สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบรักษาความปลอดภัยด้วยใบหน้า

HUMAN FACE-BASED SECURITY SYSTEM

โดย

นายกฤช แก้วไกรสีห์

นางสาวกิติยาภรณ์ บุญเสริม

นายภาสพงศ์ กายพันธุ์เลิศ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72149
วัน,เดือน,ปี 11 ส.ค. 2550

b.
i.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

ผ่านการตรวจชั้นงานแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบรักษาความปลอดภัยด้วยใบหน้า

HUMAN FACE-BASED SECURITY SYSTEM

โดย

นายกฤช แก้วไกรสีห์	46010011
นางสาวกิติยาภรณ์ บุญเสริม	46010051
นายภาสพงศ์ กายพันธุ์เลิศ	46010582

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. พรชัย ทรัพย์นิธิ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **ระบบรักษาความปลอดภัยด้วยใบหน้า**

HUMAN FACE-BASED SECURITY SYSTEM

ผู้จัดทำ

1. นายกฤช แก้วไกรสีห์ 46010011

2. นางสาวกิติยาภรณ์ บุญเสริม 46010051

3. นายภาสพงศ์ กายพันธุ์เลิศ 46010582

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร. พรชัย ทรัพย์นิธิ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบรักษาความปลอดภัยด้วยใบหน้า

HUMAN FACE-BASED SECURITY SYSTEM

โดย นายกฤช แก้วไกรสีห์ 46010011

นางสาวกิติยาภรณ์ บุญเสริม 46010051

นายภาสพงศ์ กายพันธุ์เลิศ 46010582

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ดร.พรชัย ทรัพย์นิธิ

บทคัดย่อ

โครงงานนี้นำเสนอการสร้างระบบรักษาความปลอดภัยด้วยการรู้จำใบหน้า โดยทำการบันทึกภาพตัวอย่างไว้ในฐานข้อมูล จากนั้นทำการประมวลผลเปรียบเทียบกับภาพที่ได้จากกล้อง หากผลการเปรียบเทียบใกล้เคียงกับภาพที่มีในฐานข้อมูล ก็จะทำการปลดล็อคทางเข้าประตู

Abstract

This project implements a security system based on human face recognition. The image database is used together with the signal processing techniques to compare with the recorded images from the camera. Should the result be close to valid users, the entrance will be unlocked.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความกรุณาเป็นอย่างดียิ่งจาก ผศ. ดร.พรชัย ทรัพย์นิธิ ที่คอยช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาแนะนำ รวมถึงการอนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ขอขอบคุณ นางสาว กฤษณา ยาวิไชย ที่ช่วยเหลือและให้คำแนะนำ และขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่มาเป็นแบบถ่ายรูปในการทดลอง จนการทดลองสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจจนการจัดทำปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 วัตถุประสงค์	1
1.2 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.3 โครงสร้างของโครงงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	
2.1 ระบบการมองเห็นภาพ (Vision System)	3
2.1.1 การได้มาซึ่งภาพ (Image Acquisition)	3
2.1.2 กระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing)	3
2.1.3 ผลที่ได้หรือการแสดงผล (Output or Display)	4
2.2 หลักการเบื้องต้นของการประมวลผลภาพ (Image Processing Fundamentals)	4
2.2.1 พิกเซล (Pixel)	4
2.2.2 ตำแหน่งของพิกเซล (Pixel Location)	5
2.3 ระดับเกรย์ (Gray scale)	6
2.4 ฮีสโตแกรม (Histogram)	7
2.5 การแปลงระดับเกรย์ (Gray-level Transformation)	8
2.6 ทฤษฎีมอโฟโลจิคัลในการแยกส่วนของใบหน้า	9
2.6.1 การขยายกลุ่มของพิกเซล	10
2.6.2 การหดตัวของกลุ่มพิกเซล	12
2.6.3 การอุดรูของกลุ่มพิกเซล	13
2.7 พื้นฐานและระบบของสีโมเดล RGB (Red, Green, Blue)	15
2.8 บิตแมป (Bitmaps)	15
2.9 ความสว่าง (Brightness)	16
2.10 ชนิดของรูปภาพของโปรแกรมแมทเลป	16
2.10.1 ดัชนีรูปภาพ	16
2.10.2 ความหนาแน่นของรูปภาพ	18
2.10.3 ไบนารีของรูปภาพ	19
2.10.4 อาร์จีบีของรูปภาพ	19
2.11 เทคโนโลยีไบโอเมทริกซ์	21
2.11.1 ความหมายของไบโอเมทริกซ์	21
2.11.2 ลักษณะการทำงาน	22
2.11.3 ไบโอเมตริกซ์ประเภทต่างๆ	23
2.12 คำจำกัดความและขอบเขตของการรู้จำรูปแบบ	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

2.13 การหาองค์ประกอบสำคัญของภาพใบหน้า 27

2.14 ทฤษฎีและวิธีการใช้ไอเกนเฟซ 28

2.14.1 วิธีของไอเกนเฟซ 28

2.14.2 วิธีทางคณิตศาสตร์ 29

2.15 มาตรฐานการอินเทอร์เฟสระหว่างฮาร์ดแวร์ 31

2.15.1 การอินเทอร์เฟสแบบ Serial และ Parallel 31

บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง 33

3.1 องค์ประกอบหลักของระบบรักษาความปลอดภัย 33

3.2 องค์ประกอบในส่วนฮาร์ดแวร์ 34

3.3 องค์ประกอบในส่วนซอฟท์แวร์ 34

3.3.1 โปรแกรมส่วนติดต่อกับวงจรควบคุมตัวล็อคประตู 35

3.3.2 โปรแกรมในส่วนเก็บภาพใบหน้าคน 37

3.3.3 โปรแกรมในส่วนของการปรับฮีสโตแกรม 41

3.3.4 โปรแกรมในส่วนของการแยกตาออกมาจากหน้า 43

3.3.5 โปรแกรมในส่วนของการแยกจมูกและปากออกจากหน้า 46

3.3.6 โปรแกรมส่วนประมวลผลเพื่อเปรียบเทียบใบหน้า 48

3.3.7 โปรแกรมส่วนของฐานข้อมูล 50

3.4 ภาพรวมของโปรแกรมทั้งหมด 50

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 51

4.1 การทดลองหาประสิทธิภาพการแยกส่วนของบุคคลในภาพออกจากฉากหลัง 53

4.2 การทดลองหาประสิทธิภาพของการตัดใบหน้าคนออกจากฉากหลัง 55

4.3 การทดลองปรับฮีสโตแกรมเพื่อดูผลของสีผิวหน้า 57

4.4 การทดลองหาประสิทธิภาพการแยกส่วนของตาออกจากภาพใบหน้า 58

4.5 การทดลองหาประสิทธิภาพการแยกส่วนของจมูกออกจากภาพใบหน้า 60

4.6 การทดลองหาประสิทธิภาพการแยกส่วนของปากออกจากภาพใบหน้า 61

4.7 การทดลองระบุบุคคลโดยใช้วิธีไอเกนเฟซ 62

4.7.1 ทำการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพใบหน้าทดสอบ ที่มีลักษณะต่างๆที่แตกต่างจากภาพในฐานข้อมูลไม่มากนัก 62

4.7.2 ทำการทดลองการระบุบุคคลโดยนำภาพที่แยกเฉพาะส่วนสำคัญ บนใบหน้ามาคิด 68

4.7.3 ทำการทดลองเพื่อระบุว่าไม่ใช่บุคคลในฐานข้อมูล 69

4.8 ทำการทดลองใช้โปรแกรม 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป 71

5.1 สรุปผลโครงงาน 71

5.2 ปัญหาและอุปสรรค 71

5.3 ข้อเสนอแนะงานต่อในอนาคต 71

ภาคผนวก

กิตติกรรมประกาศ

บรรณานุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 รูปแสดงโครงสร้างของโครงงาน 2

รูปที่ 2.1 พิกเซล 4

รูปที่ 2.2 ดัชนีแสดงพิกเซลในเมทริกซ์ภาพๆ หนึ่ง 5

รูปที่ 2.3 ตัวอย่างของระดับเกรย์ (Gray Scales) 7

รูปที่ 2.4 ฮีสโตแกรมของ 8 ระดับเกรย์ จากเมทริกซ์ 4 x 5 8

รูปที่ 2.5 ฮีสโตแกรมของระดับเกรย์ 9

รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการทำมอโฟโลจิคัล 10

รูปที่ 2.7 ลักษณะการดำเนินการขยายกลุ่มของพิกเซล 11

รูปที่ 2.8 แสดงการดำเนินการขยายกลุ่มของพิกเซลของภาพ 12

รูปที่ 2.9 ลักษณะการดำเนินการหดตัวของกลุ่มพิกเซล 13

รูปที่ 2.10 ลักษณะการดำเนินการอุดรูของกลุ่มพิกเซล 14

รูปที่ 2.11 แสดงภาพก่อน – หลังการอุดรูของภาพ 14

รูปที่ 2.12 แสดงโมเดลสี RGB 15

รูปที่ 2.13 ค่าของพิกเซลชี้ไปยังค่าเทียบเคียงสีในดัชนีรูปภาพ 17

รูปที่ 2.14 ค่าพิกเซลในความหนาแน่นของรูปภาพกำหนดระดับของสีเทา 18

รูปที่ 2.15 พิกเซลในไบนารีของรูปภาพมีค่าที่เป็นไปได้สองค่าคือ 0 หรือ 1 19

รูปที่ 2.16 ระนาบสีของรูปภาพอาร์จีบี 20

รูปที่ 2.17 ระนาบสีที่แยกจากกันของรูปภาพอาร์จีบี 21

รูปที่ 2.18 รูปแสดงรายละเอียดของพอร์ตอนุกรมดีบี9 (DB9) 32

รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ 33

รูปที่ 3.2 วงจรควบคุมตัวล็อคประตู 34

รูปที่ 3.3 แผนผังการทำงานพื้นฐานของโปรแกรมติดต่อกับวงจรควบคุมตัวล็อคประตู 36

รูปที่ 3.4 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนเก็บภาพใบหน้า 37

รูปที่ 3.5 ภาพฉากหลังที่แปลงเป็นเกรย์สเกลแล้ว 38

รูปที่ 3.6 ภาพตัวอย่างของบุคคลที่แปลงเป็นเกรย์สเกลแล้ว 38

รูปที่ 3.7 ภาพที่ได้จากการลบกันระหว่างฉากและภาพบุคคล 38

รูปที่ 3.8 ภาพที่ได้ที่เป็นภาพไบนารี่เพื่อนำไปหาศีรษะ 38

รูปที่ 3.9 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนเก็บภาพใบหน้า (ต่อ) 39

รูปที่ 3.10 ภาพที่ได้จากการตัดครั้งแรก 40

รูปที่ 3.11 ภาพที่พร้อมนำไปหาขอบของใบหน้า 40

รูปที่ 3.12 ภาพใบหน้าที่ได้ 40

รูปที่ 3.13 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนของการปรับฮีสโตแกรม 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 3.14 แสดงภาพหน้าและฮีสโตแกรมของหน้าก่อนทำการปรับฮีสโตแกรม 42
รูปที่ 3.15 แสดงภาพหน้าและฮีสโตแกรมของหน้าหลังทำการปรับฮีสโตแกรมแล้ว 42
รูปที่ 3.16 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนแยกตาออกจากหน้า 43
รูปที่ 3.17 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนแยกตาออกจากหน้า (ต่อ) 44
รูปที่ 3.18 ภาพหน้าที่ตัดเอาเฉพาะส่วนบน 45
รูปที่ 3.19 ภาพหน้าที่แปลงเป็นเกรย์สเกล 45
รูปที่ 3.20 ภาพหน้าที่แปลงเป็นไบนารี 45
รูปที่ 3.21 ภาพแสดงตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของแต่ละรู 45
รูปที่ 3.22 ภาพที่ได้หลังจากการตรวจสอบขนาดของรู 46
รูปที่ 3.23 ภาพแสดงตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของแต่ละรู 46
รูปที่ 3.24 ภาพของตาข้างซ้ายที่ตัดได้ 46
รูปที่ 3.25 ภาพของตาข้างขวาที่ตัดได้ 46
รูปที่ 3.26 ภาพของตาที่ตัดได้ 46
รูปที่ 3.27 แสดงอัตราส่วนมาตาฐานของใบหน้าคน 47
รูปที่ 3.28 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนของการแยกจมูกและปากออกจากหน้า 47
รูปที่ 3.29 ภาพจมูกและปากที่ตัดได้ 47
รูปที่ 3.30 แผนผังการวิเคราะห์ใบหน้าด้วยไอเกนเฟส 48
รูปที่ 3.31 ตัวอย่างรูปที่มีอยู่ในฐานข้อมูล 49
รูปที่ 3.32 ภาพเฉลี่ยจากฐานข้อมูลทั้งหมด 49
รูปที่ 3.33 แผนผังการเชื่อมต่อเข้าสู่ฐานข้อมูล 50
รูปที่ 3.34 ภาพโปรแกรมที่ใช้ในการทำการทดลอง 50
รูปที่ 3.35 ภาพโปรแกรมขณะกำลังทำการทดลอง 51
รูปที่ 3.36 ภาพส่วนที่จะทำการล็อกอินเข้าสู่ฐานข้อมูล 51
รูปที่ 3.37 ภาพแสดงส่วนที่ไว้สำหรับการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลในฐานข้อมูล 52
รูปที่ 4.1 ภาพที่แยกส่วนของคนออกจากฉากหลังได้สมบูรณ์ 54
รูปที่ 4.2 ภาพที่แยกส่วนของคนออกจากฉากหลังได้ไม่สมบูรณ์ 55
รูปที่ 4.3 ภาพตัวอย่างของใบหน้าที่ตัดได้อย่างสมบูรณ์ 56
รูปที่ 4.4 ภาพตัวอย่างของใบหน้าที่ตัดได้ไม่สมบูรณ์ 56
รูปที่ 4.5 แสดงภาพหน้าและฮีสโตแกรม (1) 57
รูปที่ 4.6 แสดงภาพหน้าและฮีสโตแกรม (2) 58
รูปที่ 4.7 ภาพที่แยกส่วนของตาออกจากภาพใบหน้าได้สมบูรณ์ 59
รูปที่ 4.8 ภาพที่แยกส่วนของตาออกจากภาพใบหน้าได้ไม่สมบูรณ์ 60
รูปที่ 4.9 แสดงภาพที่สามารถแยกจมูกได้สมบูรณ์ 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 4.10 แสดงภาพที่แยกจมูกได้ไม่สมบูรณ์ 61
รูปที่ 4.11 แสดงภาพที่สามารถแยกปากได้สมบูรณ์ 62
รูปที่ 4.12 แสดงภาพที่แยกปากได้ไม่สมบูรณ์ 62
รูปที่ 4.13 ภาพตัวอย่างของใบหน้าตรงที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุบุคคลได้ถูกต้อง 63
รูปที่ 4.14 ภาพตัวอย่างของใบหน้ายิ้มที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุบุคคลได้ถูกต้อง 64
รูปที่ 4.15 ภาพตัวอย่างของใบหน้าหลับตาที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุบุคคลได้ถูกต้อง 65
รูปที่ 4.16 ภาพตัวอย่างของใบหน้าหลับตาและยิ้มที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุบุคคลได้ถูกต้อง 66
รูปที่ 4.17 ภาพตัวอย่างของใบหน้าใส่แว่นที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุบุคคลได้ถูกต้อง 67
รูปที่ 4.18 ภาพเมื่อโปรแกรมระบุว่าเป็นบุคคลในฐานข้อมูล 70
รูปที่ 4.19 ภาพเมื่อโปรแกรมระบุว่าไม่พบบุคคลนั้นในฐานข้อมูล 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงค่า Gray Scale และ Gray Value Range 6

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพการแยกส่วนของบุคคลในภาพออกจากฉากหลัง 53

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพของการตัดใบหน้าคนออกจากฉากหลัง 55

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพการแยกส่วนของตาออกจากภาพใบหน้า 59

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพการแยกส่วนของจมูกออกจากภาพใบหน้า 60

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพการแยกส่วนของปากออกจากภาพใบหน้า 61

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพหน้าตรงที่ต่างจากภาพในฐานข้อมูล 62

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพหน้ายิ้ม 63

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพหน้าหลับตา 64

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพหน้าหลับตาและยิ้ม 65

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพที่ใส่แว่น 66

ตารางที่ 4.11 แสดงผลการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพหน้าตรง โดยที่เพิ่มจำนวน ฐานข้อมูลเป็นคนละ 5 ภาพ 67

ตารางที่ 4.12 แสดงผลการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพที่มีสภาวะแวดล้อม แตกต่างจากภาพในฐานข้อมูลค่อนข้างมาก 68

ตารางที่ 4.13 แสดงผลการทดลองของการระบุบุคคลโดยใช้ภาพเฉพาะส่วนตา, จมูกและปาก 68

ตารางที่ 4.14 แสดงผลการทดลองเพื่อระบุว่าไม่ใช่บุคคลในฐานข้อมูล 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- Principle Component Analysis from Eigen-Face : Prof Dr. Chuchart Pintavirooj
- Don Pearson, "Image Processing", Department of Electronic System Engineering University of Essex
- http://www.spu.ac.th/~bmetric/index.htm
- http://www.thaio.com
- http://et.wcu.edu/aidc/BioWebPages/Biometrics_home.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันนี้วิวัฒนาการทางด้านคอมพิวเตอร์ได้ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วมาก แต่การทำงานของคอมพิวเตอร์ก็ยังมีข้อจำกัดอยู่ คือ คอมพิวเตอร์ไม่สามารถเรียนรู้และคิดเองได้เหมือนคนจากความต้องการที่จะให้คอมพิวเตอร์ทำงานได้เองเหมือนคน เพื่อที่จะนำคอมพิวเตอร์มาใช้งานแทนคนได้ ในงานที่มีความเสี่ยงสูง เพราะฉะนั้นจึงมีการคิดค้นหาวิธีการต่างๆ ที่จะสามารถทำให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้และคิดเองได้ ด้วยวิธีการของไอเกนเฟซ (Eigenfaces) โดยจะนำรูปภาพใบหน้าคนที่ได้ มาหาโควาเรียนเมทริกซ์, ไอเกนเวกเตอร์ และไอเกนวาลู่ร์ หลังจากนั้นนำภาพที่ต้องการทดสอบมาเปรียบเทียบค่าไอเกน ซึ่งค่าไอเกนที่ต่างกันน้อยที่สุด คือ ภาพที่ตรงกันกับภาพที่อยู่ในฐานข้อมูล และด้วยวิธีการเช่นนี้เองทำให้เราสามารถให้คอมพิวเตอร์รู้จัก และจดจำสิ่งที่เราต้องการให้จำได้

โครงงานนี้จึงนำวิธีการของไอเกนเฟซ มาประยุกต์ใช้กับระบบรักษาความปลอดภัย โดยระบบนี้จะทำการจับภาพใบหน้าของบุคคลแล้วนำภาพที่ได้ไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล ถ้าภาพที่ได้มานั้นผ่านการประมวลผลแล้วระบุได้ว่าเป็นบุคคลที่มีภาพอยู่ในฐานข้อมูลจริง ระบบก็จะทำการปลดล็อคทางเข้าประตู

วัตถุประสงค์

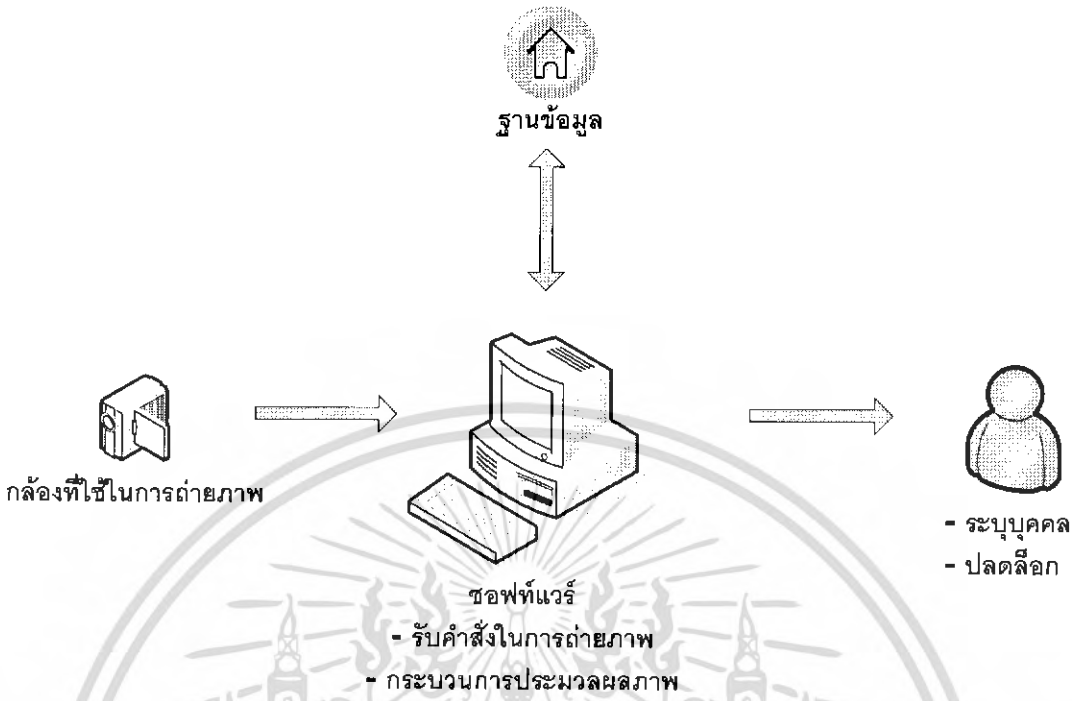
โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมใช้งาน (Application) โดยใช้โปรแกรมแมทแลป (MATLAB) เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถรู้จำและบ่งชี้ภาพใบหน้าของแต่ละคนได้ ซึ่งจะรับภาพหน้าคนมาจากกล้องที่ต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรมจะมีการทำงานดังนี้ คือ ทำการรับภาพของบุคคลจากกล้อง แล้วทำการปรับภาพเพื่อให้ได้เฉพาะใบหน้ามา หลังจากนั้นบันทึกภาพ และหาองค์ประกอบสำคัญในภาพของใบหน้าบุคคลนั้นไว้แล้วดำเนินการตามวิธีของไอเกนเฟซ เพื่อคอมพิวเตอร์ให้รู้จำหน้าคน เมื่อคอมพิวเตอร์รู้จำภาพใบหน้าคนได้แล้วก็ทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรมเพื่อให้ใช้งานได้จริง

ขอบเขตของโครงงาน

- แสงหรือความสว่างของภาพจะต้องมีความสว่างเพียงพอ
- จะต้องเห็นคนที่อยู่ในภาพได้อย่างชัดเจน ไม่กลืนไปกับฉากหลัง
- รูปที่ใช้ในการเปรียบเทียบต้องเป็นรูปถ่ายหน้าตรงเท่านั้น
- บุคคลที่อยู่ในภาพจะต้องมีเพียงคนเดียวเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของโครงงาน



รูปที่ 1.1 รูปแสดงโครงสร้างของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ระบบการมองเห็นภาพ (Vision System)

กลไกระบบการมองเห็นภาพ (Vision System) นั้น จะมีความหมายที่รวมไปถึงทุกสิ่งที่จำเป็นที่สามารถแปลงภาพนั้นๆ เป็นรหัสดิจิตอลเพื่อที่จะเอามาใช้กับระบบคอมพิวเตอร์ได้ การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงข้อมูลและการนำเสนอภาพที่ได้มาหลังจากการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงข้อมูลแล้ว ความยุ่งยากของระบบการมองเห็นภาพนี้จะขึ้นอยู่กับการใช้งาน ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนที่สำคัญได้ดังนี้

2.1.1 การได้มาซึ่งภาพ (Image Acquisition)

2.1.2 กระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing)

2.1.3 ผลที่ได้หรือการแสดงผล (Output or Display)

ในปัจจุบันนี้ได้มีการประยุกต์ใช้งานระบบการมองเห็นอยู่มากมาย เช่น การใช้บาร์โค้ด การพิมพ์สิ่งพิมพ์ต่างๆ และการประยุกต์ใช้งานในโรงงาน เป็นต้น

2.1.1 การได้มาซึ่งภาพ (Image Acquisition)

การได้มาซึ่งภาพ หมายถึงการแปลงภาพในลักษณะทางกายภาพให้เป็นเซตของข้อมูลทางดิจิตอล ซึ่งเซตของข้อมูลนี้จะถูกส่งไปยังหน่วยประมวลผลต่อไป ฟังก์ชั่นของการได้มาซึ่งภาพนี้จะแบ่งออกเป็น 4 เฟส ได้แก่

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

การส่องสว่างเป็นตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลต่อสัญญาณอินพุท (Input signal) ที่จะส่งต่อให้กับระบบการมองเห็นภาพ ดังนั้นเราจึงต้องออกแบบให้มีการส่องสว่างที่เหมาะสมกับการใช้งานที่แตกต่างกัน โดยที่ชนิดและวิธีการส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสง จะมีผลต่อกำลังงานของแสงที่ส่งออกมา ซึ่งจะมีผลต่อกระบวนการประมวลผลภาพและผลของสัญญาณที่ได้รับ

2.1.2 กระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing)

การประมวลผลภาพ คือ การสร้างภาพใหม่โดยการแยกส่วนของข้อมูลที่เราสนใจกับสิ่งรบกวน (Noise) ออกจากกันโดยการทำงานพื้นฐานของการประมวลผล คือ การกำจัดสิ่งรบกวนของภาพ (Noise elimination) การปรับแต่งขอบภาพให้ดีขึ้น (Edge enhancement) การกรองภาพ (Filtering) การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงค่าระดับเกรย์ (Gray scale modification) โดยทั่วไปแล้วจะใช้ฮาร์ดแวร์ในการประมวลผลภาพ แต่ถ้ามีการประมวลผลที่ซับซ้อนขึ้น ก็จะใช้ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ ซึ่งความซับซ้อนของการประมวลผลจะขึ้นอยู่กับลักษณะของการใช้งาน และจะมีวิธีการประมวลผล 3 อย่างคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ที่จุดเดียวกันในรูปภาพเดียวกัน (Point by point in one image) คือ การสร้างภาพใหม่โดยการเปลี่ยนค่าแบบจุดต่อจุด โดยจุดหนึ่ง คือ จุดในรูปภาพเดิม และอีกจุดหนึ่ง คือ จุดในรูปภาพใหม่ที่ได้รับการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงจากรูปภาพเดิมแล้ว เช่น การแปลงภาพในระบบเลขฐานสอง จากจุดที่มีค่าเป็น 0 ถูกเปลี่ยนเป็น 1 และจากค่า 1 ถูกเปลี่ยนกลับเป็น 0

2. ที่จุดเดียวกันในรูปภาพที่แตกต่างกัน (Using corresponding point on different images) คือ การสร้างภาพใหม่โดยการจับคู่แต่ละจุดจากแหล่งภาพ 2 แหล่ง หรือมากกว่า จุดของรูปภาพที่แตกต่างกันนี้ จะนำมาลบกันเพื่อหาค่าที่เปลี่ยนแปลงไป ข้อมูลของจุดในภาพใหม่จะเกิดจากการรวมกันของตัวเลขที่แตกต่างกันของภาพ

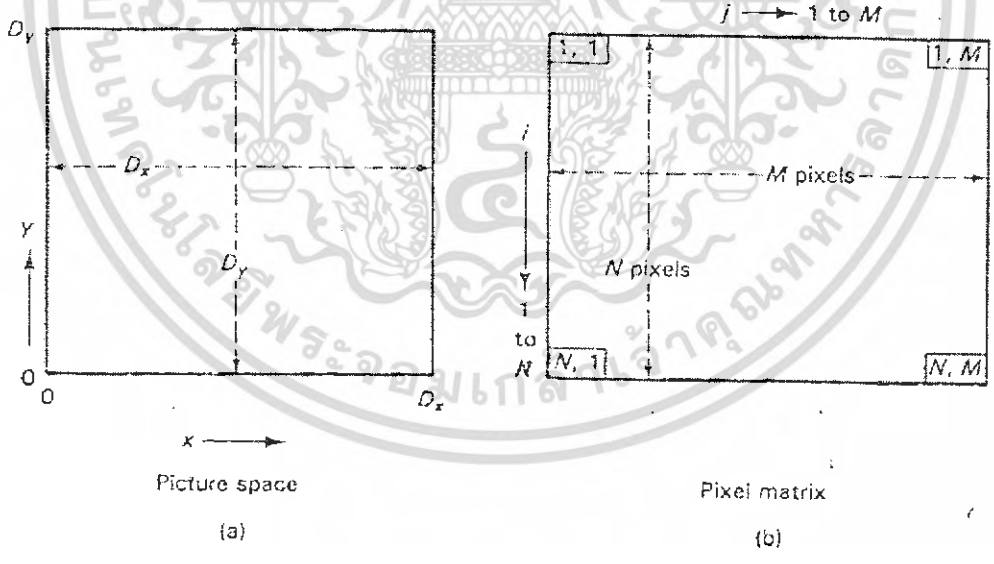
3. ที่บริเวณจุดนั้นในภาพนั้น (Using regional points in one image) คือ การสร้างภาพใหม่โดยการหาค่าเฉลี่ยรอบๆ จุดนั้นในภาพนั้น ค่าของจุดในภาพใหม่ คือ ค่าเฉลี่ยของจุดในภาพนั้นอันเดิม

