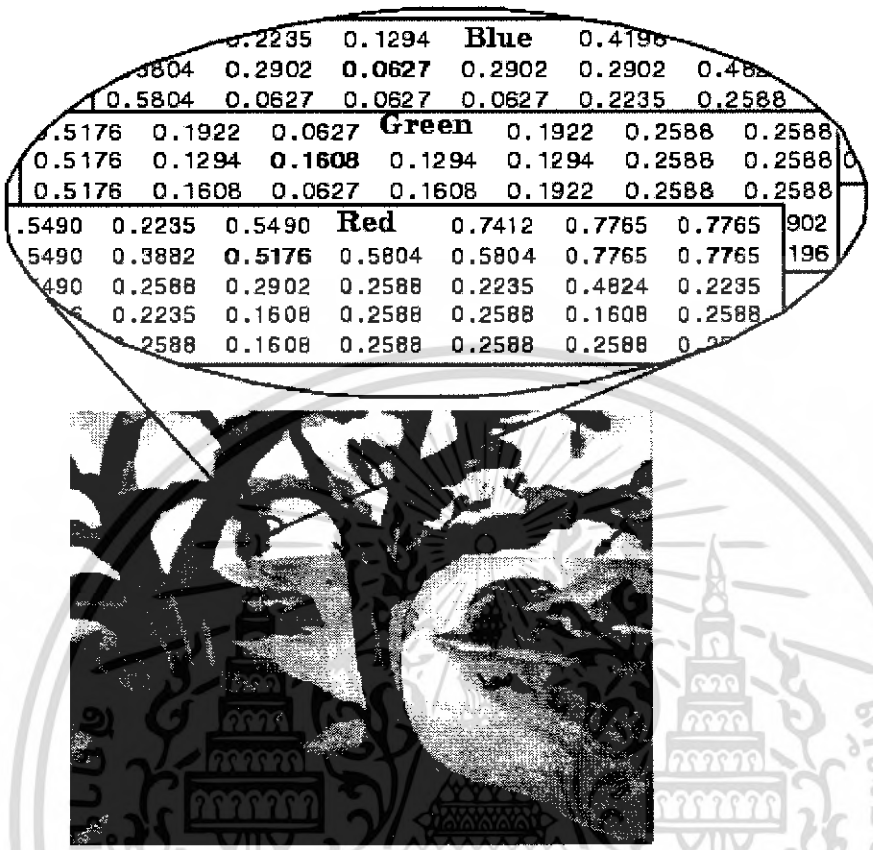
2.9.4 อาร์จีบีของรูปภาพ

อาร์จีบีของรูปภาพ หรืออาจเรียกเป็น สีแท้จริงของรูปภาพ (truecolor image) จะถูกเก็บในโปรแกรมแมทแลป เป็นอาร์เรย์ m×n×3 ซึ่งจะกำหนดคอมโพเนนท์สีแดง, สีเขียวและสีน้ำเงินสำหรับแต่ละพิกเซล อาร์จีบีของรูปภาพไม่ได้ใช้แพทเลตของสี สีในแต่ละพิกเซลจะถูกกำหนดโดยการรวมกันของความหนาแน่นของสีแดง, สีเขียว และสีน้ำเงินที่เก็บอยู่ในแต่ละระนาบของสีที่ตำแหน่งของแต่ละพิกเซล รูปแบบไฟล์กราฟฟิกจะเก็บอาร์จีบีของรูปภาพเป็น 24 บิต ซึ่งแต่ละคอมโพเนนท์ของสีแดง, สีเขียว และสีน้ำเงินจะมีขนาด 8 บิต ซึ่งจะทำให้เกิกจำนวนของสีที่เป็นไปได้ 16 ล้านสี เนื่องจากความละเอียดนี้เอง เราจึงสามารถแทนรูปภาพต่างๆที่พบเห็นได้ในชีวิตจริงด้วยรูปภาพแบบสีแท้จริง

อาร์เรย์อาร์จีบีใน MATLAB สามารถแบ่งเป็นคลาสของ double, uint8 หรือ uint16 ในอาร์เรย์อาร์จีบีที่เป็นคลาส double แต่ละคอมโพเนนท์ของสีจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 พิกเซลที่มีค่าคอมโพเนนท์ของสีเป็น (0,0,0) จะแสดงเป็นสีดำ และพิกเซลที่มีค่าคอมโพเนนท์ของสีเป็น(1,1,1) จะแสดงเป็นสีขาว คอมโพเนนท์ของสีทั้งสามสำหรับแต่ละพิกเซลนั้นจะถูกเก็บเป็นอาร์เรย์ขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามมิติตัวอย่างเช่น คอมโพเนนท์ของสีแดง, สีเขียว และสีน้ำเงินของพิกเซล (10,5) จะถูกเก็บใน อาร์จีบี (10,5,1),อาร์จีบี (10,5,2) และอาร์จีบี (10,5,3) ตามลำดับ