2.1.3 ผลที่ได้หรือการแสดงผล (Output or Display)

รูปแบบของการแสดงผลนั้นขึ้นอยู่กับว่าจะนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ต่อในลักษณะใด หรือ แสดงผลอย่างไรจึงจะเหมาะสมที่สุด เช่น การแสดงผลโดยการพิมพ์ การแสดงผ่านหน้าจอ และการแสดงผลในรูปแบบของสัญญาณควบคุม เป็นต้น

2.2 หลักการเบื้องต้นของการประมวลผลภาพ (Image Processing Fundamentals)

2.2.1 พิกเซล (Pixel)



รูปที่ 2.1 พิกเซล

(a) แสดงลักษณะของภาพ

(b) แสดงลักษณะของตำแหน่งพิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในภาพหนึ่งๆ เราสามารถอธิบายได้ด้วยเมทริกซ์ของจุดพิกเซลขนาด N×M โดยใช้คู่ลำดับ p(i,j) แทนค่าของจุดแต่ละจุด โดย i และ j ต้องไม่เป็นจำนวนสเกล่าร์ลบ และ p(i,j) นี้จะบ่งชี้ความเข้มของแสงที่จุดนั้นๆ ของภาพ

รูปที่ 2.2 ดัชนีแสดงพิกเซลในเมทริกซ์ภาพๆ หนึ่ง

ค่าที่กำกับแต่ละพิกเซลจะแสดงถึงค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงในภาพที่จุดพิกเซลนั้นแทนอยู่ โดยที่ค่าของพิกเซลนี้จะเขียนแทนด้วย P_{ij} ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1

2.2.2 ตำแหน่งของพิกเซล (Pixel Location)

ในภาพหนึ่งๆ นั้น เราสามารถแทนอาเรย์ (Array) N×M และค่าในแต่ละจุดพิกเซล จะหมายถึงค่าเฉลี่ยของความเข้มของแสงที่ตกกระทบถึงภาพที่จุดพิกเซลนั้น ตัวอย่างเช่น ในรูปที่ 2.3 เป็นภาพขนาด 10 × 10 นิ้ว ถ้าไม่มีแสงตกกระทบบริเวณด้านบนของภาพ แต่มีแสงตกกระทบมากที่บริเวณส่วนล่างของภาพ เราจะใช้ระบบเลขฐานสอง แทนค่าความเข้มของการส่องสว่าง คือ 0 แทนบริเวณที่ไม่ถูกแสงเลย และ 1 แทนบริเวณที่มีความเข้มของแสงมากที่สุด ในรูปที่ 2.3 นี้เป็นภาพที่ถูกเขียนแทนด้วยเมทริกซ์ขนาด 5 × 4 แต่ละองค์ประกอบของภาพมีขนาด 2.5 × 2.0 นิ้ว และค่าในแต่ละองค์ประกอบของภาพนี้จะขึ้นอยู่กับแสงที่ตกกระทบเฉลี่ยบนพื้นที่นั้น

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 นิ้ว ตรงส่วนมุมล่างขวาของภาพ จะถูกแทนด้วยตำแหน่ง (5,4) มีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่ามีความเข้มของการส่องสว่างสูงสุด

ถ้าใช้ระบบ 16 ระดับเกรย์ (16 Gray level system) แทนระบบเลขฐานสอง จะได้ว่าที่จุดพิกเซล (1,1) จะมีค่าเท่ากับ 0 และที่จุดพิกเซล (5,4) จะมีค่าเท่ากับ 15

ผู้ออกแบบจะต้องกำหนดค่าเทรชโฮล (Threshold value) ของความเข้มของการส่องสว่างที่จะใช้เป็นเกณฑ์ในการเปลี่ยนระดับจาก 0 เป็น 1

2.3 ระดับเกรย์ (Gray scale)

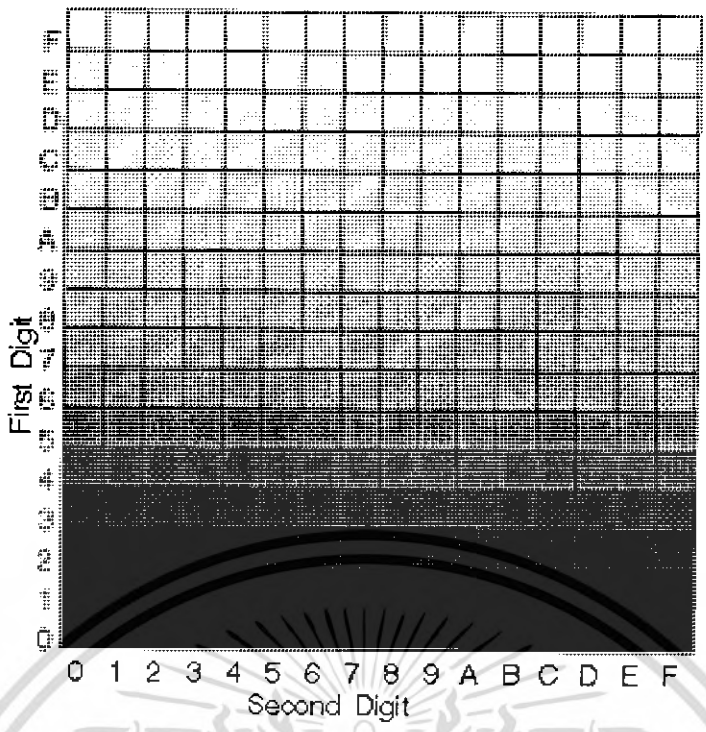
หากเราต้องการค่าของข้อมูลที่ละเอียดมากขึ้น จะต้องเพิ่มจำนวนบิตในการแสดงค่าของแต่ละพิกเซล เช่น ถ้าต้องการแบ่งความเข้มของการส่องสว่างให้มี 4 ระดับ ก็ต้องใช้เลขฐานสอง 2 บิต, 4 บิต สำหรับ 16 ระดับ และ 8 บิต สำหรับ 256 ระดับ ซึ่งจำนวนระดับที่ใช้ในระดับเกรย์นี้มักจะเป็นเลขยกกำลังของ 2 ส่วนค่าต่ำสุด คือ 0 ถูกกำหนดให้เป็นสีดำ และ 1 หรือตัวเลขที่น้อยกว่าค่าสูงสุดของระดับเกรย์อยู่ 1 (เช่น 15 สำหรับระดับเกรย์ 16 ระดับ) ถูกกำหนดให้เป็นสีขาว ค่าที่กำหนดให้ในแต่ละพิกเซลมักเป็นจำนวนเต็ม

Gray Scale	Gray Value Range
2^1 = 2 values	0 , 1
2^3 = 8 values	0 to 7
2^4 = 16 values	0 to 15
2^8 = 256 values	0 to 255

ตารางที่ 2.1 แสดงค่า Gray Scale และ Gray Value Range

ในยุคแรกๆ ของระบบการมองเห็นภาพ (Vision System) จะใช้ระบบเลขฐานสอง แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีของไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessors) เข้ามามีบทบาทมากขึ้น ซึ่งในไมโครโปรเซสเซอร์จะมีหน่วยความจำอย่างน้อย 8 บิต ดังนั้นการแบ่งระดับเป็น 16 , 64 หรือ 256 จึงเป็นเรื่องธรรมดา และในตอนนี้กำลังจะมีมากกว่า 256 ระดับ แต่ในการมองเห็นของมนุษย์สามารถแยกความแตกต่างได้เพียง 10 ถึง 15 ระดับเท่านั้น ดังนั้นการแบ่งโดยละเอียดเป็น 64 หรือ 256 ระดับ จะส่งผลทำให้มนุษย์ไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ จึงนำไปประยุกต์ใช้กับงานประมวลผลภาพ หรือ ใช้ในขบวนการทางอุตสาหกรรมต่างๆ จึงอาจกล่าวได้ว่าจำนวนระดับเกรย์เป็นตัวจำกัดรายละเอียดของภาพ ยิ่งแบ่งระดับเกรย์เป็นหลายระดับก็จะยิ่งเพิ่มคุณภาพของภาพนั้นด้วย และการเพิ่มจำนวนพิกเซล เช่น จาก 32 × 32 เป็น 250 × 250 ก็จะเป็นการเพิ่มความละเอียดของภาพ (Resolution) และรายละเอียด (Detail) ของภาพซึ่งจะแตกต่างกับการขยายภาพ (Zoom) เพราะการขยายภาพเป็นการเพิ่มขยายของแต่ละพิกเซลให้ใหญ่ขึ้นไม่ได้เป็นการเพิ่มจำนวนพิกเซล ในขณะที่การแบ่งระดับเกรย์เป็นการเพิ่มจำนวนของพิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



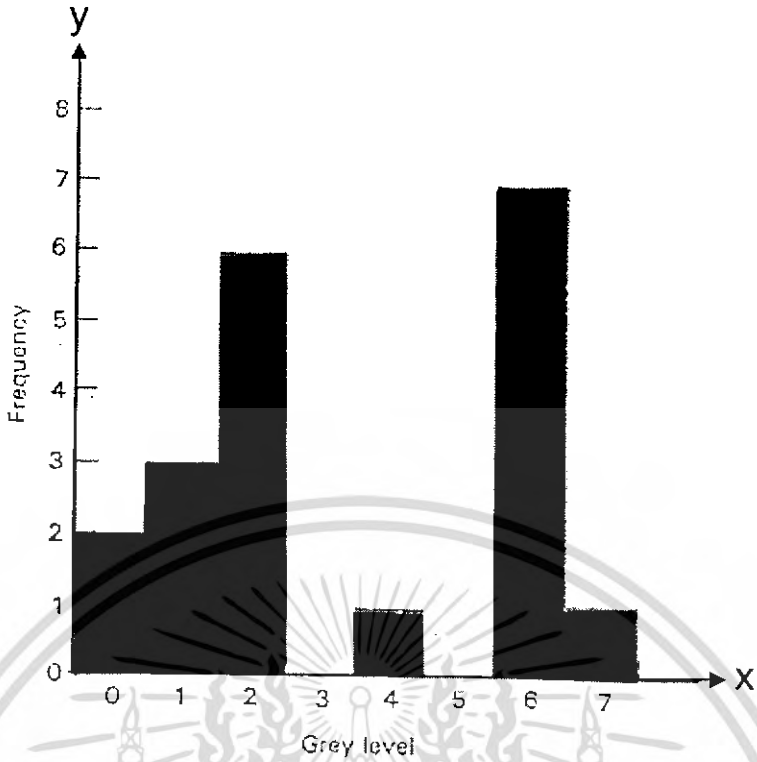
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างของระดับเกรย์ (Gray Scales)

2.4 ฮีสโตแกรม (Histogram)

ฮีสโตแกรมเป็นการแสดงให้เห็นถึงความถี่ของการนับจำนวนพิกเซลที่มีค่าความเข้มแต่ละค่าในภาพระดับเกรย์ จากรูป 2.4 แกน x ในกราฟจะแสดงค่าระดับเกรย์ และแกน y จะแสดงค่าจำนวนพิกเซลในระดับเกรย์นั้น โดยฮีสโตแกรมมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ฮีสโตแกรมของ 8 ระดับเกรย์ จากเมทริกซ์ 4 x 5

รูปร่างของฮีสโตแกรมสามารถบอกลักษณะบางประการของภาพได้ เช่น ถ้าฮีสโตแกรมมีลักษณะที่แคบจะหมายถึงการคอนทราสต์ (Contrast) หรือการแยกแยะความผิดแผกของสีในภาพนั้น

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

2.5 การแปลงระดับเกรย์ (Gray-level Transformation)

ในการแปลงระดับเกรย์นั้นจะมีวิธีดังต่อไปนี้

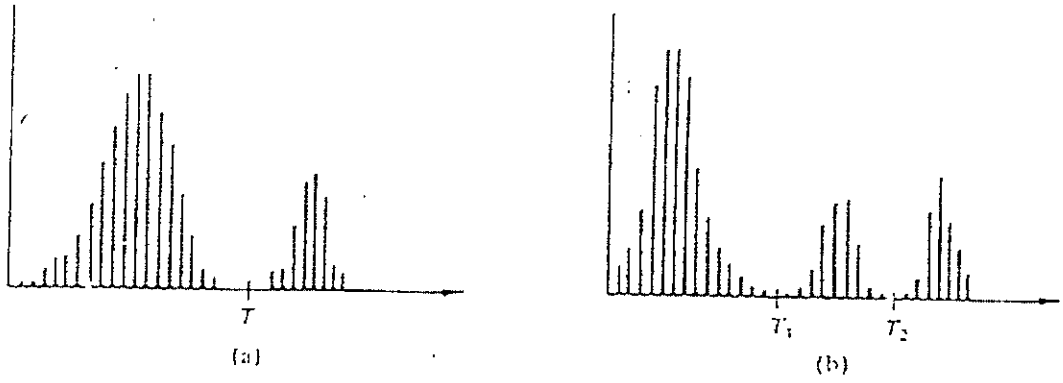
1. การเปลี่ยนแปลงความสว่าง (Global Alternative in brightness)

เป็นการใช้ค่าคงที่บวกหรือลบออกจากทุกพิกเซลของภาพเพื่อเพิ่มหรือลดความสว่างของภาพ

2. การทำเทรชโฮล (Threshold)

เป็นการเปลี่ยนแปลงหรือหาแนวโน้มของค่าระดับเกรย์ในภาพเพื่อทำให้เป็นดิสครีท (Discreet) มากขึ้น โดยจะนำภาพมาทำฮีสโตแกรมแล้วกำหนดค่าระดับเกรย์ที่แน่นอนขึ้นมาเพื่อที่จะเป็นจุดตัดทำเทรชโฮล จากนั้นจะทำการตัดหรือปัดส่วนของระดับเกรย์ที่เราไม่ต้องการออกไป ดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ฮีสโตแกรมของระดับเกรย์
(a) ใช้เทรชโฮล 1 จุด (Single Threshold)
(b) ใช้เทรชโฮลหลายจุด (Multiple Threshold)

ประโยชน์ของเทรชโฮล ได้แก่ การทำให้เป็นภาพแบบไบนารี หากดูจากรูปที่ 2.5 (a) จุดที่อยู่ในช่วงทางซ้ายมือทั้งหมดของจุดตัดเทรชโฮล (T) จะถูกทำเป็นสีขาว และจุดในช่วงทางขวามือทั้งหมดจะถูกทำให้เป็นสีดำ คือ เป็นการช่วยให้หาขอบของภาพได้ง่ายขึ้น เป็นต้น แต่ทั้งนี้ก็เป็นการยากที่จะกำหนดจุดตัดเทรชโฮลที่ดีที่สุดหรือที่เหมาะสมที่สุดออกมาได้

3. บันช์ชิ่ง (Bunching) และการควอนไตซ์ (Quantize)

ในบางครั้งการบันช์ชิ่ง จะหมายรวมถึง การควอนไตซ์ด้วย หรือ ใช้การลดระดับเกรย์ของภาพที่เราไม่ต้องการลง

การควอนไตซ์เป็นการประมาณค่าระดับเกรย์ให้เป็นจำนวนเต็ม ซึ่งจะเป็นไปตามกฎ คือ ถ้าเป็นจุดทศนิยมให้ปัดขึ้นทั้งหมด และการปัดขึ้นนี้ก็คือความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

4. สปลิทติ้ง (Splitting)

เป็นการเพิ่มความแตกต่างระหว่างกลุ่ม 2 กลุ่มของระดับเกรย์ เช่น ถ้าเรามีตัวอักษรเขียนอยู่บนฉาก โดยตัวเลขมีระดับเกรย์ที่ 98 และฉากมีระดับเกรย์ที่ 99 ซึ่งตาของมนุษย์ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างในระดับนี้ได้ และจะได้ฮีสโตแกรมที่มีลักษณะแบน ดังนั้นจึงต้องแก้ปัญหาด้วยการสปลิทฮีสโตแกรม โดยทำการดึงค่า 99 ขึ้นเป็น 120 และดึงค่า 98 เป็น 80 ซึ่งจะทำให้ระหว่างตัวเลขและตัวอักษรมีความแตกต่างกันมากขึ้นจนสามารถสังเกตเห็นและแยกแยะได้

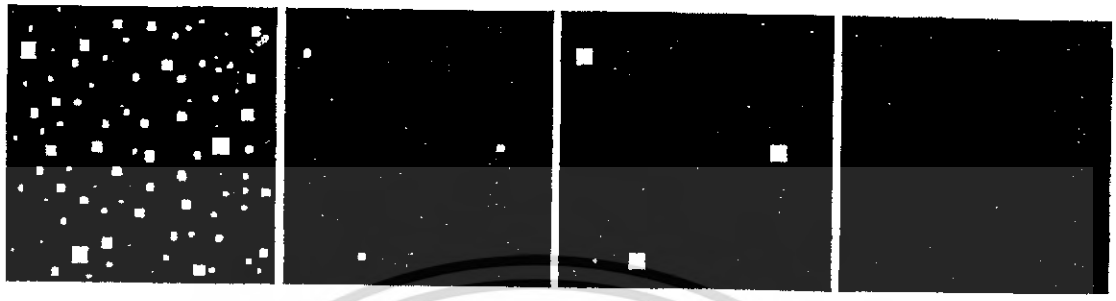
เทคนิคนี้จะมีประโยชน์มาก ในกรณีที่เราต้องการดึงเอาเฉพาะบางส่วนของภาพออกมา

2.6 ทฤษฎีมอโฟโลจิคัลในการแยกส่วนของใบหน้า

มอโฟโลจิคัล (Morphology) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการประมวลผลภาพเกี่ยวกับรูปร่างที่เราต้องการ โดยพิจารณาที่พื้นสีส่วนของภาพทั้งหมด แล้วทำการแยกเอาบริเวณที่เราสนใจออกมาจากภาพนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโครงงานนี้จะใช้ตัวดำเนินการของมอโฟโลจิคัล ได้แก่ การขยายกลุ่มของพิกเซล (Dilation) การหดตัวของกลุ่มพิกเซล (Erosion) และการอุดรูของกล่มพิกเซล (Filling Holes Regions) โดยกระบวนการเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของการตัดสีผิวออกจากภาพรวม เพื่อที่จะแยกส่วนของใบหน้ามาทำการรู้จำในกระบวนการหนึ่ง



(ก) (ข) (ค) (ง)

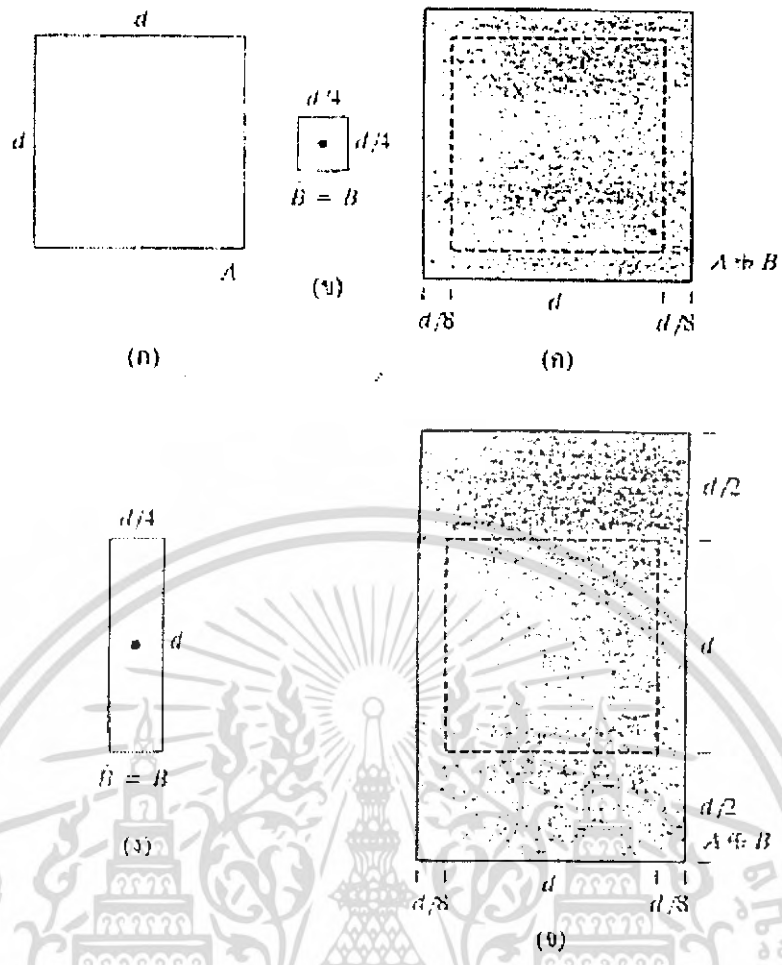
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการทำมอโฟโลจิคัล
(ก) ภาพที่กลุ่มพิกเซลรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 1, 3, 5, 7, 9 และ 15 พิกเซล
(ข) ผลจากการดำเนินการหดตัวของกลุ่มพิกเซล ด้วยโครงสร้างองค์ประกอบ (Structure element) ขนาด 13 พิกเซล
(ค) ผลการขยายกลุ่มของพิกเซลให้มีขนาดเท่ากับภาพ (ก)
(ง) ผลจากการอุดรูของกลุ่มของพิกเซล

2.6.1 การขยายกลุ่มของพิกเซล

ในการดำเนินการขยายกลุ่มของพิกเซลนี้เป็นพื้นฐานของการประมวลผลของมอโฟโลจิคัล โดยถ้ากำหนดให้ A และ B เป็นกลุ่มของพิกเซลที่มีขนาดพื้นที่เป็น 2 มิติที่มีความกว้างและความยาว

ในการดำเนินการนี้ กลุ่มพิกเซลของ B นี้ใช้อ้างถึงโครงสร้างองค์ประกอบ (Structure Element) ของตัวดำเนินการในการขยายกลุ่มของพิกเซล เมื่อ B เป็นหน้ากากคอนโวลูชั่น (Convolution Mask) โดยค่าในกลุ่มพิกเซลจะพิจารณาเป็นเมทริกซ์ที่มีสมาชิกเป็นค่าของพิกเซลนั้นๆ และจะทำการคอนโวลูชั่นกับกลุ่มพิกเซล A ที่เราต้องการดำเนินการขยายขอบออกไป ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.7

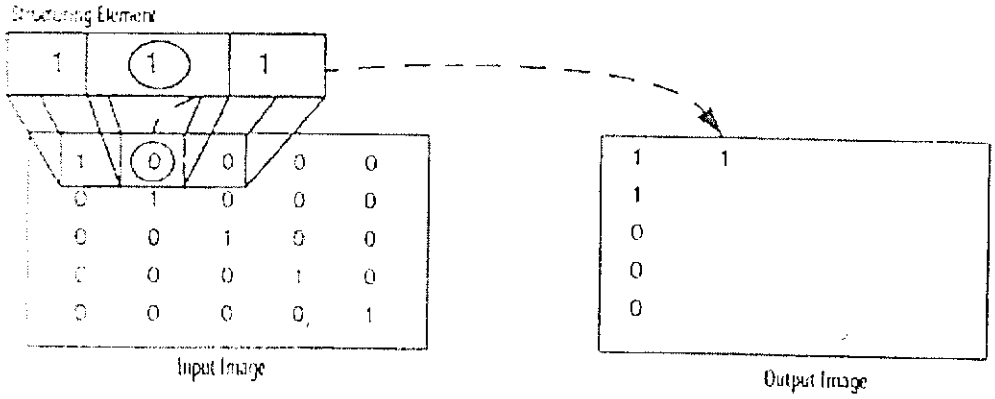
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



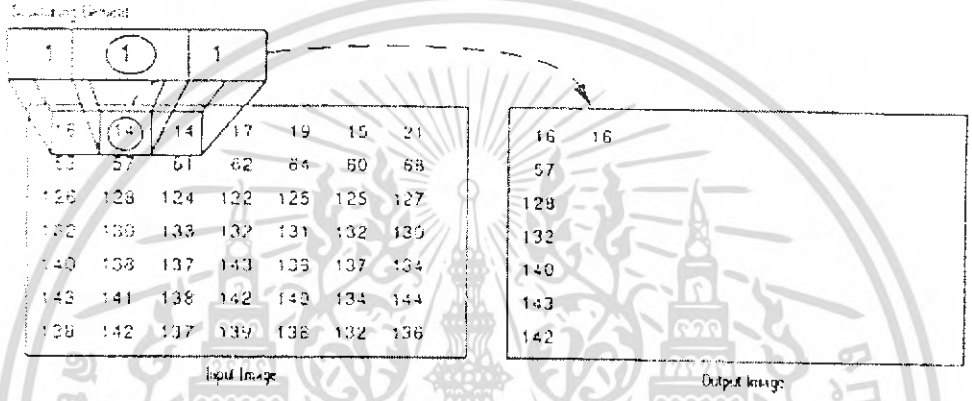
รูปที่ 2.7 ลักษณะการดำเนินการขยายกลุ่มของพิกเซล
(ก) กลุ่มของพิกเซล A ที่ต้องการดำเนินการขยายขอบภาพ
(ข) โครงสร้างองค์ประกอบเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัสมีจุดที่ตรงกลาง
(ค) ผลของการขยายกลุ่มของพิกเซล A
(ง) เมื่อยืดโครงสร้างองค์ประกอบให้ยาวขึ้น
(จ) ผลของการขยายกลุ่มของพิกเซล A เมื่อยืดโครงสร้างองค์ประกอบ

จากรูปจะเห็นได้ว่า รูปที่ 2.7 (ค) และ (จ) เป็นผลการขยายกลุ่มของพิกเซลโดยการคอนโวลูชั่นที่เส้นประของรูปทั้งสองนั้น แสดงถึงขนาดของกลุ่มพิกเซลเดิมก่อนการขยายขอบออกไป ซึ่งผลของการดำเนินการขยายกลุ่มของพิกเซลจะให้ผลที่ถูกต้องแม่นยำกับภาพขาวดำ (Binary Image) ส่วนภาพที่เป็นภาพระดับสีเทา (Gray-Scale Image) นั้นต้องทำการเทรชโฮลด์ ก่อนแล้วจึงแปลงกลับไปในรูปแบบของไบนารี ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.8 (ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

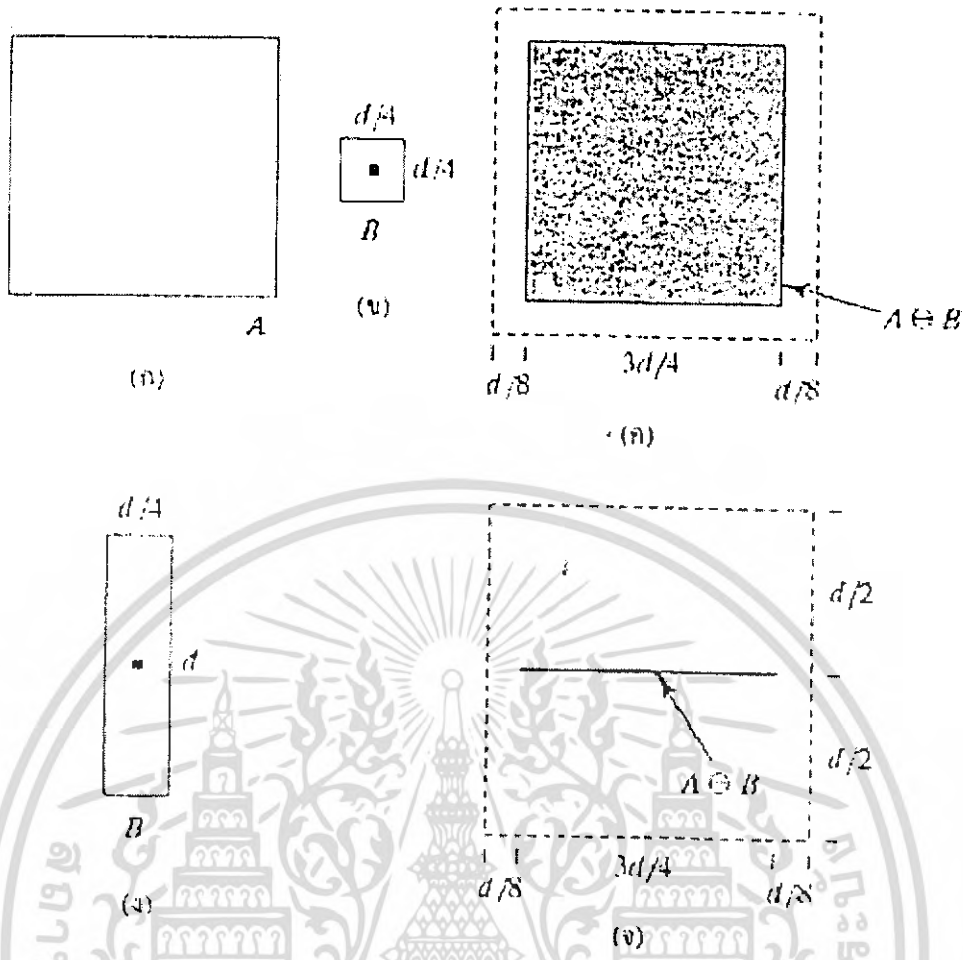
รูปที่ 2.8 แสดงการดำเนินการขยายกลุ่มของพิกเซลของภาพ
(ก) แสดงการดำเนินการขยายกลุ่มของพิกเซลของภาพระดับสีเทา
(ข) แสดงการดำเนินการขยายกลุ่มของพิกเซลของภาพขาวดำ