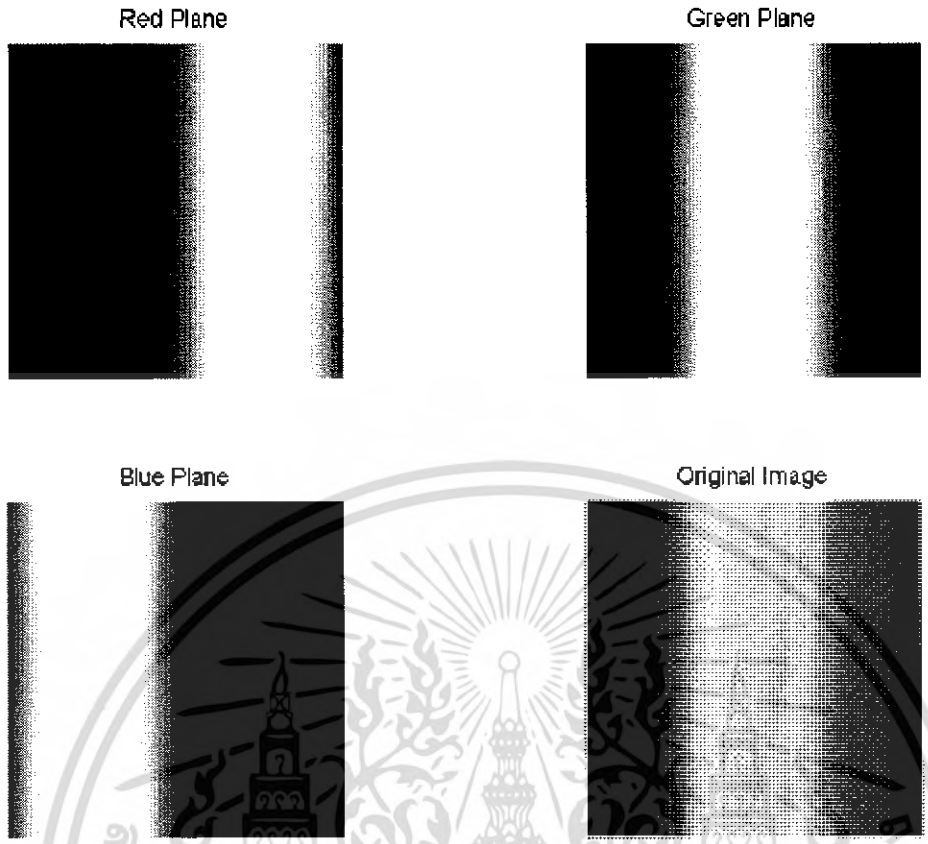
รูปที่ 2.11 ระนาบสีของรูปภาพอาร์จีบี

ในการกำหนดสีของพิกเซลที่จุด(2,3) จะต้องดูที่อาร์จีบีที่เก็บใน (2,3,1:3) สมมติว่า (2,3,1) ประกอบไปด้วยค่า 0.5176 (2,3,2) ประกอบไปด้วยค่า 0.1608 และ(2,3,3) ประกอบไปด้วยค่า 0.0627 ดังนั้นสีของพิกเซลที่จุด(2,3) คือ 0.1576 0.1608 0.0627 เพื่อที่จะแสดงหลักการของระนาบสีสามสีในอาร์จีบีของรูปภาพนั้น โคดที่อยู่ข้างล่างนี้เป็นตัวอย่างของการสร้างอาร์จีบีของรูปภาพที่ประกอบด้วยการไม่รบกวนกันของพื้นที่ในสีแดง , สีเขียวและสีน้ำเงิน จากนั้นจึงสร้างรูปภาพสำหรับแต่ละระนาบของสี (แดง,เขียวและน้ำเงิน) โดยจะแสดงแต่ละระนาบของสีที่แยกจากกัน และยังแสดงถึงรูปภาพต้นฉบับด้วย

```
RGB=reshape(ones(64,1)*reshape(jet(64),1,192),[64,64,3]);
R=RGB(:,:,1);
G=RGB(:,:,2);
B=RGB(:,:,3);
imshow(R)
figure,imshow(G)
figure,imshow(B)
figure,imshow(RGB)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.12 ระนาบสีที่แยกจากกันของรูปภาพอาร์จีบี

ในแต่ละสีระนาบสีที่แยกจากกันในรูปภาพประกอบไปด้วยพื้นที่ของสีขาว สีขาวนี้จะแสดงถึงค่าสูงสุดของแต่ละสีที่แยกจากกัน ตัวอย่างเช่น ในรูปภาพที่เป็นระนาบของสีแดง สีขาวจะแสดงถึงค่าสูงสุดของสีแดง ในขณะที่สีแดงถูกผสมด้วยสีเขียวหรือสีน้ำเงิน พิกเซลที่เป็นสีเทาจะปรากฏออกมา ส่วนพื้นที่ที่เป็นสีดำในรูปภาพนั้นจะแสดงค่าของพิกเซลที่ไม่มีค่าของสีแดงอยู่เลย

2.10 รูปภาพที่เป็นมัลติเฟรมอาร์เรย์

ในโปรแกรมประยุกต์บางตัวนั้น จำเป็นต้องททำงานร่วมกับรูปภาพจำนวนมากที่เกี่ยวข้องกับเวลาของการเปิดดู เช่น Magnetic Resonance Imaging(MRI) หรือ เฟรมของภาพยนตร์เป็นต้น

ในกล่องเครื่องมือการประมวลผลภาพนั้นรองรับการเก็บรูปภาพจำนวนมากในอาร์เรย์เดียวกัน แต่ละรูปภาพที่แยกจากกันจะเรียกว่าเฟรม ถ้าอาร์เรย์รองรับหลายเฟรม มันจะถูกนำมาต่อกันเป็นขนาด 4 มิติ เช่น อาร์เรย์ของภาพห้าภาพที่มีอาร์จีบีแบบ 400×300 จะเป็น 400×300×3×5 สำหรับมัลติเฟรมที่มีความหนาแน่นหรือดัชนีรูปภาพที่เหมือนกันจะเป็น 400×300×1×5

โดยการใช้คำสั่ง cat ในการเก็บรูปแต่ละรูปที่แยกจากกันในไฟล์ของมัลติเฟรม เช่นถ้ามีกลุ่มของรูปภาพ A1,A2,A3,A4 และ A5 เราสามารถที่จะเก็บทั้งหมดนี้ภายในอาร์เรย์เดียวโดยใช้คำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
73174

A=cat(4,A1,A2,A3,A4,A5)

เมื่อต้องการที่จะแยกแต่ละเฟรมออกจากรูปภาพที่เป็นมัลติเฟรม ตัวอย่างเช่น มีรูปภาพที่เป็นมัลติเฟรม MULTI คำสั่งต่อไปนี้จะทำการแยกเฟรมที่สามออกมา

FRM3=MULTI(:,:,:,3)

ในรูปภาพที่เป็นมัลติเฟรมอาร์เรย์นั้น แต่ละรูปต้องมีขนาดที่เท่ากันและมีจำนวนของระนาบที่เท่ากันด้วย ในดัชนีรูปภาพที่เป็นมัลติเฟรม แต่ละรูปจะต้องใช้การเทียบเคียงเดียวกัน

2.10.1 ข้อจำกัดในการใช้มัลติเฟรม

ฟังก์ชันจำนวนมากในกล่องเครื่องมือนั้นจะทำงานเฉพาะสองหรือสามมิติแรกเท่านั้น เราสามารถที่จะใช้อาร์เรย์ขนาดสี่มิติด้วยฟังก์ชันต่อไปนี้ได้ แต่จำเป็นต้องทำงานแต่ละเฟรมโดยแยกจากกัน เช่นตัวอย่างนี้เป็นการแสดงเฟรมที่เจ็ดในอาร์เรย์ MULTI

Imshow(MULTI(:,:,:,7))

ถ้าเราส่งอาร์เรย์ไฟยังฟังก์ชันและอาร์เรย์นั้นมีมิติมากกว่าการทำงานที่ฟังก์ชันกำหนดไว้ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นไม่อาจคาดเดาได้ ในบางกรณีฟังก์ชันจะทำงานในเฟรมแรกของอาร์เรย์อย่างถูกต้องแต่ในกรณีอื่นๆผลลัพธ์ที่เกิดจากการทำงานนั้นอาจไม่มีความหมายอะไร

2.11 สรุปชนิดของรูปภาพและคลาสต่างๆ

ตารางนี้เป็นการสรุปวิธีที่ โปรแกรมแมทแลป แปลข้อมูลเมทริกซ์เป็นสีของพิกเซล ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของรูปภาพและคลาสที่ใช้ในการเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดรูปภาพ	คลาส double	คลาส uint8 หรือ uint16
ไบนารี	รูปภาพเป็นอาร์เรย์ขนาด m*n ของหนึ่งกับศูนย์ซึ่งเฟลกจะเปิดใช้งาน	รูปภาพเป็นอาร์เรย์ขนาด m*n ของหนึ่งกับศูนย์ ซึ่งแฟลกจะเปิดใช้งานกล่องเครื่องมือไม่รองรับรูปภาพไบนารีที่เป็น uint16
ดัชนี	รูปภาพเป็นอาร์เรย์ขนาด m*n ของเลขจำนวนเต็มที่อยู่ในช่วง [1,p] การเทียบเคียงสีเป็นอาร์เรย์ขนาด p*3 ของเลขทศนิยมซึ่งค่าอยู่ในช่วง[0,1]	รูปภาพเป็นอาร์เรย์ขนาด m*n ของเลขจำนวนเต็มที่อยู่ในช่วง [0,p-1] การเทียบเคียงสีเป็นอาร์เรย์ขนาด p*3 ของเลขทศนิยมซึ่งค่าอยู่ในช่วง [0,1]
ความหนาแน่น	รูปภาพเป็นอาร์เรย์ขนาด m*n ของเลขทศนิยมซึ่งค่าเป็นความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นโดยทั่วไปค่าอยู่ในช่วง[0,1] การเทียบเคียงสีเป็นขนาดp*3 ของเลขทศนิยมซึ่งค่าอยู่ในช่วง[0,1]และเป็นระดับของสีเทา	รูปภาพเป็นอาร์เรย์ขนาด m*n ของเลขจำนวนเต็มซึ่งค่าเป็นความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นโดยทั่วไปค่าจะอยู่ในช่วง [0,255] หรือ [0,65535] การเทียบเคียงสีเป็นอาร์เรย์ขนาด p*3 ของเลขทศนิยมซึ่งค่าอยู่ในช่วง [0,1] และเป็นระดับของสีเทา
อาร์จีบี (สีแท้จริง)	รูปภาพเป็นอาร์เรย์ขนาด m*n*3 ของเลขทศนิยมซึ่งค่าอยู่ในช่วง[0,1]	รูปภาพเป็นอาร์เรย์ขนาด m*n*3 ของเลขจำนวนเต็มซึ่งค่าอยู่ในช่วง[0,255] หรือ [0,65535]

ตารางที่2.1 สรุปชนิดของรูปภาพและคลาสต่างๆ

2.12 Skin Color Model

ขั้นตอนในการแยกสีผิวของคนออกจากพื้นที่ที่ไม่ใช่ผิว ซึ่งจะใช้ความแตกต่างของสี เราจำเป็นจะต้องมีรูปแบบของสีผิวที่เชื่อถือได้ ที่สามารถจะปรับให้เหมาะสมกับสีผิวและแสงที่ส่องผ่านของแต่ละคนที่มีความแตกต่างกัน ต่อไปนี้จะอธิบายรูปแบบของสีผิวที่ใช้ในการแบ่งผิว

การแสดงภาพสีโดย ทั่ว ๆ ไปจะแสดงในโหมด RGB ซึ่งไม่มีความเหมาะสมเพียงพอในการบอกคุณลักษณะของสีผิว ส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วน (R,G,B) ไม่ได้แสดงถึงสีเท่านั้น แต่ยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถแสดงถึงระดับความเข้มของแสงด้วย ค่าความเข้มของแสงอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงตามแสงที่อยู่รอบ ๆ ตัวที่ส่องผ่านหน้าของคน ๆ หนึ่งแต่ก็ไม่สามารถนำไปใช้แยกผิวออกจากพื้นที่ที่ไม่ใช่ผิว การแสดงสีแบบโครแมติก (Chromatic) ซึ่งรู้จักกันดีว่าสีบริสุทธิ์ซึ่งจะไม่มีองค์ประกอบของความเข้มของแสงมาเกี่ยวข้อง โดยนิยามได้ดังนี้

$$r = R/(R+G+B)$$

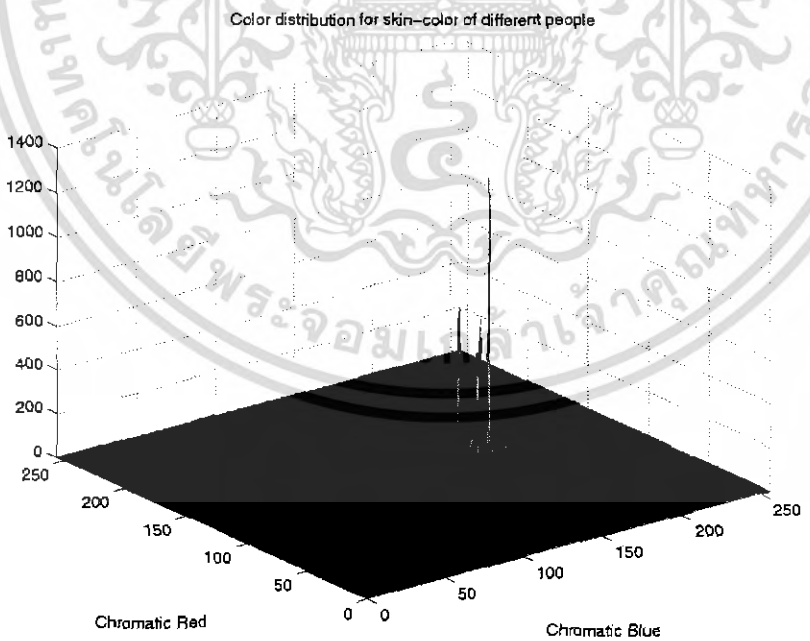
$$b = B/(R+G+B)$$

หมายเหตุ: สำหรับ g ไม่จำเป็นต้องคำนวณ เนื่องจากสามารถหาได้จาก r+g+b=1

สีโครแมติกมีประโยชน์มากในการนำไปประยุกต์ใช้ โดยเฉพาะกรณีนี้ที่ได้นำมาประยุกต์ในการแยกสีผิวของคนออกจากพื้นที่ที่ไม่ใช่ผิว การกระจายของสีผิวของคนแต่ละคนจะแตกต่างกันถึงแม้ว่าจะมีความแตกต่างกันแต่ก็มีผลน้อยกว่าผลที่เกิดจากความแตกต่างของความสว่างของแสง ดังนั้นเราควรที่จะใช้สีโครแมติกในการแยกสีผิว

ก่อนอื่นนำภาพมาลดสัญญาณรบกวนโดยใช้ Low-pass filtered

$$\frac{1}{9}\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$



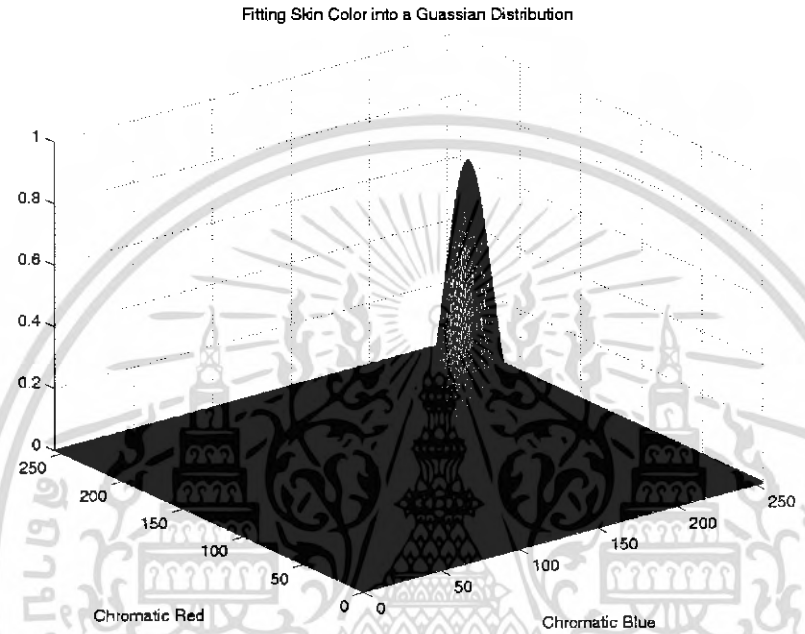
รูปที่ 2.13 กราฟการกระจายสีผิวของบุคคลต่างๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.13 แสดงให้เห็นถึงการกระจายของสีผิวโดยวิธีโครแมติกของบุคคลต่างๆ ซึ่งจากฮิสโตแกรมจะเห็นได้ว่าการกระจายของสีจับกันเป็นกลุ่มก้อน สามารถแสดงการกระจายนี้ได้โดยใช้แบบจำลองเกาส์เซียน (Gaussian Model N(m,C)) ดังนี้

Mean: $m=E(x)$ โดย $x=(r\ b)^T$

Covariance $C=E\{(x-m)(x-m)^T\}$



รูปที่ 2.14 กราฟการกระจายของสีผิวโดยวิธีการกระจายของเกาส์เซียน

การกระจายโดยวิธีของเกาส์เซียน (Gussian Distribution) ทำให้เราสามารถทราบช่วงความเป็นไปได้ของแต่ละพิกเซลที่จะถือเป็นสีผิว นั้นคือถ้าแต่ละพิกเซลแปลงจาก สี RGB ไปเป็นสีโครแมติก ซึ่งจะให้ค่าของ (r,b) ความเป็นไปได้ของแต่ละพิกเซล(Skin-liklihood) สามารถคำรวณได้จากสมการดังนี้

$$\text{Likelihood} = P(r,b) = \exp[-0.5(x-m)^T C^{-1}(x-m)]$$

โดยที่ : $x=(r,b)^T$

ดังนั้นแบบจำลองของสีผิวนี้สามารถที่จะแปลงจากภาพสีไปเป็นภาพเกรย์สเกล (grayscale) โดยที่แต่ละค่าของพิกเซลของเกร์สเกล แสดงให้เห็นถึงค่าความเป็นไปได้ของแต่ละพิกเซลที่จะเป็นสีผิวจากภาพสี หากบริเวณที่มีสีเหมือนสีผิวมากจะมีความเป็นไปได้มาก ภาพ skin-likelihoodจะแสดงเป็นสีขาว และลดหลั่นลงมาเป็นระดับของสีเทา (ดังรูปที่ 2.15) ซึ่งหากใช้ค่าเทรลโฮลที่เหมาะสม จะสามารถที่จะแปลงภาพจากเกรย์สเกลไปเป็นภาพไบนาริ่เสเกล (binary scale) ซึ่งสามารถที่จะแสดงบริเวณที่เป็นผิวกับบริเวณที่เป็นผิวกับบริเวณที่ไม่ใช่ผิวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 Skin Segmentation

ในการที่จะตัดส่วนที่เป็นผิวออกมา จะต้องเริ่มจากการแปลงภาพต้นแบบที่เป็นภาพสีให้เป็นภาพเกรย์สเกลก่อน ซึ่งเรียกว่าการทำภาพ skin-likelihood โดยใช้ค่าที่ได้จากสมการในส่วนหัวข้อ 2.12 ดังตัวอย่างรูปที่ 2.15

รูปที่ 2.15 รูปต้นแบบ แสดง skin-likelihood

จากรูปที่ 2.15 จะเห็นได้ว่าบริเวณที่เป็นผิว (เช่น หน้า มือ และแขน) จะมีความสว่างมากกว่าบริเวณที่ไม่ใช่ผิว และบริเวณที่ไม่ใช่สีผิวจะไม่พิจารณาอีกต่อไป โดยจะแสดงเป็นสีดำ

เมื่อบริเวณที่เป็นสีผิวมีความสว่างมากกว่าบริเวณอื่นๆ ทำให้สามารถแยกได้โดยการใช้ค่าเทรชโฮล เมื่อแต่ละคนมีสีผิวที่ต่างกันก็จะให้ค่าการกระจายของสีผิวต่างกัน ในขบวนการปรับค่าเทรชโฮลนี้จะต้องปรับค่าให้เหมาะสมตามสีผิวของแต่ละบุคคล ไม่สามารถใช้ค่าเทรชโฮลที่คงที่เพียงค่าเดียวกับทุกคนได้ วิธีที่ใช้หาค่าเทรชโฮลที่เปลี่ยนแปลงไปตามสีผิวของแต่ละคนได้จะเรียกว่า Adaptive Thresholding และค่าเทรชโฮลที่เหมาะสมกับแต่ละคนกับแต่ละคนจะเรียกว่า optimal threshold

ในการปรับค่าเทรชโฮลนั้นหากปรับค่าให้ลดลง ก็จะเพิ่มบริเวณที่เลือก โดยบริเวณที่เลือกจะเพิ่มขึ้นน้อยลง (โดยกำหนดให้บริเวณผิวที่ต้องการเป็น 100 เปอร์เซ็นต์) แต่หากค่าเทรชโฮลต่ำเกินไป บริเวณที่เลือกให้เป็นสีผิวก็จะมีมากเกินความเป็นจริง คือจะรวมบริเวณที่ไม่ใช่ สีผิวเข้าไปด้วย ดังนั้นบริเวณที่ถูกเลือกจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในโปรแกรมที่เราออกแบบจะใช้ค่าเทรชโฮลจาก 0.55 จนถึง 0.05 โดยจะลดลงทีละ 0.1 การเปลี่ยนแปลงของค่า เทรชโฮลที่ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของบริเวณที่เลือกน้อยที่สุดจะถือว่าเป็นค่าเทรชโฮลที่เหมาะสมของคนนั้น หรือเรียกว่าค่า optimal threshold นั้นเอง

ในการใช้เทคนิค Adaptive Thresholding นี้จะเป็นการแยกบริเวณที่เป็นผิวและไม่ใช่ผิวได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.16 ภาพ skin-likelihood

ภาพที่ผ่านการแยกสีผิว (skin-segmented image) หรือภาพไบนารี

โดยวิธีนี้ บริเวณที่มีสีใกล้เคียงสีผิวแต่ไม่ใช่ผิวเนื้อคนก็จะถูกรวมเข้ามาด้วย เช่น ฉากหลัง หรือ เสื้อผ้า ดังนั้นจะต้องมีการแยกแต่ละบริเวณที่ถูกเลือกออกมาจากภาพ แล้วมาทำการประมวลผลต่อไป

2.14 Skin Regions

การที่จะหาบริเวณผิวหน้าจากรูป skin-segmented image ตามที่เราต้องการ ซึ่งรูปนั้นจะเป็นภาพไบนารี แต่ละส่วน (segment) ที่เป็นสีขาว จะถูกแยกพิจารณาทีละส่วน โดยการสร้างรูปใหม่ที่มีแต่ส่วนนั้น คือจะมีเพียงส่วนเดียวที่เป็นสีขาว ส่วนอื่นจะถูกตัดออกไปก่อนโดยให้เป็นสีดำ เพื่อใช้ในการประมวลผล

รูปที่ 2.17บริเวณผิวที่ต้องการแยก

หลังจากใช้การแยกแต่ละส่วนออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.17 แสดงให้เห็นถึงบริเวณผิวที่แยก โดยวิธี Skin Regions หลังจากการทดลองหลายๆรูปแล้วทำให้ทราบได้ว่าบริเวณผิวหน้าจะต้องมีรู (hole) อย่างน้อย 1 รูในส่วนของผิวหน้านั้น ในการที่จะหาจำนวนรูภายในบริเวณนั้นสามารถคำนวณได้จาก Euler number

$$E= C-H$$

โดย E คือ Euler number

C คือ จำนวนของ connected components

H คือ จำนวนของที่ว่าง(holes) ในบริเวณที่ต้องการ

เราสามารถใช้โปรแกรม MATLAB ในการหาคำนวณหา Euler number ในกรณีนี้เรากำหนดให้จำนวนของ connected components (ได้แก่ผิวหนัง) เป็น 1 ทำให้สามารถคำนวณค่าจำนวนของรูได้ดังนี้

$$H=1-E$$

ถ้าในบริเวณที่กำลังพิจารณามีมากกว่า 1 รู เราสามารถวิเคราะห์หาคุณสมบัติในบริเวณเฉพาะนั้น โดยเราจะต้องสร้างรูปใหม่โดยให้มีเฉพาะบริเวณนั้น นอกนั้นกำหนดให้เป็นสีดำแล้วทำการหาขนาดของบริเวณนั้น ในโครงงานนี้จะกำหนดให้ผิวหน้าเป็นบริเวรสีผิวที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในภาพ ดังนั้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ที่สุดจะถูกกำหนดให้เป็นส่วนที่ผิวหน้าเลย