2.6.2 การหดตัวของกลุ่มพิกเซล

ในการดำเนินการหดของกลุ่มพิกเซลนี้เป็นไปในทางตรงข้ามกับการขยายตัวของกลุ่มพิกเซลโดย ถ้ากำหนดให้ A และ B เป็นกลุ่มของพิกเซลที่มีขนาดพื้นที่เป็น 2 มิติที่มีความกว้างและความยาว

จากรูปที่ 2.9 (ค) ก็จะเห็นได้ว่าเส้นประนั้นคือขนาดของกลุ่มพิกเซล A ก่อนการหดของกลุ่มพิกเซล และในส่วนที่เป็นสีเทานั้นเป็นขอบเขตที่ได้จำกัดด้วยการเคลื่อนตัวหดเข้ามาของจุดกำเนิดของ B เมื่อทำการคอนโวลูชั่น และเมื่อยืดโครงสร้างองค์ประกอบ B ให้ยาวขึ้นดังรูปที่ 2.9 (ง) จะเห็นว่ากลุ่มพิกเซล A จะหดตัวเหลือเป็นเส้นในแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



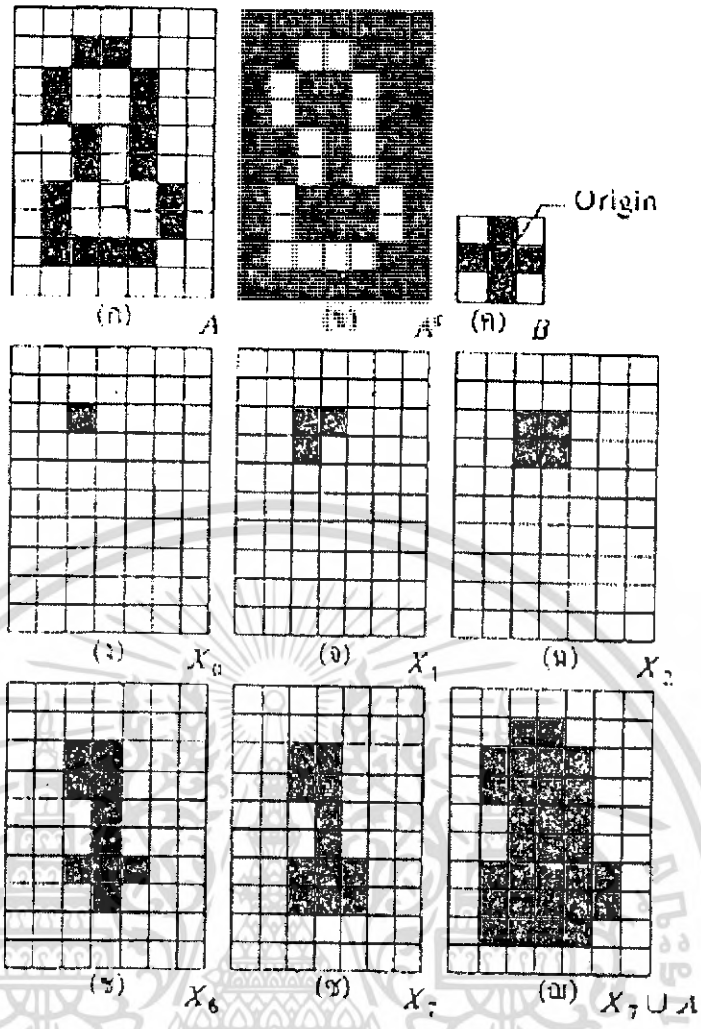
รูปที่ 2.9 ลักษณะการดำเนินการหดตัวของกลุ่มพิกเซล
(ก) กลุ่มของพิกเซล A ที่ต้องการดำเนินการลดขนาดขอบภาพ
(ข) โครงสร้างองค์ประกอบเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัสมีจุดตรงกลาง
(ค) ผลการหดของกลุ่มพิกเซล A
(ง) เมื่อยืดโครงสร้างองค์ประกอบให้ยาวขึ้น
(จ) ผลการหดของกลุ่มพิกเซล A เมื่อยืดโครงสร้างองค์ประกอบ

2.6.3 การอุดรูของกลุ่มพิกเซล

จากพื้นฐานของการขยายกลุ่มของพิกเซลได้นำมาพัฒนาอัลกอริทึมให้เป็นการอุดรูของกลุ่มพิกเซลของส่วนเติมเต็มและการอินเตอร์เซ็คชั่น (Intersection) ของเซต

จากรูปที่ 2.10(ก) เป็นภาพกลุ่มของพิกเซล A ที่เป็นขอบเขต (Boundary) และการคอนโซลูชั่นโดย B จะเป็นขั้นของ X_k และสุดท้ายจะอินเตอร์เซคชั่นกับ A โดยผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นการอุดรูของกลุ่มพิกเซลที่เป็นขอบเขต ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

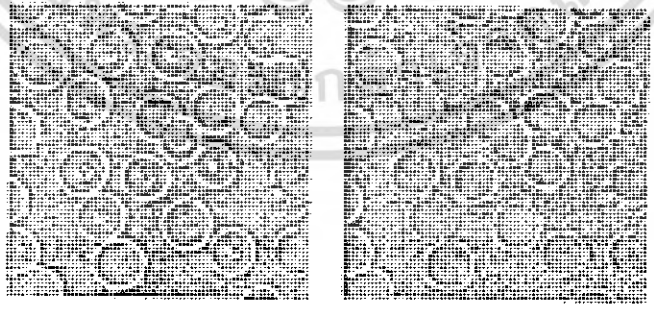


รูปที่ 2.10 ลักษณะการดำเนินการอุดรูของกลุ่มพิกเซล

(ก) กลุ่มของพิกเซล A ที่เป็นเส้นขอบเขต (ข) คอมพลีเมนต์ของ A

(ค) โครงสร้างองค์ประกอบของ B (ง) จุดพิกเซลเริ่มต้นภายในเส้นขอบเขต

(จ)-(ช) ขั้นตอนต่างๆ ของสมการ X_k (ฌ) ผลของการยูเนี่ยนเป็นพิกเซลที่ได้อุดรูแล้ว



(ก) (ข)

รูปที่ 2.11 แสดงภาพก่อน - หลังการอุดรูของภาพ

(ก) แสดงภาพก่อนทำการอุดรูของภาพระดับสีเทา

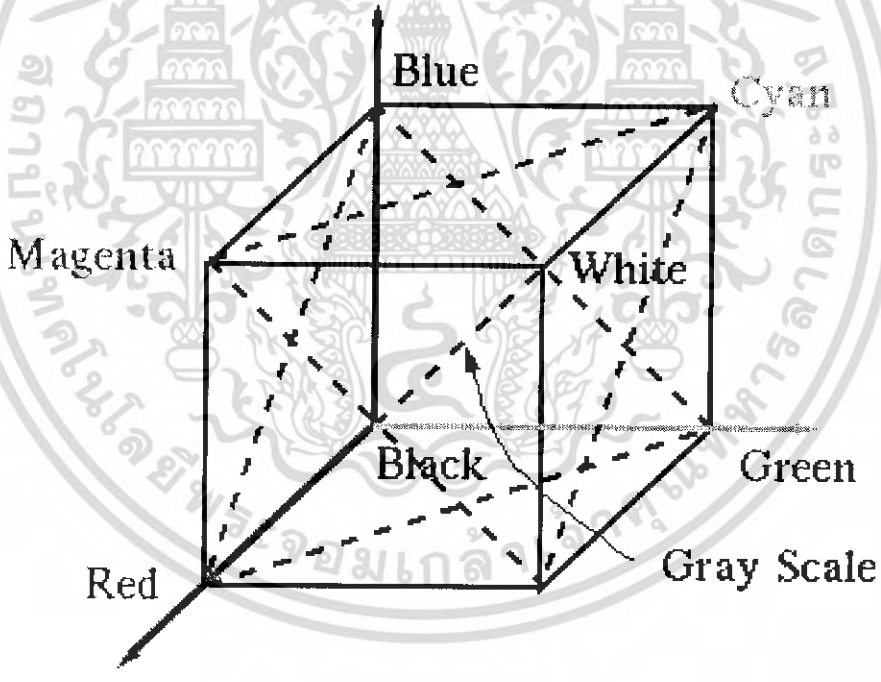
(ข) แสดงผลของการอุดรูของภาพระดับสีเทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 พื้นฐานและระบบของสีโมเดล RGB (Red, Green, Blue)

ในโมเดลนี้ สีแต่ละสีจะอยู่ในรูปของสีปฐมภูมิ (แดง, เขียว, น้ำเงิน) โมเดลนี้มีโครงสร้างอยู่ในระบบของพิกัดคาร์ทีเซียน (Cartesian coordinate) มีลักษณะเป็นทรงลูกบาศก์ ดังรูปที่ 2.12 ค่าสีแดง, เขียว, น้ำเงิน จะอยู่ที่มุมทั้งสาม บนเส้นทแยงมุมตรงข้ามกัน และค่าสีคราม, มาเกน, เหลือง จะอยู่ที่มุมทั้งสามในลักษณะเดียวกัน ส่วนสีดำจะอยู่ที่จุดกำเนิด สีขาวอยู่ที่มุมที่มีระยะทางไกลที่สุดจากแหล่งกำเนิด ค่าของระดับสีเทา (Gray Scale) จะอยู่บนเส้นที่เชื่อมระหว่างสีดำกับสีขาว ค่าสี คือ จุดที่อยู่บนผิวหรือในลูกบาศก์ถูกกำหนดค่าโดยเวกเตอร์ที่ชี้ออกจากจุดกำเนิด เพื่อความสะดวกเราจะสมมุติให้ค่าสีถูกนอมอลไลซ์ (Normalize) ทั้งสามสี โดยให้มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ลูกบาศก์ที่แสดงในรูปที่ 2.12 นี้ จึงเป็นลูกบาศก์หนึ่งหน่วย

ภาพในโมเดล RGB ประกอบด้วยภาพสามระนาบที่เป็นอิสระจากกัน สำหรับแต่ละสีปฐมภูมิเมื่อป้อนเข้าไปในมอนิเตอร์ (monitor) ที่เป็นแบบ RGB ภาพทั้งสามสีจะรวมตัวกันที่จอภาพกลายเป็นภาพสีผสม ดังนั้นการใช้โมเดล RGB ในการประมวลผลภาพนั้นจะสมเหตุสมผลเมื่อภาพถูกแยกออกโดยธรรมชาติให้อยู่ในเทอมของทั้งสามสี กล้องภาพสีส่วนใหญ่ที่ให้ภาพสีดิจิตอล จะอยู่ในรูปแบบของโมเดล RGB ดังนั้นโมเดลนี้จึงเป็นโมเดลที่สำคัญมากในการประมวลผลภาพ



รูปที่ 2.12 แสดงโมเดลสี RGB

2.8 บิตแมป (Bitmaps)

บิตแมปเป็นอาร์เรย์ของบิตเพื่อแสดงลักษณะของจุดพิกเซล (Pixel) ในที่นี้จะกล่าวถึงรูปแบบข้อมูลบิตแมปบนวินโดวส์ (window) อย่างง่าย ซึ่งมีด้วยกัน 2 ลักษณะ คือ GDI bitmaps และ DIB bitmaps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของ GDI bitmaps นั้นถูกนำเสนอโดย Microsoft Foundation Class Library version 2.0 Cbitmap Class ตัวบิตแมปออปเจคจะเกี่ยวข้องกับโครงสร้างข้อมูลของวินโดวส์ ซึ่งถูกจัดการภายใต้โมดูลวินโดวส์ GDI นั่นแสดงให้เห็นว่ามันขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ใช้งาน ในโปรแกรมเราสามารถทำสำเนาข้อมูลบิตแมป แต่การจัดเรียงตัวของแต่ละบิตนั้น จะขึ้นอยู่กับฮาร์ดแวร์ที่ใช้งาน GDI bitmaps จะถูกรับส่งอย่างอิสระระหว่างโปรแกรมประยุกต์ภายในคอมพิวเตอร์เครื่องๆ หนึ่งได้ แต่ด้วยลักษณะที่ขึ้นกับอุปกรณ์ที่ใช้งาน ดังนั้นการส่งผ่านโมเด็มหรือดิสก์จึงไม่เหมาะสม

DIB bitmaps เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของข้อมูลบิดแมปซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาในส่วนของการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน คอมพิวเตอร์เครื่องใดก็ตามที่ใช้งานวินโดวส์สามารถที่จะประมวลผล DIB ได้ ซึ่งโดยทั่วไปมักเก็บอยู่ในไฟล์ฟอร์แมต BMP เมื่อไฟล์ BMP ถูกอ่านขึ้นมาจากดิสก์ มันจะทำการแปลงให้เป็น GDI bitmap แต่โปรแกรมสามารถทำงานโดยตรงกับรูปแบบ DIB ได้เลยถ้าจำเป็น

2.9 ความสว่าง (Brightness)

ความสว่างเป็นคุณสมบัติของแสงที่มนุษย์เป็นผู้กำหนดให้ระหว่างความสว่างมากที่สุดกับความมืด ความสว่างเป็นสิ่งที่รับรู้ได้แต่ไม่สามารถสัมผัสได้ ความสว่างสามารถรับรู้ได้เมื่อมีแสงตกกระทบกับเรตินารูปแท่งและรูปกรวยภายในตาของคนเรา ซึ่งจะก่อให้เกิดการตอบสนองที่ไม่เป็นเชิงเส้นและสลับซับซ้อน ความไวในการรับแสงของคนเราจะลดลงเมื่อแสงมีขนาดใหญ่มากขึ้น สำหรับความสว่างที่อยู่ในรูปภาพนั้น สามารถแสดงได้โดย Brightness Histogram ซึ่งเป็นกราฟการกระจายตัวของกลุ่มตัวเลข ในกราฟนี้จะแสดงถึงระดับสีเทาของแต่ละพิกเซลที่อยู่ในรูปภาพ หรืออาจจะกล่าวได้ว่าเป็นการแสดงให้เห็นถึงจำนวนของพิกเซลในรูปภาพที่อยู่ในแต่ละระดับของสีเทาว่ามีอยู่เป็นจำนวนเท่าไร

2.10 ชนิดของรูปภาพของโปรแกรมแมทเลป

เครื่องมือในการประมวลผลรูปภาพรองรับรูปแบบพื้นฐาน 4 อย่างของรูปภาพคือ

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

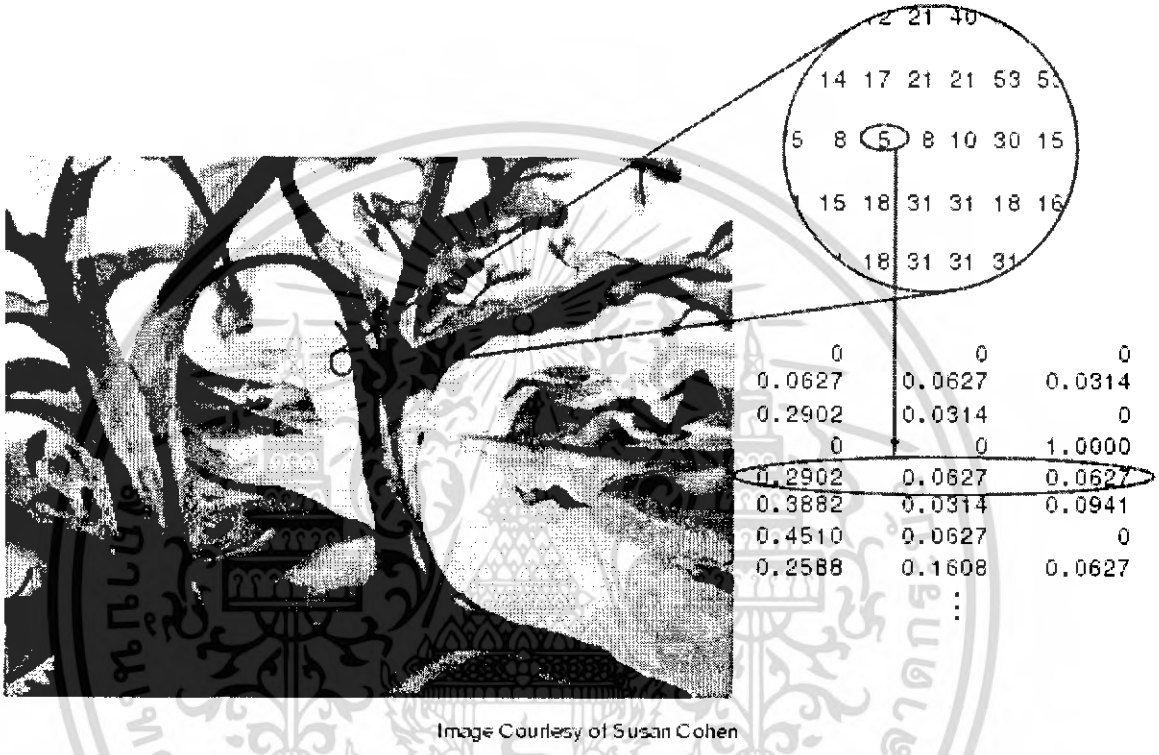
2.10.1 ดัชนีรูปภาพ

ดัชนีรูปภาพประกอบไปด้วยเมทริกซ์ของข้อมูล X และเมทริกซ์ของสีที่จะนำไปเทียบเคียง ในส่วนเมทริกซ์ของข้อมูลสามารถแบ่งออกเป็นคลาสของ uint8, uint16, หรือ double ส่วนเมทริกซ์ของสีนั้นจะเป็นอาร์เรย์ขนาด mX3 ของคลาส double ที่ประกอบด้วยเลขทศนิยมที่อยู่ในช่วง {0,1} แต่ละแถวของการเทียบเคียงนั้นจะระบุคอมโพเนนท์ สีแดง, สีเขียว และสีน้ำเงินของแต่ละสีนั้น ดัชนีรูปภาพจะใช้การเทียบเคียงโดยตรงของแต่ละค่าในพิกเซลนั้นไปยังค่าเทียบเคียงสี สีในแต่ละพิกเซลบนรูปภาพนั้นจะถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดโดยใช้ค่าที่มีลักษณะเช่นเดียวกันกับ X เป็นดัชนีในการเทียบเคียง ค่าของจุดแรกแทนแถวแรกในการเทียบเคียง ค่าของจุดที่สองแทนแถวที่สอง และเป็นเช่นนี้เรื่อยไป

การเทียบเคียงสีมักจะถูกเก็บด้วยดัชนีรูปภาพและจะถูกนำมาใช้อย่างอัตโนมัติกับรูปภาพเมื่อเรียกใช้ฟังก์ชัน imread อย่างไรก็ตามในการใช้งานนั้น ไม่ได้ถูกจำกัดการใช้งานเฉพาะค่าพื้นฐานของการเทียบเคียงสีเท่านั้น แต่ยังสามารถเรียกใช้งานค่าใดๆ ในการเทียบเคียงสีได้ รูปภาพดังต่อไปนี้แสดงถึงโครงสร้างของดัชนีรูปภาพ พิกเซลที่อยู่ในรูปภาพจะถูกแสดงด้วยเลขจำนวนเต็ม ซึ่งจะชี้ไปยังค่าของสีที่เก็บอยู่ในการเทียบเคียงสีนั้น



รูปที่ 2.13 ค่าของพิกเซลชี้ไปยังค่าเทียบเคียงสีในดัชนีรูปภาพ

- **คลาสและค่าออฟเซตของการเทียบเคียงสี**

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อยู่ในเมทริกซ์รูปภาพกับค่าในการเทียบเคียงสีนั้นขึ้นอยู่กับคลาสของเมทริกซ์รูปภาพ ถ้าเมทริกซ์รูปภาพเป็นคลาสของ double ค่าของจุดแรกจะชี้ไปยังแถวแรกของการเทียบเคียง ค่าของจุดที่สองจะชี้ไปยังแถวที่สอง ค่าของจุด 0 จะชี้ไปยังแถวแรกของการเทียบเคียงสี ค่าของจุดที่หนึ่งจะชี้ไปยังแถวที่สอง และเป็นเช่นนี้เรื่อยไป

ค่าออฟเซตมักจะถูกใช้ในไฟล์ที่มีรูปแบบเป็นกราฟฟิกเพื่อจะทำให้จำนวนของสีที่สามารถรองรับได้มีมากที่สุด จากภาพข้างบนนี้ เมทริกซ์รูปภาพเป็นคลาส double เพราะมันไม่มีออฟเซต ดังนั้นค่าของจุดที่ห้าจะชี้ไปยังแถวที่ห้าของการเทียบเคียง

72149
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

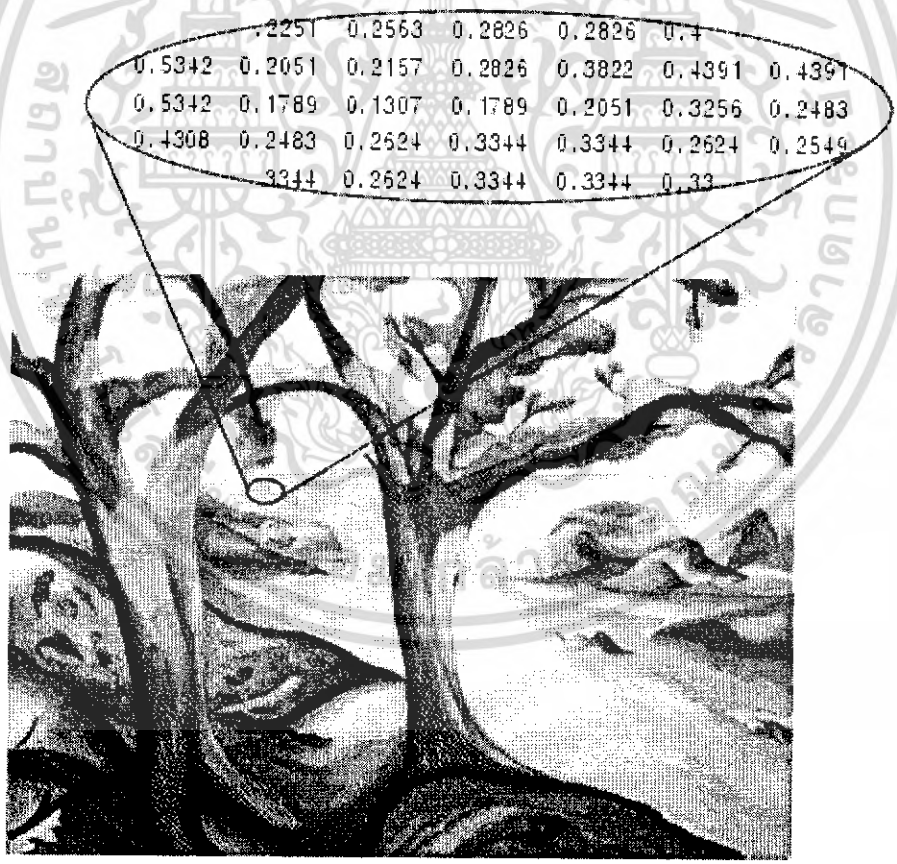
- **ข้อจำกัดของการใช้ uint16**

ในกล่องเครื่องมือนั้นจะมีข้อจำกัดของการใช้ดัชนีรูปภาพที่เป็น คลาส uint16 เราสามารถที่จะอ่านรูปภาพนี้เข้าไปยังโปรแกรมแมทแลป และแสดงมันได้ แต่ก่อนที่จะทำกระบวนการของดัชนีรูปภาพแบบ Uint16 จะต้องทำการเปลี่ยนให้เป็น double หรือ uint8 เสียก่อน ในการที่จะเปลี่ยนเป็น double ให้เรียกใช้ im2double เพื่อที่จะลดรูปภาพไปเป็น 256 สีหรือน้อยกว่านั้น (unit8) เรียก imapprox

2.10.2 ความหนาแน่นของรูปภาพ

ความหนาแน่นของรูปภาพ คือ เมทริกซ์ข้อมูล I ซึ่งค่าของมันนั้นจะแทนความหนาแน่นภายในระยะหนึ่งๆ โปรแกรมแมทแลปจะเก็บค่าความหนาแน่นของรูปภาพเป็นเมทริกซ์เดี่ยว โดยที่แต่ละค่าในเมทริกซ์ นั้นจะมีลักษณะเช่นเดียวกับหนึ่งพิกเซลในรูปภาพ เมทริกซ์สามารถเป็นคลาสของ double, uint8 หรือ uint16

ค่าที่อยู่ในเมทริกซ์ความหนาแน่นจะแทนความหนาแน่นที่หลากหลาย หรือระดับของสีเทา (Gray levels) โดยค่าความหนาแน่น 0 มักจะแทนด้วยสีดำ และค่าความหนาแน่น 1, 255 หรือ 65535 มักแทนด้วยสีขาว



รูปที่ 2.14 ค่าพิกเซลในความหนาแน่นของรูปภาพกำหนดระดับของสีเทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.3 ไบนารีของรูปภาพ

ในไบนารีของรูปภาพ แต่ละพิกเซลจะสมมติให้เป็นหนึ่งในสองค่าที่ไม่ต่อเนื่อง ค่าสองค่านี้จะเป็นลักษณะของ เปิด หรือปิด ไบนารีของรูปภาพจะถูกเก็บในเมทริกซ์สองมิติของ 0 (ปิดพิกเซล) และ 1 (เปิดพิกเซล)

ไบนารีของรูปภาพถูกพิจารณาเป็นชนิดพิเศษของความหนาแน่นของรูปภาพ ซึ่งประกอบด้วยสีขาวและดำเท่านั้น อย่างไรก็ตาม เราสามารถคิดถึงไบนารีของรูปภาพเป็นลักษณะของดัชนีรูปภาพที่มีเพียงสองสีเท่านั้นก็ได้

ไบนารีของรูปภาพจะถูกเก็บเป็นอาร์เรย์ของคลาส double หรือ uint8 (ในกล่องเครื่องมือไม่รองรับไบนารีของรูปภาพที่เป็นคลาส uint16 อาร์เรย์ของคลาส unit8 โดยทั่วไปแล้วจะถูกนำมาใช้มากกว่าอาร์เรย์ของคลาส double เพราะ uint8 ใช้หน่วยความจำน้อยกว่ามาก ในกล่องเครื่องมือการประมวลผลรูปภาพ ฟังก์ชันใดๆ ที่คืนค่ากลับมาเป็นไบนารีของรูปภาพจะคืนค่ากลับมาเป็นอาร์เรย์ของ uint8 ถ้าแฟลกเปิดใช้งานอยู่ ระยะของข้อมูลจะเป็น {0,1}ถ้าแฟลกเปิดใช้งาน ระยะข้อมูลเป็น {0,255}