เมื่อได้ส่วนที่ประกอบด้วยผิวหน้าแล้ว เราจะต้องคำนวณหาความกว้างและความสูงของส่วนนั้นก่อน เพื่อคำนวณหาอัตราส่วนความสูงต่อความกว้าง (height to width ratio) ซึ่งบริเวณที่เป็นใบหน้าคนนั้น จากการทดลอง จะมีอัตราส่วนมากกว่า 0.8 แต่น้อยกว่า 1.6 (ในโครงงานนี้จะใช้ค่าสูงสุดของอัตราส่วนเป็น 1.3) หากมีค่าอัตราส่วนมากกว่า 1.3 เราจะกำหนดอัตราส่วนใหม่ให้เป็น 1.3 และหากอัตราส่วนน้อยกว่า 0.8 เราจะกำหนดอัตราส่วนใหม่ให้เป็น 1 เพื่อลดความผิดพลาดที่จะเกิดจากบริเวณที่แยกออกมามีส่วนของฉากหลังหรือส่วนของคอและเสื้อผ้าติดมาด้วย โดยเฉพาะฉากหลังที่มีความกว้างและสูงมากเกินไป จะทำให้ผลการหาใบหน้าผิดพลาดได้มาก ดังนั้นเราจะต้องพิจารณาหาค่าจุดศูนย์กลางของบริเวณที่แยกออกมาใหม่ร่วมด้วย แล้วกำหนดจุด coordinate ที่จะใช้เพื่อดีกรอบสี่เหลี่ยมเพื่อที่แสดงใบหน้าใหม่ โดยใช้ระยะทางที่น้อยที่สุดจากศูนย์กลางมาถึงขอบทั้งซ้าย ขวา บน และล่าง ซึ่งจะทำให้กรอบมีขนาดเล็กลงให้พอดีกับใบหน้า

2.15ทฤษฎีและการวิธีการใช้ไอแกนเฟซ

2.15.1 วิธีของไอแกนเฟซ

โครงหน้าของมนุษย์มีลักษณะองค์ประกอบที่คล้ายคลึงกัน โดยประกอบด้วย ผมตาจมูก ปาก โหนกแก้ม และอื่นๆ และตำแหน่งของอวัยวะต่างๆ ก็อยู่ในตำแหน่งที่คล้ายคลึงกันบนใบหน้าของแต่ละบุคคล หลักการจดจำใบหน้าของวิธีไอแกนเฟซ คือการนำข้อมูลที่สัมพันธ์กันภายในรูปของใบหน้ามาใช้เปรียบเทียบกันระหว่างใบหน้าของบุคคลที่นำมาทดสอบ กับบุคคลในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การที่เราจะแทนรูปภาพใบหน้าด้วยด้วยเวกเตอร์ที่มีความยาว และจำนวนพิกเซลมาก ซึ่งเวกเตอร์นี้จะมีรายละเอียดที่มากเกินไป ทำให้เกิดอิมเมจสเปซที่มีขนาดใหญ่ซึ่งไม่ใช่วิธีที่เหมาะสมที่สุด ที่จะต้องคำนวณข้อมูลขนาดใหญ่นั้น

จากการที่โครงหน้าของมนุษย์มีลักษณะองค์ประกอบที่คล้ายคลึงกัน และจะรวมกันอยู่เป็นกลุ่มในบริเวณแคบๆ ดังนั้น จึงทำการแทนรูปใบหน้าด้วยเวกเตอร์ที่มีความยาวลดลง ทำให้ได้อิมเมจสเปซมีขนาดเล็กลงด้วยวิธีการไอแกนเฟซ โดยจะทำการหาภาพใบหน้า โดยจะทำการหาภาพใบหน้าพื้นฐาน หรือก็คือไอเกนเฟซซึ่งในอิมเมจสเปซจะประกอบด้วยไอเกนเวกเตอร์ดังกล่าวนั้น

2.15.2 หลักการทางคณิตศาสตร์

กำหนดรูปภาพในฐานข้อมูลคือ Γ_1 ,Γ_2 , ...,Γ_M เมื่อ M เป็นจำนวนบุคคลในฐานข้อมูล

กำหนดให้ Ψ คือค่าเฉลี่ยของรูปภาพ

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

ทุกๆรูปภาพจะมีความแตกต่างจากกันจากค่าเฉลี่ย $\Phi_i = \Gamma_i - \Psi$, i=1,2,...M

เมื่อรูปภาพถูกพิจารณาเป็นเวกเตอร์ที่มีขนาดความยาวเท่ากับจำนวนพิกเซลของภาพ ไอเกนวาลูร์ (λ_k) และไอเกนเวกเตอร์ (U_k) โดยที่

$$CU_K = \lambda_k U_K$$

$$U_k^t U_k = \begin{pmatrix} 1 & k = n \\ 0 & k \neq n \end{pmatrix}$$

โดยที่โควาเรียนเมทริกซ์ของข้อมูลคือ

$$C = \frac{1}{M}\sum_{i=1}^{M}\Phi_i^T\Phi_i = AA^T$$

$$A = [\Phi_1, \Phi_2, ..., \Phi_M]$$

C มีขนาดเป็น $wh \times wh$ เมื่อ w คือความกว้างของรูปภาพ และ h คือความสูงของรูปภาพ ขนาดของเมทริกซ์นี้จะใหญ่มาก แต่ $A^T A$ มีขนาด M×M เท่านั้น เราสามารถหาไอเกนวาลูร์ (λ_k) และไอเกนเวกเตอร์ (V_k) ของ $A^T A$ ได้จำนวน M ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15.3 ขั้นตอนในการระบุตัวบุคคล

หลังจากขั้นตอนในการคำนวณไอเกนวาลูร์(λ_k) และไอเกนเวกเตอร์ (V_k) ของ $A^T A$ ซึ่งมีจำนวน M ค่า ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากบุคคลในฐานข้อมูล เมื่อมีภาพบุคคลที่ทำการทดสอบจะทำการแปลงภาพใบหน้าที่ทำการทดสอบเป็นเวกเตอร์ผลต่าง(Φ)

โดย $\Phi = \Gamma - \Psi$ เมื่อ Γ คือ ภาพใบหน้าบุคคลที่นำมาทดสอบ

Ψ คือ *ภาพเฉลี่ยบุคคลในฐานข้อมูล*

จากนั้นทำการแทนเวกเตอร์ผลต่างของบุคคลที่ทดสอบ (Φ) ลงในแต่ละหลักของเมทริกซ์ A ทำการคำนวณเมทริกซ์ $A^T A$ ที่ได้นี้ รวมทั้งคำนวณหาไอเกนวาลูร์(λ_k)ของเมทริกซ์ $A^T A$ ที่เกิดจากการแทนเวกเตอร์ผลต่าง(Φ)ลงในหลักต่างๆของเมทริกซ์ A โดยทำตั้งแต่หลักที่ 1 ถึงหลักที่M

นำไอเกนวาลูร์ (λ_k)ของเมทริกซ์ $A^T A$ ที่เกิดจากการแทนเวกเตอร์ผลต่าง(Φ) ลงในแต่ละหลักของเมทริกซ์ A มาทำการคำนวณหาค่าระยะห่างระหว่างไอเกนวาลูร์ของฐานข้อมูล (Eig_i) กับไอเกนวาลูร์ที่เกิดจากการแทนเวกเตอร์ผลต่าง $(EigN_i)$ ลงในแต่ละหลักของเมทริกซ์ A

โดยที่ ระยะห่างที่ N= $\sqrt{\sum_{i}^{10}\left[(Eig_i - EigN_i)^2\right]}$

เมื่อ N คือหลักที่นำเวกเดอร์ผลต่าง(Φ)แทนลงในเมทริกซ์ A

ค่าระยะห่างที่เกิดจากการแทนเวกเตอร์ผลต่าง(Φ) ลงในหลักใดของเมทริกซ์ A มีค่าน้อยที่สุด จะสามารถระบุได้ว่าบุคคลที่ทดสอบเป็นบุคคลเดียวกันกับบุคคลในแถวนั้น

2.15.4 ค่าเจาะจง และเวคเตอร์เจาะจง (Eigenvalue & Eigenvector)

ถ้า A เป็นเมทริกซ์จัตุรัสขนาด n x n และค่า X คือเวกเตอร์ที่ไม่ใช่เวกเตอร์ศูนย์ จะเรียก X ว่าเป็น “เวกเตอร์เจาะจง (eigenvector)” ของ A

ถ้า AX เป็นผลคูณของสเกลาร์กับ X กล่าวคือ AX= λ X สำหรับบางค่าสเกลาร์ λ จะเรียก λ ว่า “ค่าเจาะจง (eigenvalue)” ของ A และเรียกเวคเตอร์ X ว่าเป็นเวคเตอร์เจาะจงที่สมนัยกับ λ

**เวคเตอร์ X= $\begin{pmatrix}1\\2\end{pmatrix}$ เป็นเวคเตอร์เจาะจงของ A= $\begin{pmatrix}3 & 0\\8 & -1\end{pmatrix}$

ที่สมนัยกับ ค่าเจาะจง λ=3

เมื่อ AX= $\begin{pmatrix}3 & 0\\8 & -1\end{pmatrix}\begin{pmatrix}1\\2\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}3\\6\end{pmatrix}$=3X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **การหาค่าเจาะจง และเวคเตอร์เจาะจงของเมทริกซ์ขนาด n x n**

จากทฤษฎีที่กล่าวมา AX= λ X

สามารถเขียนใหม่เป็น AX= λ IX

หรือ (A- λ I)X =0

สำหรับ λ ที่เป็นค่าเจาะจง(eigenvalue) จะต้องมีค่าไม่เท่ากับศูนย์

และค่าX ที่เป็นเวคเตอร์เจาะจง(eigenvector) จะต้องไม่เป็นเวคเตอร์ศูนย์

ดังนั้นจากสมการจะสามารถมีค่าเป็นศูนย์ก็ต่อเมื่อ

$$\det(A-\lambda I)=0 \text{ หรือ } |A-\lambda I|=0$$

สมการดังกล่าวคือ "สมการลักษณะเฉพาะ (characteristic equation)" ของเมทริกซ์ A โดยที่ค่า λ ที่สอดคล้องกับสมการนี้ก็คือ ค่าเจาะจงของA นั่นเอง

เมื่อทำการกระจายค่า| A- λ I| ออกมาจะได้เป็นพหุนามที่อยู่ในรูปของ λ ซึ่งเรียกว่า " พหุนามลักษณะเฉพาะ (characteristic polynomial)" λ ของเมทริกซ์ A

- **ตัวอย่างในการหาค่าเจาะจงและเวคเตอร์เจาะจง**

<u>ตัวอย่างที่ 1</u> จงหาค่าเจาะจงและเวคเตอร์เจาะจงของเมทริกซ์ $A=\begin{pmatrix}1 & 2\\ 2 & 1\end{pmatrix}$

<u>วิธีทำ</u>

$$|A-\lambda I|=\begin{pmatrix}1 & 2\\ 2 & 1\end{pmatrix}-\lambda\begin{pmatrix}1 & 0\\ 0 & 1\end{pmatrix}$$

$$=\begin{pmatrix}1-\lambda & 2\\ 2 & 1-\lambda\end{pmatrix}$$

ดังนั้นพหุนามลักษณะเฉพาะของ A คือ

$$\det(A-\lambda I)=\begin{vmatrix}1-\lambda & 2\\ 2 & 1-\lambda\end{vmatrix}$$

$$(\lambda+1)(\lambda-3)=0$$

ผลเฉลยของสมการคือ λ =-1และ λ =3 ซึ่งเป็นค่าเจาะจงของ A

สามารถหาเวคเตอร์เจาะจงได้จาก(A- λ I)X=0

สำหรับ λ =-1จะได้

$\begin{pmatrix}2 & 2\\ 2 & 2\end{pmatrix}\begin{pmatrix}X_1\\ X_2\end{pmatrix}=0$ เมื่อ $\begin{pmatrix}X_1\\ X_2\end{pmatrix}$ เป็นเวคเตอร์เจาะจง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$2X_1 + 2X_2 = 0$$

$$X_1 = -X_2$$

ดังนั้นเวคเตอร์เจาะจงที่สมนัยกับ λ =-1 คือ k$\begin{pmatrix} -1 \\ -1 \end{pmatrix}$

เมื่อ k เป็นค่าคงที่ที่ไม่เท่ากับศูนย์

สำหรับ λ =3 จะได้

$\begin{pmatrix} -2 & 2 \\ -2 & 2 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} = 0$ เมื่อ $\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix}$ เป็นเวคเตอร์เจาะจง

$$-2X_1 + 2X_2 = 0$$

$$X_1 = -X_2$$

ดังนั้นเวคเตอร์เจาะจงที่สมนัยกับ λ =3 คือ n$\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$

เมื่อ n เป็นค่าคงที่ ที่ไม่เท่ากับศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ขั้นตอนการประมวลผลรูปภาพ

3.1 สรุปกระบวนการตามขั้นตอนการทำงาน

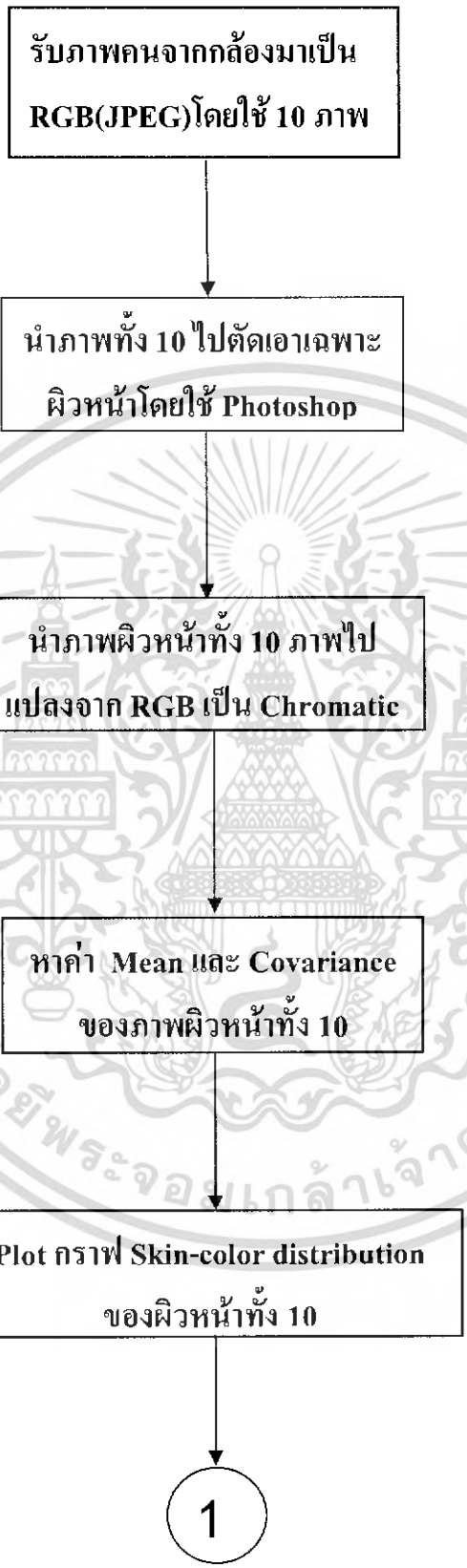
การทำงานของโปรแกรม เริ่มจากการรับภาพจากกล้องวิดีโอ โดยที่ฉากหลังเป็นแบบไหนก็ได้ (ไม่ต้องกำหนดสีพื้น) แต่ต้องถ่ายในที่ที่มีแสงเพียงพอ และในรูปจะต้องมีใบหน้าคนเพียงคนเดียว และจะบันทึกรูปทั้งหมดเป็น JPEG Format จากนั้นใช้กระบวนการไอเกนเฟซในการจดจำภาพบุคคล

ขั้นตอนการประมวลผลรูปภาพจะแสดงได้เป็นบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนโดยรวมของการประมวลผลรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

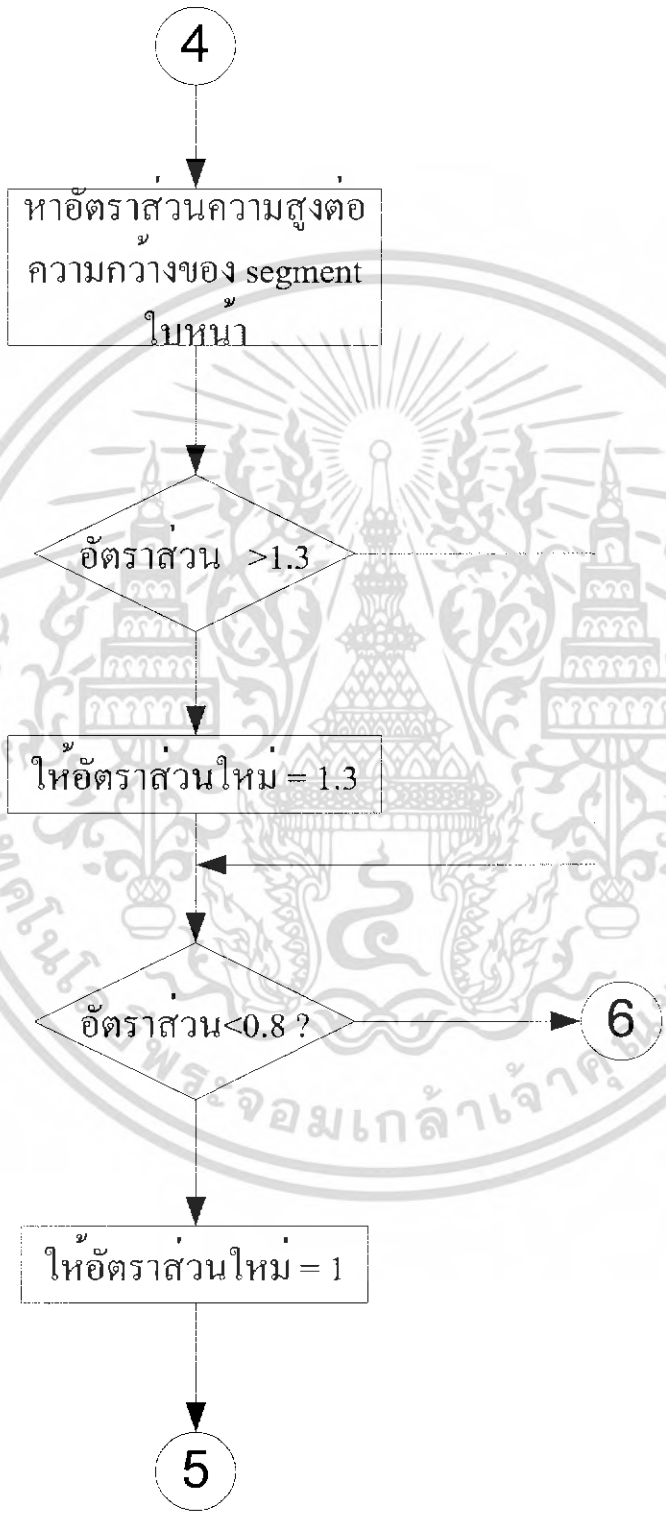
3.2 ขั้นตอนการตัดภาพใบหน้าออกจากฉากหลัง



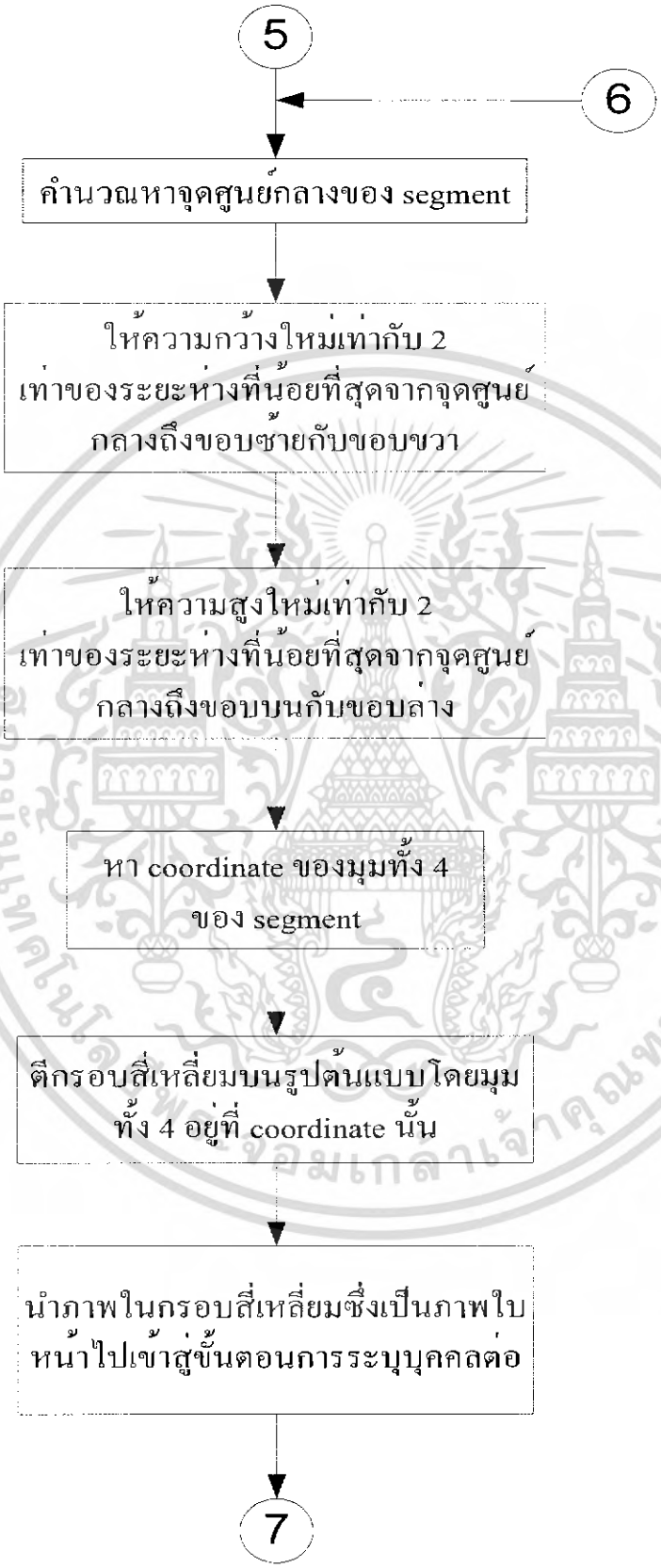
รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการตัดภาพใบหน้าออกจากฉากหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

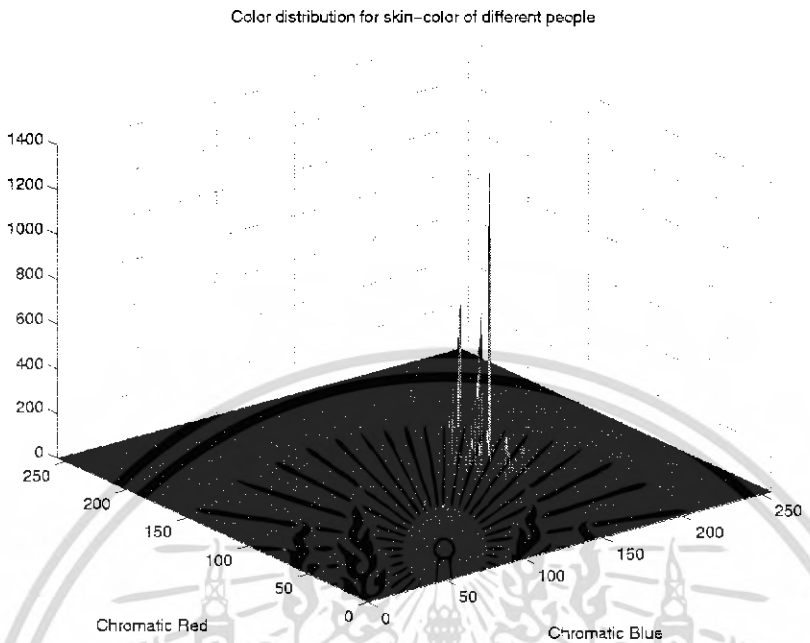
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



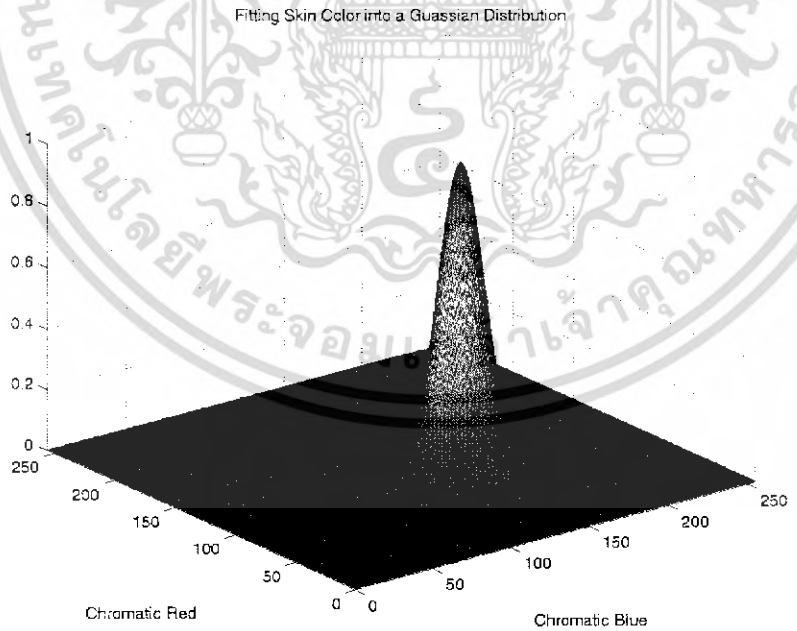
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 กราฟการกระจายสีผิวของบุคคลต่างๆ กัน



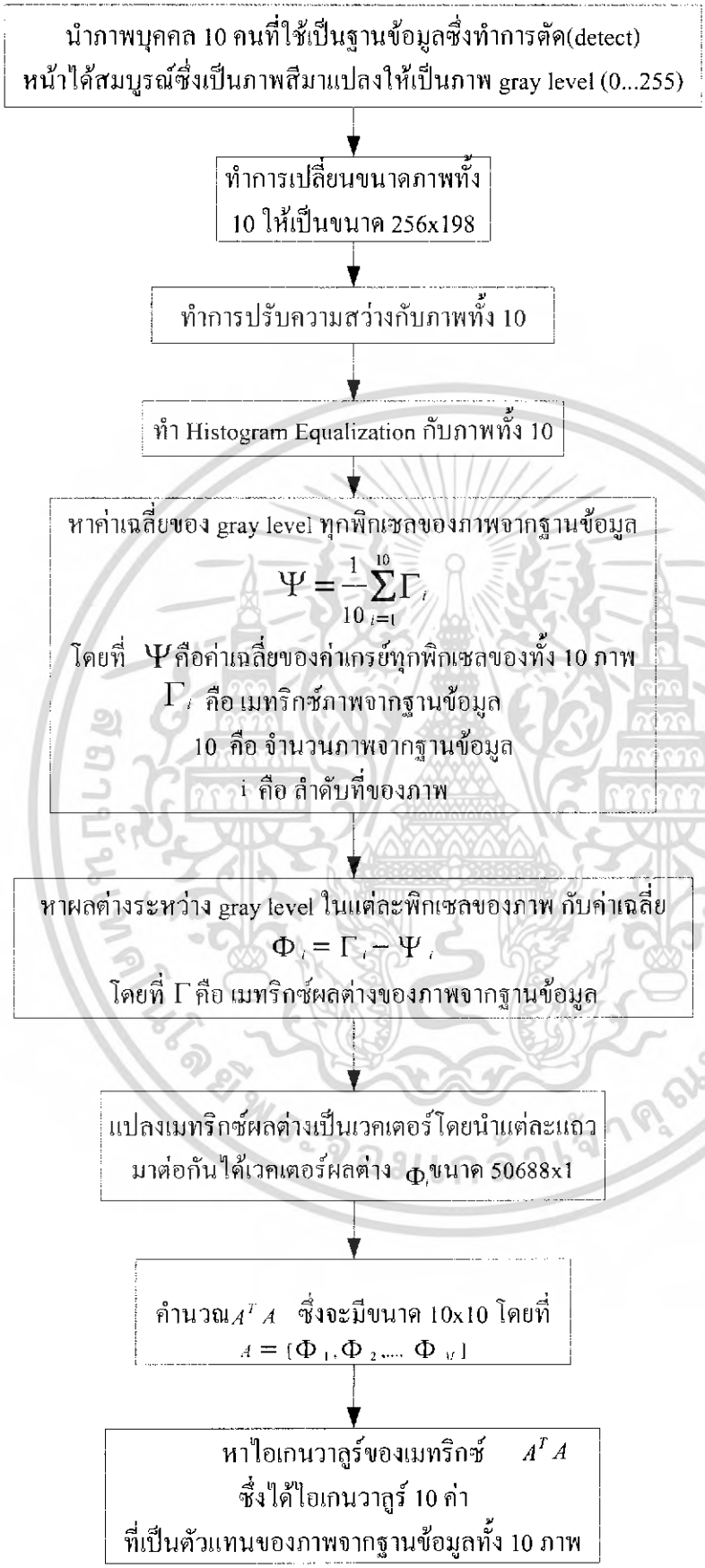
รูปที่ 3.4 กราฟการกระจายของสีผิวโดยวิธีการกระจายของเกาซ์เซียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.5 ภาพขั้นตอนการตัดภาพใบหน้าออกจากฉากหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

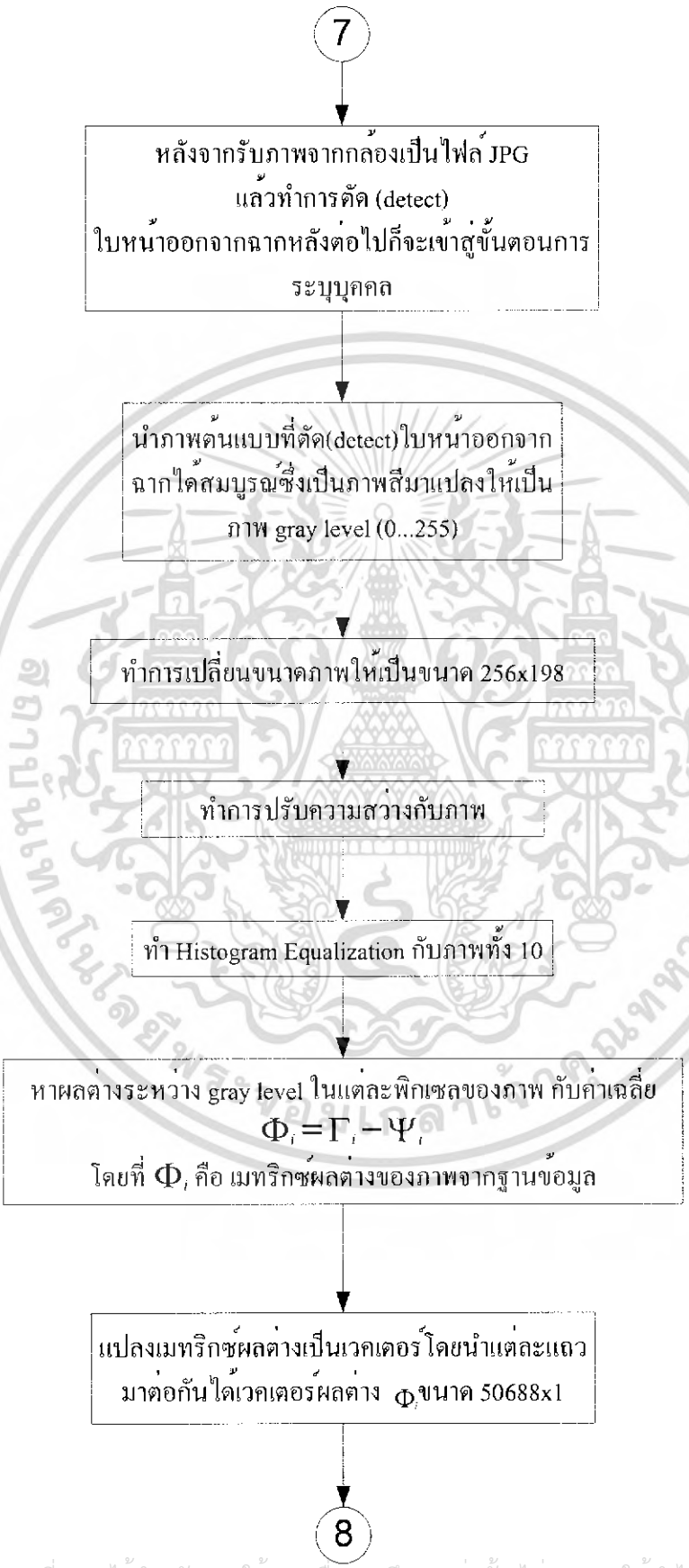
3.3 การหาไอเกนวาลูร์ของภาพจากฐานข้อมูลโดยใช้วิธีทางไอเกนเฟซ



รูปที่ 3.6 แสดงการหาไอเกนวาลูร์ของภาพ

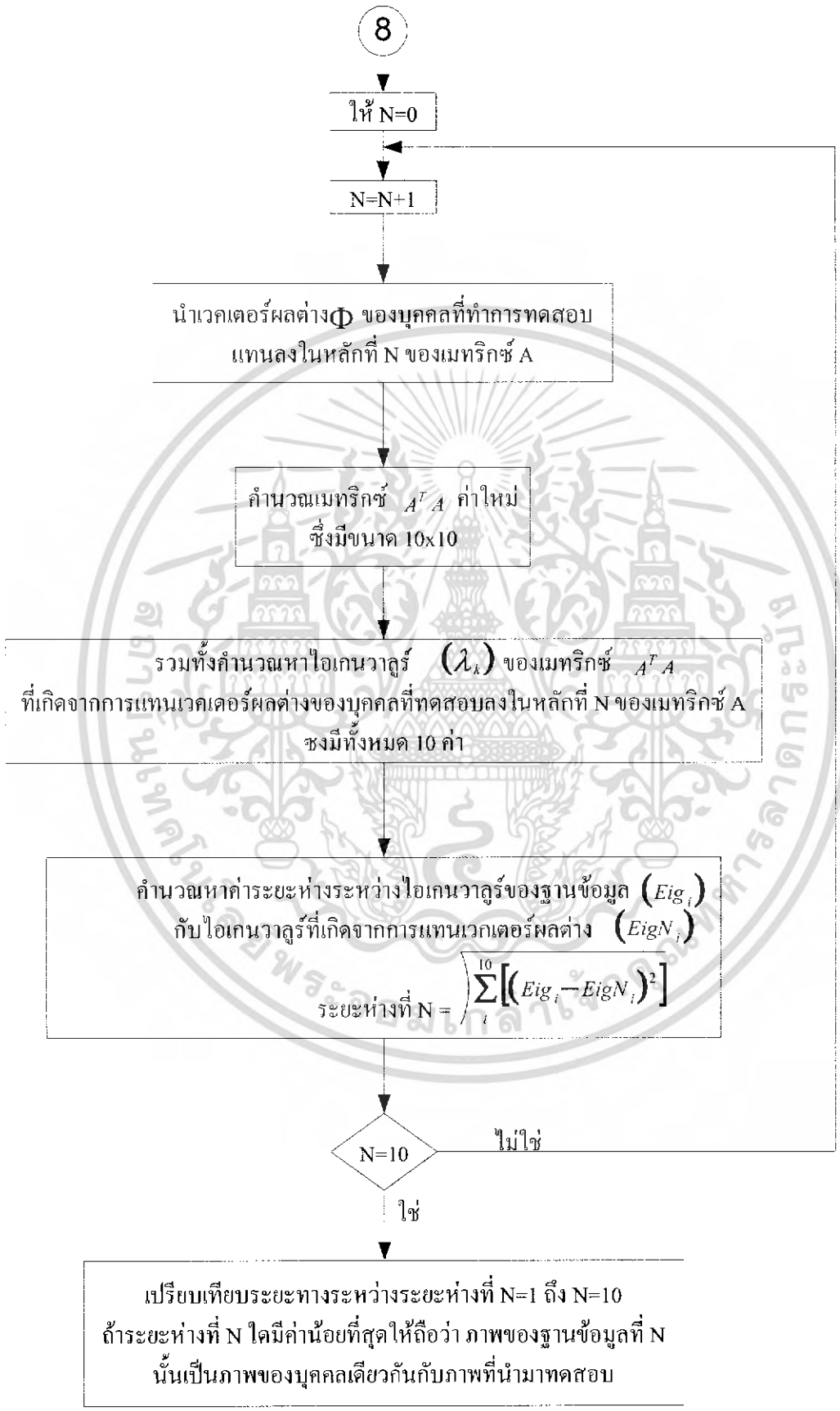
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การระบุตัวบุคคลโดยใช้วิธีไอเกนเฟซ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

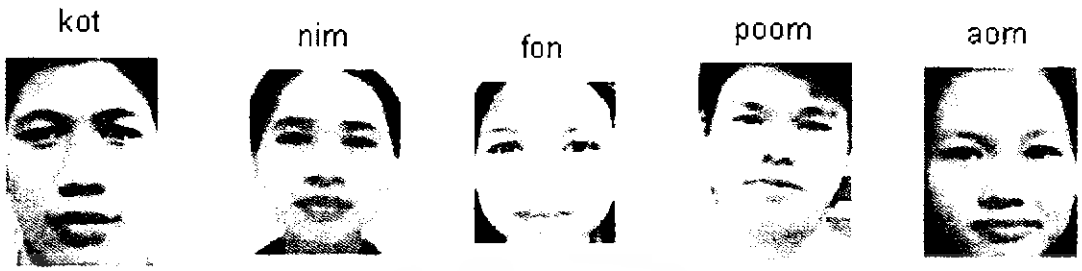
รูปที่ 3.7 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทดสอบการจดจำภาพด้วยวิธีไอเกนเฟซ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ขั้นตอนโดยรวมวิธีการใช้ไอเกนเฟซในการระบุบุคคล

- จากภาพบุคคลในฐานข้อมูล



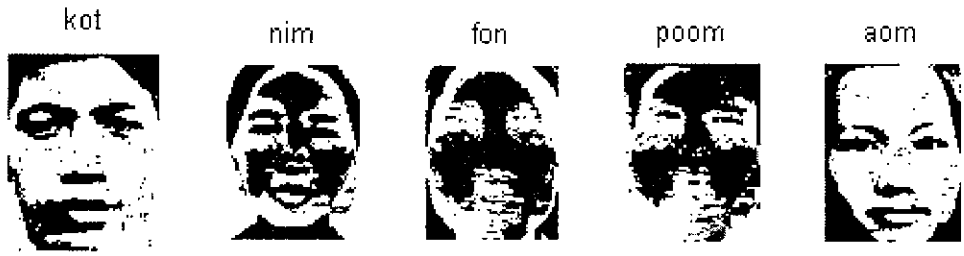
รูปที่ 3.8 ภาพบุคคลในฐานข้อมูล

- หลังจากนำภาพในฐานข้อมูลไปปรับขนาด เปลี่ยนจากภาพสีเป็น gray level ปรับความสว่างและทำ Histrogram Equalizationsหลังจากนั้นก็ หาค่าเฉลี่ยของ gray level ทุกพิกเซลของภาพจากฐานข้อมูล แสดงดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 ภาพเฉลี่ยใบหน้าของบุคคลในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หาผลต่างระหว่าง gray level ในแต่ละพิกเซลของภาพ กับค่าเฉลี่ย



รูปที่ 3.10 ภาพผลต่างใบหน้าของแต่ละบุคคลเทียบกับภาพเฉลี่ย

- คำนวณเมทริกซ์ A^TA ซึ่งมีขนาด $M \times M$ รวมทั้งคำนวณค่าไอเกนวาลูร์ (λ_k) และไอเกนเวกเตอร์ (V_k) ของ A^TA ได้จำนวน M ค่า
- ขั้นตอนในการบุคคล

เมื่อมีบุคคลที่ต้องการทดสอบจะทำการแปลงภาพใบหน้าที่ทำการทดสอบเป็นเวคเตอร์ผลต่าง(Φ)

- ทำการแทนเวเตอร์ผลต่างของบุคคลที่ทดสอบ(Φ) ลงในแต่ละหลักของเมทริกซ์A ทำการคำนวณเมทริกซ์ A^TA ที่ได้นี้ รวมทั้งคำนวณหาไอเกนวาลูร์(λ_k) ของเมทริกซ์ A^TA ที่เกิดจากการแทนเวกเตอร์ผลต่าง(Φ) ลงในหลักต่างๆของเมทริกซ์ A โดยทำตั้งแต่หลักที่ 1 ถึงหลักที่ M
- คำนวณหาค่าระยะห่างระหว่างไอเกนวาลูร์ของฐานข้อมูล (Eig_i) กับไอเกนวาลูร์ที่เกิดจากการแทนเวกเตอร์ผลต่าง ($EigN_i$) ลงในแต่ละหลักของเมทริกซ์A

$$\text{โดยที่ ระยะห่างที่ N}=\sqrt{\sum_{i}^{10}\left[\left(Eig_i - EigN_i\right)^2\right]}$$

- ค่าระยะห่างที่เกิดจากการแทนเวกเตอร์ผลต่าง (Φ) ลงในหลักใดของเมทริกซ์ A มีค่าน้อยที่สุด จะสามารถระบุได้ว่าบุคคลที่ทดสอบเป็นบุคคลเดียวกันกับบุคคลในแถวนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองหาประสิทธิภาพของการแยกสีผิว

วิธีการทดลอง

นำรูปตัวอย่างที่ใช้ทดลองมาทำการแยกสีผิว จากรูปที่เป็น RGB จะกลายเป็นรูปไบนารี่ที่ประกอบด้วย segment สีขาวที่จะแสดงถึงสีของภาพที่ใกล้เคียงสีผิวเฉลี่ยที่เราจะหาจากภาพต้นแบบ 10 คน โดยรูปตัวอย่างที่นำมาทดลองจะถูกถ่ายโดยกล้องตัวเดียวกัน แต่อาจจะต่างสถานที่

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการหาประสิทธิภาพของการแยกสีผิว

ครั้งที่	จำนวนภาพที่ทดลอง	จำนวนภาพที่แยกได้สมบูรณ์	%ความถูกต้อง	%ความถูกต้องเฉลี่ย
1	50	39	78	
2	50	44	88	86.67
3	50	47	94	

จากตารางที่ 4.1 ภาพที่แยกได้สมบูรณ์ บริเวณผิวหน้าจะต้องเป็น segment เดียวหรือมีลักษณะติดกันเป็นส่วนเดียวซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 4.1

ภาพที่แยกได้ไม่สมบูรณ์ ส่วนใหญ่เป็นภาพที่ถูกถ่ายในบริเวณที่มีขนาดของแสงไม่เพียงพอและขนาดของแสงแตกต่างจากภาพสีผิวต้นแบบ ทำให้ภาพที่ได้จากการแยกสีผิวไม่ติดกันเป็นภาพใบหน้า segment เดียวดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 (ซ้าย) ภาพต้นแบบ (ขวา) ภาพที่ได้จากการแยกสีผิวแบบสมบูรณ์

รูปที่ 4.2 (ซ้าย) ภาพต้นแบบ (ขวา) ภาพที่ได้จากการแยกสีผิวแบบไม่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองหาประสิทธิภาพของการตัด(detect)ภาพใบหน้าออกจากฉากหลัง

วิธีการทดลอง

นำภาพตัวอย่างจากการทดลองในหัวข้อ 4.1 มาทำการตัด(detect) ภาพใบหน้าออกจากฉากหลังโดย output จะเป็นภาพสีที่มีกรอบสี่เหลี่ยมสีแดงล้อมรอบบริเวณใบหน้าที่ตรวจจับได้

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของการตัด(detect)ภาพใบหน้าออกจากฉากหลัง

ครั้งที่	จำนวนภาพที่ทดลอง	จำนวนภาพที่แยกได้สมบูรณ์	%ความถูกต้อง	%ความถูกต้องเฉลี่ย
1	50	38	76	
2	50	43	86	84
3	50	45	90	

ภาพใบหน้าที่ตัด (detect) ออกจากฉากหลังได้ถูกต้อง คือ ภาพภายในกรอบสี่เหลี่ยมประกอบด้วยส่วนที่เป็นตาจมูกปาก คือ อวัยวะทั้ง 3 อย่างจะต้องอยู่ภายในกรอบดังรูปที่ 4.3

ภาพใบหน้าที่ตัด (detect) ออกจากฉากหลังผิดพลาด คือภายที่กรอบสี่เหลี่ยมไม่ล้อมรอบอวัยวะทั้ง 3 (ตา จมูก ปาก) คือ อาจล้อมรอบเพียงจมูกกับปาก โดยภาพที่ตรวจจับผิดพลาดจะเกิดจากภาพต้นแบบนั้นทำการแยกสีผิวได้ไม่สมบูรณ์ เป็นต้น ดังรูปที่ 4.4 และภาพใบหน้าที่ตัด (detect) ออกจากฉากหลังยังมีข้อผิดพลาดใน ลักษณะของกรอบสี่เหลี่ยมล้อมรอบบริเวณกว้างกว่าใบหน้า ทั้งนี้เนื่องจาก ภาพต้นแบบนั้นมีฉากหลังที่มีสีคล้ายสีผิวอยู่ใกล้เคียงกับใบหน้า ทำให้รูปที่ได้จากการแยกสีผิว เกิด segment ใบหน้าขนาดใหญ่กว่าใบหน้าจริง ดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 ภาพใบหน้าที่ตัด (detect) ออกจากฉากหลังได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 ภาพใบหน้าที่ตัด (detect) ออกจากฉากหลังผิดพลาด คือภายที่กรอบสี่เหลี่ยมไม่ล้อมรอบ ตา จมูก ปาก อย่างสมบูรณ์

รูปที่ 4.5 ภาพใบหน้าที่ตัด (detect) ออกจากฉากหลังผิดพลาด ลักษณะของกรอบสี่เหลี่ยมล้อมรอบบริเวณกว้างกว่าใบหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้วิธีไอเกนเฟซ

4.3.1 ทำการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพใบหน้าที่มีในฐานข้อมูล

วิธีการทดลอง

นำภาพใบหน้าบุคคล 10 คนที่ใช้เป็นฐานข้อมูล มาคนละ 1 ภาพมาเข้ากระบวนการไอเกนเฟซจนได้ไอเกนวาลู่ร์ที่เป็นตัวแทนของภาพมา 10 ค่า ที่แต่ละค่าจะเป็นค่าจำนวนต้วเลขของแต่ละภาพนั้น แล้วจากนั้นนำภาพทั้ง 10 ภาพนั้นมาทดสอบประสิทธิภาพในการระบุบุคคล โดยจะมีผลการทดลองต่อไปนี้

ผลการทดลอง

ตารางที่4.3 ผลการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพใบหน้าที่มีในฐานข้อมูล

ชนิดของภาพที่นำมาทดสอบ	จำนวนครั้งที่ทดลอง	คะแนนความแตกต่างของภาพเฉลี่ย	%ความถูกต้อง
ภาพในฐานข้อมูลทั้ง 10 ภาพ	30	0	100

จะเห็นว่าเมื่อนำภาพในฐานข้อมูลนั้นมาทดสอบประสิทธิภาพการระบุบุคคลจะสามารถจดจำภาพได้ดีมาก 100% แสดงว่าไม่มีความผิดพลาดเลย เนื่องจากค่าไอเกนวาลู่ร์ของภาพที่ทดสอบจะมีค่าเท่ากันกับค่าไอเกนวาลู่ร์ของภาพในฐานข้อมูล เพราะเป็นภาพเดียวกัน จึงทำให้ไม่มีคะแนนความแตกต่างเลย ตัวอย่างภาพในฐานข้อมูลที่นำมาทดสอบ จดจำได้ 100% ดังรูปที่ 4.6

a) b)

รูปที่ 4.6 ตัวอย่างภาพในฐานข้อมูลที่นำมาทดสอบ (จดจำได้ 100%)

a) ภาพในฐานข้อมูล b) ภาพที่นำมาทดสอบซึ่งเป็นภาพเดียวกับภาพในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ทำการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพใบหน้าทดสอบที่มีลักษณะต่างๆที่แตกต่างจากภาพในฐานข้อมูล

- **เมื่อทดสอบกับภาพใบหน้ายิ้ม**

ผลการทดลอง

ตารางที่4.4 ผลการทดลองโดยใช้ภาพใบหน้ายิ้ม

ครั้งที่	จำนวนภาพที่ทดลอง	จำนวนภาพที่แยกได้สมบูรณ์	%ความถูกต้อง	%ความถูกต้องเฉลี่ย
1	20	17	85	
2	10	8	80	81.6
3	20	16	80	

a) ภาพในฐานข้อมูล b) ภาพใบหน้ายิ้มที่นำมาทดสอบ

รูปที่ 4.7 ตัวอย่างภาพใบหน้ายิ้มที่นำมาทดสอบแล้วจดจำได้

จะพบว่าเมื่อภาพใบหน้าที่นำมาทดสอบนั้นเป็นภาพยิ้ม การจดจำภาพจะจำได้ดี แต่ต้องขึ้นกับลักษณะที่ยิ้มด้วยคือ ต้องหน้าตรง ไม่ยิ้มมากเกินไป (หัวเราะ) และสภาพแวดล้อมไม่ต่างจากสภาพแวดล้อมของภาพในฐานข้อมูล ไอเกนวาลู่ร์ของภาพจะเปลี่ยนไปจากเดิมน้อย ตัวอย่างภาพใบหน้ายิ้มที่นำมาทดสอบแล้วจดจำได้แสดงดังรูปที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **เมื่อทดสอบกับภาพใบหน้าหลับตา**

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองโดยใช้ภาพใบหน้าหลับตา

ครั้งที่	จำนวนภาพที่ทดลอง	จำนวนภาพที่แยกได้สมบูรณ์	%ความถูกต้อง	%ความถูกต้องเฉลี่ย
1	20	18	90	
2	10	8	80	85
3	20	17	85	

a) ภาพในฐานข้อมูล b) ภาพใบหน้าหลับตาที่นำมาทดสอบ

รูปที่ 4.8 ตัวอย่างภาพใบหน้าหลับตาที่นำมาทดสอบแล้วจดจำได้

จะพบว่าเมื่อภาพใบหน้าที่นำมาทดสอบนั้นหลับตา การจดจำภาพจะจำได้ดีพอสมควร เนื่องจากการหลับตานั้นส่วนตาเท่านั้นที่เปลี่ยน ไอเกนวาลู่ร์ของภาพจึงเปลี่ยนไปจากเดิมน้อย แต่ก็ต้องขึ้นกับลักษณะใบหน้าด้วย คือ หน้าตรงและสภาพแวดล้อมไม่ต่างจากสภาพแวดล้อมของภาพในฐานข้อมูล ตัวอย่างภาพใบหน้าหลับตาที่นำมาทดสอบ แล้วจดจำได้ แสดงดังรูปที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **เมื่อทดสอบกับภาพใบหน้าใส่แว่นตา**

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองโดยใช้ภาพใบหน้าใส่แว่นตา

ครั้งที่	จำนวนภาพที่ทดลอง	จำนวนภาพที่แยกได้สมบูรณ์	%ความถูกต้อง	%ความถูกต้องเฉลี่ย
1	20	14	70	
2	10	8	80	75
3	20	15	75	

a)ภาพในฐานข้อมูล b)ภาพใบหน้าใส่แว่นตาที่นำมาทดสอบ

รูปที่ 4.9 ตัวอย่างภาพใบหน้าใส่แว่นตาที่นำมาทดสอบแล้วจดจำได้

จะพบว่าเมื่อภาพใบหน้าที่นำมาทดสอบนั้นใส่แว่น การจดจำภาพจะจำได้ดีพอสมควร แต่ก็ต้องขึ้นกับลักษณะใบหน้าด้วย คือ หน้าตรงและสภาพแวดล้อมไม่ต่างจากสภาพแวดล้อมของภาพในฐานข้อมูล ตัวอย่างภาพใบหน้าหลับตาที่นำมาทดสอบ แล้วจดจำได้ แสดงดังรูปที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **เมื่อทดสอบกับภาพที่มีลักษณะเปลี่ยนไปจากเดิมมากๆเช่น ทั้งหัวเราะ หรือหลับตาไปด้วย หรือภาพที่เปลี่ยนทรงผม หรือสภาพแวดล้อมต่างจากเดิมมากเกินไป**

ผลการทดลอง

เมื่อภาพมีสภาวะดังกล่าวข้างต้น จะทำให้ไม่สามารถจดจำใบหน้าบุคคลได้คือ มีความถูกต้องต่ำน้อยกว่า 50% เนื่องจากไอเกนวาลู่ร์ของภาพจึงเปลี่ยนไปจากเดิมมากทำให้ผลต่างของไอเกนวาลู่ร์ของภาพฐานข้อมูลกับภาพทดสอบไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

โครงงานการรู้จำภาพใบหน้าคนนี้ มีวัตถุประสงค์ให้คอมพิวเตอร์ สามารถจดจำภาพใบหน้าคนได้ โดยได้ใช้กระบวนการทางอิมเมทโปรเซสซิ่งในการตัดภาพใบหน้าออกจากฉากหลัง ส่วนขั้นตอนการนำภาพเข้าไปรู้จำจะใช้กระบวนการการไอเกนเฟซในการจกจำภาพบุคคล

5.1 วิเคราะห์และสรุปผลที่ได้จากการทดลอง

1. จากการทดลองการแยกสีผิวของโปรแกรมทำได้ดีพอสมควร ผลที่ได้จะดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับภาพสีผิวที่เราเก็บไว้เป็นภาพสีผิวต้นแบบ หากภาพสีผิวต้นแบบมีแสงเพียงพอและมีแสงใกล้เคียงกับภาพที่นำมาทดสอบแยกสีผิว จะสามารถแยกสีผิวได้สมบูรณ์ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับภาพสีผิวต้นแบบที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลอีกด้วย ภาพเหล่านี้จะมีผลต่อค่าเทรชโฮลที่จะใช้ในการแยกสีผิวเป็นภาพไบนารี่

2. จากการทดลองการตัด(detect)ภาพใบหน้าออกจากฉากหลัง พบว่าได้ผลดีพอสมควร ผลที่ได้ขึ้นอยู่กับภาพแยกสีผิวที่นำมาทดสอบ ภาพแยกสีผิวจะต้องมีลักษณะเป็น segment เดียวครอบคลุมทั่วใบหน้า (แยกได้สมบูรณ์) จะทำให้การตรวจจับใบหน้าได้ผลถูกต้อง 100% ภาพที่ตรวจจับได้จะได้ผลดี ต้องพิจารณาวัตถุที่เป็นฉากหลังให้กับภาพนั้นว่ามีสีใกล้เคียงกับสีผิวหรือไม่ และวัตถุดังกล่าวมีส่วนติดกับใบหน้าหรือไม่ หากวัตถุฉากหลังมีสีใกล้เคียงกับสีผิวและอยู่ติดกับใบหน้าจะทำให้การตรวจจับให้กรอบสี่เหลี่ยมที่แสดงการตรวจจับใบหน้ามีขนาดใหญ่กว่าใบหน้าจริง

3. ประสิทธิภาพของการระบุคคลของโครงงานนี้ขึ้นอยู่กับภาพที่นำมาทดสอบ และภาพในฐานข้อมูลว่ามีความใกล้เคียงกันเพียงใดทั้งในเรื่องของมุมเอียงของใบหน้า ลักษณะของหน้า รวมทั้งสภาพแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นฉากหลังและสภาพของแสงขณะที่ถ่ายภาพ

4. ภาพใบหน้าในลักษณะต่างๆที่นำมาทดสอบนั้นถ้าเป็นภาพที่มีลักษณะที่สำคัญ เช่น ปาก ตา จมูกทรงผม มีตำแหน่งไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก คือภาพใบหน้าตรง จะทำให้มีการรู้จำดีกว่า เช่น กาพใบหน้ายิ้ม ภาพใบหน้าหลับตา ภาพใบหน้าใส่แว่นดา นั้นตำแหน่งของลักษณะสำคัญไม่ค่อยเปลี่ยน จึงสามารถจำได้ดีพอสมควร แต่ถ้าภาพใบหน้าเอียงหรือเปลี่ยนทรงผม หรือมีสภาพแวดล้อมแตกต่างจากภาพในฐานข้อมูลมาก ก็จะมีการรู้จำได้น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาและข้อจำกัดของโปรแกรม

ข้อจำกัดของโปรแกรมในส่วนของการตัดภาพใบหน้าออกจากฉากหลัง ภาพที่นำมาทำการตัดใบหน้าออกจากฉากหลังจะต้องมีลักษณะแสงพอเหมาะ และมีสภาพแสงที่ใกล้เคียงกับสภาพแสงของสีผิวด้นแบบในฐานข้อมูล จะทำให้แยกสีผิวได้สมบูรณ์ หากภาพที่นำมาทำการตัดใบหน้าออกจากฉากหลัง มีลักษณะภาพต่างจากนี้จะแยกสีผิวไม่ได้หรือได้ไม่สมบูรณ์ ส่วนข้อจำกัดอีกอย่างของการตรวจจับใบหน้าให้ได้ผลดี คือ ฉากหลังของภาพจะต้องไม่มีสีใกล้เคียงสีผิวขนาดใหญ่กว่าใบหน้าและจะต้องไม่มีวัตถุที่มีสีใกล้เคียงสีผิวอยู่ติดกับบริเวณใบหน้า

ในส่วนของการระบุบุคคลนั้นการระบุบุคคลผิดเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นมาจากการที่ภาพใบหน้าบุคคลในฐานข้อมูลและภาพบุคคลที่นำมาทดสอบมีความแตกต่างกันมากไม่ว่าจะเป็นเรื่องมุมเอียงของใบหน้า ลักษณะของหน้า รวมทั้งสภาพของแสงขณะที่ถ่ายภาพ

5.3 การพัฒนาโปรแกรมต่อไปในอนาคต

โปรแกรมควรเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจจับใบหน้าให้มากกว่าเดิมและอาจจะสามารถตรวจจับภาพที่มีใบหน้ามากกว่า 1 คนได้ ภาพใบหน้าเหล่านี้อาจจะสามารถเอียงได้ ผลการตรวจจับจะต้องถูกต้องเช่นเดิม

ขั้นตอนของการระบุบุคคล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการระบุบุคคลนั้น นอกจากการระบุบุคคลโดยการคำนวณหาค่าระยะห่างระหว่างไอเกนวาลูร์ของฐานข้อมูลเทียบกับค่าของบุคคลที่ทดสอบ สามารถนำค่าไอเกนวาลูร์ที่ได้มาทำการคำนวณหาค่าไอเกนเวคเตอร์ เพื่อนำมาคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักเพื่อนำมาใช้เป็นตัวเพิ่มประสิทธิภาพของการระบุบุคคล และสามารถใช้กระบวนการทางนิวรอลเน็ตเวิร์คมาช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการระบุบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. Wayne Niblack, "An Introduction to Digital Image Processing", Prentice Hall,Inc.,1986
2. Alvin R. Tilley, " The measure of man and woman:human factors in design" , Whitney Library of Design ,1993
3. Rafael C. Gonzalez and Richard E.Wood, " Digital Image Processing", Addison-Wasley Publishing,1992
4. รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์, วรรัตน์ ภัทรอมรกุล, คู่มือการใช้งาน MATLAB ฉบับสมบูรณ์" , อิโฟเพรส, 2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

โปรแกรมที่ใช้ในโครงงาน (Source Code)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมปรับความสว่าง