รูปที่ 2.15 พิกเซลในไบนารีของรูปภาพมีค่าที่เป็นไปได้สองค่าคือ 0 หรือ 1

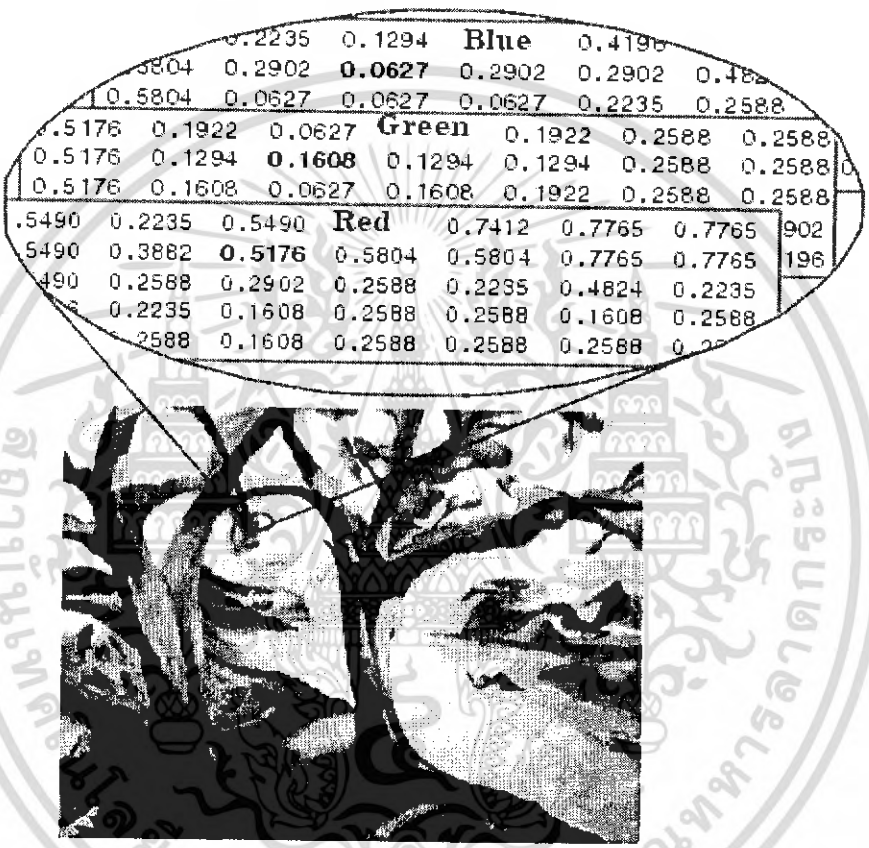
2.10.4 อาร์จีบีของรูปภาพ

อาร์จีบีของรูปภาพ หรืออาจเรียกเป็น สีแท้จริงของรูปภาพ (truecolor image) จะถูกเก็บในโปรแกรมแมทแลป เป็นอาร์เรย์ mXnX3 ซึ่งจะกำหนดคอมโพเนนท์สีแดง, สีเขียว และสีน้ำเงินสำหรับแต่ละพิกเซล อาร์จีบีของรูปภาพไม่ได้ใช้แพทเลตของสี สีในแต่ละพิกเซลจะถูกกำหนดโดยการรวมกันของความหนาแน่นของสีแดง, สีเขียว และสีน้ำเงินที่เก็บอยู่ในแต่ละระนาบของสีที่ตำแหน่งของแต่ละพิกเซล รูปแบบไฟล์กราฟฟิกจะเก็บอาร์จีบีของรูปภาพเป็น 24 ชนิด ซึ่งแต่ละคอมโพเนนท์ของสีแดง, สีเขียว และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีน้ำเงินจะมีขนาด 8 บิต ซึ่งจะทำให้เกิดจำนวนของสีที่เป็นไปได้ 16 ล้านสี เนื่องจากความละเอียดนี้เอง เราจึงสามารถแทนรูปภาพต่างๆ ที่พบเห็นได้ในชีวิตจริงด้วยรูปภาพแบบสีแท้จริง

อาร์เรย์อาร์จีบีใน MATLAB สามารถแบ่งเป็นคลาสของ double,uint8 หรือ uint16 ในอาร์เรย์อาร์จีบีที่เป็นคลาส double แต่ละคอมโพเนนท์ของสีจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 กับ 1 พิกเซลที่มีค่าคอมโพเนนท์ของสีเป็น (0,0,0) จะแสดงเป็นสีดำ และพิกเซลที่มีค่าคอมโพเนนท์ของสีเป็น (1,1,1) จะแสดงเป็นสีขาว คอมโพเนนท์ของสีทั้งสามสำหรับแต่ละพิกเซลนั้นจะถูกเก็บเป็นอาร์เรย์ขนาดสามมิติ ตัวอย่างเช่น คอมโพเนนท์ของสีแดง, เขียว และน้ำเงินของพิกเซล (10,5) จะถูกเก็บในอาร์จีบี (10,5,1), อาร์จีบี(10,5,2) และอาร์จีบี (10,5,3) ตามลำดับ

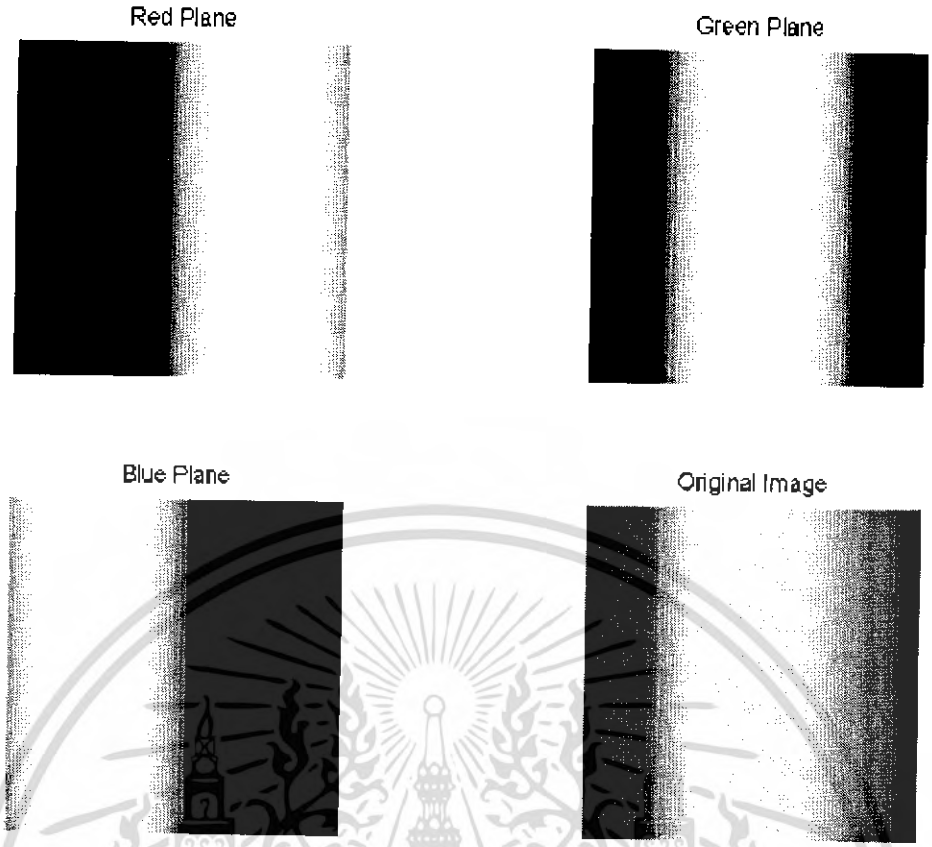


รูปที่ 2.16 ระนาบสีของรูปภาพอาร์จีบี

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 ระนาบสีที่แยกจากกันของรูปภาพอาร์จีบี

ในแต่ละสีระนาบสีที่แยกจากกันในรูปภาพประกอบไปด้วยพื้นที่ของสีขาว สีขาวนี้จะแสดงถึงค่าสูงสุดของแต่ละสีที่แยกจากกัน ตัวอย่างเช่น ในรูปภาพที่เป็นระนาบของสีแดง สีขาวจะแสดงถึงค่าสูงสุดของสีแดง ในขณะที่สีแดงถูกผสมด้วยสีเขียวหรือสีน้ำเงิน พิกเซลที่เป็นสีเทาจะปรากฏออกมา ส่วนพื้นที่ที่เป็นสีดำในรูปภาพนั้นจะแสดงค่าของพิกเซลที่ไม่มีค่าของสีแดงอยู่เลย เช่น R=0

2.11 เทคโนโลยีไบโอเมทริกซ์

2.11.1 ความหมายของไบโอเมทริกซ์

ไบโอเมทริกซ์ (Biometrics) เกิดจากการประสมกันของคำสองคำคือ bio หมายถึง "ชีวิต" และ metrics ซึ่งหมายถึง "ที่สามารถวัดค่าหรือปริมาณได้" ได้มีการบันทึกไว้ว่าชาวอียิปต์โบราณมีการใช้ไบโอเมทริกซ์เป็นกลุ่มแรกเพื่อใช้ตรวจสอบ การใช้อุปกรณ์ไบโอเมทริกซ์สมัยใหม่มีเมื่อประมาณ 20 ปีมาแล้ว เป็นเครื่องวัดความยาวของนิ้วมือ เพื่อตรวจสอบเวลาทำงานแทนเครื่องตอกบัตร หลังจากนั้นจึง มีการพัฒนาอุปกรณ์สำหรับแยกแยะลักษณะมือเป็นจำนวนมากมาช่วยทำงานในระบบรักษาความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.2 ลักษณะการทำงาน

การทำงานจะเป็นการตรวจวัดคุณลักษณะทางกายภาพ (Physical Characteristics) และลักษณะทางพฤติกรรม (Behaviors) ที่เป็นลักษณะเฉพาะตัวของบุคคลนั้นๆ มาเปรียบเทียบกับคุณลักษณะที่มีการบันทึกไว้ในฐานข้อมูลก่อนหน้านี้ เพื่อใช้แยกแยะบุคคลนั้นจากบุคคลอื่นๆ ในงานด้านต่างๆ นอกจากนี้ยังสามารถใช้เพื่อตรวจสอบกลุ่มผู้ต้องสงสัย เพื่อหาตัวผู้กระทำความผิดได้อีกด้วย

ไบโอเมทริกซ์สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลายประเภท เช่น

- งานควบคุมการเข้าออกสถานที่ / หรือการใช้ตรวจสอบเวลาทำงาน

การเข้าออกสถานที่หวงห้ามในปัจจุบัน มักจะใช้บัตรผ่าน หรือใช้รหัสผ่าน หรือแม้แต่การใช้ยามเฝ้า ซึ่งการป้องกันแบบนี้สามารถถูกลักลอบได้ง่าย เช่นบัตรผ่าน หรือรหัสผ่าน อาจหาย ลืม หรือแม้แต่ให้คนอื่นยืมใช้ได้ ส่วนยามเฝ้าก็ขึ้นอยู่กับความเข้มงวดของยามแต่ละคน ความบกพร่องของระบบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันจึงมีอยู่มาก การนำเอาไบโอเมทริกซ์มาช่วยเช่น การผ่านเข้าออกโดยใช้ลายนิ้วมือ, ใช้การตรวจสอบรูปหน้า, หรือแม้แต่การใช้การตรวจสอบลักษณะของเรตินาภายในตวงตา จึงเป็นทางออกที่ดีกว่าการใช้งานที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

ระบบที่มีการใช้งานคล้ายกับการควบคุมการเข้าออกสถานที่ก็คือ การตรวจสอบเวลาทำงานของพนักงาน ซึ่งระบบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันคือ การเซ็นชื่อ, การใช้บัตรตอกลงเวลา และการใช้บัตรแถบแม่เหล็ก การเซ็นชื่อ

- ระบบใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์และภายในระบบเครือข่าย

เครื่องคอมพิวเตอร์แบบ Notebook หลายๆ รุ่น มีการนำเอาเทคโนโลยี Biometrics เช่น การใช้ลายนิ้วมือมาช่วยในการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับบุคคลที่ต้องการความปลอดภัยในการรักษาข้อมูล เพราะถึงแม้ว่าเครื่องคอมพิวเตอร์จะถูกขโมย แต่ผู้ที่ขโมยไปก็ไม่สามารถนำไปใช้งานได้ โดยการใช้ลายนิ้วมือมาช่วยมีอยู่หลักๆ สองประเภท คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ Notebook ที่มีตัวตรวจจับลายนิ้วมืออยู่ในตัวเครื่องอยู่แล้ว และ ประเภทที่ใช้ PC Card ที่มีตัวตรวจจับลายนิ้วมืออยู่ ใส่เข้าไปในช่อง PC Card ของเครื่องคอมพิวเตอร์ Notebook โดยที่ลายนิ้วมือจะเป็นการใช้ทดแทนการใช้รหัสผ่าน (Password)

นอกจากนี้การใช้งานคอมพิวเตอร์ระบบเครือข่าย จะต้องให้ผู้ใช้ใส่รหัสผ่านก่อนการใช้งานทุกครั้ง แต่เนื่องจากรหัสผ่านสามารถถูกคาดเดา หรือขโมย หรือ ถูกยืมไปใช้ได้ง่าย ดังนั้นการใช้ Biometrics มาเป็นตัวจัดการเริ่มเข้ามาใช้งานของผู้ใช้ระบบเครือข่าย จึงเป็นสิ่งที่สามารถยืนยันได้อย่างแท้จริงว่า ผู้ที่ใช้ระบบเครือข่ายอยู่คือผู้ที่มีสิทธิในการใช้งานได้จริง เทคโนโลยีที่ใช้ได้กับด้านนี้นอกจากการใช้ลายนิ้วมือแล้ว วิธีที่เหมาะสมต่อการใช้งานมากอย่างหนึ่งคือ การใช้ Keystroke dynamics หรือ การตรวจสอบตัวบุคคลโดยใช้ลักษณะของการพิมพ์ ทั้งนี้เพราะการเข้าไปใช้งานระบบเครือข่าย ผู้ใช้ต้องทำการพิมพ์ชื่อและรหัสอยู่แล้ว การตรวจสอบตัวบุคคลโดยใช้ลักษณะของการพิมพ์จึงเป็นสิ่งที่ไม่ต้องให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ใช้ทำอะไรเพิ่มเติม (เช่นไม่ต้องตรวจสอบลายนิ้วมือ) อีกทั้งวิธีการตรวจสอบแบบนี้ยังไม่ต้องการอุปกรณ์เพิ่มเติมใดๆ

- การใช้งานของสถาบันการเงิน

การตรวจสอบตัวบุคคล เป็นสิ่งที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญของการทำธุรกิจของสถาบันทางการเงิน การใช้การตรวจสอบลายเซ็น ลายนิ้วมือ บัตรประจำตัว หรือแม้แต่รหัสผ่าน ล้วนแต่เป็นสิ่งที่ง่ายแต่การปลอมแปลง และเป็นปัญหาที่สถาบันการเงินประสบเรื่อยมาตั้งแต่เริ่มมีธุรกิจการเงิน เมื่อมีการนำเอาเทคโนโลยีทางด้านไบโอเมทริกซ์มาเป็นองค์ประกอบเพิ่มเติมในการตรวจสอบตัวบุคคล จึงเป็นสิ่งที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากจากสถาบันทางการเงิน ทั้งทางด้านการช่วยในการเบิกถอนเงินทั้งที่ผ่านทางเคาเตอร์ และทั้งที่ผ่านทางเครื่อง ATM นอกจากนี้การใช้เทคโนโลยีไบโอเมทริกซ์ในการตรวจสอบผู้ใช้บัตรเครดิต ก็จะเป็นการช่วยลดการปลอมแปลง หรือการลักลอบใช้บัตรเครดิตของผู้อื่น รวมถึงช่วยลดอัตราการปฏิเสธความรับผิดชอบของผู้ใช้ เพราะมีหลักฐานที่แน่นอนในการระบุตัวบุคคลที่เชื่อถือได้

- การใช้งานด้านการระบุตัวอาชญากร

หนึ่งในแนวทางการสืบหาอาชญากรที่ทำมาในอดีตคือการตรวจสอบลายนิ้วมือ ซึ่งในปัจจุบันสามารถนำเทคโนโลยีไบโอเมทริกซ์ มาช่วยในการค้นหาลายนิ้วมือโดยอัตโนมัติหรือเรียกว่า ระบบ AFIS (Automated Fingerprint Identification System) ซึ่งระบบ AFIS นี้นอกจากจะช่วยตำรวจค้นหาและเปรียบเทียบลายนิ้วมือที่พบในที่เกิดเหตุกับฐานข้อมูลอาชญากรแล้ว ระบบยังสามารถเป็นแหล่งข้อมูลให้กับองค์กรเอกชน สำหรับค้นหาประวัติการทำผิดกฎหมายของผู้สมัครงานหรือบุคคลากรภายในองค์กรได้อีกด้วย นอกจากการใช้ลายนิ้วมือเป็นเครื่องมือในการตรวจจับอาชญากรแล้ว ยังมีการใช้เทคโนโลยีทางด้านการระบุตัวบุคคลด้วยการตรวจสอบใบหน้า (Facial Recognition) ซึ่งมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในคาสิโนหลายแห่งในประเทศอเมริกา โดยใบหน้าของผู้ต้องสงสัย จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลผู้เคยกระทำผิดที่มีอยู่ ถ้ามีลักษณะของบุคคลที่เหมือนกัน ระบบจะทำการส่งรูปของผู้ต้องสงสัยไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกทีหนึ่ง โดยขั้นตอนทั้งหมดนี้ ใช้เวลาดำเนินการเพียงไม่กี่นาทีเท่านั้น

คุณลักษณะทางกายภาพของคนเรานั้นส่วนใหญ่จะกินเวลาในการเปลี่ยนแปลงจากสภาพเดิมมากกว่า คุณลักษณะทางพฤติกรรมที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็วกว่า ความสามารถในการยืนยันตนจึงมีความน่าเชื่อถือที่น้อยกว่า ทำให้การพิสูจน์บุคคลโดยวิธีพิจารณาลักษณะทางกายภาพนั้น มีความน่าเชื่อถือขณะใช้งานมากกว่าลักษณะทางพฤติกรรม ตัวอย่างของคุณลักษณะทางกายภาพที่นิยมนำมาใช้ได้แก่ ลายนิ้วมือ ม่านตา ช่องตาดำ ฝ่ามือ และรูปหน้า เป็นต้น

ในส่วนของเสียงพูด การลงลายมือชื่อ การใช้แป้นพิมพ์ ซึ่งจัดเป็นคุณลักษณะทางพฤติกรรมของบุคคล ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามกาลเวลาและการเรียนรู้ของเจ้าของ แต่ข้อดีของการใช้ ไบโอเมทริกซ์ประเภทนี้ก็คือ สะดวก เป็นที่ยอมรับของผู้ใช้ และมีอัตราเสี่ยงต่อการติดเชื้อต่ำ เนื่องจากไม่ต้องนำอวัยวะที่ไวต่อการติดเชื้อ (เช่น ดวงตา)ไปสัมผัสกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการอ่านข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.3 ไบโอเมทริกซ์ประเภทต่างๆ

- การรู้จำใบหน้า (Facial recognition)

ไบโอเมทริกซ์โดยใช้ใบหน้า ได้รับการพิจารณาและยอมรับกันอย่างกว้างขวาง ว่าเป็นวิธีที่เป็นกลางในการพิสูจน์ตัวบุคคล

เทคโนโลยีนี้มีความสามารถที่น่าสนใจอยู่ 2 อย่างคือ การรู้จำใบหน้า (Facial recognition) และสร้างหน้าใหม่ (Face reconstruction)

- สามารถใช้กับลักษณะที่ซับซ้อนได้
- ใช้ได้กับรูปร่างลักษณะหลายชนิด
- สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำและใช้ข้อมูลสำหรับเปรียบเทียบขนาดเล็ก
- ข้อมูลที่ใช้สามารถทำให้อยู่ในรูปข้อมูลทางสถิติได้

- การรู้จำม่านตา (Iris recognition)

การรู้จำม่านตา ทำงานได้โดยที่ไม่ต้องมีการสัมผัสกับเครื่องมือ และง่ายต่อการใช้งาน ในขณะที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในการรักษาความปลอดภัยสูง กลายเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการยอมรับอย่างมาก

- มีการทำงานที่มีประสิทธิภาพและความแม่นยำสูง
- รวดเร็ว, มีระบบการตรวจสอบที่ง่าย และไม่ต้องมีการสัมผัสกับอุปกรณ์
- ม่านตาของมนุษย์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามอายุขัย
- ความเหมือนกันของข้อมูลมีน้อย ทำให้มีความสับสนกันน้อย

- การรู้จำลายนิ้วมือ (Fingerprint recognition)

การรู้จำลายนิ้วมือมีการทดลอง, ทดสอบ และการทำงานด้านความปลอดภัยในการพิสูจน์บุคคลมีการใช้กับงานต่างๆ กันในหลายจำพวก การรู้จำลายนิ้วมือมีข้อได้เปรียบดังต่อไปนี้

- ทนทาน และสามารถเชื่อถือได้
- ใช้งานง่าย
- ใช้กันอย่างกว้างขวาง และยอมรับกันโดยทั่วไป
- ได้รับการพิสูจน์แล้ว ว่าใช้งานได้จริง
- ความหลากหลายของการนำไปประยุกต์ใช้

- การรู้จำเสียง (Voice recognition)

เทคโนโลยีนี้ ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและความแม่นยำสูง เพื่อการยืนยันตัวบุคคลด้วยเสียงของตัวเอง เสียงพูดเป็นสิ่งที่มีติดตัวกันทุกคน และสะดวกในการใช้งานในสถานที่ต่างๆ โดยเฉพาะการใช้งานแบบไร้สัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เป็นทำงานที่มีประสิทธิภาพ และความถูกต้องมาก
- ยืนยันตัวตน เอกลักษณ์ของบุคคลได้จากเสียงของเขาทั้งหลายเอง
- กระบวนการง่ายๆ สามารถฝังรวมกับระบบต่างๆ ได้หลากหลาย
- เทคโนโลยีนี้ นำไปใช้กับระบบที่ต้องใช้บัตร หรือไม่ต้องใช้บัตรก็ได้
- มีความยืดหยุ่นสำหรับการนำไปใช้ในระบบจริง

2.12 คำจำกัดความและขอบเขตของการรู้จำรูปแบบ (Definition and scope of pattern recognition)

เนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่างที่จำกัดการออกแบบ pattern recognition จึงทำให้การวิจัยในเรื่องนี้เป็นไปได้ยาก แต่ถ้าเราไม่เข้าใจพฤติกรรมของมนุษย์เราก็ไม่สามารถที่จะทำสำเร็จได้

การรู้จำรูปแบบ (Pattern recognition) ต้องอาศัยการรับรู้และการจำก่อน รวมทั้งประสบการณ์ในอดีตกับปัจจุบันสัมพันธ์กัน ตัวอย่างเช่น มีรูปสุนัขที่ไม่ชัดเจนและบิดเบือนอยู่รูปหนึ่ง ถ้ามีคนที่ไม่เคยได้รับรู้หรือมีประสบการณ์กับรูปนี้มาก่อนก็จะไม่สามารถตอบได้ว่ารูปนี้เป็นรูปอะไร แต่ถ้ามีคนเคยศึกษาหรือมีประสบการณ์มาก่อนก็จะสามารถตอบคำถามของรูปนี้ได้ถูกต้อง

ถึงแม้ว่าในปัจจุบันเทคโลยีทางคอมพิวเตอร์ และความก้าวหน้าใน pattern recognition และ artificial intelligence สูง การแยกภาพของมนุษย์ที่สมบรูณ์ยังคงเป็นหนทางที่ยาวไกล อย่างไรก็ตามก็ไม่สามารถขัดขวางความพยายามของนักวิจัยได้

มีเทคนิคพื้นฐานจำนวนมากที่ใช้กับ pattern recognition เกือบทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นภาพ วัตถุ หรือ 1-D time-vary signal เช่น คำพูด เทคนิคพื้นฐานได้แสดงไว้ดังนี้

วิธีการในการรู้จำภาพใบหน้าตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ได้มีแนวคิดในด้านการพิจารณามองเห็นใบหน้า และวิธีการในการตัดสินใจรู้จำใบหน้าที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 6 กลุ่มการวิจัย คือ

- การเทียบเทมเพล็ต (Template Matching)
- ลักษณะทางเรขาคณิต (Geometrical Features)
- การเทียบกราฟ (Graph Matching)
- ไอเกนเฟซ (Eigenface)
- โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)
- ภาพ 3 มิติ

- การเทียบเทมเพล็ต (Template Matching)

วิธีการการเทียบเทมเพล็ต [1] นี้ทำงานโดยการหาสหสัมพันธ์ของภาพ 2 ภาพ โดยตรงให้ผลอย่างมีประสิทธิภาพโดยมีอัตราในการรู้จำเป็น 100% เมื่อภาพมีขนาดเดียวกัน มีการวางอยู่ตรงกัน และมีการส่องสว่างของแสงเดียวกัน ถ้าภาพที่เข้ามาทดสอบมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ต้องมีการประมวลผลก่อน (Preprocessing) เพื่อทำให้ภาพเข้าสู่ตำแหน่งหรือการส่องสว่างใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ลักษณะทางเรขาคณิต (Geometrical Features)

มีนักวิจัยจำนวนมากที่เลือกรู้จำใบหน้าในลักษณะทางเรขาคณิต คืออาศัยอัตราส่วนหรือสัดส่วนของระยะทางจากตาซ้ายตาขวา จากตาไปจมูก จากจมูกไปปาก รูปร่างของปาก รูปร่างของตา และจากรูปร่างของคาง ซึ่งเป็นลักษณะทางกายภาพของใบหน้า ดังมีรายละเอียดของการวิจัย เช่น

- ใช้อัตราของระยะทาง (Ratios of Distance) โดยมีผลการรู้จำอยู่ระหว่าง 45-75 % ของฐานข้อมูลภาพ 20 คน

- ใช้การคำนวณเชตของลักษณะทางเรขาคณิต เช่นความกว้างของจมูก ตำแหน่งของปากบนใบหน้า และรูปร่างของคาง

- ใช้เทคนิคระยะทางผสม (Mixture Distance)

ระบบการรู้จำใบหน้าแบบที่มีการพิจารณาลักษณะทางเรขาคณิตนี้ จะสามารถนำไปใช้เป็นระบบที่มีประโยชน์และเป็นไปได้ในทางปฏิบัติในการค้นหาในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ได้ถ้ามีการวัดระยะทางจากจุดที่เป็นลักษณะเด่นได้อย่างถูกต้องเที่ยงตรง ทั้งนี้เพราะข้อมูลที่ได้จะมีจำนวนน้อยมากเมื่อเทียบกับการพิจารณาแบบอื่น จึงใช้เวลาน้อยกว่าแบบอื่นๆ ในการค้นหา ดังนั้นจึงมีการสร้างระบบฐานข้อมูลมาสนับสนุนวิธีการแบบนี้ ซึ่งฐานข้อมูลดังกล่าวเรียกว่าฐานข้อมูลภาพหลายด้าน (Mugshot Database) ทั้งนี้เพราะถ้าเรามีภาพด้านข้างด้วยจะเป็นการช่วยหาจุดที่เป็นลักษณะเด่นได้เที่ยงตรงแม่นยำมากขึ้น แต่ทั้งนี้ความเที่ยงตรงในการวัดยังขึ้นอยู่กับอัลกอริทึมที่ใช้ด้วย ดังนั้นในปัจจุบันการทำงานอย่างอัตโนมัติก็ยังไม่ค่อยมีความเที่ยงตรงนัก จึงต้องรอกันต่อไป สำหรับวิธีการแบบนี้

- การเทียบกราฟ (Graph Matching)

เป็นการมองใบหน้าในลักษณะที่เป็นเวกเตอร์ของกราฟซึ่งมีจุดและเส้นในการเชื่อมต่อเป็นโครงร่างที่ฟิตไปบนใบหน้าบนลักษณะเด่นที่พิจารณา เช่น รูปร่างกราฟของตา ปาก คางกับหู และคิ้ว เป็นต้น

- ไอเกนเฟซ (Eigenface)

MIT ได้ริเริ่มและเสนอวิธีการในการรู้จำใบหน้าโดยทำการฉาย (Projection) ภาพใบหน้าไปยังองค์ประกอบหลัก (Principal Components) โดยเรียกภาพใบหน้าดังกล่าวนั้นว่าไอเกนเฟซ (Eigenface) โดยนำใบหน้าไอเกนดังกล่าวไปทำการค้นหาในฐานข้อมูลใบหน้าไอเกน โดยพวกเขาได้แสดงให้เห็นว่าโดยการทดสอบกับฐานข้อมูลใบหน้าไอเกน 16 คนที่มีการเลื่อน การวางตำแหน่งศีรษะหลายๆ ลักษณะ มีการย่อขยายและการเปลี่ยนแปลงของแสง โดยการแทนด้วยใบหน้าไอเกนที่ใช้เทคนิคของพวกเขาแล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยระบบยังคงมีความสามารถในการรู้จำ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของแสงมีความสามารถในการรู้จำ 96% มีการวางตำแหน่งศีรษะเปลี่ยนแปลงจะมีความสามารถในการรู้จำ 85% และมีการย่อขยายจะภาพมีความสามารถในการรู้จำ 64% โดยในการย่อขยายนั้นพวกเขาใช้อัลกอริทึมในการปรับขนาดศีรษะให้มีขนาดเดียวกับขนาดใบหน้าไอเกนโดยใช้การประมาณขนาดของศีรษะ และนำส่วนกลางของใบหน้ามาใช้เท่านั้นเพื่อลดผลจากการเปลี่ยนแปลงของทรงผม และฉากด้านหลังที่อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)

จากอดีตจนถึงปัจจุบันได้มีการเสนอบทความที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการรู้จำใบหน้ามากมาย แต่ส่วนใหญ่แล้วน่าเสียดายที่วิธีการต่างๆ ที่เสนอนั้น มีการทดสอบกับฐานข้อมูลขนาดเล็กๆ ได้เท่านั้น (ต่ำกว่า 20 คน) จะมีที่ใช้ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ไม่มากนัก

- ภาพ 3 มิติ

การมองภาพใบหน้าเป็น 3 มิติ เป็นวิการชั้นสูงและเป็นวิธีที่ดีมากในปัจจุบัน และมีการทำเป็นธุรกิจผลิตซอฟต์แวร์เพื่อเป็นการค้าเรียบร้อยแล้ว

FaceIt คือ ชื่อซอร์ฟแวร์ทางการค้าของบริษัท Visionics Corporation ในการรู้จำภาพใบหน้ารูปแบบ 3 มิติแบบเวลาจริงที่ไม่ต้องการฮาร์ดแวร์พิเศษในโลกแห่งความเป็นจริง

FaceIt ใช้การมองภาพในรูปแบบเสตอริโอของภาพ 3 มิติที่ประกอบด้วยบล็อกความสูง โดยเรียกว่า หัวไอเกน (Eigen Head) ที่เป็นตัวแสดงภาพ 3 มิติของศรีษะที่ได้มาจากข้อมูลเฉดสี (Shading Information) ของภาพ 2 มิติ ซึ่งหัวไอเกนนี้จะไม่ขึ้นกับแสงของการส่องสว่างและท่าทางของการวางศรีษะ และมีการส่งภาพ 3 มิติที่มีการนอร์มอไลต์แล้วแปลงไปเป็นรหัสด้วยการวิเคราะห์ลักษณะเด่นแบบท้องถิ่น (Local Feature Analysis) เช่น จมูก ปาก แก้ม กระดูก และแนวขากรรไกร ซึ่งจะสร้างสิ่งที่เป็นเอกลักษณ์ของบุคคลคนเดียวกันที่เรียกว่า พิมพ์ของใบหน้า (Faceprint) พิมพ์ของใบหน้านี้สามารถนำไปค้นหาในฐานข้อมูลได้แบบ real time และมีความรวดเร็วในการประมวลผลสูงมากจนกระทั่งสามารถทำกับภาพที่เป็นภาพนิ่งและกับภาพจากวีดีโอก็ได้ ซึ่งความสามารถจริงของระบบอยู่ที่ความเร็ว และการแก้ไขปัญหาเรื่องการขมวดคิ้ว การยิ้ม การกระพริบตา การใส่แว่น ปัญหาของแสง การย่อขยาย การวางตำแหน่งศรีษะ และการเอียงได้ทั้งหมด อีกทั้งยังเป็นแนวทางที่ใช้ลักษณะ 3 มิติที่เป็นลักษณะเด่นแบบท้องถิ่น คือ จมูก ปาก แก้ม กระดูก และแนวขากรรไกรที่สามารถจะพัฒนาเป็นการประมาณใบหน้าเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นหรือลดลงได้อีกด้วย จึงเป็นสุดยอดแนวทางของการรู้จำใบหน้าอย่างแท้จริงที่สามารถใช้ในการค้นหาประวัติของเด็กหลงทางที่ไม่สามารถบอกบ้านหรือพ่อแม่ได้ หรือค้นหาคนที่หายไปหลายๆ ปีได้ว่าจะมีหน้าตาในปัจจุบันเป็นอย่างไร

2.13 การหาองค์ประกอบสำคัญของภาพใบหน้า

การหาองค์ประกอบสำคัญของภาพใบหน้าสามารถแยกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

- Appearance based method

Appearance based method คือ การมองแต่ละจุดในภาพเป็นตัวแปร และแยกแยะความแตกต่างของภาพจากค่าการกระจายตัวทางสถิติของค่าสีแต่ละพิกเซลทั้งหมดในภาพ ในวิธีนี้เราไม่จำเป็นต้องหาตำแหน่งของตา จมูก และปากภายในภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Model based method

Model based method คือ การมองภาพโดยรวม และแยกแยะใบหน้าของแต่ละคนจากตำแหน่งสำคัญๆ บนใบหน้า เช่น ตา จมูก ปาก ให้ได้ก่อน แล้วจึงหาความสัมพันธ์ของตำแหน่งต่างๆ เหล่านี้เพื่อแยกแยะใบหน้าต่อไป

ในโครงงานนี้ได้เลือกกระบวนการ Principle component analysis (PCA) ซึ่งเป็นหนึ่งในกระบวนการแบบ Appearance based method โดยทำการฉายภาพใบหน้าไปยังแกนของความแปรปรวนร่วม (covariance) ที่มากที่สุด เพื่อให้หาความแตกต่างของภาพแต่ละภาพได้แม่นยำขึ้น และวิธีนี้ยังนำหลักการไอเกนเวกเตอร์ (eigenvector) ซึ่งจะเรียกว่าไอเกนเฟซ (eigenface) มาใช้เพื่อลดการคำนวณลงและทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.14 ทฤษฎีและวิธีการใช้ไอเกนเฟซ

2.14.1 วิธีของไอเกนเฟซ

จากการศึกษาก่อนหน้านี้ ของระบบจดจำใบหน้า โดยส่วนมากแล้วการทำงานของระบบนี้จะจดจำใบหน้าอย่างชี้เฉพาะเจาะจง โดยการวัดค่าจากตัวกำหนดที่สัมพันธ์กันและเหมาะสม จากข้างต้นนี้ได้ให้ข้อมูลกับพวกเราว่าการป้อนรหัสและถอดรหัสรูปใบหน้านั้น จะเน้นที่จุดหลักๆ คือ ลักษณะหน้าตา โดยทั่วไปแล้วบางทีลักษณะหน้าตาอาจจะไม่ตรงกับลักษณะใบหน้าที่แท้จริงในบางส่วน เช่น ตา จมูก ริมฝีปาก และ ผม

ในทฤษฎีของ Language of information เราต้องการที่จะคัดเลือกข้อมูลที่สัมพันธ์กันกับรูปหน้าตาเพื่อตั้งให้เป็นรหัสออกมาให้เหมือนมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และเปรียบเทียบกับรูปหน้าที่ตั้งรหัสโดยใช้ฐานข้อมูลของรูปประพรรณสัณฐาน ขั้นตอนแรกที่จะคัดเลือกข้อมูลนี้ต้องประกอบด้วยรูปของใบหน้าที่ได้จากกลุ่มใบหน้าที่ได้ถ่ายมาโดยมีหลายรูปหน้า หน้าตาหลายๆ แบบ และใช้รูปภาพเหล่านี้มาตั้งใส่รหัสหลังจากนั้นมาเปรียบเทียบกับหน้าเป็นรายบุคคลไป

ในระบบทางคณิตศาสตร์นั้น พวกเราต้องการที่จะหาองค์ประกอบที่สำคัญของส่วนประกอบใบหน้า หรือไอเกนเวกเตอร์ของโควาเรียนเมทริกซ์ ของรูปแบบใบหน้า ไอเกนเวกเตอร์สามารถคิดแยกรูปแบบลักษณะรูปหน้าที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันออกเป็นชุดๆ ได้ ซึ่งในแต่ละรูปจะมีไอเกนเวกเตอร์ที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นเราสามารถแสดงผลของไอเกนเวกเตอร์ออกมาอย่างร่างๆ หยาบๆ ได้ ที่เราเรียกว่า ไอเกนเฟซ

ในแต่ละรูปหน้านั้นสามารถแสดงผลออกมาในรูปแบบของการรวมตัวของเส้นตรงต่างๆ ของไอเกนเฟซ จำนวนหมายเลขที่ไอเกนเฟซจะเท่ากันจำนวนรูปของใบหน้าในชุดที่มี อย่างไรก็ตาม ใบหน้าเหล่านี้ก็สามารถประมาณหาไอเกนเฟซที่ดีที่สุดได้ ซึ่งนั่นจะมีค่าไอเกนวาลู่ร์มากที่สุด ดังนั้นจะมีความสัมพันธ์กีจะมากในรูปชุดนี้ด้วย เหตุผลหลักๆ ที่ใช้ไอเกนเฟซน้อยๆ เพื่อการคำนวณที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14.2 วิธีทางคณิตศาสตร์

กำหนดรูปภาพในฐานข้อมูลคือ $\Gamma_1, \Gamma_2,\ldots,\Gamma_M$ เมื่อ M เป็นจำนวนบุคคลในฐานข้อมูล กำหนดให้ Ψ คือ ค่าเฉลี่ยของรูปภาพ

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

ดังนั้นทุกๆ รูปภาพจะมีความแตกต่างกันจากค่าเฉลี่ย

$$\Phi_i = \Gamma_i - \Psi \qquad , i=1,2,\ldots M$$

คำนวณหาค่า Covariance matrix

$$A = [\Phi_1, \Phi_2,\ldots, \Phi_M]^T$$

$$C = A^T A$$

คำนวณหาค่าไอเกนของ C

$$C \cdot v_i = \lambda_i \cdot v_i \quad , C \text{ คือ เมทริกซ์ } M \times M$$

เมื่อนำเมทริกซ์ A คูณทั้ง 2 ข้าง จะได้

$$AA^T A \cdot v_i = \lambda_i \cdot Av_i$$

จะได้ ไอเกนเวกเตอร์ (L) คือ

$$L = AA^T$$

ใช้ไอเกนเวกเตอร์เพื่อหาไอเกนเฟซ

$$\text{Eigen_face} = V' \cdot A$$

เมื่อ V เป็นเมทริกซ์ที่เก็บค่าของไอเกนเวกเตอร์

$$V = [v_1, v_2,\ldots, v_M]$$

หาค่าสัมประสิทธิ์ของรูปภาพในฐานข้อมูล

$$\Omega = \text{Eigen_face} \cdot A$$

$\Omega = [\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_M]$, เมื่อ ω คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของภาพในฐานข้อมูล

เราสามารถสร้างข้อมูลใบหน้าขึ้นมาใหม่จากค่าไอเกนเฟซและค่าสัมประสิทธิ์ของภาพในฐานข้อมูล

$$\tilde{A} = \Omega \cdot \text{Eigen_face}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการฉายภาพใบหน้าที่จะทำการทดสอบลงไปที่ไอเกนเฟซ

$$\omega_s = \text{Eigen_face} \cdot [\, I - \Psi \,]$$

หาผลต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ของรูปภาพที่ทำการทดสอบกับค่าสัมประสิทธิ์ของรูปภาพในฐานข้อมูล

$$\varepsilon^2 = \| \omega_s - \omega_i \|^2$$

- ตัวอย่างในการหาค่าเจาะจงและเวกเตอร์เจาะจง

<u>ตัวอย่างที่ 1</u> จงหาค่าเจาะจงและเวกเตอร์เจาะจงของเมทริกซ์ 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 $\lambda = -1$ และ $\lambda = 3$ ซึ่งเป็นค่าเจาะจงของ A

สามารถหาเวกเตอร์เจาะจงได้จาก $(A-\lambda I)X = 0$

สำหรับ $\lambda = -1$ จะได้

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

$$2X_1 + 2X_2 = 0$$

$$X_1 = -X_2$$

ดังนั้นเวกเตอร์เจาะจงที่สมนัยกับ $\lambda = -1$ คือ $k\begin{pmatrix} -1 \\ -1 \end{pmatrix}$

เมื่อ k เป็นค่าคงที่ที่ไม่เท่ากับศูนย์

สำหรับ $\lambda = 3$ จะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

$$X_1 = -X_2$$

ดังนั้นเวกเตอร์เจาะจงที่สมนัยกับ $\lambda = 3$ คือ $n\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$

เมื่อ n เป็นค่าคงที่ ที่ไม่เท่ากับศูนย์

2.15 มาตรฐานการอินเทอร์เฟสระหว่างฮาร์ดแวร์

2.15.1 การอินเทอร์เฟสแบบ Serial และ Parallel

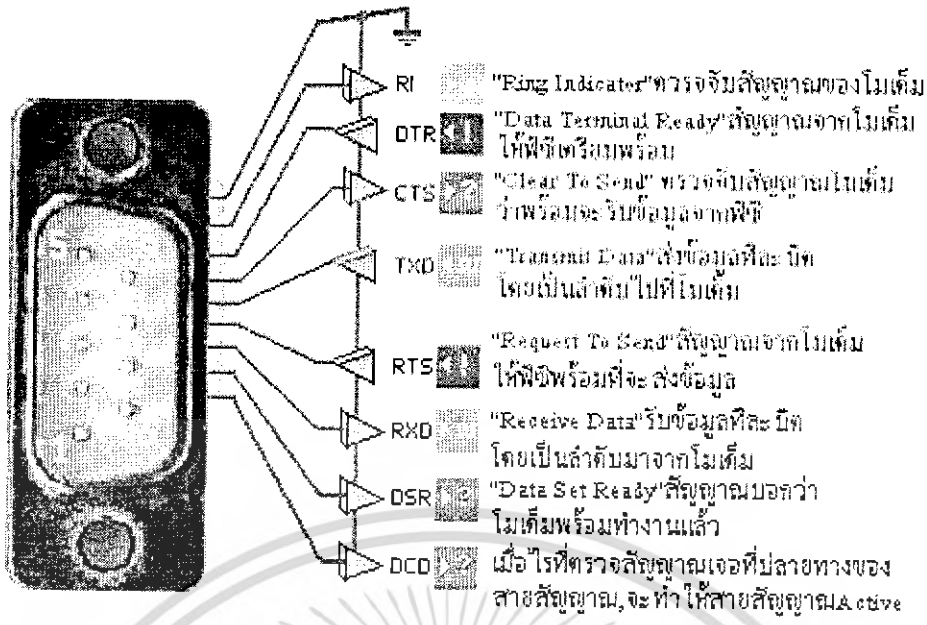
โดยทั่วไปการอินเทอร์เฟสดิจิตอลคอมพิวเตอร์ไปยังอุปกรณ์ปลายทางมี 2 ประเภท คือ Serial และ Parallel ลักษณะเด่นที่แตกต่างกันของ 2 วิธีนี้ คือ ถ้าต้องการอินเทอร์เฟสสัญญาณดิจิตอล n บิต การอินเทอร์เฟสแบบ Parallel จะใช้สายจำนวน n เส้นในการส่งข้อมูลพร้อมกันใน 1 cycle ในขณะที่แบบ Serial จะใช้สายเพียงเส้นเดียวในการส่งข้อมูล แต่ใช้เวลา n cycle

ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะมาตรฐานการส่งข้อมูลแบบอนุกรม RS-232 หรือ RS-232C เท่านั้น

RS-232 หรือ RS-232C

RS-232 หรือ RS-232C ย่อมาจากคำว่า Recommended Standard-232 ส่วนตัว C บ่งบอกถึงรุ่นที่ 3 ของมาตรฐาน RS-232 เป็นมาตรฐานของ Electrical Industries Association ในเรื่องการสื่อสารแบบไม่เข้าจังหวะ มาตรฐานนี้ได้กำหนดสายต่อ, ช่วงเวลา และการส่งสัญญาณที่ใช้ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ต่อพ่วง โดยใช้สายเชื่อมต่อ DB แบบ 25 และ 9 เข็ม ความยาวสูงสุดของสายที่ใช้ได้คือ 50 ฟุต แต่ถ้าต้องการใช้สายที่มีความยาวมากกว่านี้จะต้องใช้สายที่มีคุณภาพดีมาก คือ ไลน์ไดรเวอร์เพื่อกระตุ้นสัญญาณหรือโมเด็มแบบ short-haul

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



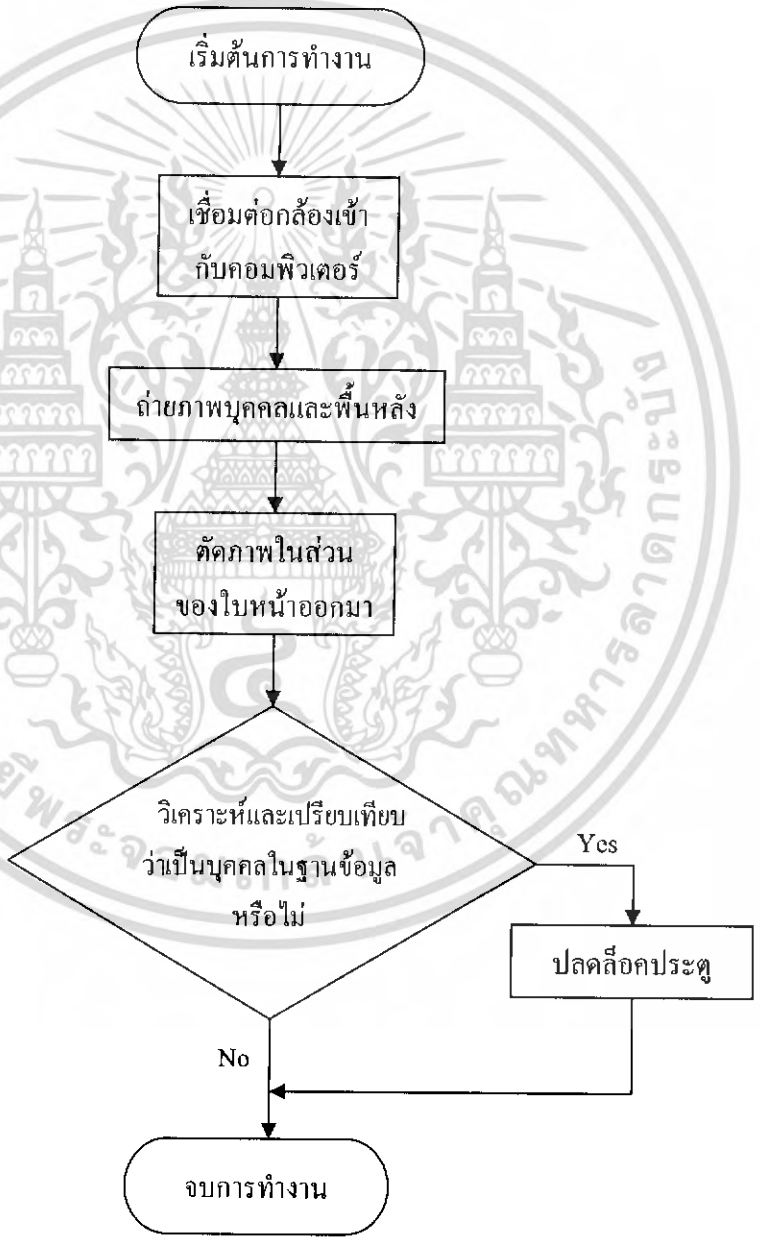
รูปที่ 2.18 รูปแสดงรายละเอียดของพอร์ตอนุกรมดีบี9 (DB9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

3.1 องค์ประกอบหลักของระบบรักษาความปลอดภัย

องค์ประกอบหลักของระบบ จะประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ด้านฮาร์ดแวร์และด้านซอฟท์แวร์ ในส่วนของฮาร์ดแวร์นั้น เป็นวงจรควบคุมตัวล็อคของประตู ส่วนซอฟท์แวร์จะเป็นส่วนที่ทำการประมวลผลและวิเคราะห์ผล โดยนำภาพที่ได้จากกล้องไปวิเคราะห์หาส่วนที่เป็นใบหน้าของบุคคล และนำไปประมวลผลโดยใช้หลักการไอเกนเฟซ และเปรียบเทียบกับภาพของบุคคลในฐานข้อมูลเพื่อระบุว่าเป็นบุคคลที่มีอยู่ในฐานข้อมูลหรือไม่

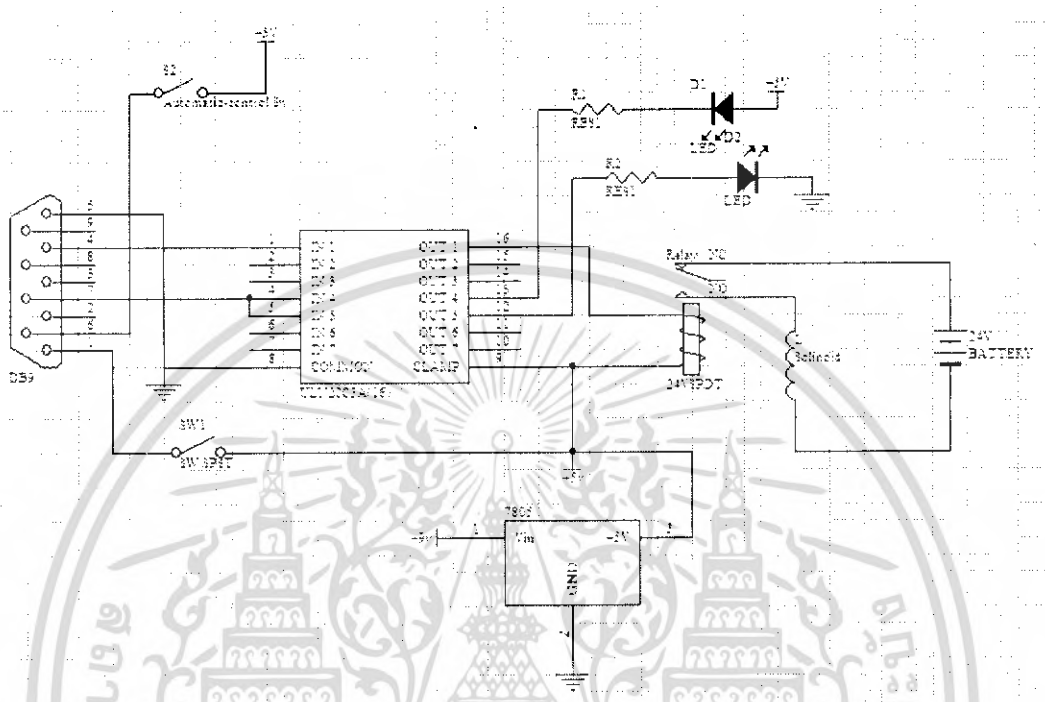


รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 องค์ประกอบในส่วนฮาร์ดแวร์

ส่วนนี้จะเป็นส่วนควบคุมการทำงานของตัวล็อคประตู การส่งคำสั่งเพื่อควบคุมมีอยู่ 2 ส่วน ส่วนแรก คือ ส่วนรับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ และส่วนที่สอง คือ ส่วนที่ทำการส่งข้อมูลกลับไปสู่คอมพิวเตอร์ การทำงานทั้งหมดจะส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรม



รูปที่ 3.2 วงจรควบคุมตัวล็อคประตู

การทำงานของส่วนรับข้อมูลจะเริ่มจาก ขา Data Terminal Ready (DTR) ส่งข้อมูลผ่าน ULN2003 แล้วจะนำไปต่อกับขาของขดลวดในรีเลย์ และปลายอีกด้านของขดลวดจะต่อกับแหล่งจ่ายไฟ +5โวลท์ ซึ่งรีเลย์ใช้เพื่อควบคุมการทำงานของโซลีนอยด์ ที่ล็อคประตูอยู่ หากเราต้องการที่จะปลดล็อคจึงจะให้ขา Data Terminal Ready นี้มีค่าเป็น true ค่าความต่างศักย์ที่ขานี้จะเป็น +12โวลท์ เมื่อต่อเข้ากับ ULN2003 จะได้เป็น 0โวลท์ และหากขานี้มีค่าเป็น false จะมีความต่างศักย์เป็น -12โวลท์ เมื่อผ่าน ULN2003 แล้วจะมีความต่างศักย์เป็น +5โวลท์ เมื่อผ่าน ULN2003

ในส่วนส่งข้อมูลกลับ จะทำการส่งสถานะของไมโครสวิตช์ที่อยู่ใต้ประตู ว่าประตูเปิดหรือปิด โดยส่งข้อมูลทางขา Carrier Detect (CD)

3.3 องค์ประกอบในส่วนซอฟท์แวร์

ในส่วนนี้จะเป็นการเขียนโปรแกรมโดยใช้ MATLAB จะมีอยู่ 3 ส่วนคือ ส่วนติดต่อกับวงจรควบคุมตัวล็อคประตู ส่วนเก็บภาพใบหน้าของบุคคล และส่วนประมวลผลเพื่อเปรียบเทียบกับใบหน้าในฐานข้อมูล

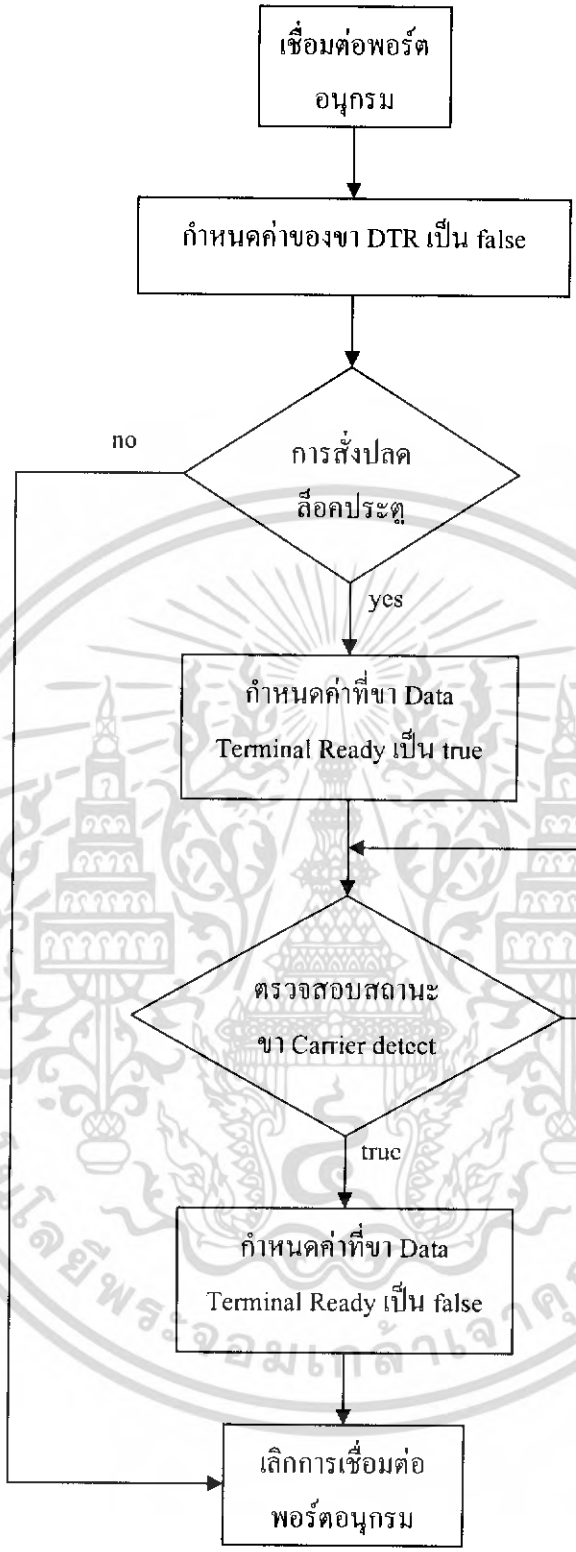
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 โปรแกรมส่วนติดต่อกับวงจรควบคุมตัวล็อคประตู

การเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมเพื่อรับ - ส่งค่า ขาที่ใช้จะมีอยู่ 2 ขาคือ ขา DTR รับค่าจากคอมพิวเตอร์ และขา CD เพื่อส่งข้อมูลกลับไป ขา DTR ใช้สำหรับควบคุมตัวล็อคโซลีนอยด์ มี 2 สถานะคือ 'true' หรือ 'on' เพื่อปลดล็อค และ 'false' หรือ 'off' เพื่อล็อคประตู ส่วนขา CD จะติดอยู่กับไมโครสวิตช์ที่ประตู ค่าของสวิตช์มี 2 ค่า นั่นคือสวิตช์ถูกกด และสวิตช์ไม่ได้ถูกกด เมื่อประตูปิดจะเป็นการกดสวิตช์ ทำให้ค่าของขา CD มีค่าเป็น 'true' หรือ 'on' และเมื่อเปิดประตู ขาCD จะมีค่าเป็น 'false' หรือ 'off'

ขั้นตอนการทำงานของส่วนดิดต่อ จะเริ่มจากการกำหนดค่าเริ่มต้นของ DTR ให้เป็น false เพื่อทำให้ประตูล็อค หลังจากนั้นจะรอรับคำสั่งเพื่อปลดล็อคประตู หากมีการเรียกให้ปลดล็อค ขา DTR จะมีค่าเป็น true และสามารถเปิดประตูได้ เมื่อประตูเปิดแล้ว ขา CD จะมีการเปลี่ยนแปลงโดยจากที่เป็น true จะเป็น false หากขา CD ยังเป็น false อยู่แสดงว่าประตูกำลังเปิดอยู่ขา DTR จะไม่สามารถสั่งให้ล็อคประตูได้ ดังนั้นจึงต้องรอให้ขา CD เป็น true ก่อนจึงสามารถล็อคประตูได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