```
function[X]=brightness(I)%%I
must be gray
%close all;
faceeq=double(I);
i=0;
j=0;
means=0;
[m n]=size(I);
for i=1:m
   for j=1:n
      means=I(i,j)+means;
   end
end

means=means/(m*n);
diffmean=50-means;
for i=1:m
   for j=1:n
      I(i,j)=I(i,j)+diffmean;
      if I(i,j)>255
         I(i,j)=255;
      end
      if I(i,j)<0
         I(i,j)=0;
      end
   end
end
 X=uint8(I);
```

โปรแกรมหาจุดศูนย์กลางภาพ

```
function[xmean,ymean]=center(bw
);
bw = imfill(bw,'holes');
area=bwarea(bw);
[m n]=size(bw);
bw=double(bw);
xmean=0;ymean=0;
for i=1:m,
   for j=1:n,
      xmean=xmean+j*bw(i,j);
      ymean=ymean+i*bw(i,j);
   end;
end;
xmean=xmean/area;
ymean=ymean/area;

xmean=round(xmean);
ymean=round(ymean);
```

โปรแกรมแปลงสี RGB-YCrCb

```
function[cb,cr]=chromadist(filena
me)
im=imread(filename);
imycc=rgb2ycbcr(im);
lpf=1/9*ones(3);
cb=imycc(:,:,2);
cb=filter2(lpf,cb);
cb=reshape(cb,1,prod(size(cb)));
cr=imycc(:,:,3);
cr=filter2(lpf,cr);
cr=reshape(cr,1,prod(size(cr)));
```

โปรแกรมแสดงสี 3 มิติ

```
function plot =colordistplot(cb,cr)
chroma =zeros(256);
cb=round(cb);
cr=round(cr);
for i=1:length(cb)

chroma(cb(i),cr(i))=chroma(cb(i),cr
(i))+1;
end
surf(chroma)
```

โปรแกรมตรวจจับใบหน้า

```
function out=
detectface(filename,smallpic)
close all
[cb1,cr1]=chromadist('yaskin.jpg');
[cb2,cr2]=chromadist('fon23skin.jpg')
;
[cb3,cr3]=chromadist('ouiskin.jpg');
[cb4,cr4]=chromadist('joyskin.jpg');
[cb5,cr5]=chromadist('aorskin.jpg');
[cb6,cr6]=chromadist('fon23skin.jpg')
;
[cb7,cr7]=chromadist('toonskin.jpg');
[cb8,cr8]=chromadist('kotskin.jpg');
[cb9,cr9]=chromadist('twiskin.jpg');
[cb10,cr10]=chromadist('aorskin.jpg');
[cb11,cr11]=chromadist('aorskin.jpg');
[cb12,cr12]=chromadist('kawskin.jpg'
);
[cb13,cr13]=chromadist('cuteskin.jpg'
);
[cb14,cr14]=chromadist('ooskin.jpg');
[cb15,cr15]=chromadist('mintskin.jpg'
);
[cb16,cr16]=chromadist('pretskin.jpg')
;
[cb17,cr17]=chromadist('nanskin.jpg')
;
cb=[cb1 cb2 cb3 cb4 cb5 cb6 cb7 cb8
cb9 cb10];% cb11 cb12 cb13 cb14 cb15
cb16 cb17];
cr=[cr1 cr2 cr3 cr4 cr5 cr6 cr7 cr8 cr9
cr10],% cr11 cr12 cr13 cr14 cr15 cr16
cr17];
%cb=[cb11];
%cr=[cr11];
%figure(1),colordistplot(cb,cr);
bmean=mean(cb);
rmean=mean(cr);
brcov=cov(cb,cr);
colorchart=zeros(256);
for b=0:255
   for r=0:255
      x=[(b-bmean);(r-rmean)];
      colorchart(b+1,r+1)=exp(-
0.5*x'*inv(brcov)*x);
   end
end
%figure(2),surf(colorchart);
SSkiny(filename,bmean,rmean,brc
ov);
finnor(filename,'skinseg.jpg');
```

โปรแกรมตัดกรอบใบหน้า

```
function[finalpic]=final(imoriginal,
imsegmented,smallpic)
imsource=imread(imoriginal);
skincolor=imread(imsegmented);
BW=im2bw(skincolor);
[L,numobj]=bwlabel(BW,8);
map=[0 0 0;jet(numobj)];
figure(3),imshow(L+1,map,'notruesi
ze');
for i=1:numobj,
  [x,y]=find(bwlabel(BW)==i);
   bwsegment=bwselect(BW,y,x,8);
[L,numbojs]=bwlabel(bwsegment,4)
;

numfeatures=bweuler(bwsegment,4
);
   numholes=1-numfeatures;
   if (numholes>=1)
      area(i)=bwarea(bwsegment);
   end
end
[y i]=max(area);
[x,y]=find(bwlabel(BW)==i);
bwface=bwselect(BW,y,x,8);
[m n]=size(bwface);
[l,r,u,d]=recsize(bwface);
wx=(r-l+1);
ly=(d-u+1);
hwratio=ly/wx
if (hwratio>1.3)
   ly=floor(1.3*wx);

[l,r,u,d]=recsize(bwface);
for i=(u+ly):m,
   for j=1:n,
      bwface(i,j)=0;
   end
end
hwratio=ly/wx

end;
if (hwratio<0.8)
   wx=[ly;

[l,r,u,d]=recsize(bwface);
for j=(1+wx):n,
   for i=1:m,
      bwface(i,j)=0;
   end
end
hwratio=ly/wx
end;

[cx cy]=center(bwface);
[l,r,u,d]=recsize(bwface);

x1=cx-l;
x2=r-cx;
x=min(x1,x2);
l=cx-x;
r=cx+x;

y1=cy-u;
y2=d-cy;
y=min(y1,y2);
u=cy-y;
d=cy+y;
%%**********************
rectcoor = [l u (r-l) (d-u)];
figure(4),imshow(imsource);
hd=rectangle('Position',rectcoor,'Li
neWidth',3);
set(hd,'edgecolor','r');
%I = imread('circuit.tif');
I2 = imcrop(imsource,[l u (r-l) (d-
u)]);
imwrite(I2,smallpic,'jpg');
figure(5),imshow(I2)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
%figure(5),imshow(bwface);
%[cx,cy]=center(bwface);
```

โปรแกรมแปลงสี RGB-Gray

```
function out = rgbtogray(x)
r=x(:,:,1);
g=x(:,:,2);
b=x(:,:,3);
out=(r+g+b)/3
```

โปรแกรมแปลงสี RGB-HSI

```
function hsi = rgb2hsi(rgb)
rgb = im2double(rgb);
r=rgb(:,:,1);
g=rgb(:,:,2);
b=rgb(:,:,3);
num = 0.5*((r-g)+(r-b));
den = sqrt((r-g).^2+(r-b).*(g-b));
theta = acos(num./(den+eps));
H = theta;
H(b>g)=2*pi-H(b>g);
H=180*H/pi;%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%/(2*pi)
num=min(min(r,g),b);
den=r+g+b;
den(den==0)=eps;
S=1-3.*num./den;
H(S==0)=0;
I=(r+g+b)/3;
hsi=cat(3,H,S,I);
```

โปรแกรมแยกสีผิว

```
function [finalpic] =
SegmentSkiny(filename, bmean,
rmean, brcov)
% Assume the skinmodel.m is run
% Produce two images,
skinlikelihood greyscale image,
skin1
% and skin segment binary image.
skin2
close all

im = imread(filename);
imycbcr = rgb2ycbcr(im);

dim = size(im);
skin1 = zeros(dim(1), dim(2));
for i = 1:dim(1)
  for j = 1:dim(2)
    cb = double(imycbcr(i,j,2));
    cr = double(imycbcr(i,j,3));
    x = [(cb-bmean); (cr-rmean)];
    skin1(i,j) = exp(-0.5*
x'*inv(brcov)* x);
  end
end

lpf= 1/9*ones(3);
skin1 = filter2(lpf,skin1);
skin1 = skin1./max(max(skin1));

% Adaptive Thresholding
previousSkin2 = zeros(i,j);
changelist = [];
for threshold = 0.55:-0.1:0.05
  skin2 = zeros(i,j);
  skin2(find(skin1>threshold)) = 1;
  change = sum(sum(skin2 -
previousSkin2));
  changelist = [changelist change];
  previousSkin2 = skin2;
end

% Finding the optimal threshold
[C, I] = min(changelist);
optimalThreshold = (7-I)*0.1
skin2 = zeros(i,j);
skin2(find(skin1>optimalThreshold
)) = 1;
imwrite(skin2,'skinseg.jpg','jpg');
figure(1)
imshow(skin1, [0 1]);
figure(2)
imshow(skin2, [0 1]);
```

โปรแกรมระบุตัวบุคคล

```
function out =whoru(filename);
close all
detectface(filename);
%%set no. of people in database
M=10;
p1=imread('clitkot27.jpg');
I1 = rgbtogray(p1);
pi1 = imresize(I1,[256 198],'bicubic')
X1=brightness(pi1);
pic1=histeq(X1);
pict1=double(pic1);
%%%
p2=imread('clitnim12.jpg');
I2 = rgbtogray(p2);
pi2 = imresize(I2,[256 198],'bicubic')
X2=brightness(pi2);
pic2=histeq(X2);
pict2=double(pic2);
%%%
p3=imread('clitfon35.jpg');
I3 = rgbtogray(p3);
pi3 = imresize(I3,[256 198],'bicubic')
X3=brightness(pi3);
pic3=histeq(X3);
pict3=double(pic3);
%%%
p4=imread('clitpum1.jpg');
I4 = rgbtogray(p4);
pi4 = imresize(I4,[256 198],'bicubic')
X4=brightness(pi4);
pic4=histeq(X4);
pict4=double(pic4);
%%%
p5=imread('clitaom1.jpg');
I5 = rgbtogray(p5);
pi5 = imresize(I5,[256 198],'bicubic')
X5=brightness(pi5);
pic5=histeq(X5);
pict5=double(pic5);
%%%
p6=imread('clitnan28.jpg');
I6 = rgbtogray(p6);
pi6 = imresize(I6,[256 198],'bicubic')
X6=brightness(pi6);
pic6=histeq(X6);
pict6=double(pic6);
%%%
p7=imread('clitoui6.jpg');
I7 = rgbtogray(p7);
pi7 = imresize(I7,[256 198],'bicubic')
X7=brightness(pi7);
pic7=histeq(X7);
pict7=double(pic7);
%%%
p8=imread('clityayee31.jpg');
I8 = rgbtogray(p8);
pi8 = imresize(I8,[256 198],'bicubic')
X8=brightness(pi8);
pic8=histeq(X8);
pict8=double(pic8);
%%%
p9=imread('clittom21.jpg');
I9 = rgbtogray(p9);
pi9 = imresize(I9,[256 198],'bicubic')
X9=brightness(pi9);
pic9=histeq(X9);
pict9=double(pic9);
%%%
p10=imread('clitaor36.jpg');
I10 = rgbtogray(p10);
pi10 = imresize(I10,[256 198],'bicubic')
X10=brightness(pi10);
pic10=histeq(X10);
pict10=double(pic10);
%%
ptest=imread('imagetest.jpg');%%*
**********picturetest^^;
I = rgbtogray(ptest);
pitest = imresize(I,[256 198],'bicubic')
X=brightness(pitest);
pictest=histeq(X);
picttest=double(pictest);
%%compute the
average%%%%%%%^^,
[facei facej]=size(p1);
for i=1:facei
  for j=1:facej

Y2(i,j)=(pict1(i,j)+pict2(i,j)+pict3(i,j)
+pict4(i,j)+pict5(i,j)+pict6(i,j)+pict7(i
,j)+pict8(i,j)+pict9(i,j)+pict10(i,j))/M;
  end
end
Y=uint8(Y2);
figure(6),imshow(Y);
%%Compute the Different face%%

for i=1:facei
  for j=1:facej
    DIFFp1(i,j)=pict1(i,j)-Y2(i,j);
    DIFFp2(i,j)=pict2(i,j)-Y2(i,j);
    DIFFp3(i,j)=pict3(i,j)-Y2(i,j);
    DIFFp4(i,j)=pict4(i,j)-Y2(i,j);
    DIFFp5(i,j)=pict5(i,j)-Y2(i,j);
    DIFFp6(i,j)=pict6(i,j)-Y2(i,j);
    DIFFp7(i,j)=pict7(i,j)-Y2(i,j);
    DIFFp8(i,j)=pict8(i,j)-Y2(i,j);
    DIFFp9(i,j)=pict9(i,j)-Y2(i,j);
    DIFFp10(i,j)=pict10(i,j)-Y2(i,j);
    DIFFptest(i,j)=picttest(i,j)-
Y2(i,j);
  end
end

%%Compute the Diff Vector%%
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
%%Compute Different face transpose
DIFFTp1=DIFFp1';
DIFFTp2=DIFFp2';
DIFFTp3=DIFFp3';
DIFFTp4=DIFFp4';
DIFFTp5=DIFFp5';
DIFFTp6=DIFFp6';
DIFFTp7=DIFFp7';
DIFFTp8=DIFFp8';
DIFFTp9=DIFFp9';
DIFFTp10=DIFFp10';

DIFFTptest=DIFFptest';


%%Get the Diff Vector%%
DIFFVp1=DIFFTp1(:);
DIFFVp2=DIFFTp2(:);
DIFFVp3=DIFFTp3(:);
DIFFVp4=DIFFTp4(:);
DIFFVp5=DIFFTp5(:);
DIFFVp6=DIFFTp6(:);
DIFFVp7=DIFFTp7(:);
DIFFVp8=DIFFTp8(:);
DIFFVp9=DIFFTp9(:);
DIFFVp10=DIFFTp10(:);

DIFFVptest=DIFFTptest(:);
%%%Clear somthing stupid
clear DIFFTp1;clear DIFFTp2;clear DIFFTp3;clear DIFFTp4;clear DIFFTp5;clear DIFFTp6;
clear DIFFTp7;clear DIFFTp8;clear DIFFTp9;clear DIFFTp10;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%###########
#########@@@@@@@@@@
@@@@@@@@@@@@@@@@


%%find ATA from X%%
X=[DIFFVp1,DIFFVp2,DIFFVp3,DIFFVp4,DIFFVp5,DIFFVp6,DIFFVp7,DIFFVp8,DIFFVp9,DIFFVp10];
ATA=X'*X;
%%Compute Eigen value and Eigen Vector of ATA%%
[V,D]=eig(ATA);
%%keep the eigenvalue%%
eigenvalue1=D(1,1);
eigenvalue2=D(2,2);
eigenvalue3=D(3,3);
eigenvalue4=D(4,4);
eigenvalue5=D(5,5);
eigenvalue6=D(6,6);
eigenvalue7=D(7,7);
eigenvalue8=D(8,8);
eigenvalue9=D(9,9);
eigenvalue10=D(10,10);
%%keep the eigenvector%%
for i=1:M
   V1(i,1)=V(i,1);
   V2(i,1)=V(i,2);
   V3(i,1)=V(i,3);
   V4(i,1)=V(i,4);
   V5(i,1)=V(i,5);
   V6(i,1)=V(i,6);
   V7(i,1)=V(i,7);
   V8(i,1)=V(i,8);
   V9(i,1)=V(i,9);
   V10(i,1)=V(i,10);
end
%%modify eigenvector Vk%%
%modify V1%
min=abs(V1(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(V1(i,1))<min
      min=abs(V1(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
Vm1=1/abs(V1(imin,1))*V1;

%modify V2%
min=abs(V2(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(V2(i,1))<min
      min=abs(V2(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
Vm2=1/abs(V2(imin,1))*V2;

%modify V3%
min=abs(V3(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(V3(i,1))<min
      min=abs(V3(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
Vm3=1/abs(V3(imin,1))*V3;


%modify V4%
min=abs(V4(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(V4(i,1))<min
      min=abs(V4(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
Vm4=1/abs(V4(imin,1))*V4;

%modify V5%
min=abs(V5(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(V5(i,1))<min
      min=abs(V5(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
Vm5=1/abs(V5(imin,1))*V5;

%modify V6%
min=abs(V6(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(V6(i,1))<min
      min=abs(V6(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
Vm6=1/abs(V6(imin,1))*V6;

%modify V7%
min=abs(V7(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(V7(i,1))<min
      min=abs(V7(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
Vm7=1/abs(V7(imin,1))*V7;

%modify V8%
min=abs(V8(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(V8(i,1))<min
      min=abs(V8(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
Vm8=1/abs(V8(imin,1))*V8;

%modify V9%
min=abs(V9(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(V9(i,1))<min
      min=abs(V9(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
Vm9=1/abs(V9(imin,1))*V9;

%modify V10%
min=abs(V10(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(V10(i,1))<min
      min=abs(V10(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Vm10=1/abs(V10(imin,1))*V10;

%%set new VK%%
V1=Vm1;V2=Vm2;V3=Vm3;V4=Vm4;
V5=Vm5;V6=Vm6;V7=Vm7;V8=Vm8;
V9=Vm9;V10=Vm10;
%%Compute Uk%%
%%Compute Eigenvector of AAT
U1=X*V1/(eigenvalue1^(1/2));
U2=X*V2/(eigenvalue2^(1/2));
U3=X*V3/(eigenvalue3^(1/2));
U4=X*V4/(eigenvalue4^(1/2));
U5=X*V5/(eigenvalue5^(1/2));
U6=X*V6/(eigenvalue6^(1/2));
U7=X*V7/(eigenvalue7^(1/2));
U8=X*V8/(eigenvalue8^(1/2));
U9=X*V9/(eigenvalue9^(1/2));
U10=X*V10/(eigenvalue10^(1/2));

%%Reconstruct Uk%%
%%Construct Image from U1%%
n=1;k=1;j=1;
nn=((facej*(facei-1))+2)
while n<nn
   for i=n:(n+(facej-1))
      eigenface1(k,j)=U1(i,1);
      j=j+1;
   end
   k=k+1;
   j=1;
   n=n+facej;
end;
%%Construct Image from U2%%
n=1;k=1;j=1;
while n<nn
   for i=n:(n+(facej-1))
      eigenface2(k,j)=U2(i,1);
      j=j+1;
   end
   k=k+1;
   j=1;
   n=n+facej;
end;
%%Construct Image from U3%%
n=1;k=1;j=1;
while n<nn
   for i=n:(n+(facej-1))
      eigenface3(k,j)=U3(i,1);
      j=j+1;
   end
   k=k+1;
   j=1;
   n=n+facej;
end;
%%Construct Image from U4%%
n=1;k=1;j=1;
while n<nn
   for i=n:(n+(facej-1))
      eigenface4(k,j)=U4(i,1);
      j=j+1;
   end
   k=k+1;
   j=1;
   n=n+facej;
end;
%%Construct Image from U5%%
n=1;k=1;j=1;
while n<nn
   for i=n:(n+(facej-1))
      eigenface5(k,j)=U5(i,1);
      j=j+1;
   end
   k=k+1;
   j=1;
   n=n+facej;
end;
%%Construct Image from U6%%
n=1;k=1;j=1;
while n<nn
   for i=n:(n+(facej-1))
      eigenface6(k,j)=U6(i,1);
      j=j+1;
   end
   k=k+1;
   j=1;
   n=n+facej;
end;
%%Construct Image from U7%%
n=1;k=1;j=1;
while n<nn
   for i=n:(n+(facej-1))
      eigenface7(k,j)=U7(i,1);
      j=j+1;
   end
   k=k+1;
   j=1;
   n=n+facej;
end;
%%Construct Image from U8%%
n=1;k=1;j=1;
while n<nn
   for i=n:(n+(facej-1))
      eigenface8(k,j)=U8(i,1);
      j=j+1;
   end
   k=k+1;
   j=1;
   n=n+facej;
end;
%%Construct Image from U9%%
n=1;k=1;j=1;
while n<nn
   for i=n:(n+(facej-1))
      eigenface9(k,j)=U9(i,1);
      j=j+1;
   end
   k=k+1;
   j=1;
   n=n+facej;
end;
%%Construct Image from U10%%
n=1;k=1;j=1;
while n<nn
   for i=n:(n+(facej-1))
      eigenface10(k,j)=U10(i,1);
      j=j+1;
   end
   k=k+1;
   j=1;
   n=n+facej;
end;

%%Recognition Part%%
eigenface=10;
pstart=1;
fromp=pstart;
V=[eigenvalue1,eigenvalue2,eigenvalue3,eigenvalue4,eigenvalue5,eigenvalue6,eigenvalue7,eigenvalue8,eigenvalue9,eigenvalue10];
for k=1:eigenface
   GV(1,k)=V(1,fromp);
   fromp=fromp+1;
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%test put image%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%%find ATA1 from X1%%
X1=[DIFFVptest,DIFFVp2,DIFFVp3,DIFFVp4,DIFFVp5,DIFFVp6,DIFFVp7,DIFFVp8,DIFFVp9,DIFFVp10];
A1=X1'*X1;
%%Compute Eigen value and Eigen Vector of ATA1%%
[V,D]=eig(A1);
%%keep the eigenvalue%%
A1eigenvalue1=D(1,1);
A1eigenvalue2=D(2,2);
A1eigenvalue3=D(3,3);
A1eigenvalue4=D(4,4);
A1eigenvalue5=D(5,5);
A1eigenvalue6=D(6,6);
A1eigenvalue7=D(7,7);
A1eigenvalue8=D(8,8);
A1eigenvalue9=D(9,9);
A1eigenvalue10=D(10,10);
%%keep the eigenvector%%
for i=1:M
   A1V1(i,1)=V(i,1);
   A1V2(i,1)=V(i,2);
   A1V3(i,1)=V(i,3);
   A1V4(i,1)=V(i,4);
   A1V5(i,1)=V(i,5);
   A1V6(i,1)=V(i,6);
   A1V7(i,1)=V(i,7);
   A1V8(i,1)=V(i,8);
   A1V9(i,1)=V(i,9);
   A1V10(i,1)=V(i,10);
end
%%modify eigenvector A1Vk%%
%modify A1V1%
min=abs(A1V1(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A1V1(i,1))<min
      min=abs(A1V1(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A1Vm1=1/abs(A1V1(imin,1))*A1V1;

%modify A1V2%
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
min=abs(A1V2(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A1V2(i,1))<min
      min=abs(A1V2(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A1Vm2=1/abs(A1V2(imin,1))*A1V2;

%modify A1V3%
min=abs(A1V3(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A1V3(i,1))<min
      min=abs(A1V3(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A1Vm3=1/abs(A1V3(imin,1))*A1V3;


%modify A1V4%
min=abs(A1V4(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A1V4(i,1))<min
      min=abs(A1V4(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A1Vm4=1/abs(A1V4(imin,1))*A1V4;

%modify A1V5%
min=abs(A1V5(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A1V5(i,1))<min
      min=abs(A1V5(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A1Vm5=1/abs(A1V5(imin,1))*A1V5;

%modify A1V6%
min=abs(A1V6(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A1V6(i,1))<min
      min=abs(A1V6(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A1Vm6=1/abs(A1V6(imin,1))*A1V6;

%modify A1V7%
min=abs(A1V7(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A1V7(i,1))<min
      min=abs(A1V7(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A1Vm7=1/abs(A1V7(imin,1))*A1V7;


%modify A1V8%
min=abs(A1V8(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A1V8(i,1))<min
      min=abs(A1V8(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A1Vm8=1/abs(A1V8(imin,1))*A1V8;

%modify A1V9%
min=abs(A1V9(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A1V9(i,1))<min
      min=abs(A1V9(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A1Vm9=1/abs(A1V9(imin,1))*A1V9;

%modify A1V10%
min=abs(A1V10(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A1V10(i,1))<min
      min=abs(A1V10(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A1Vm10=1/abs(A1V10(imin,1))*A1V10;

%%set new VK%%
A1V1=A1Vm1;A1V2=A1Vm2;A1V3=A1Vm3;A1V4=A1Vm4;A1V5=A1Vm5;A1V6=A1Vm6;A1V7=A1Vm7;A1V8=A1Vm8;A1V9=A1Vm9;A1V10=A1Vm10;

fromp=pstart;
V1=[A1eigenvalue1,A1eigenvalue2,A1eigenvalue3,A1eigenvalue4,A1eigenvalue5,A1eigenvalue6,A1eigenvalue7,A1eigenvalue8,A1eigenvalue9,A1eigenvalue10];
for k=1:eigenface
   GV1(1,k)=V1(1,fromp);
   fromp=fromp+1;
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%test put image%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%find ATA2 from X2%%
X2=[DIFFVp1,DIFFVptest,DIFFVp3,DIFFVp4,DIFFVp5,DIFFVp6,DIFFVp7,DIFFVp8,DIFFVp9,DIFFVp10];
A2=X2'*X2;
%%Compute Eigen value and Eigen Vector of ATA1%%
[V,D]=eig(A2);
%%keep the eigenvalue%%
A2eigenvalue1=D(1,1);
A2eigenvalue2=D(2,2);
A2eigenvalue3=D(3,3);
A2eigenvalue4=D(4,4);
A2eigenvalue5=D(5,5);
A2eigenvalue6=D(6,6);
A2eigenvalue7=D(7,7);
A2eigenvalue8=D(8,8);
A2eigenvalue9=D(9,9);
A2eigenvalue10=D(10,10);
%%keep the eigenvector%%
for i=1:M
   A2V1(i,1)=V(i,1);
   A2V2(i,1)=V(i,2);
   A2V3(i,1)=V(i,3);
   A2V4(i,1)=V(i,4);
   A2V5(i,1)=V(i,5);
   A2V6(i,1)=V(i,6);
   A2V7(i,1)=V(i,7);
   A2V8(i,1)=V(i,8);
   A2V9(i,1)=V(i,9);
   A2V10(i,1)=V(i,10);
end
%%modify eigenvector A2Vk%%
%modify A2V1%
min=abs(A2V1(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A2V1(i,1))<min
      min=abs(A2V1(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A2Vm1=1/abs(A2V1(imin,1))*A2V1;

%modify A2V2%
min=abs(A2V2(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A2V2(i,1))<min
      min=abs(A2V2(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A2Vm2=1/abs(A2V2(imin,1))*A2V2;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
%modify A3V4%
min=abs(A3V4(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A3V4(i,1))<min
      min=abs(A3V4(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A3Vm4=1/abs(A3V4(imin,1))*A3V4;

%modify A3V5%
min=abs(A3V5(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A3V5(i,1))<min
      min=abs(A3V5(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A3Vm5=1/abs(A3V5(imin,1))*A3V5;

%modify A3V6%
min=abs(A3V6(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A3V6(i,1))<min
      min=abs(A3V6(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A3Vm6=1/abs(A3V6(imin,1))*A3V6;

%modify A3V7%
min=abs(A3V7(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A3V7(i,1))<min
      min=abs(A3V7(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A3Vm7=1/abs(A3V7(imin,1))*A3V7;


%modify A3V8%
min=abs(A3V8(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A3V8(i,1))<min
      min=abs(A3V8(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A3Vm8=1/abs(A3V8(imin,1))*A3V8;

%modify A3V9%
min=abs(A3V9(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A3V9(i,1))<min
      min=abs(A3V9(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A3Vm9=1/abs(A3V9(imin,1))*A3V9;

%modify A3V10%
min=abs(A3V10(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A3V10(i,1))<min
      min=abs(A3V10(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A3Vm10=1/abs(A3V10(imin,1))*A3V10;

%%set new VK%%
A3V1=A3Vm1;A3V2=A3Vm2;A3V3=A3Vm3;A3V4=A3Vm4;A3V5=A3Vm5;A3V6=A3Vm6;A3V7=A3Vm7;A3V8=A3Vm8;A3V9=A3Vm9;A3V10=A3Vm10;

fromp=pstart;
V3=[A3eigenvalue1,A3eigenvalue2,A3eigenvalue3,A3eigenvalue4,A3eigenvalue5,A3eigenvalue6,A3eigenvalue7,A3eigenvalue8,A3eigenvalue9,A3eigenvalue10];
for k=1:eigenface
   GV3(1,k)=V3(1,fromp);
   fromp=fromp+1;
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%test put image%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%


%%find ATA4 from X4%%
X4=[DIFFVp1,DIFFVp2,DIFFVp3,DIFFVptest,DIFFVp5,DIFFVp6,DIFFVp7,DIFFVp8,DIFFVp9,DIFFVp10];
A4=X4'*X4;
%%Compute Eigen value and Eigen Vector of ATA4%%
[V,D]=eig(A4);
%%keep the eigenvalue%%
A4eigenvalue1=D(1,1);
A4eigenvalue2=D(2,2);
A4eigenvalue3=D(3,3);
A4eigenvalue4=D(4,4);
A4eigenvalue5=D(5,5);
A4eigenvalue6=D(6,6);
A4eigenvalue7=D(7,7);
A4eigenvalue8=D(8,8);
A4eigenvalue9=D(9,9);
A4eigenvalue10=D(10,10);
%%keep the eigenvector%%
for i=1:M
   A4V1(i,1)=V(i,1);
   A4V2(i,1)=V(i,2);
   A4V3(i,1)=V(i,3);
   A4V4(i,1)=V(i,4);
   A4V5(i,1)=V(i,5);
   A4V6(i,1)=V(i,6);
   A4V7(i,1)=V(i,7);
   A4V8(i,1)=V(i,8);
   A4V9(i,1)=V(i,9);
   A4V10(i,1)=V(i,10);
end
%%modify eigenvector A4Vk%%
%modify A4V1%
min=abs(A4V1(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A4V1(i,1))<min
      min=abs(A4V1(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A4Vm1=1/abs(A4V1(imin,1))*A4V1;