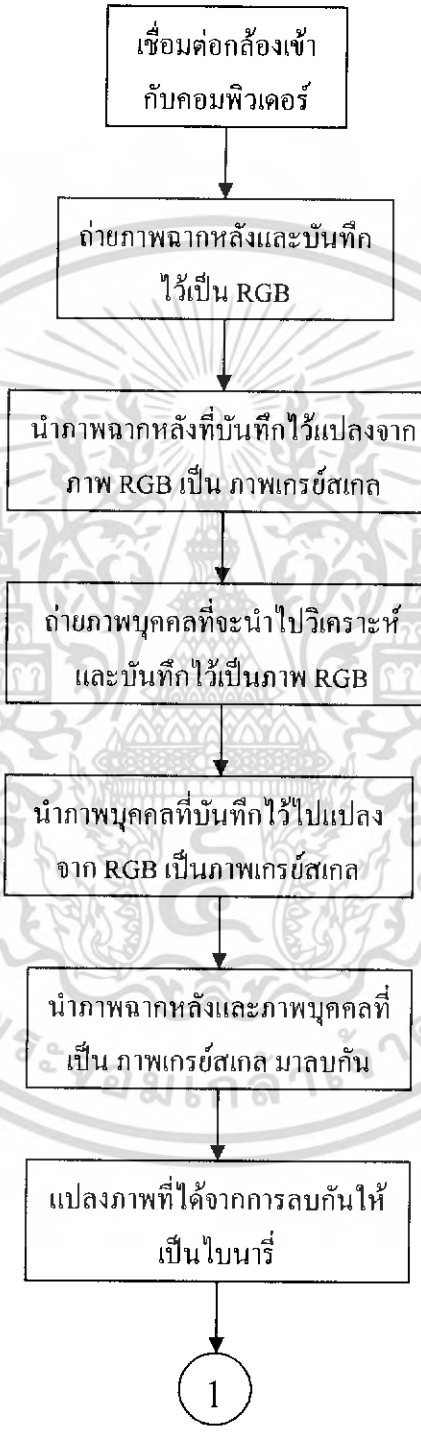


รูปที่ 3.3 แผนผังการทำงานพื้นฐานของโปรแกรมติดต่อกับวงจรควบคุมตัวล็อคประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 โปรแกรมในส่วนเก็บภาพใบหน้าคน

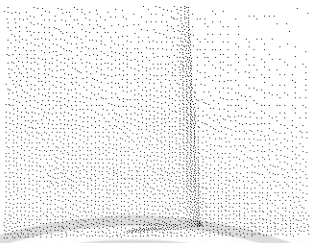
ในส่วนของโปรแกรมนี้เป็นส่วนที่ทำงานในส่วนการรับภาพและเตรียมภาพเพื่อนำไปประมวลผลต่อไป โดยมีขั้นตอนหลัก คือ การเก็บภาพ และการตัดภาพใบหน้า หลังจากนั้นจึงนำภาพที่ได้ส่งไปยังส่วนต่อไป โดยขั้นตอนการทำงานเป็นดังแผนผังด้านล่าง



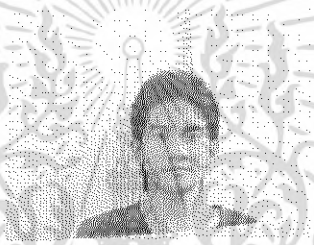
รูปที่ 3.4 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนเก็บภาพใบหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

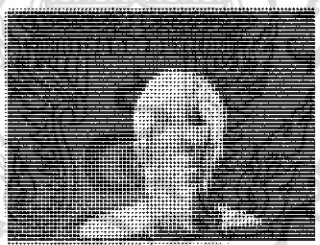
ขั้นตอนการทำงานเป็นดังนี้ ส่วนเก็บภาพจะทำการเชื่อมต่อกล้องเว็บแคมเข้ากับคอมพิวเตอร์ และทำการเก็บภาพที่ต้องการ โดยภาพที่ต้องใช้จะมีสองภาพ คือ ภาพของฉากหลัง และภาพของบุคคลที่ต้องการระบุ แล้วทำการแปลงภาพจากภาพสีเป็นเกรย์สเกล เพื่อให้ง่ายต่อการทำงาน จากนั้นจึงนำภาพฉากหลังลบด้วยภาพที่มีบุคคลอยู่ จะได้ภาพที่มีตำแหน่งของบุคคลอยู่ และนำภาพที่ได้ไปทำการตัดใบหน้าออกมา ภาพด้านล่างเป็นตัวอย่างที่เกิดในระหว่างการตัดรูปออกมา



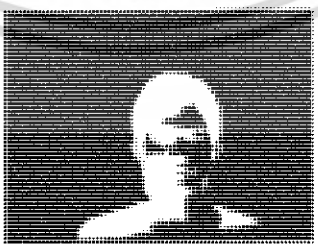
รูปที่ 3.5 ภาพฉากหลังที่แปลงเป็นเกรย์สเกลแล้ว



รูปที่ 3.6 ภาพตัวอย่างของบุคคลที่แปลงเป็นเกรย์สเกลแล้ว



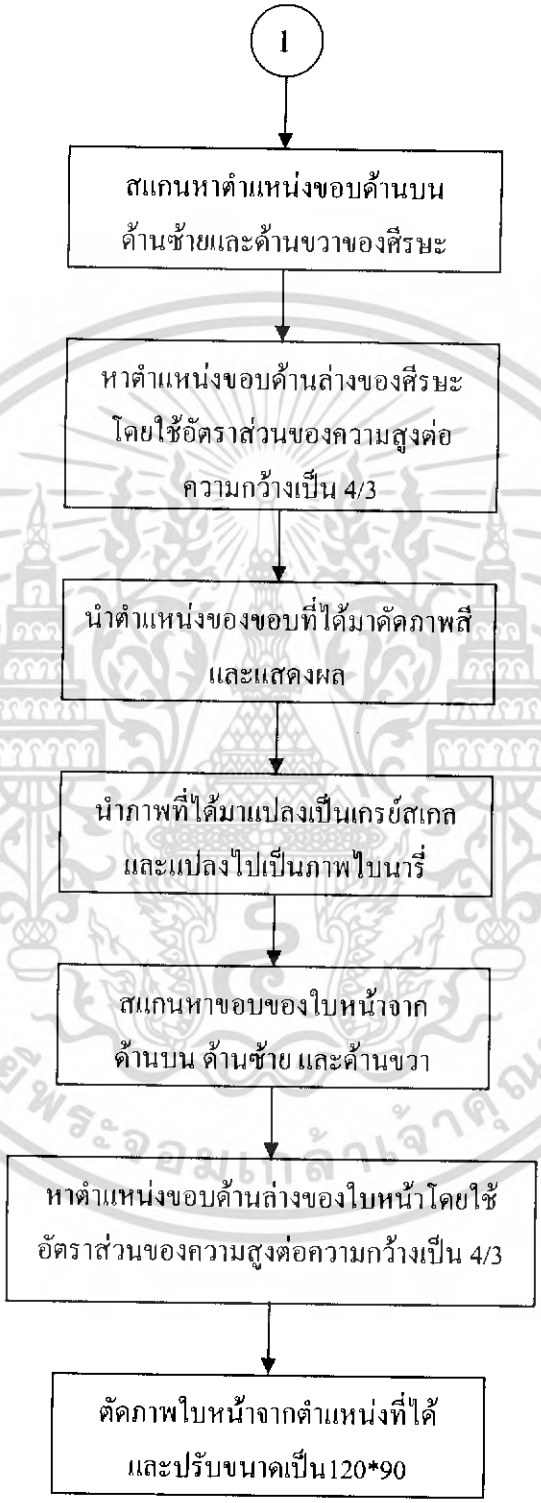
รูปที่ 3.7 ภาพที่ได้จากการลบกันระหว่างฉากและภาพบุคคล



รูปที่ 3.8 ภาพที่ได้ที่เป็นภาพไบนารี่เพื่อนำไปหาศีรษะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

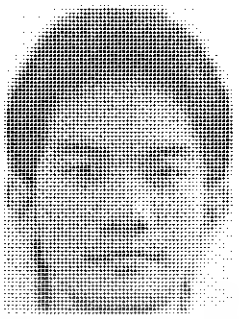
หลังจากได้ตำแหน่งของบุคคลอยู่ ก็จะทำการตัดภาพใบหน้าออกมา โดยจะทำการตัดสองครั้ง เพื่อให้ได้ภาพของศีรษะออกมาก่อน ครั้งที่สองจึงจะได้ภาพของใบหน้าออกมา การตัดภาพทั้งสองครั้งจะเป็นการหาขอบของภาพที่เป็นภาพไบนารี่ก่อน แล้วจึงไปตัดภาพที่เป็นสีออกมา เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป ขั้นตอนการทำงานเป็นดังแผนผังด้านล่างต่อไปนี้



รูปที่ 3.9 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนเก็บภาพใบหน้า (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านล่างเป็นตัวอย่างของภาพที่อยู่ในระหว่างการตัดภาพใบหน้าออกมา โดยภาพแรกเป็นภาพที่ได้ในการตัดครั้งแรก และนำมาตัดอีกครั้ง เพื่อให้ได้ภาพที่สามารถนำไปใช้ได้อย่างในภาพสุดท้าย



รูปที่ 3.10 ภาพที่ได้จากการตัดครั้งแรก

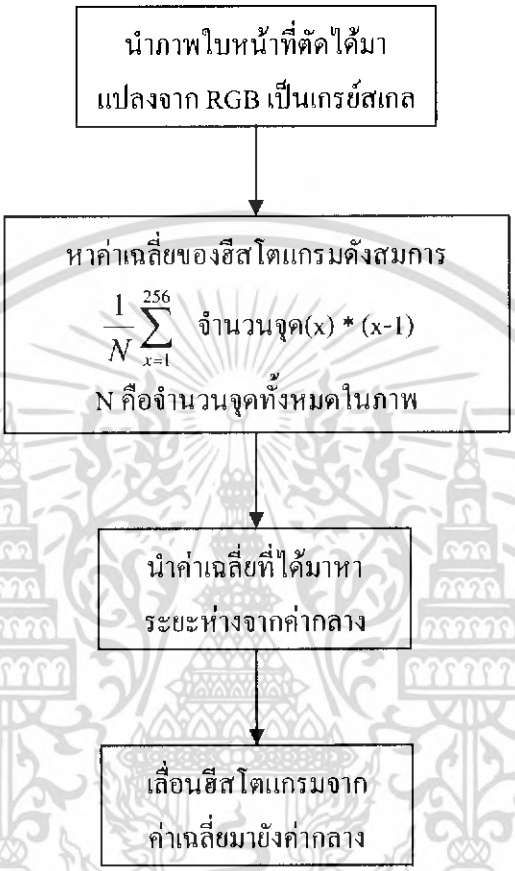
รูปที่ 3.11 ภาพที่พร้อมนำไปหาขอบของใบหน้า

รูปที่ 3.12 ภาพใบหน้าที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 โปรแกรมในส่วนของการปรับฮีสโตแกรม

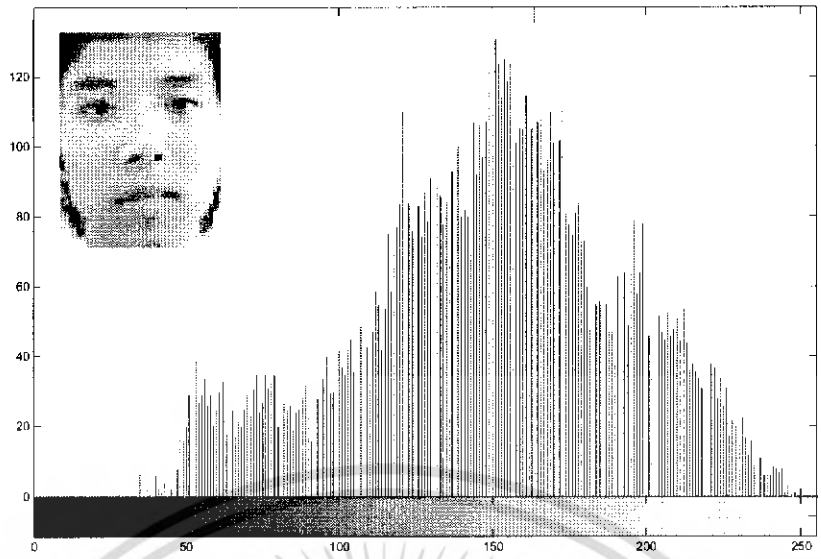
ในส่วนของโปรแกรมนี้จะนำภาพใบหน้าที่แยกออกจากฉากหลัง มาทำการปรับฮีสโตแกรม เพื่อให้สีผิวของหน้าอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันมากขึ้น ก่อนที่จะนำไปผ่านกระบวนการเปรียบเทียบระบุบุคคล ทั้งนี้ก็เพื่อที่จะลดผลของแสงสว่างที่ทำให้สีผิวหน้ามืดหรือสว่างต่างกันมากเกินไป โดยขั้นตอนการทำงานเป็นดังแผนผังด้านล่าง



รูปที่ 3.13 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนของการปรับฮีสโตแกรม

มีขั้นตอนการทำงานดังนี้ นำภาพใบหน้าที่ตัดได้มาหาค่าเฉลี่ยของฮีสโตแกรมโดยการหาผลรวมของจำนวนจุดของแต่ละค่าสีคูณกับค่าสีนั้นๆ แล้วหารด้วยจำนวนจุดในรูปทั้งหมด จะได้ระดับของค่าสีเฉลี่ยออกมา ทำการหาระยะห่างจากค่าที่ได้กับค่ากลาง (ระดับสีเทาที่ค่า 128) แล้วเลื่อนตำแหน่งของค่าสีเฉลี่ยไปยังค่ากลาง โดยที่ถ้าค่าสีเฉลี่ยอยู่ต่ำกว่าค่ากลางก็จะบวกค่าระยะห่างเพิ่มเข้าไป แต่ถ้าค่าสีเฉลี่ยอยู่สูงกว่าค่ากลางก็จะลบด้วยค่าระยะห่าง ดังตัวอย่างในหน้าถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

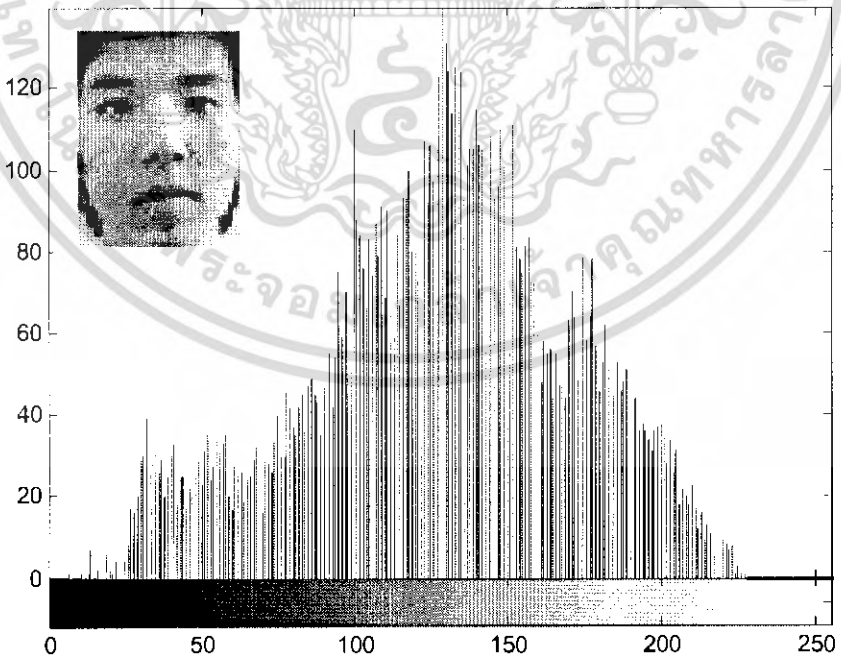


รูปที่ 3.14 แสดงภาพหน้าและฮีสโตแกรมของหน้าก่อนทำการปรับฮีสโตแกรม

จากรูปจะได้ค่าเฉลี่ยของสีเป็น 149

จะได้ระยะห่างเป็น 128 - 149 = -21

ค่าสีเฉลี่ยมากกว่าค่ากลางจึงได้ค่าระยะห่างเป็นลบ โปรแกรมจะปรับฮีสโตแกรมโดยการลบค่าไป 21 ค่าดังแสดงในรูป



รูปที่ 3.15 แสดงภาพหน้าและฮีสโตแกรมของหน้าหลังทำการปรับฮีสโตแกรมแล้ว

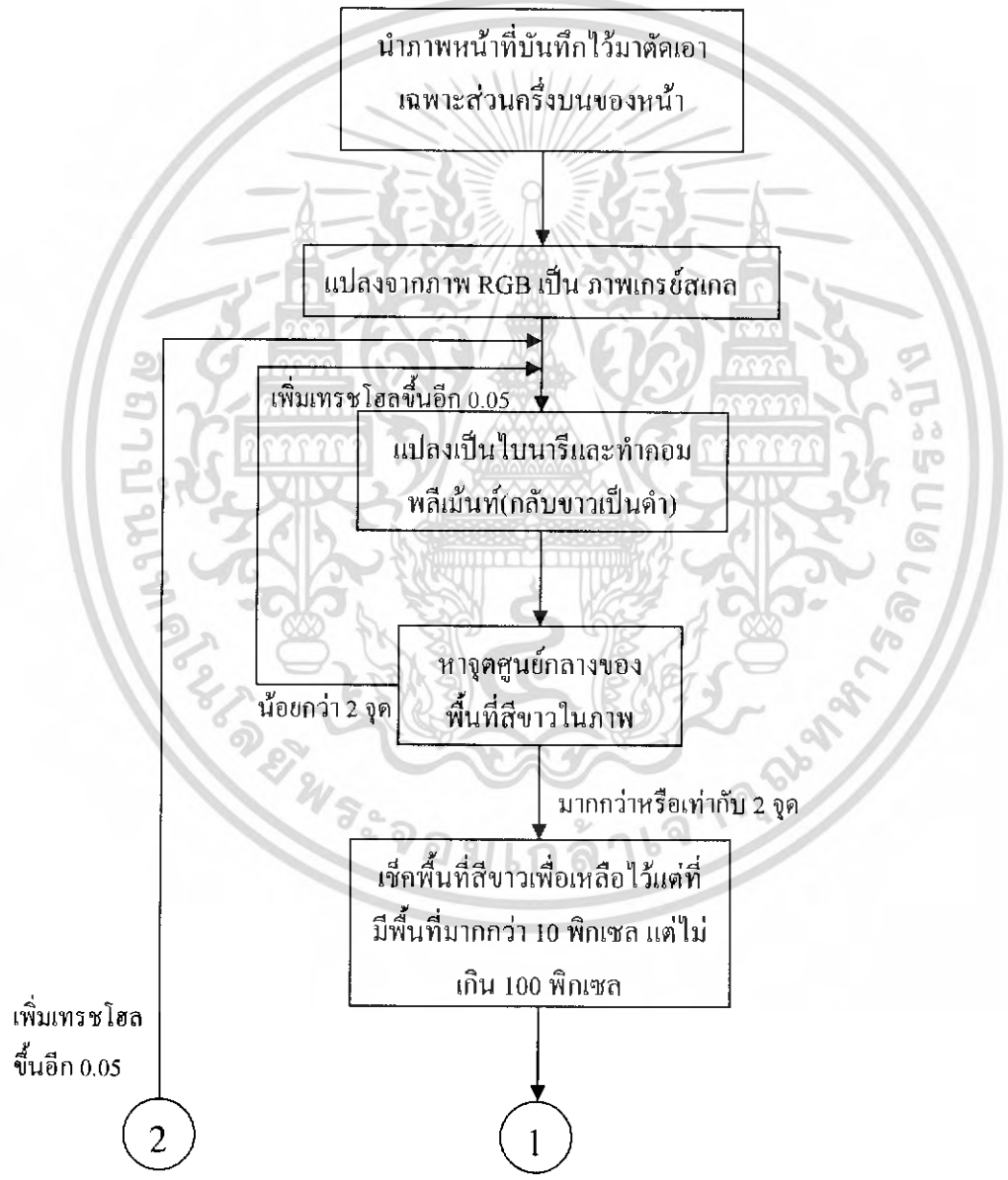
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 โปรแกรมในส่วนของการแยกตาออกมาจากหน้า

ในส่วนของโปรแกรมนี้จะนำภาพใบหน้าที่ตัดมาได้นั้นมาทำการแยกเฉพาะส่วนของตาออกมา โดยจะมีขั้นตอนการทำงานหลักๆ คือ นำภาพใบหน้าที่ตัดได้มาหาตำแหน่งที่คาดว่าน่าจะเป็นลูกตา โดยที่มีเงื่อนไขหลักๆ ว่า

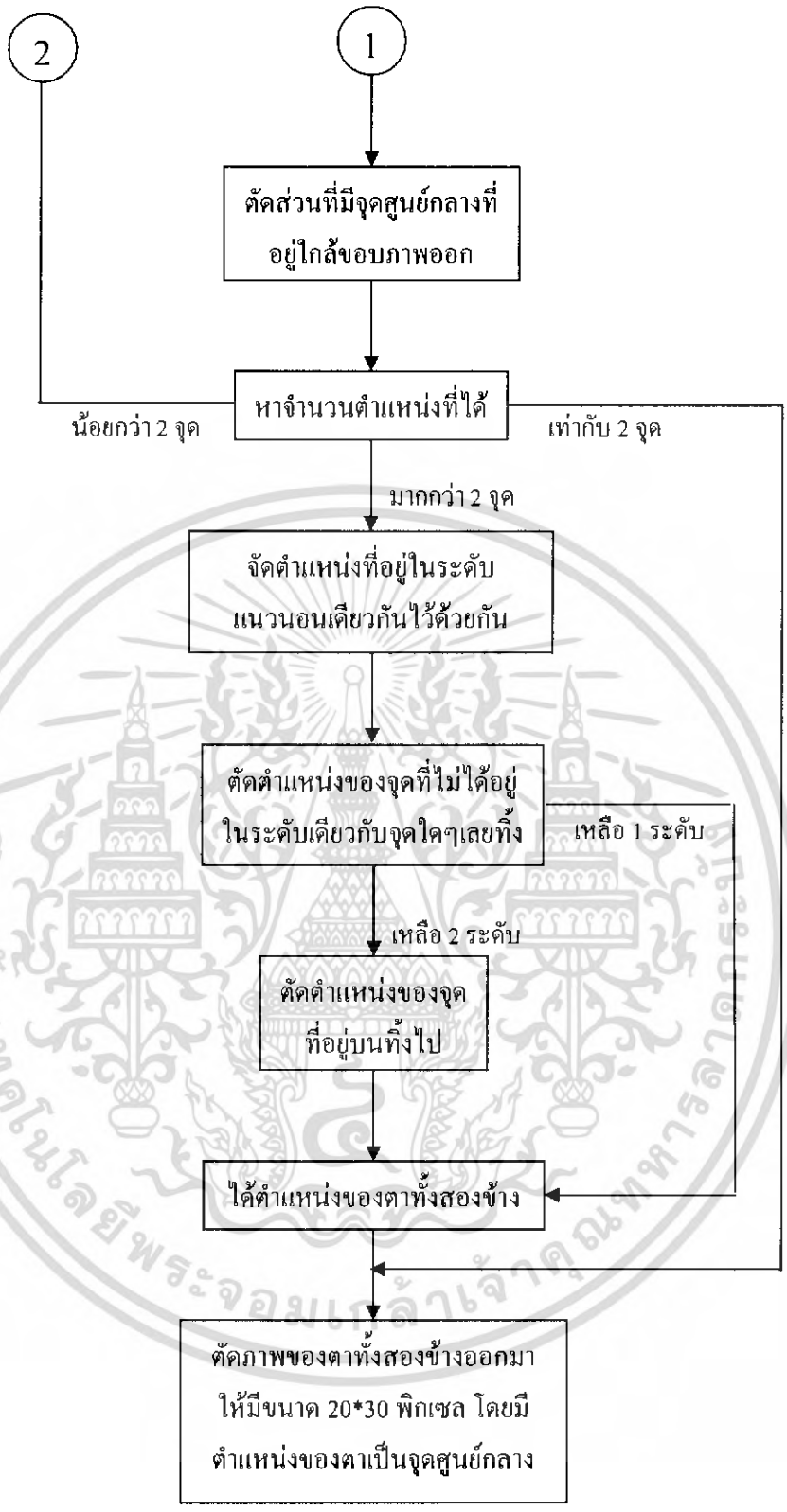
- พื้นที่ของลูกตาจะมีขนาดมากกว่า 10 พิกเซล แต่ไม่เกิน 100 พิกเซล
- ตำแหน่งของตาจะไม่อยู่ในส่วนของริมๆ ขอบภาพ
- ตำแหน่งของตาทั้งสองข้างจะอยู่ในระดับแนวนอนเดียวกันหรือใกล้เคียงกันมาก

จากนั้นจะทำการตัดภาพของตาออกมาจากตำแหน่งที่ได้ โดยขั้นตอนการทำงานเป็นดังแผนผังด้านล่าง



รูปที่ 3.16 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนแยกตาออกจากหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนแยกตาออกจากหน้า (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทำงานเป็นดังนี้ เริ่มแรกจะนำภาพใบหน้ามาตัดเอาเฉพาะส่วนครึ่งบน และตัดขอบด้านข้างออกไปข้างละ 10 พิกเซล เพื่อให้ได้เฉพาะพื้นที่ที่คาดว่าจะเป็นส่วนของดวงตา แล้วแปลงภาพเป็นไบนารี่โดยใช้ค่าเทรชโฮลเป็น 0.2 แล้วทำคอมพลีเม้นท์เพื่อกลับภาพจากขาวเป็นดำ จะได้ภาพที่มีส่วนพื้นที่สีขาวหรือเรียกว่ารูในภาพ ซึ่งอาจจะมีเพียงหนึ่งรูหรือมากกว่านั้น ถ้าภาพที่ได้ไม่มีรูในภาพเลยหรือมีน้อยกว่าสองรูก็จะปรับเทรชโฮลเพิ่มขึ้นทีละ 0.05 แล้วเริ่มตั้งแต่การแปลงเป็นไบนารีใหม่อีกครั้ง แต่ถ้าในภาพมีรูตั้งแต่สองรูขึ้นไปก็จะเช็คขนาดของรูนั้น ถ้ามีพื้นที่น้อยกว่า 10 พิกเซล หรือมากกว่า 100 พิกเซล ก็จะตัดส่วนนั้นทิ้งไป ดังภาพตัวอย่างด้านล่าง

รูปที่ 3.18 ภาพหน้าที่ตัดเอาเฉพาะส่วนบน

รูปที่ 3.19 ภาพหน้าที่แปลงเป็นเกรย์สเกล

รูปที่ 3.20 ภาพหน้าที่แปลงเป็นไบนารี

รูปที่ 3.21 ภาพแสดงตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของแต่ละรู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.22 ภาพที่ได้หลังจากการตรวจสอบขนาดของรู

รูปที่ 3.23 ภาพแสดงตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของแต่ละรู

รูปที่ 3.24 ภาพของตาข้างซ้ายที่ตัดได้

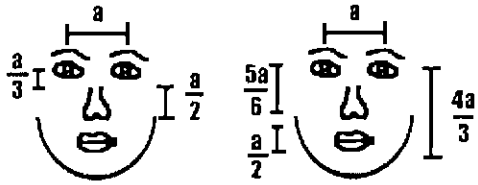
รูปที่ 3.25 ภาพของตาข้างขวาที่ตัดได้

รูปที่ 3.26 ภาพของตาที่ตัดได้

3.3.5 โปรแกรมในส่วนของการแยกจมูกและปากออกจากหน้า

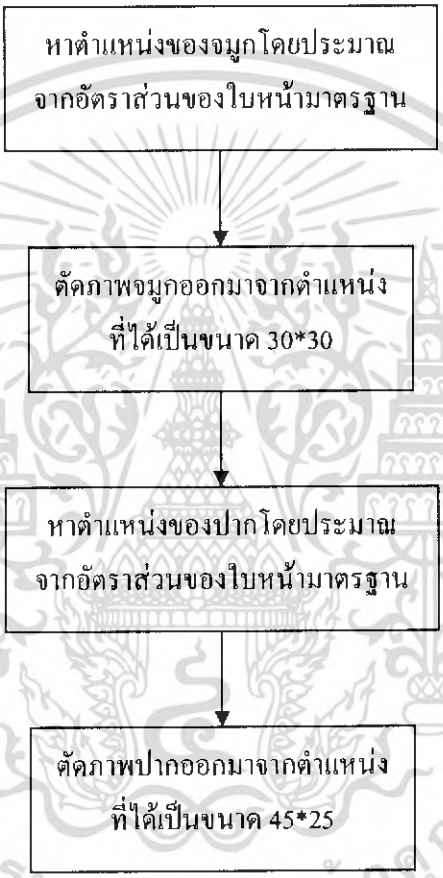
โปรแกรมในส่วนนี้จะใช้หลักโครงสร้างของใบหน้ามนุษย์ที่เป็นสัดส่วนซึ่งกันและกัน โดยใช้ระยะห่างระหว่างตาดำทั้งสองเป็นหลัก เมื่อได้ตำแหน่งของตาดำทั้งสองข้างเราสามารถนำระยะนั้นมาประมาณตำแหน่งของตา จมูกและปากได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