%modify A4V2%
min=abs(A4V2(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A4V2(i,1))<min
      min=abs(A4V2(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A4Vm2=1/abs(A4V2(imin,1))*A4V2;

%modify A4V3%
min=abs(A4V3(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A4V3(i,1))<min
      min=abs(A4V3(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A4Vm3=1/abs(A4V3(imin,1))*A4V3;


%modify A4V4%
min=abs(A4V4(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A4V4(i,1))<min
      min=abs(A4V4(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
%modify A2V3%
min=abs(A2V3(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A2V3(i,1))<min
      min=abs(A2V3(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A2Vm3=1/abs(A2V3(imin,1))*A2V3;


%modify A2V4%
min=abs(A2V4(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A2V4(i,1))<min
      min=abs(A2V4(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A2Vm4=1/abs(A2V4(imin,1))*A2V4;

%modify A2V5%
min=abs(A2V5(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A2V5(i,1))<min
      min=abs(A2V5(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A2Vm5=1/abs(A2V5(imin,1))*A2V5;

%modify A2V6%
min=abs(A2V6(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A2V6(i,1))<min
      min=abs(A2V6(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A2Vm6=1/abs(A2V6(imin,1))*A2V6;

%modify A2V7%
min=abs(A2V7(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A2V7(i,1))<min
      min=abs(A2V7(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A2Vm7=1/abs(A2V7(imin,1))*A2V7;


%modify A2V8%
min=abs(A2V8(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A2V8(i,1))<min
      min=abs(A2V8(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A2Vm8=1/abs(A2V8(imin,1))*A2V8;

%modify A2V9%
min=abs(A2V9(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A2V9(i,1))<min
      min=abs(A2V9(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A2Vm9=1/abs(A2V9(imin,1))*A2V9;

%modify A2V10%
min=abs(A2V10(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A2V10(i,1))<min
      min=abs(A2V10(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A2Vm10=1/abs(A2V10(imin,1))*A2V10;

%%set new VK%%
A2V1=A2Vm1;A2V2=A2Vm2;A2V3=
A2Vm3;A2V4=A2Vm4;A2V5=A2Vm5
;A2V6=A2Vm6;A2V7=A2Vm7;A2V8=
A2Vm8;A2V9=A2Vm9;A2V10=A2Vm
10;

fromp=pstart;
V2=[A2eigenvalue1,A2eigenvalue2,A
2eigenvalue3,A2eigenvalue4,A2eige
nvalue5,A2eigenvalue6,A2eigenvalu
e7,A2eigenvalue8,A2eigenvalue9,A2
eigenvalue10];
for k=1:eigenface
   GV2(:,k)=V2(1,fromp);
   fromp=fromp+1;
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%test put
image%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%

%%find ATA3 from X3%%
X3=[DIFFVp1,DIFFVp2,DIFFVptes
t,DIFFVp4,DIFFVp5,DIFFVp6,DIF
FVp7,DIFFVp8,DIFFVp9,DIFFVp10
];
A3=X3'*X3;
%%Compute Eigen value and Eigen
Vector of ATA3%%
[V,D]=eig(A3);
%%keep the eigenvalue%%
A3eigenvalue1=D(1,1);
A3eigenvalue2=D(2,2);
A3eigenvalue3=D(3,3);
A3eigenvalue4=D(4,4);
A3eigenvalue5=D(5,5);
A3eigenvalue6=D(6,6);
A3eigenvalue7=D(7,7);
A3eigenvalue8=D(8,8);
A3eigenvalue9=D(9,9);
A3eigenvalue10=D(10,10);
%%keep the eigenvector%%
for i=1:M
   A3V1(i,1)=V(i,1);
   A3V2(i,1)=V(i,2);
   A3V3(i,1)=V(i,3);
   A3V4(i,1)=V(i,4);
   A3V5(i,1)=V(i,5);
   A3V6(i,1)=V(i,6);
   A3V7(i,1)=V(i,7);
   A3V8(i,1)=V(i,8);
   A3V9(i,1)=V(i,9);
   A3V10(i,1)=V(i,10);
end
%%modify eigenvector A3Vk%%
%modify A3V1%
min=abs(A3V1(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A3V1(i,1))<min
      min=abs(A3V1(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A3Vm1=1/abs(A3V1(imin,1))*A3V1;

%modify A3V2%
min=abs(A3V2(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A3V2(i,1))<min
      min=abs(A3V2(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A3Vm2=1/abs(A3V2(imin,1))*A3V2;

%modify A3V3%
min=abs(A3V3(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A3V3(i,1))<min
      min=abs(A3V3(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A3Vm3=1/abs(A3V3(imin,1))*A3V3;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   end
end
A4Vm4=1/abs(A4V4(imin,1))*A4V4;

%modify A4V5%
min=abs(A4V5(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A4V5(i,1))<min
      min=abs(A4V5(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A4Vm5=1/abs(A4V5(imin,1))*A4V5;

%modify A4V6%
min=abs(A4V6(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A4V6(i,1))<min
      min=abs(A4V6(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A4Vm6=1/abs(A4V6(imin,1))*A4V6;

%modify A4V7%
min=abs(A4V7(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A4V7(i,1))<min
      min=abs(A4V7(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A4Vm7=1/abs(A4V7(imin,1))*A4V7;


%modify A4V8%
min=abs(A4V8(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A4V8(i,1))<min
      min=abs(A4V8(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A4Vm8=1/abs(A4V8(imin,1))*A4V8;

%modify A4V9%
min=abs(A4V9(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A4V9(i,1))<min
      min=abs(A4V9(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A4Vm9=1/abs(A4V9(imin,1))*A4V9;

%modify A4V10%
min=abs(A4V10(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A4V10(i,1))<min
      min=abs(A4V10(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A4Vm10=1/abs(A4V10(imin,1))*A4V10;

%%set new VK%%
A4V1=A4Vm1;A4V2=A4Vm2;A4V3=A4Vm3;A4V4=A4Vm4;A4V5=A4Vm5;A4V6=A4Vm6;A4V7=A4Vm7;A4V8=A4Vm8;A4V9=A4Vm9;A4V10=A4Vm10;

fromp=pstart;
V4=[A4eigenvalue1,A4eigenvalue2,A4eigenvalue3,A4eigenvalue4,A4eigenvalue5,A4eigenvalue6,A4eigenvalue7,A4eigenvalue8,A4eigenvalue9,A4eigenvalue10];
for k=1:eigenface
   GV4(1,k)=V4(1,fromp);
   fromp=fromp+1;
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%test put image%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%%find ATA5 from X5%%
X5=[DIFFVp1,DIFFVp2,DIFFVp3,DIFFVp4,DIFFVptest,DIFFVp6,DIFFVp7,DIFFVp8,DIFFVp9,DIFFVp10];
A5=X5'*X5;
%%Compute Eigen value and Eigen Vector of ATA5%%
[V,D]=eig(A5);
%%keep the eigenvalue%%
A5eigenvalue1=D(1,1);
A5eigenvalue2=D(2,2);
A5eigenvalue3=D(3,3);
A5eigenvalue4=D(4,4);
A5eigenvalue5=D(5,5);
A5eigenvalue6=D(6,6);
A5eigenvalue7=D(7,7);
A5eigenvalue8=D(8,8);
A5eigenvalue9=D(9,9);
A5eigenvalue10=D(10,10);
%%keep the eigenvector%%
for i=1:M
   A5V1(i,1)=V(i,1);
   A5V2(i,1)=V(i,2);
   A5V3(i,1)=V(i,3);
   A5V4(i,1)=V(i,4);
   A5V5(i,1)=V(i,5);
   A5V6(i,1)=V(i,6);
   A5V7(i,1)=V(i,7);
   A5V8(i,1)=V(i,8);
   A5V9(i,1)=V(i,9);
   A5V10(i,1)=V(i,10);
end
%%modify eigenvector A5Vk%%
%modify A5V1%
min=abs(A5V1(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A5V1(i,1))<min
      min=abs(A5V1(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A5Vm1=1/abs(A5V1(imin,1))*A5V1;

%modify A5V2%
min=abs(A5V2(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A5V2(i,1))<min
      min=abs(A5V2(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A5Vm2=1/abs(A5V2(imin,1))*A5V2;

%modify A5V3%
min=abs(A5V3(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A5V3(i,1))<min
      min=abs(A5V3(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A5Vm3=1/abs(A5V3(imin,1))*A5V3;


%modify A5V4%
min=abs(A5V4(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A5V4(i,1))<min
      min=abs(A5V4(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A5Vm4=1/abs(A5V4(imin,1))*A5V4;

%modify A5V5%
min=abs(A5V5(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A5V5(i,1))<min
      min=abs(A5V5(i,1));
      imin=i;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    else
        imin=imin;
    end
end
A5Vm5=1/abs(A5V5(imin,1))*A5V5;

%modify A5V6%
min=abs(A5V6(1,1));
imin=1;
for i=2:M
    if abs(A5V6(i,1))<min
        min=abs(A5V6(i,1));
        imin=i;
    else
        imin=imin;
    end
end
A5Vm6=1/abs(A5V6(imin,1))*A5V6;

%modify A5V7%
min=abs(A5V7(1,1));
imin=1;
for i=2:M
    if abs(A5V7(i,1))<min
        min=abs(A5V7(i,1));
        imin=i;
    else
        imin=imin;
    end
end
A5Vm7=1/abs(A5V7(imin,1))*A5V7;


%modify A5V8%
min=abs(A5V8(1,1));
imin=1;
for i=2:M
    if abs(A5V8(i,1))<min
        min=abs(A5V8(i,1));
        imin=i;
    else
        imin=imin;
    end
end
A5Vm8=1/abs(A5V8(imin,1))*A5V8;

%modify A5V9%
min=abs(A5V9(1,1));
imin=1;
for i=2:M
    if abs(A5V9(i,1))<min
        min=abs(A5V9(i,1));
        imin=i;
    else
        imin=imin;
    end
end
A5Vm9=1/abs(A5V9(imin,1))*A5V9;

%modify A5V10%
min=abs(A5V10(1,1));
imin=1;
for i=2:M
    if abs(A5V10(i,1))<min
        min=abs(A5V10(i,1));
        imin=i;
    else
        imin=imin;
    end
end
A5Vm10=1/abs(A5V10(imin,1))*A5V10;

%%set new VK%%
A5V1=A5Vm1;A5V2=A5Vm2;A5V3=
A5Vm3;A5V4=A5Vm4;A5V5=A5Vm5
;A5V6=A5Vm6;A5V7=A5Vm7;A5V8=
A5Vm8;A5V9=A5Vm9;A5V10=A5Vm
10;

fromp=pstart;
Vs=[Aseigenvalue1,Aseigenvalue2,A
seigenvalue3,Aseigenvalue4,Aseige
nvalue5,Aseigenvalue6,Aseigenvalu
e7,Aseigenvalue8,Aseigenvalue9,A5
eigenvalue10];
for k=1:eigenface
    GV5(1,k)=Vs(1,fromp);
    fromp=fromp+1;
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%test put
image%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%

%%find ATA6 from X6%%
X6=[DIFFVp1,DIFFVp2,DIFFVp3,D
IFFVp4,DIFFVp5,DIFFVptest,DIF
FVp7,DIFFVp8,DIFFVp9,DIFFVp10
];
A6=X6'*X6;
%%Compute Eigen value and Eigen
Vector of ATA6%%
[V,D]=eig(A6);
%%keep the eigenvalue%%
A6eigenvalue1=D(1,1);
A6eigenvalue2=D(2,2);
A6eigenvalue3=D(3,3);
A6eigenvalue4=D(4,4);
A6eigenvalue5=D(5,5);
A6eigenvalue6=D(6,6);
A6eigenvalue7=D(7,7);
A6eigenvalue8=D(8,8);
A6eigenvalue9=D(9,9);
A6eigenvalue10=D(10,10);
%%keep the eigenvector%%
for i=1:M
    A6V1(i,1)=V(i,1);
    A6V2(i,1)=V(i,2);
    A6V3(i,1)=V(i,3);
    A6V4(i,1)=V(i,4);
    A6V5(i,1)=V(i,5);
    A6V6(i,1)=V(i,6);
    A6V7(i,1)=V(i,7);
    A6V8(i,1)=V(i,8);
    A6V9(i,1)=V(i,9);
    A6V10(i,1)=V(i,10);
end
%%modify eigenvector A6Vk%%
%modify A6V1%
min=abs(A6V1(1,1));
imin=1;
for i=2:M
    if abs(A6V1(i,1))<min
        min=abs(A6V1(i,1));
        imin=i;
    else
        imin=imin;
    end
end
A6Vm1=1/abs(A6V1(imin,1))*A6V1;

%modify A6V2%
min=abs(A6V2(1,1));
imin=1;
for i=2:M
    if abs(A6V2(i,1))<min
        min=abs(A6V2(i,1));
        imin=i;
    else
        imin=imin;
    end
end
A6Vm2=1/abs(A6V2(imin,1))*A6V2;

%modify A6V3%
min=abs(A6V3(1,1));
imin=1;
for i=2:M
    if abs(A6V3(i,1))<min
        min=abs(A6V3(i,1));
        imin=i;
    else
        imin=imin;
    end
end
A6Vm3=1/abs(A6V3(imin,1))*A6V3;

%modify A6V4%
min=abs(A6V4(1,1));
imin=1;
for i=2:M
    if abs(A6V4(i,1))<min
        min=abs(A6V4(i,1));
        imin=i;
    else
        imin=imin;
    end
end
A6Vm4=1/abs(A6V4(imin,1))*A6V4;

%modify A6V5%
min=abs(A6V5(1,1));
imin=1;
for i=2:M
    if abs(A6V5(i,1))<min
        min=abs(A6V5(i,1));
        imin=i;
    else
        imin=imin;
    end
end
A6Vm5=1/abs(A6V5(imin,1))*A6V5;

%modify A6V6%
min=abs(A6V6(1,1));
imin=1;
for i=2:M
    if abs(A6V6(i,1))<min
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      min=abs(A6V6(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A6Vm6=1/abs(A6V6(imin,1))*A6V6;

%modify A6V7%
min=abs(A6V7(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A6V7(i,1))<min
      min=abs(A6V7(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A6Vm7=1/abs(A6V7(imin,1))*A6V7;


%modify A6V8%
min=abs(A6V8(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A6V8(i,1))<min
      min=abs(A6V8(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A6Vm8=1/abs(A6V8(imin,1))*A6V8;

%modify A6V9%
min=abs(A6V9(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A6V9(i,1))<min
      min=abs(A6V9(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A6Vm9=1/abs(A6V9(imin,1))*A6V9;

%modify A6V10%
min=abs(A6V10(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A6V10(i,1))<min
      min=abs(A6V10(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A6Vm10=1/abs(A6V10(imin,1))*A6V10;

%%set new VK%%
A6V1=A6Vm1;A6V2=A6Vm2;A6V3=A6Vm3;A6V4=A6Vm4;A6V5=A6Vm5;A6V6=A6Vm6;A6V7=A6Vm7;A6V8=A6Vm8;A6V9=A6Vm9;A6V10=A6Vm10;

fromp=pstart;
V6=[A6eigenvalue1,A6eigenvalue2,A6eigenvalue3,A6eigenvalue4,A6eigenvalue5,A6eigenvalue6,A6eigenvalue7,A6eigenvalue8,A6eigenvalue9,A6eigenvalue10];
for k=1:eigenface
   GV6(1,k)=V6(1,fromp);
   fromp=fromp+1;
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%test put image%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%find ATA7 from X7%%
X7=[DIFFVp1,DIFFVp2,DIFFVp3,DIFFVp4,DIFFVp5,DIFFVp6,DIFFVptest,DIFFVp8,DIFFVp9,DIFFVp10];
A7=X7'*X7;
%%Compute Eigen value and Eigen Vector of ATA7%%
[V,D]=eig(A7);
%%keep the eigenvalue%%
A7eigenvalue1=D(1,1);
A7eigenvalue2=D(2,2);
A7eigenvalue3=D(3,3);
A7eigenvalue4=D(4,4);
A7eigenvalue5=D(5,5);
A7eigenvalue6=D(6,6);
A7eigenvalue7=D(7,7);
A7eigenvalue8=D(8,8);
A7eigenvalue9=D(9,9);
A7eigenvalue10=D(10,10);
%%keep the eigenvector%%
for i=1:M
   A7V1(i,1)=V(i,1);
   A7V2(i,1)=V(i,2);
   A7V3(i,1)=V(i,3);
   A7V4(i,1)=V(i,4);
   A7V5(i,1)=V(i,5);
   A7V6(i,1)=V(i,6);
   A7V7(i,1)=V(i,7);
   A7V8(i,1)=V(i,8);
   A7V9(i,1)=V(i,9);
   A7V10(i,1)=V(i,10);
end
%%modify eigenvector A7Vk%%
%modify A7V1%
min=abs(A7V1(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A7V1(i,1))<min
      min=abs(A7V1(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A7Vm1=1/abs(A7V1(imin,1))*A7V1;

%modify A7V2%
min=abs(A7V2(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A7V2(i,1))<min
      min=abs(A7V2(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A7Vm2=1/abs(A7V2(imin,1))*A7V2;

%modify A7V3%
min=abs(A7V3(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A7V3(i,1))<min
      min=abs(A7V3(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A7Vm3=1/abs(A7V3(imin,1))*A7V3;


%modify A7V4%
min=abs(A7V4(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A7V4(i,1))<min
      min=abs(A7V4(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A7Vm4=1/abs(A7V4(imin,1))*A7V4;

%modify A7V5%
min=abs(A7V5(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A7V5(i,1))<min
      min=abs(A7V5(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A7Vm5=1/abs(A7V5(imin,1))*A7V5;

%modify A7V6%
min=abs(A7V6(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A7V6(i,1))<min
      min=abs(A7V6(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A7Vm6=1/abs(A7V6(imin,1))*A7V6;

%modify A7V7%
min=abs(A7V7(1,1));
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A7V7(i,1))<min
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    min=abs(A7V7(i,1));
    imin=i;
  else
    imin=imin;
  end
end
A7Vm7=1/abs(A7V7(imin,1))*A7V7;


%modify A7V8%
min=abs(A7V8(1,1));
imin=1;
for i=2:M
  if abs(A7V8(i,1))<min
    min=abs(A7V8(i,1));
    imin=i;
  else
    imin=imin;
  end
end
A7Vm8=1/abs(A7V8(imin,1))*A7V8;

%modify A7V9%
min=abs(A7V9(1,1));
imin=1;
for i=2:M
  if abs(A7V9(i,1))<min
    min=abs(A7V9(i,1));
    imin=i;
  else
    imin=imin;
  end
end
A7Vm9=1/abs(A7V9(imin,1))*A7V9;

%modify A7V10%
min=abs(A7V10(1,1));
imin=1;
for i=2:M
  if abs(A7V10(i,1))<min
    min=abs(A7V10(i,1));
    imin=i;
  else
    imin=imin;
  end
end
A7Vm10=1/abs(A7V10(imin,1))*A7V10;