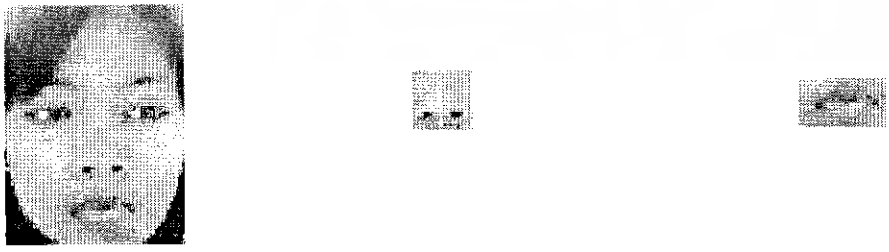


รูปที่ 3.27 แสดงอัตราส่วนมาตรฐานของใบหน้าคน

อัตราส่วนดังกล่าวค่อนข้างจะแน่นอนกับใบหน้าตรงเท่านั้น หากเป็นใบหน้าเอียงซ้าย-ขวา ก้มหรือเงย จะคลาดเคลื่อนไปบ้าง



รูปที่ 3.28 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนของการแยกจมูกและปากออกจากหน้า

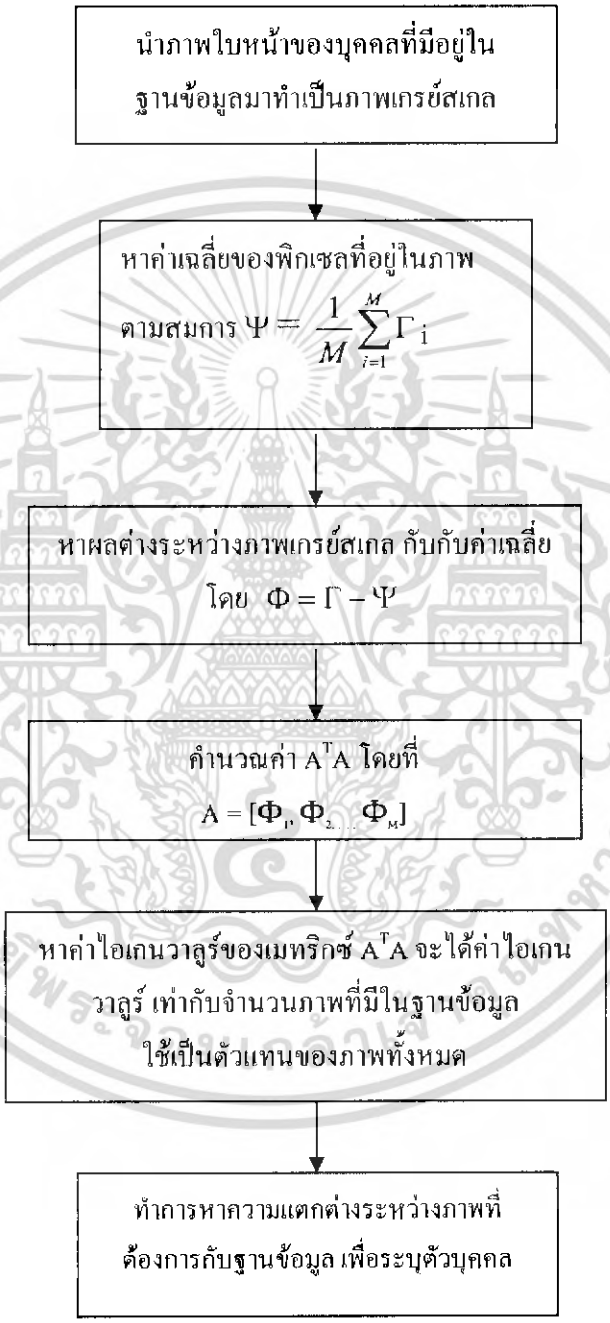


รูปที่ 3.29 ภาพจมูกและปากที่ตัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

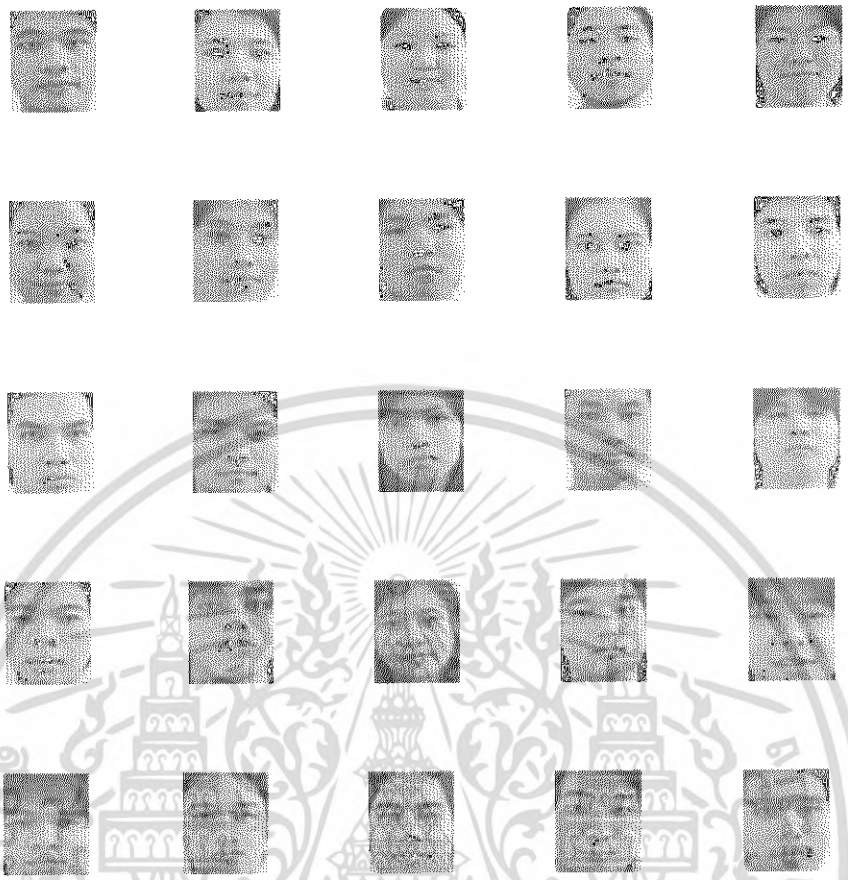
3.3.6 โปรแกรมส่วนประมวลผลเพื่อเปรียบเทียบใบหน้า

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการเปรียบเทียบภาพที่ต้องการกับภาพที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบด้วยไอเกนเฟซ จากทฤษฎีไอเกนเฟซในบทที่ 2 โดยการทำงานจะเริ่มจากการหาค่าเฉลี่ยของใบหน้าที่มีทั้งหมด และค่าความแตกต่างของภาพระหว่างคนแต่ละคนกับค่าเฉลี่ยของใบหน้าทั้งหมด จะได้ค่าที่พร้อมใช้เปรียบเทียบกับหน้าที่ต้องการได้

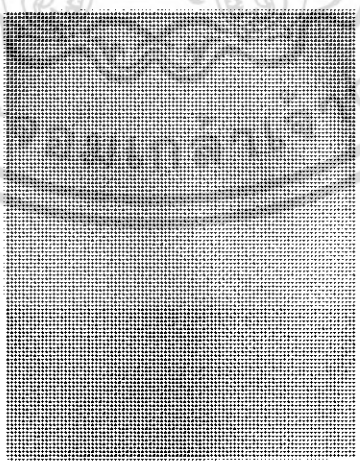


รูปที่ 3.30 แผนผังการวิเคราะห์ใบหน้าด้วยไอเกนเฟซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.31 ตัวอย่างรูปที่มีอยู่ในฐานข้อมูล

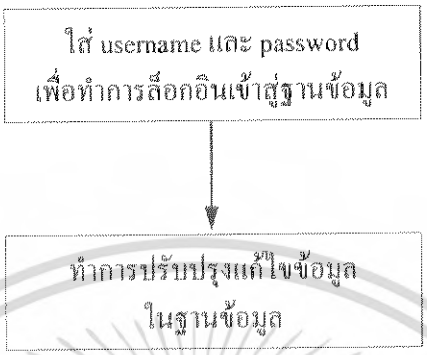


รูปที่ 3.32 ภาพเฉลี่ยจากฐานข้อมูลทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.7 โปรแกรมส่วนของฐานข้อมูล

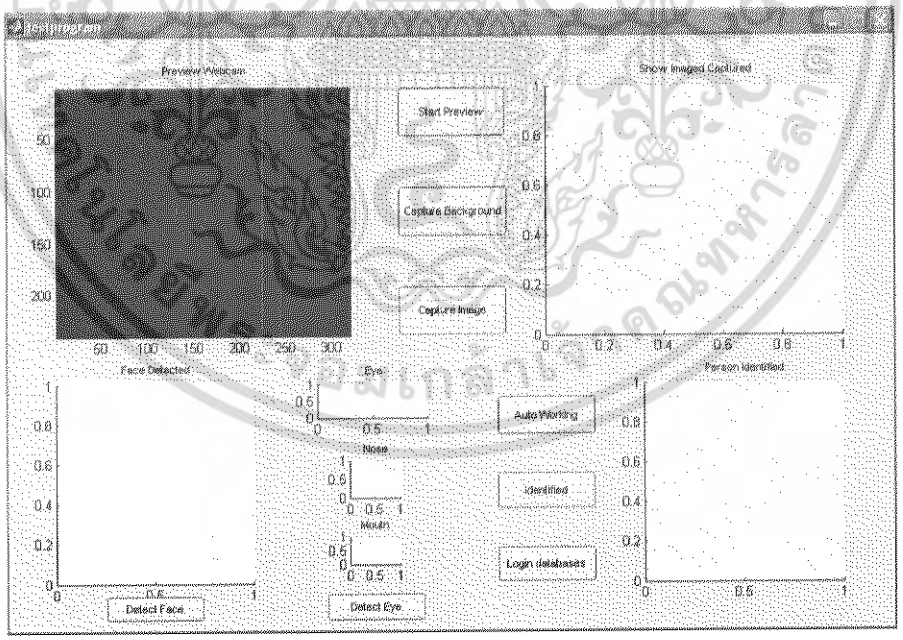
ในส่วนนี้จะเป็นการเพิ่มความปลอดภัยในส่วนของข้อมูลที่มีอยู่ และข้อมูลที่จะทำการเพิ่มเข้าหรือลบออกจากฐานข้อมูล โดยต้องทำการล็อกอินก่อน จึงจะสามารถเข้าไปทำการแก้ไขข้อมูลในฐานข้อมูลได้



รูปที่ 3.33 แผนผังการเชื่อมต่อเข้าสู่ฐานข้อมูล

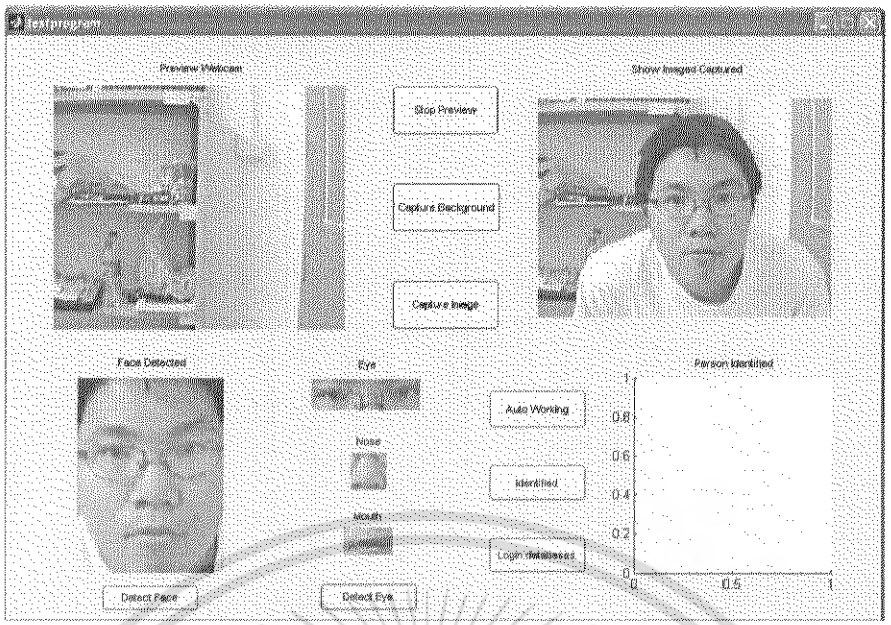
3.4 ภาพรวมของโปรแกรมทั้งหมด

โปรแกรมที่ใช้ทำการทดลองนั้นสร้างขึ้นโดยใช้ MATLAB จะทำงานในส่วนซอฟท์แวร์ทั้งหมด รูปที่อยู่ด้านล่างแสดงหน้าต่าง และ ตำแหน่งการวางปุ่มและภาพที่ทำการวิเคราะห์

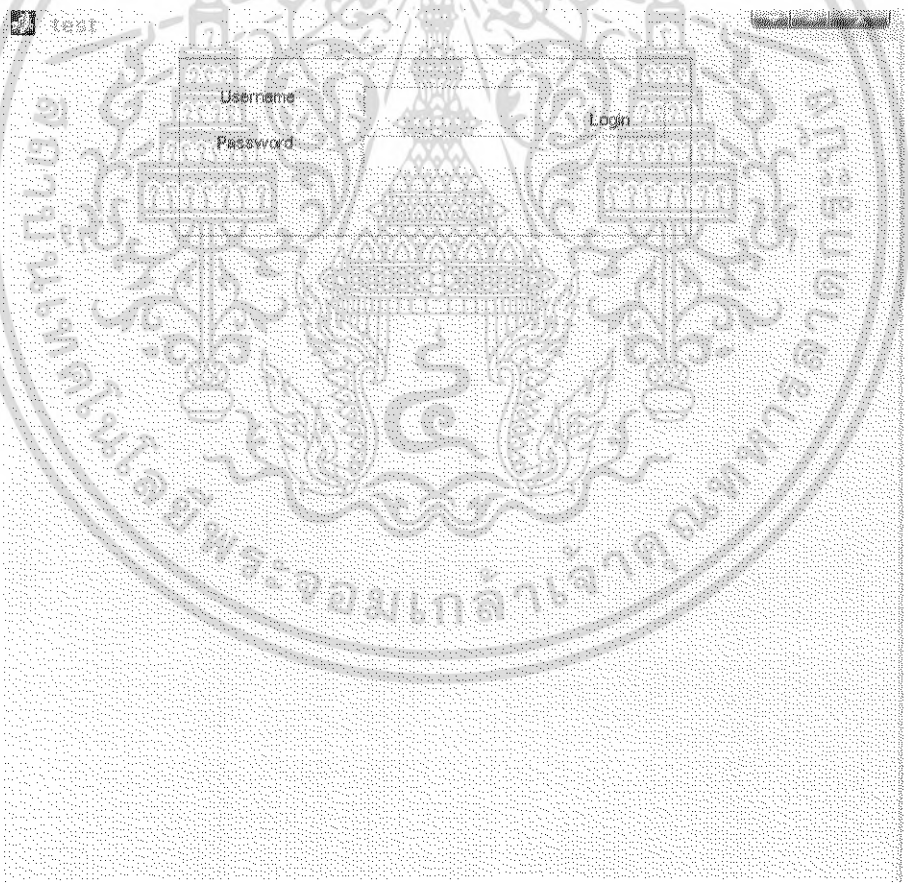


รูปที่ 3.34 ภาพโปรแกรมที่ใช้ในการทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

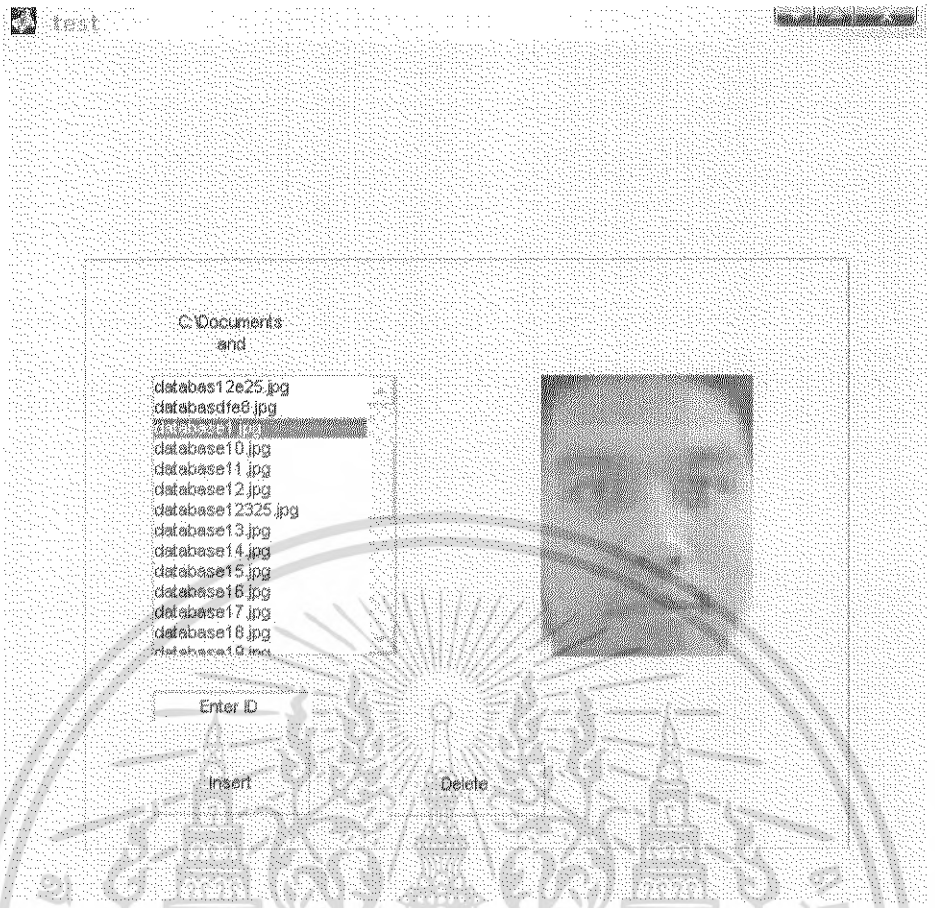


รูปที่ 3.35 ภาพโปรแกรมขณะกำลังทำการทดลอง



รูปที่ 3.36 ภาพส่วนที่จะทำการล็อกอินเข้าสู่ฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.37 ภาพแสดงส่วนที่ไว้สำหรับการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองหาประสิทธิภาพการแยกส่วนของบุคคลในภาพออกจากฉากหลัง

วิธีการทดลอง

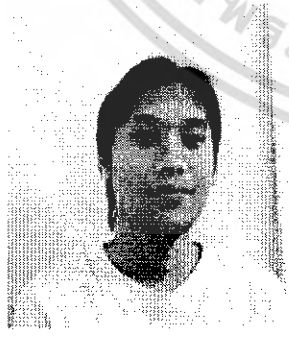
นำภาพตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองซึ่งจะใช้ภาพฉากหลังและภาพที่มีบุคคลอยู่ในฉาก ซึ่งภาพที่ได้จากการแยกบุคคลออกจากฉากหลังนั้นจะเป็นภาพไบนารี่ โดยในส่วนที่เป็นสีขาวจะแสดงถึงตำแหน่งของบุคคลที่อยู่ในภาพ ภาพที่นำมาทดลองจะเป็นภาพของบุคคล 30 คนและจะทำการทดลองทั้งหมด 5 ครั้ง แต่ละครั้งจะใช้ภาพบุคคลทั้ง 30 คนเหมือนกัน แต่เป็นรูปที่ถ่ายคนละครั้งกัน

ผลการทดลอง

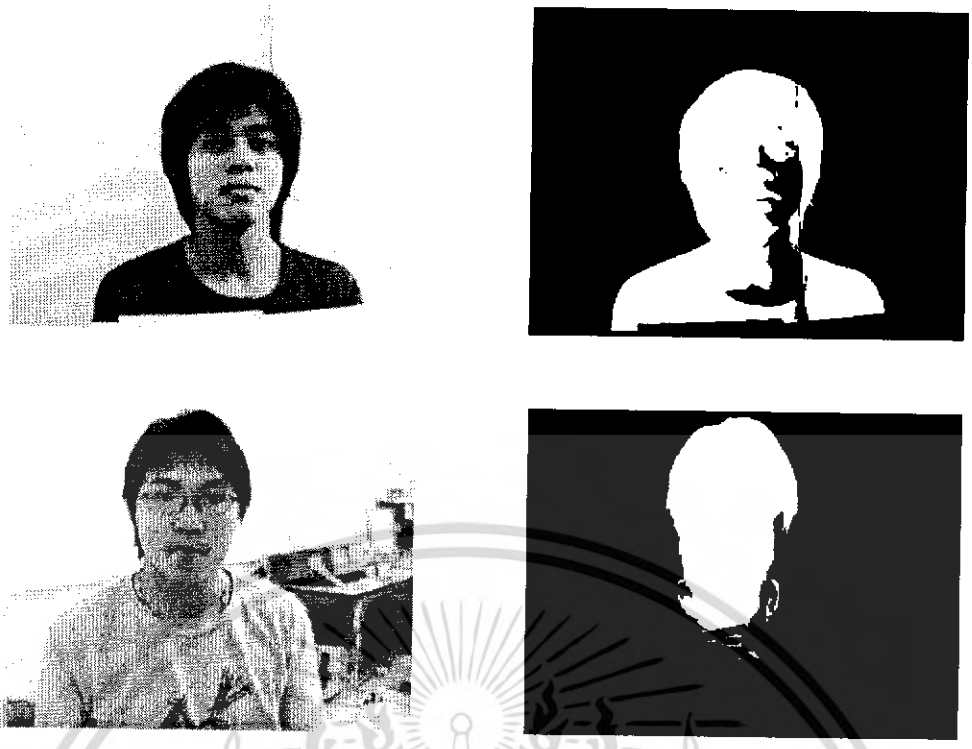
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพการแยกส่วนของบุคคลในภาพออกจากฉากหลัง

ครั้งที่	จำนวนภาพที่ทดลอง	จำนวนภาพที่แยกได้สมบูรณ์	%ความถูกต้อง	%ความถูกต้องเฉลี่ย
1	30	28	93.33%	87.33%
2	30	26	86.67%	
3	30	27	90%	
4	30	24	80%	
5	30	26	86.67%	

จากผลการทดลอง ภาพที่แยกได้สมบูรณ์นั้นจะมีส่วนที่เป็นสีขาวเฉพาะบริเวณที่เป็นคนเท่านั้น ส่วนภาพที่แยกได้ไม่สมบูรณ์ส่วนใหญ่จะเป็นเพราะว่าภาพที่ใช้เป็นฉากหลัง และภาพบุคคลนั้นมีความสว่างของภาพที่ต่างกันเกินไป หรือเป็นเพราะฉากหลังในบริเวณรอบๆ คนมีสีใกล้เคียงกัน



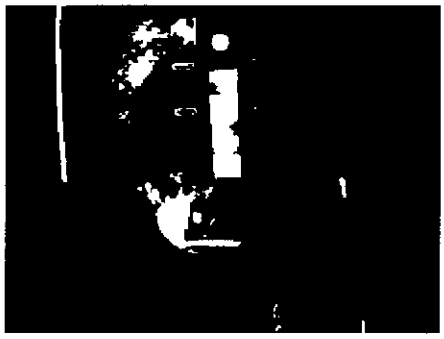
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 ภาพที่แยกส่วนของคนออกจากฉากหลังได้สมบูรณ์

รูปที่ 4.2 ภาพที่แยกส่วนของคนออกจากฉากหลังได้ไม่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 (ต่อ) ภาพที่แยกส่วนของคนออกจากฉากหลังได้ไม่สมบูรณ์

4.2 การทดลองหาประสิทธิภาพของการตัดใบหน้าคนออกจากฉากหลัง

วิธีการทดลอง

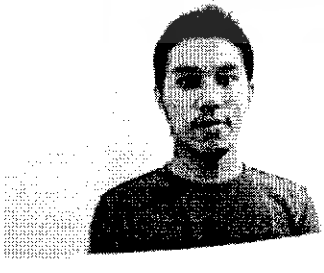
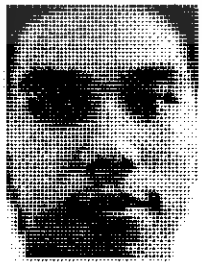
นำภาพตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองที่ 4.1 มาตัดเฉพาะใบหน้าคนออกจากฉากหลัง

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพของการตัดใบหน้าคนออกจากฉากหลัง

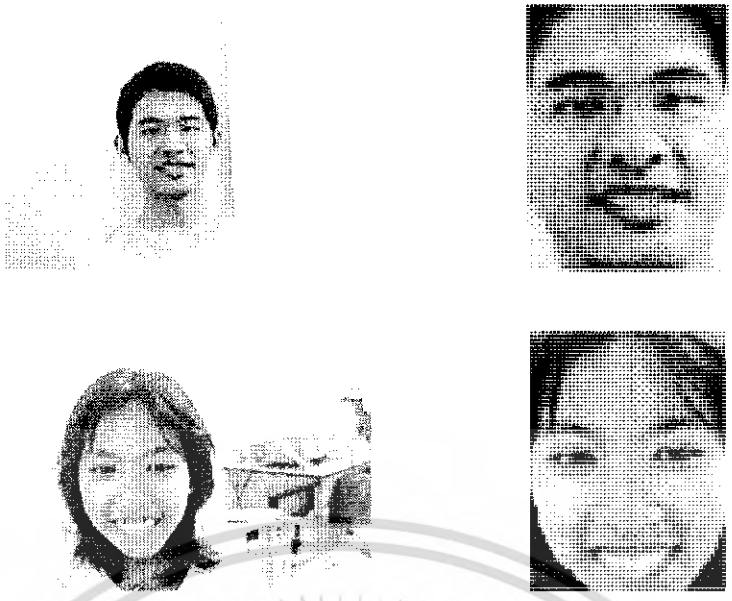
ครั้งที่	จำนวนภาพที่ทดลอง	จำนวนภาพที่ตัดหน้าได้สมบูรณ์	%ความถูกต้อง	%ความถูกต้องเฉลี่ย
1	30	22	73.33%	66.67%
2	30	18	60%	
3	30	21	70%	
4	30	19	63.33%	
5	30	20	66.67%	

จากผลการทดลอง ภาพที่ตัดใบหน้าได้สมบูรณ์นั้นจะต้องมีส่วนประกอบของ ตา จมูก และปาก อยู่ครบในภาพ ดังตัวอย่างในรูปที่ 4.3 ในขณะที่ภาพที่ตัดใบหน้าไม่สมบูรณ์นั้น ภายในภาพจะมีส่วนประกอบของตา จมูก หรือปาก อยู่ไม่ครบ ซึ่งเป็นผลมาจากแสงสว่างของภาพนั้นน้อยเกินไปหรือสว่างเกินไป ทำให้การแยกคนออกจากฉากหลังไม่สมบูรณ์ ดังภาพตัวอย่างในรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.3 ภาพตัวอย่างของใบหน้าที่ตัดได้อย่างสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 (ต่อ) ภาพตัวอย่างของใบหน้าที่ตัดได้อย่างสมบูรณ์

รูปที่ 4.4 ภาพตัวอย่างของใบหน้าที่ตัดได้ไม่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