%%set new VK%%
A7V1=A7Vm1;A7V2=A7Vm2;A7V3=
A7Vm3;A7V4=A7Vm4;A7V5=A7Vm5
;A7V6=A7Vm6;A7V7=A7Vm7;A7V8=
A7Vm8;A7V9=A7Vm9;A7V10=A7Vm
10;

fromp=pstart;
V7=[A7eigenvalue1,A7eigenvalue2,A
7eigenvalue3,A7eigenvalue4,A7eige
nvalue5,A7eigenvalue6,A7eigenvalu
e7,A7eigenvalue8,A7eigenvalue9,A7
eigenvalue10];
for k=1:eigenface
  GV7(1,k)=V7(1,fromp);
  fromp=fromp+1;
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%test put
image%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%
%%find ATA8 from X8%%
X8=[DIFFVp1,DIFFVp2,DIFFVp3,D
IFFVp4,DIFFVp5,DIFFVp6,DIFFV
p7,DIFFVptest,DIFFVp9,DIFFVp10]
;
A8=X8'*X8;
%%Compute Eigen value and Eigen
Vector of ATA8%%
[V,D]=eig(A8);
%%keep the eigenvalue%%
A8eigenvalue1=D(1,1);
A8eigenvalue2=D(2,2);
A8eigenvalue3=D(3,3);
A8eigenvalue4=D(4,4);
A8eigenvalue5=D(5,5);
A8eigenvalue6=D(6,6);
A8eigenvalue7=D(7,7);
A8eigenvalue8=D(8,8);
A8eigenvalue9=D(9,9);
A8eigenvalue10=D(10,10);
%%keep the eigenvector%%
for i=1:M
  A8V1(i,1)=V(i,1);
  A8V2(i,1)=V(i,2);
  A8V3(i,1)=V(i,3);
  A8V4(i,1)=V(i,4);
  A8V5(i,1)=V(i,5);
  A8V6(i,1)=V(i,6);
  A8V7(i,1)=V(i,7);
  A8V8(i,1)=V(i,8);
  A8V9(i,1)=V(i,9);
  A8V10(i,1)=V(i,10);
end
%%modify eigenvector A8Vk%%
%modify A8V1%
min=abs(A8V1(1,1));
imin=1;
for i=2:M
  if abs(A8V1(i,1))<min
    min=abs(A8V1(i,1));
    imin=i;
  else
    imin=imin;
  end
end
A8Vm1=1/abs(A8V1(imin,1))*A8V1;

%modify A8V2%
min=abs(A8V2(1,1));
imin=1;
for i=2:M
  if abs(A8V2(i,1))<min
    min=abs(A8V2(i,1));
    imin=i;
  else
    imin=imin;
  end
end
A8Vm2=1/abs(A8V2(imin,1))*A8V2;

%modify A8V3%
min=abs(A8V3(1,1));
imin=1;
for i=2:M
  if abs(A8V3(i,1))<min
    min=abs(A8V3(i,1));
    imin=i;
  else
    imin=imin;
  end
end
A8Vm3=1/abs(A8V3(imin,1))*A8V3;


%modify A8V4%
min=abs(A8V4(1,1));
imin=1;
for i=2:M
  if abs(A8V4(i,1))<min
    min=abs(A8V4(i,1));
    imin=i;
  else
    imin=imin;
  end
end
A8Vm4=1/abs(A8V4(imin,1))*A8V4;

%modify A8V5%
min=abs(A8V5(1,1));
imin=1;
for i=2:M
  if abs(A8V5(i,1))<min
    min=abs(A8V5(i,1));
    imin=i;
  else
    imin=imin;
  end
end
A8Vm5=1/abs(A8V5(imin,1))*A8V5;

%modify A8V6%
min=abs(A8V6(1,1));
imin=1;
for i=2:M
  if abs(A8V6(i,1))<min
    min=abs(A8V6(i,1));
    imin=i;
  else
    imin=imin;
  end
end
A8Vm6=1/abs(A8V6(imin,1))*A8V6;

%modify A8V7%
min=abs(A8V7(1,1));
imin=1;
for i=2:M
  if abs(A8V7(i,1))<min
    min=abs(A8V7(i,1));
    imin=i;
  else
    imin=imin;
  end
end
A8Vm7=1/abs(A8V7(imin,1))*A8V7;


%modify A8V8%
min=abs(A8V8(1,1));
imin=1;
for i=2:M
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  if abs(A8V8(i,1))<min
    min=abs(A8V8(i,1));
    imin=i;
  else
    imin=imin;
  end
end
A8Vm8=1/abs(A8V8(imin,1))*A8V8;

%modify A8V9%
min=abs(A8V9(1,1));
imin=1;
for i=2:M
  if abs(A8V9(i,1))<min
    min=abs(A8V9(i,1));
    imin=i;
  else
    imin=imin;
  end
end
A8Vm9=1/abs(A8V9(imin,1))*A8V9;

%modify A8V10%
min=abs(A8V10(1,1));
imin=1;
for i=2:M
  if abs(A8V10(i,1))<min
    min=abs(A8V10(i,1));
    imin=i;
  else
    imin=imin;
  end
end
A8Vm10=1/abs(A8V10(imin,1))*A8V10;

%%set new VK%%
A8V1=A8Vm1;A8V2=A8Vm2;A8V3=A8Vm3;A8V4=A8Vm4;A8V5=A8Vm5;A8V6=A8Vm6;A8V7=A8Vm7;A8V8=A8Vm8;A8V9=A8Vm9;A8V10=A8Vm10;

fromp=pstart;
V8=[A8eigenvalue1,A8eigenvalue2,A8eigenvalue3,A8eigenvalue4,A8eigenvalue5,A8eigenvalue6,A8eigenvalue7,A8eigenvalue8,A8eigenvalue9,A8eigenvalue10];
for k=1:eigenface
  GV8(1,k)=V8(1,fromp);
  fromp=fromp+1;
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%test put image%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%%find ATA9 from X9%%
X9=[DIFFVp1,DIFFVp2,DIFFVp3,DIFFVp4,DIFFVp5,DIFFVp6,DIFFVp7,DIFFVp8,DIFFVptest,DIFFVp10];
A9=X9'*X9;

%%Compute Eigen value and Eigen Vector of ATA9%%
[V,D]=eig(A9);
%%keep the eigenvalue%%
A9eigenvalue1=D(1,1);
A9eigenvalue2=D(2,2);
A9eigenvalue3=D(3,3);
A9eigenvalue4=D(4,4);
A9eigenvalue5=D(5,5);
A9eigenvalue6=D(6,6);
A9eigenvalue7=D(7,7);
A9eigenvalue8=D(8,8);
A9eigenvalue9=D(9,9);
A9eigenvalue10=D(10,10);
%%keep the eigenvector%%
for i=1:M
  A9V1(i,1)=V(i,1);
  A9V2(i,1)=V(i,2);
  A9V3(i,1)=V(i,3);
  A9V4(i,1)=V(i,4);
  A9V5(i,1)=V(i,5);
  A9V6(i,1)=V(i,6);
  A9V7(i,1)=V(i,7);
  A9V8(i,1)=V(i,8);
  A9V9(i,1)=V(i,9);
  A9V10(i,1)=V(i,10);
end
%%modify eigenvector A9Vk%%
%modify A9V1%
min=abs(A9V1(1,1));
imin=1;
for i=2:M
  if abs(A9V1(i,1))<min
    min=abs(A9V1(i,1));
    imin=i;
  else
    imin=imin;
  end
end
A9Vm1=1/abs(A9V1(imin,1))*A9V1;

%modify A9V2%
min=abs(A9V2(1,1));
imin=1;
for i=2:M
  if abs(A9V2(i,1))<min
    min=abs(A9V2(i,1));
    imin=i;
  else
    imin=imin;
  end
end
A9Vm2=1/abs(A9V2(imin,1))*A9V2;

%modify A9V3%
min=abs(A9V3(1,1));
imin=1;
for i=2:M
  if abs(A9V3(i,1))<min
    min=abs(A9V3(i,1));
    imin=i;
  else
    imin=imin;
  end
end
A9Vm3=1/abs(A9V3(imin,1))*A9V3;

%modify A9V4%
min=abs(A9V4(1,1));
imin=1;
for i=2:M
  if abs(A9V4(i,1))<min
    min=abs(A9V4(i,1));
    imin=i;
  else
    imin=imin;
  end
end
A9Vm4=1/abs(A9V4(imin,1))*A9V4;

%modify A9V5%
min=abs(A9V5(1,1));
imin=1;
for i=2:M
  if abs(A9V5(i,1))<min
    min=abs(A9V5(i,1));
    imin=i;
  else
    imin=imin;
  end
end
A9Vm5=1/abs(A9V5(imin,1))*A9V5;

%modify A9V6%
min=abs(A9V6(1,1));
imin=1;
for i=2:M
  if abs(A9V6(i,1))<min
    min=abs(A9V6(i,1));
    imin=i;
  else
    imin=imin;
  end
end
A9Vm6=1/abs(A9V6(imin,1))*A9V6;

%modify A9V7%
min=abs(A9V7(1,1));
imin=1;
for i=2:M
  if abs(A9V7(i,1))<min
    min=abs(A9V7(i,1));
    imin=i;
  else
    imin=imin;
  end
end
A9Vm7=1/abs(A9V7(imin,1))*A9V7;

%modify A9V8%
min=abs(A9V8(1,1));
imin=1;
for i=2:M
  if abs(A9V8(i,1))<min
    min=abs(A9V8(i,1));
    imin=i;
  else
    imin=imin;
  end
end
A9Vm8=1/abs(A9V8(imin,1))*A9V8;

%modify A9V9%
min=abs(A9V9(1,1));
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 imin=1;
 for i=2:M
    if abs(A9V9(i,1))<min
       min=abs(A9V9(i,1));
       imin=i;
    else
       imin=imin;
    end
 end
 A9Vm9=1/abs(A9V9(imin,1))*A9V9;

 %modify A9V10%
 min=abs(A9V10(1,1));
 imin=1;
 for i=2:M
    if abs(A9V10(i,1))<min
       min=abs(A9V10(i,1));
       imin=i;
    else
       imin=imin;
    end
 end
 A9Vm10=1/abs(A9V10(imin,1))*A9V10;

 %%set new VK%%
 A9V1=A9Vm1;A9V2=A9Vm2;A9V3=
 A9Vm3;A9V4=A9Vm4;A9V5=A9Vm5
 ;A9V6=A9Vm6;A9V7=A9Vm7;A9V8=
 A9Vm8;A9V9=A9Vm9;A9V10=A9Vm
 10;

 fromp=pstart;
 V9=[A9eigenvalue1,A9eigenvalue2,A
 9eigenvalue3,A9eigenvalue4,A9eige
 nvalue5,A9eigenvalue6,A9eigenvalu
 e7,A9eigenvalue8,A9eigenvalue9,A9
 eigenvalue10];
 for k=1:eigenface
    GV9(1,k)=V9(1,fromp);
    fromp=fromp+1;
 end
 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%test put
 image%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
 %%%%
 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
 %%%%
 %%find ATA10 from X10%%
 X10=[DIFFVp1,DIFFVp2,DIFFVp3,
 DIFFVp4,DIFFVp5,DIFFVp6,DIFF
 Vp7,DIFFVp8,DIFFVp9,DIFFVptes
 t];
 A10=X10'*X10;
 %%Compute Eigen value and Eigen
 Vector of ATA10%%
 [V,D]=eig(A10);
 %%keep the eigenvalue%%
 A10eigenvalue1=D(1,1);
 A10eigenvalue2=D(2,2);
 A10eigenvalue3=D(3,3);
 A10eigenvalue4=D(4,4);
 A10eigenvalue5=D(5,5);
 A10eigenvalue6=D(6,6);
 A10eigenvalue7=D(7,7);
 A10eigenvalue8=D(8,8);
 A10eigenvalue9=D(9,9);
 A10eigenvalue10=D(10,10);
 %%keep the eigenvector%%
 for i=1:M
    A10V1(i,1)=V(i,1);
    A10V2(i,1)=V(i,2);
    A10V3(i,1)=V(i,3);
    A10V4(i,1)=V(i,4);
    A10V5(i,1)=V(i,5);
    A10V6(i,1)=V(i,6);
    A10V7(i,1)=V(i,7);
    A10V8(i,1)=V(i,8);
    A10V9(i,1)=V(i,9);
    A10V10(i,1)=V(i,10);
 end
 %%modify eigenvector A10Vk%%
 %modify A10V1%
 min=abs(A10V1(1,1));
 imin=1;
 for i=2:M
    if abs(A10V1(i,1))<min
       min=abs(A10V1(i,1));
       imin=i;
    else
       imin=imin;
    end
 end
 A10Vm1=1/abs(A10V1(imin,1))*A10V1;

 %modify A10V2%
 min=abs(A10V2(1,1));
 imin=1;
 for i=2:M
    if abs(A10V2(i,1))<min
       min=abs(A10V2(i,1));
       imin=i;
    else
       imin=imin;
    end
 end
 A10Vm2=1/abs(A10V2(imin,1))*A10V2;

 %modify A10V3%
 min=abs(A10V3(1,1));
 imin=1;
 for i=2:M
    if abs(A10V3(i,1))<min
       min=abs(A10V3(i,1));
       imin=i;
    else
       imin=imin;
    end
 end
 A10Vm3=1/abs(A10V3(imin,1))*A10V3;


 %modify A10V4%
 min=abs(A10V4(1,1));
 imin=1;
 for i=2:M
    if abs(A10V4(i,1))<min
       min=abs(A10V4(i,1));
       imin=i;
    else
       imin=imin;
    end
 end
 A10Vm4=1/abs(A10V4(imin,1))*A10V4;

 %modify A10V5%
 min=abs(A10V5(1,1));
 imin=1;
 for i=2:M
    if abs(A10V5(i,1))<min
       min=abs(A10V5(i,1));
       imin=i;
    else
       imin=imin;
    end
 end
 A10Vm5=1/abs(A10V5(imin,1))*A10V5;

 %modify A10V6%
 min=abs(A10V6(1,1));
 imin=1;
 for i=2:M
    if abs(A10V6(i,1))<min
       min=abs(A10V6(i,1));
       imin=i;
    else
       imin=imin;
    end
 end
 A10Vm6=1/abs(A10V6(imin,1))*A10V6;

 %modify A10V7%
 min=abs(A10V7(1,1));
 imin=1;
 for i=2:M
    if abs(A10V7(i,1))<min
       min=abs(A10V7(i,1));
       imin=i;
    else
       imin=imin;
    end
 end
 A10Vm7=1/abs(A10V7(imin,1))*A10V7;

 %modify A10V8%
 min=abs(A10V8(1,1));
 imin=1;
 for i=2:M
    if abs(A10V8(i,1))<min
       min=abs(A10V8(i,1));
       imin=i;
    else
       imin=imin;
    end
 end
 A10Vm8=1/abs(A10V8(imin,1))*A10V8;

 %modify A10V9%
 min=abs(A10V9(1,1));
 imin=1;
 for i=2:M
    if abs(A10V9(i,1))<min
       min=abs(A10V9(i,1));
       imin=i;
    else
       imin=imin;
    end
 end
 A10Vm9=1/abs(A10V9(imin,1))*A10V9;

 %modify A10V10%
 min=abs(A10V10(1,1));
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
imin=1;
for i=2:M
   if abs(A10V10(i,1))<min
      min=abs(A10V10(i,1));
      imin=i;
   else
      imin=imin;
   end
end
A10Vm10=1/abs(A10V10(imin,1))*A10V10;

%%set new VK%%
A10V1=A10Vm1;A10V2=A10Vm2;A10V3=A10Vm3;A10V4=A10Vm4;A10V5=A10Vm5;A10V6=A10Vm6;A10V7=A10Vm7;A10V8=A10Vm8;A10V9=A10Vm9;A10V10=A10Vm10;

fromp=pstart;
V10=[A10eigenvalue1,A10eigenvalue2,A10eigenvalue3,A10eigenvalue4,A10eigenvalue5,A10eigenvalue6,A10eigenvalue7,A10eigenvalue8,A10eigenvalue9,A10eigenvalue10];
for k=1:eigenface
   GV10(1,k)=V10(1,fromp);
   fromp=fromp+1;
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%test put image%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%#####################
%%%%%%%%%%%compute error for identification%%%%%%%%%%%%%
%close all
error1=abs(GV-GV1);
error2=abs(GV-GV2);
error3=abs(GV-GV3);
error4=abs(GV-GV4);
error5=abs(GV-GV5);
error6=abs(GV-GV6);
error7=abs(GV-GV7);
error8=abs(GV-GV8);
error9=abs(GV-GV9);
error10=abs(GV-GV10);
%%%%%%%%%compute Error in RMS%%
for j=1:eigenface
   errorp1(1,j)=(error1(1,j))^2;
   errorp2(1,j)=(error2(1,j))^2;
   errorp3(1,j)=(error3(1,j))^2;
   errorp4(1,j)=(error4(1,j))^2;
   errorp5(1,j)=(error5(1,j))^2;
   errorp6(1,j)=(error6(1,j))^2;
   errorp7(1,j)=(error7(1,j))^2;
   errorp8(1,j)=(error8(1,j))^2;
   errorp9(1,j)=(error9(1,j))^2;
   errorp10(1,j)=(error10(1,j))^2;
end
errorp1=0;errorp2=0;errorp3=0;errorp4=0;errorp5=0;errorp6=0;errorp7=0;errorp8=0;errorp9=0;errorp10=0;

for j=1:eigenface
   errorp1=errorp1+(error1(1,j));
   errorp2=errorp2+(error2(1,j));
   errorp3=errorp3+(error3(1,j));
   errorp4=errorp4+(error4(1,j));
   errorp5=errorp5+(error5(1,j));
   errorp6=errorp6+(error6(1,j));
   errorp7=errorp7+(error7(1,j));
   errorp8=errorp8+(error8(1,j));
   errorp9=errorp9+(error9(1,j));
   errorp10=errorp10+(error10(1,j));
end
%%%%%%%%%%%%compute in RMS%%
errorp1=(errorp1)^(1/2);
errorp2=(errorp2)^(1/2);
errorp3=(errorp3)^(1/2);
errorp4=(errorp4)^(1/2);
errorp5=(errorp5)^(1/2);
errorp6=(errorp6)^(1/2);
errorp7=(errorp7)^(1/2);
errorp8=(errorp8)^(1/2);
errorp9=(errorp9)^(1/2);
errorp10=(errorp10)^(1/2);

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%*
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%@@@@@@@@@@@@@@@##########
####$$$$$$$$$$$$$$$$$
%%%%%%%%%%%%!!!!!!!!!!!!&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&%%%%%%%%%%%
%%Identification part%%%%
%%%find min error
minerror=errorp1;
you_are='person1';
output=p1;
if errorp2<minerror
   minerror=errorp2;
   you_are='person2';
   output=p2;
end
if errorp3<minerror
   minerror=errorp3;
   you_are='person3';
   output=p3;
end
if errorp4<minerror
   minerror=errorp4;
   you_are='person4';
   output=p4;
end
if errorp5<minerror
   minerror=errorp5;
   you_are='person5';
   output=p5;
end
if errorp6<minerror
   minerror=errorp6;
   you_are='person6';
   output=p6;
end
if errorp7<minerror
   minerror=errorp7;
   you_are='person7';
   output=p7;
end
if errorp8<minerror
   minerror=errorp8;
   you_are='person8';
   output=p8;
end
if errorp9<minerror
   minerror=errorp9;
   you_are='person9';
   output=p9;
end
if errorp10<minerror
   minerror=errorp10;
   you_are='person10';
   output=p10
end
figure(7),imshow(ptest);
figure(8),imshow(output);
%level = grDIFFp1(i,j)=pict1(i,j)-Y2(i,j);aythresh(pi1);
%BW = im2bw(pi1,level);
%figure(4),imshow(BW);
%faceeq=histeq(BW);
%figure(5),imshow(faceeq);
%[m n]=size(xd);
%for i=1:256
%   for j=1:256
%
graypic(i,j)=((0.299*xd(i,j,1))+(0.5876*xd(i,j,2))+(0.114*xd(i,j,3)));
%   end
%end
%figure(3),imshow(graypic);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้