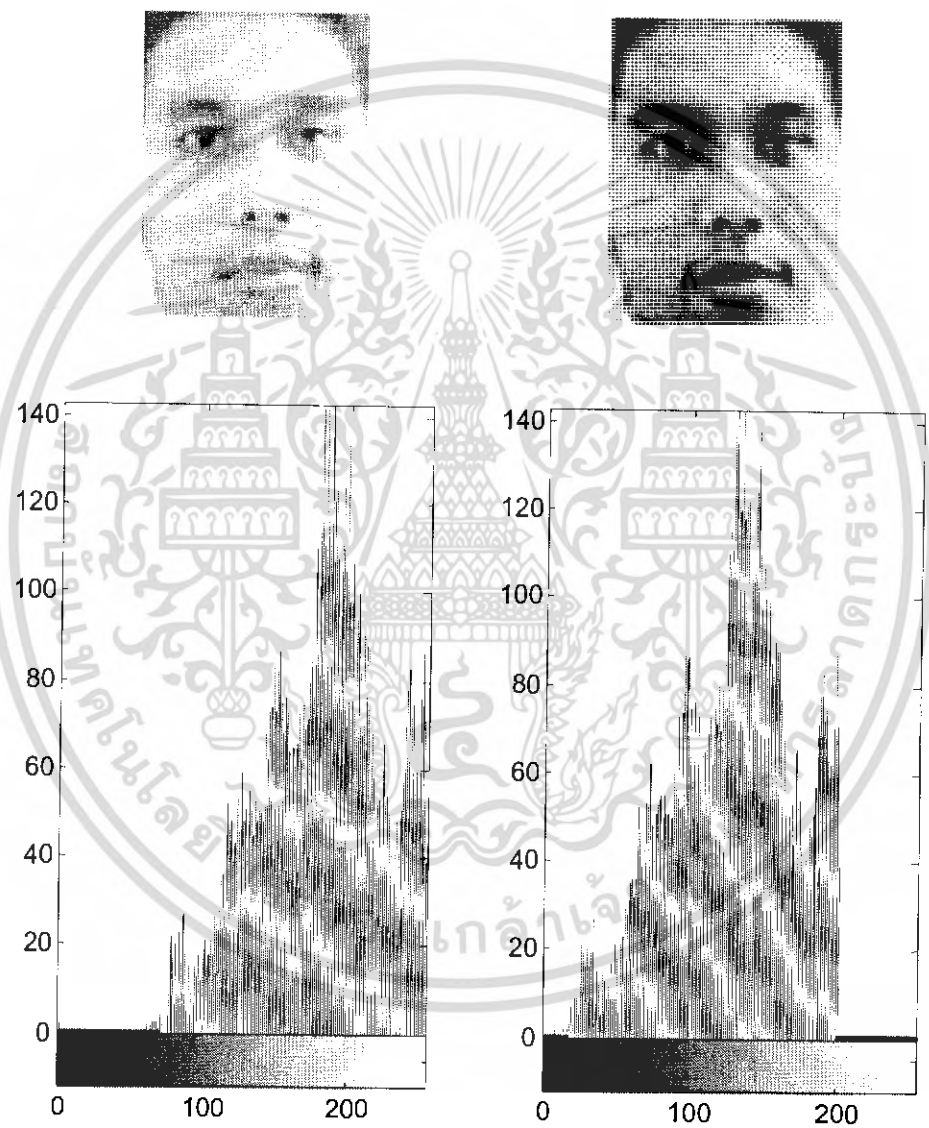
4.3 การทดลองปรับฮีสโตแกรมเพื่อดูผลของสีผิวหน้า

วิธีการทดลอง

นำภาพใบหน้าที่ตัดออกจากฉากหลังมาทำการปรับฮีสโตแกรม โดยจะทำการหาค่าเฉลี่ยของฮีสโตแกรมนั้น แล้วทำการเลื่อนไปยังค่ากลาง (ระดับสีเทาที่ค่า 128)

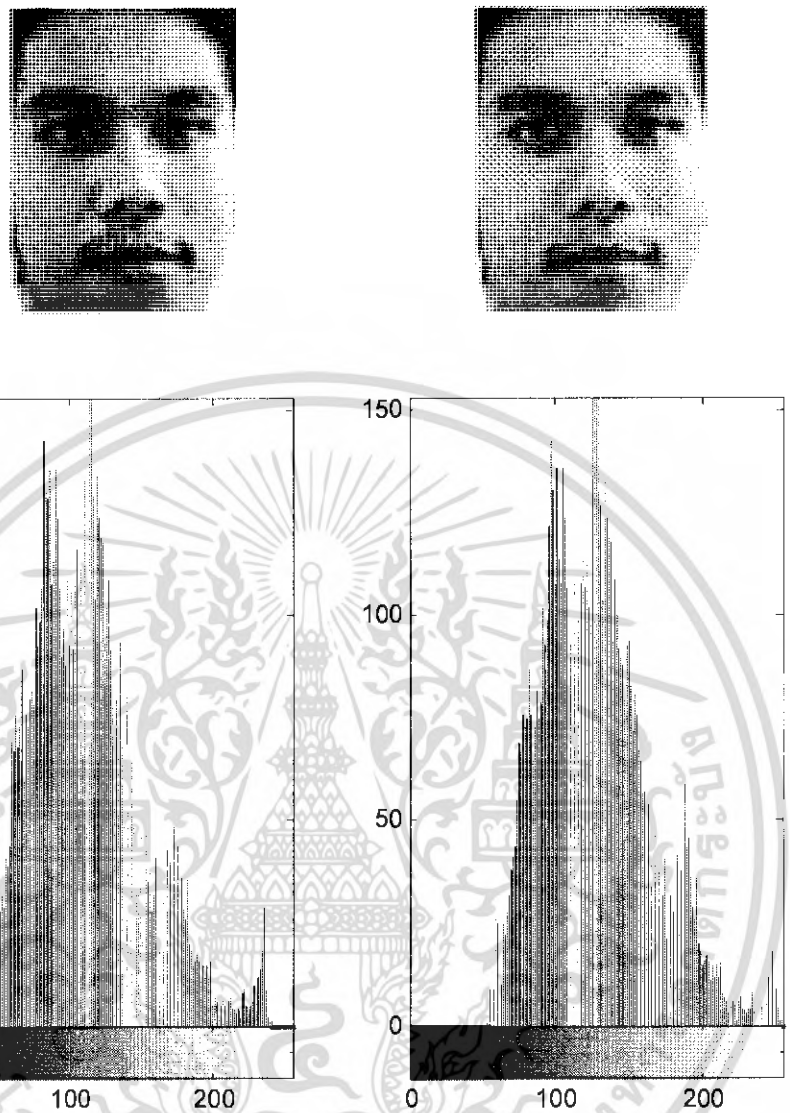
ผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่าเมื่อเราทำการปรับฮีสโตแกรมแล้วจะทำให้สีผิวถูกปรับให้ใกล้เคียงกันมากขึ้น สำหรับภาพที่มีสว่างเกินไปก็จะถูกปรับให้มืดลง ส่วนภาพที่มืดเกินไปก็จะถูกปรับให้สว่างขึ้นดังแสดงในรูปด้านล่าง



รูปที่ 4.5 แสดงภาพหน้าและฮีสโตแกรม (1)
(ซ้าย) แสดงภาพหน้าและฮีสโตแกรมก่อนทำการปรับ
(ขวา) แสดงภาพหน้าและฮีสโตแกรมหลังทำการปรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แสดงภาพหน้าและฮีสโตแกรม (2)
(ซ้าย) แสดงภาพหน้าและฮีสโตแกรมก่อนทำการปรับ
(ขวา) แสดงภาพหน้าและฮีสโตแกรมหลังทำการปรับ

4.4 การทดลองหาประสิทธิภาพการแยกส่วนของตาออกจากภาพใบหน้า

วิธีการทดลอง

นำภาพที่ได้จากการแยกใบหน้าออกจากฉากหลัง มาทำการหาตำแหน่งของตา และตัดภาพเพื่อแยกเฉพาะส่วนตาออกมา ในการทดลองจะนำภาพใบหน้ามาทดลองครั้งละ 30 ภาพ ทำการทดลอง 5 ครั้ง โดยทั้ง 5 ครั้งจะใช้ภาพหน้าของกลุ่มบุคคลเดียวกันแต่ถ่ายคนละครั้งกัน

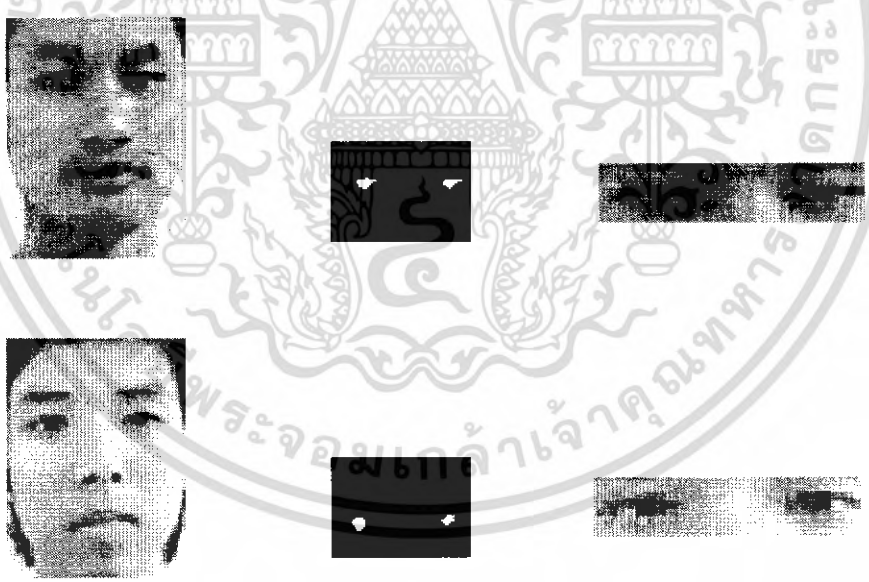
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพการแยกส่วนของตาออกจากภาพใบหน้า

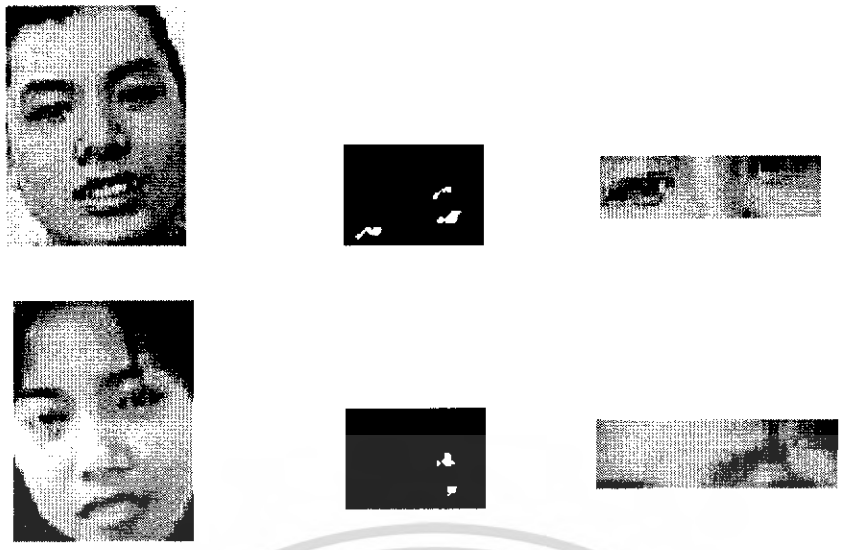
ครั้งที่	จำนวนภาพที่ทดลอง	จำนวนภาพที่แยกได้สมบูรณ์	%ความถูกต้อง	%ความถูกต้องเฉลี่ย
1	30	26	86.67%	
2	30	25	83.33%	
3	30	27	90%	90%
4	30	29	96.67%	
5	30	28	93.33%	

จากผลการทดลองภาพที่สามารถแยกตาได้อย่างสมบูรณ์นั้นจะต้องหาตำแหน่งของตาได้มาเพียง 2 ตำแหน่งเท่านั้น และตำแหน่งที่ได้จะต้องตรงกับลูกตาดำ ส่วนภาพที่แยกได้ไม่สมบูรณ์หรือที่แยกไม่ได้นั้นจะพบว่าตำแหน่งตาที่หาได้ไม่เป็น 2 ตำแหน่งหรือตำแหน่งที่ได้นั้นเป็นตำแหน่งของคิ้ว เนื่องมาจากภาพบางภาพนั้นตาทั้งสองข้างอยู่ในระดับแนวนอนที่แตกต่างกันเกิน 10 พิกเซล หรือตำแหน่งของคิ้วอยู่ในระดับใกล้เคียงกับตา



รูปที่ 4.7 ภาพที่แยกส่วนของตาออกจากภาพใบหน้าได้สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ภาพที่แยกส่วนของตาออกจากภาพใบหน้าได้ไม่สมบูรณ์

4.5 การทดลองหาประสิทธิภาพการแยกส่วนของจมูกออกจากภาพใบหน้า

วิธีการทดลอง

นำภาพที่ได้จากการแยกใบหน้าออกจากฉากหลัง มาทำการหาตำแหน่งของจมูกจากอัตราส่วนของใบหน้ามาตรฐาน และตัดภาพเพื่อแยกเฉพาะส่วนจมูกออกมา ในการทดลองจะนำภาพใบหน้ามาทดลองครั้งละ 30 ภาพ ทำการทดลอง 5 ครั้ง โดยทั้ง 5 ครั้งจะใช้ภาพหน้าของกลุ่มบุคคลเดียวกันแต่ถ่ายคนละครั้งกัน

ผลการทดลอง

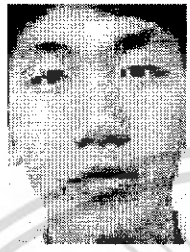
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพการแยกส่วนของจมูกออกจากภาพใบหน้า

ครั้งที่	จำนวนภาพที่ทดลอง	จำนวนภาพที่แยกได้สมบูรณ์	%ความถูกต้อง	%ความถูกต้องเฉลี่ย
1	30	25	83.33%	
2	30	27	90.00%	
3	30	28	93.33%	90.66%
4	30	28	93.33%	
5	30	28	93.33%	

จากผลการทดลองนั้นภาพที่แยกได้สมบูรณ์นั้นจะต้องมีส่วนของจมูกอยู่ครบในภาพ ส่วนภาพที่แยกได้ไม่สมบูรณ์นั้นจะมีส่วนของจมูกอยู่ไม่ครบ ซึ่งภาพที่ได้มาไม่สมบูรณ์นั้นเนื่องมาจากค่าตำแหน่งที่นำมาใช้เป็นการประมาณจากอัตราส่วนมาตรฐานของใบหน้าซึ่งจะใช้ได้ดีเฉพาะกับภาพหน้าตรงเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.9 แสดงภาพที่สามารถแยกจมูกได้สมบูรณ์



รูปที่ 4.10 แสดงภาพที่แยกจมูกได้ไม่สมบูรณ์

4.6 การทดลองหาประสิทธิภาพการแยกส่วนของปากออกจากภาพใบหน้า

วิธีการทดลอง

นำภาพที่ได้จากการแยกใบหน้าออกจากฉากหลัง มาทำการหาตำแหน่งของปากจากอัตราส่วนของใบหน้ามาตรฐาน และตัดภาพเพื่อแยกเฉพาะส่วนปากออกมา ในการทดลองจะนำภาพใบหน้ามาทดลองครั้งละ 30 ภาพ ทำการทดลอง 5 ครั้ง โดยทั้ง 5 ครั้งจะใช้ภาพหน้าของกลุ่มบุคคลเดียวกันแต่ถ่ายคนละครั้งกัน

ผลการทดลอง

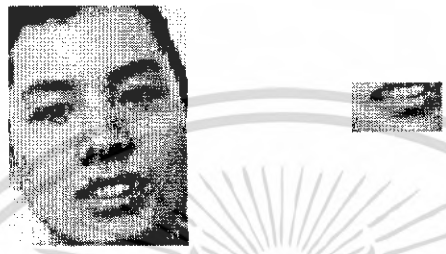
ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพการแยกส่วนของปากออกจากภาพใบหน้า

ครั้งที่	จำนวนภาพที่ทดลอง	จำนวนภาพที่แยกได้สมบูรณ์	%ความถูกต้อง	%ความถูกต้องเฉลี่ย
1	30	26	86.67%	
2	30	28	93.33%	
3	30	27	90.00%	92.67%
4	30	30	100.00%	
5	30	28	93.33%	

จากผลการทดลองนั้นภาพที่แยกได้สมบูรณ์นั้นจะต้องมีส่วนของปากอยู่ครบในภาพ ส่วนภาพที่แยกได้ไม่สมบูรณ์นั้นจะมีส่วนของปากอยู่ไม่ครบ ซึ่งภาพที่ได้มาไม่สมบูรณ์นั้นเนื่องมาจากค่าตำแหน่งที่นำมาใช้เป็นการประมาณจากอัตราส่วนมาตรฐานของใบหน้าซึ่งจะใช้ได้ดีเฉพาะกับภาพหน้าตรงเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.11 แสดงภาพที่สามารถแยกปากได้สมบูรณ์



รูปที่ 4.12 แสดงภาพที่แยกปากได้ไม่สมบูรณ์

4.7 การทดลองระบุบุคคลโดยใช้วิธีไอเกนเฟซ

4.7.1 ทำการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพใบหน้าทดสอบที่มีลักษณะต่างๆ ที่แตกต่างจากภาพในฐานข้อมูลไม่มากนัก

- **เมื่อทดสอบกับภาพใบหน้าตรง**

วิธีการทดลอง

ในการทดลองนี้จะนำภาพหน้าตรงของบุคคลในฐานข้อมูลทั้ง 25 คน มาคนละ 5 ภาพ และทำการทดลองทั้งหมด 5 ครั้ง โดยที่ทั้ง 5 ภาพนั้นจะเป็นภาพหน้าตรงที่ถ่ายคนละครั้งกัน แต่จะมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพหน้าตรงที่ต่างจากภาพในฐานข้อมูล

ครั้งที่	จำนวนภาพที่ทดลอง	จำนวนภาพที่ระบุบุคคลได้ถูกต้อง	%ความถูกต้อง	%ความถูกต้องเฉลี่ย
1	25	22	88%	
2	25	24	96%	
3	25	21	84%	88%
4	25	20	80%	
5	25	23	92%	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่า เมื่อนำภาพหน้าตรงที่ต่างจากภาพในฐานข้อมูลมาทดสอบ การระบุบุคคลนั้นจะสามารถระบุได้ค่อนข้างดี แต่สภาวะแวดล้อมของภาพต้องไม่แตกต่างไปจากภาพในฐานข้อมูลมากนัก ซึ่งค่าไอเกนวาลู่ร์ของภาพจะเปลี่ยนไปจากเดิมน้อย จึงสามารถระบุบุคคลได้ถูกต้อง ภาพตัวอย่างที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุได้ถูกต้องจะแสดงดังรูปที่ 4.13

(ก.) ภาพในฐานข้อมูล (ข.) ภาพหน้าตรงที่นำมาทดสอบ

รูปที่ 4.13 ภาพตัวอย่างของใบหน้าตรงที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุบุคคลได้ถูกต้อง

- **เมื่อทดสอบกับภาพใบหน้ายิ้ม**

วิธีการทดลอง

ในการทดลองนี้จะนำภาพใบหน้ายิ้มของบุคคลในฐานข้อมูลทั้ง 25 คน มาคนละ 3 ภาพ และทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง โดยที่ทั้ง 3 ภาพนั้นจะเป็นภาพใบหน้ายิ้มที่ถ่ายคนละครั้งกัน

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพหน้ายิ้ม

ครั้งที่	จำนวนภาพที่ทดลอง	จำนวนภาพที่ระบุบุคคลได้ถูกต้อง	%ความถูกต้อง	%ความถูกต้องเฉลี่ย
1	25	22	88%	82.67%
2	25	19	76%	
3	25	21	84%	

จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่า เมื่อนำภาพใบหน้ายิ้มมาทดสอบ การระบุบุคคลนั้นจะสามารถระบุได้ค่อนข้างดี แต่ต้องเป็นใบหน้าตรง และขึ้นกับลักษณะที่ยิ้มด้วย สภาวะแวดล้อมของภาพก็ต้องไม่แตกต่างไปจากภาพในฐานข้อมูลมากนัก ซึ่งค่าไอเกนวาลู่ร์ของภาพจะเปลี่ยนไปจากเดิมน้อย จึงสามารถระบุบุคคลได้ถูกต้อง ภาพตัวอย่างที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุได้ถูกต้องจะแสดงดังรูปที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก.) ภาพในฐานข้อมูล (ข.) ภาพใบหน้ายิ้มที่นำมาทดสอบ

รูปที่ 4.14 ภาพตัวอย่างของใบหน้ายิ้มที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุบุคคลได้ถูกต้อง

- **เมื่อทดสอบกับภาพใบหน้าหลับตา**

วิธีการทดลอง

ในการทดลองนี้จะนำภาพใบหน้าหลับตาของบุคคลในฐานข้อมูลทั้ง 25 คน มาคนละ 3 ภาพ และทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง โดยที่ทั้ง 3 ภาพนั้นจะเป็นภาพใบหน้าหลับตาที่ถ่ายคนละครั้งกัน

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพหน้าหลับตา

ครั้งที่	จำนวนภาพที่ทดลอง	จำนวนภาพที่ระบุบุคคลได้ถูกต้อง	%ความถูกต้อง	%ความถูกต้องเฉลี่ย
1	25	20	80%	
2	25	21	84%	80%
3	25	19	76%	

จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่า เมื่อนำภาพใบหน้าหลับตามาทดสอบ การระบุบุคคลนั้นจะสามารถระบุได้ค่อนข้างดี แต่ต้องเป็นใบหน้าตรง และสภาวะแวดล้อมของภาพก็ต้องไม่แตกต่างไปจากภาพในฐานข้อมูลมากนัก ซึ่งค่าไอเกนวาลู่ร์ของภาพจะเปลี่ยนไปจากเดิมน้อย จึงสามารถระบุบุคคลได้ถูกต้อง ภาพตัวอย่างที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุได้ถูกต้องจะแสดงดังรูปที่ 4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก.) ภาพในฐานข้อมูล (ข.) ภาพใบหน้าหลับตาที่นำมาทดสอบ

รูปที่ 4.15 ภาพตัวอย่างของใบหน้าหลับตาที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุบุคคลได้ถูกต้อง

- **เมื่อทดสอบกับภาพใบหน้าหลับตาและยิ้ม**

วิธีการทดลอง

ในการทดลองนี้จะนำภาพใบหน้าหลับตาและยิ้มของบุคคลในฐานข้อมูลทั้ง 25 คน มาคนละ 3 ภาพ และทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง โดยที่ทั้ง 3 ภาพนั้นจะเป็นภาพใบหน้าหลับตาและยิ้มที่ถ่ายคนละครั้งกัน

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพหน้าหลับตาและยิ้ม

ครั้งที่	จำนวนภาพที่ทดลอง	จำนวนภาพที่ระบุบุคคลได้ถูกต้อง	%ความถูกต้อง	%ความถูกต้องเฉลี่ย
1	25	18	72%	
2	25	19	76%	74.67%
3	25	19	76%	

จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่า เมื่อนำภาพใบหน้าหลับตาและยิ้มมาทดสอบ การระบุบุคคลนั้นจะมีประสิทธิภาพน้อยกว่าเมื่อยิ้มหรือหลับตาเพียงอย่างเดียว และค่าไอเกนวาลู่ร์ของภาพจะเปลี่ยนไปจากเดิมมากกว่า ซึ่งภาพที่ทดสอบจะต้องเป็นใบหน้าตรง และสภาวะแวดล้อมของภาพก็ต้องไม่แตกต่างไปจากภาพในฐานข้อมูลมากนัก จึงสามารถระบุบุคคลได้ถูกต้อง ภาพตัวอย่างที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุได้ถูกต้องจะแสดงดังรูปที่ 4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก.) ภาพในฐานข้อมูล (ข.) ภาพใบหน้าหลับตาและยิ้มที่นำมาทดสอบ

รูปที่ 4.16 ภาพตัวอย่างของใบหน้าหลับตาและยิ้มที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุบุคคลได้ถูกต้อง

- **เมื่อทดสอบกับภาพใบหน้าใส่แว่นตา**

วิธีการทดลอง

ในการทดลองนี้จะนำภาพใบหน้าที่มีการใส่แว่นของบุคคลในฐานข้อมูลทั้ง 25 คน มาคนละ 3 ภาพ และทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง โดยที่ทั้ง 3 ภาพนั้นจะเป็นภาพใบหน้าใส่แว่นที่ถ่ายคนละครั้งกัน

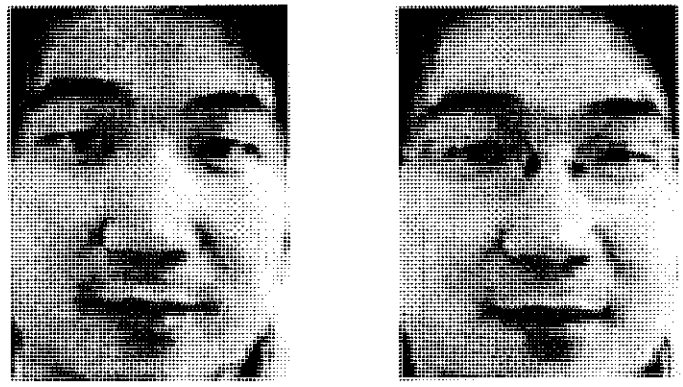
ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพที่ใส่แว่น

ครั้งที่	จำนวนภาพที่ทดลอง	จำนวนภาพที่ระบุบุคคลได้ถูกต้อง	%ความถูกต้อง	%ความถูกต้องเฉลี่ย
1	25	18	72%	77.33%
2	25	21	84%	
3	25	19	76%	

จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่า ถึงแม้ว่าบุคคลในภาพจะใส่แว่นหรือถอดแว่นมาทดสอบก็ตาม การระบุบุคคลก็ยังทำได้ดีพอสมควรควร แต่ต้องเป็นใบหน้าตรง และสภาวะแวดล้อมของภาพก็ต้องไม่แตกต่างไปจากภาพในฐานข้อมูลมากนัก จึงสามารถระบุบุคคลได้ถูกต้อง ภาพตัวอย่างที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุได้ถูกต้องจะแสดงดังรูปที่ 4.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก.) ภาพในฐานข้อมูล (ข.) ภาพใบหน้าใส่แว่นที่นำมาทดสอบ

รูปที่ 4.17 ภาพตัวอย่างของใบหน้าใส่แว่นที่นำมาทดสอบแล้วสามารถระบุบุคคลได้ถูกต้อง

- **เมื่อทดสอบกับจำนวนฐานข้อมูลที่เพิ่มขึ้น**

วิธีการทดลอง

ในการทดลองนี้จะนำภาพหน้าตรงของบุคคลในฐานข้อมูลทั้ง 25 คน โดยแต่ละคนจะมีภาพอยู่ในฐานข้อมูลคนละ 5 ภาพ รวมทั้งหมด 125 ภาพ มาทำการทดลองทั้งหมด 5 ครั้ง

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.11 แสดงผลการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพหน้าตรง โดยที่เพิ่มจำนวนฐานข้อมูลเป็นคนละ 5 ภาพ

ครั้งที่	จำนวนภาพที่ทดลอง	จำนวนภาพที่ระบุบุคคลได้ถูกต้อง	%ความถูกต้อง	%ความถูกต้องเฉลี่ย
1	25	23	92%	
2	25	24	96%	
3	25	22	88%	91.2%
4	25	21	84%	
5	25	24	96%	

จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่า เมื่อจำนวนภาพของแต่ละคนที่อยู่ในฐานข้อมูลเพิ่มขึ้น ค่าความถูกต้องที่ได้ก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

- **เมื่อทดสอบกับภาพที่มีลักษณะเปลี่ยนไปจากเดิมมากๆ เช่น ทั้งหัวเราะ หรือหลับตาไปด้วยหรือภาพที่เปลี่ยนทรงผม ภาพที่มีแสงสว่างจ้าหรือมืดกว่าภาพในฐานข้อมูล หรือสภาพแวดล้อมต่างจากเดิมมากเกินไป**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

ในการทดลองนี้จะนำภาพของบุคคลในฐานข้อมูลทั้ง 25 คน มาคนละ 3 ภาพ และทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง โดยที่แต่ละภาพจะมีสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างจากภาพในฐานข้อมูลค่อนข้างมาก

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.12 แสดงผลการทดลองการระบุบุคคลโดยใช้ภาพที่มีสภาวะแวดล้อมแตกต่างจากภาพในฐานข้อมูลค่อนข้างมาก

ครั้งที่	จำนวนภาพที่ทดลอง	จำนวนภาพที่ระบุบุคคลได้ถูกต้อง	%ความถูกต้อง	%ความถูกต้องเฉลี่ย
1	25	11	44%	37.33%
2	25	8	32%	
3	25	9	36%	

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าในสภาวะแบบนี้ การระบุบุคคลจะทำได้น้อยมากเนื่องจากไอเกนวาลู่ร์ของภาพจะเปลี่ยนไปจากเดิมมาก ทำให้ผลต่างของไอเกนวาลู่ร์ของภาพฐานข้อมูลกับภาพทดสอบไม่มีความสัมพันธ์กัน

4.7.2 ทำการทดลองการระบุบุคคลโดยนำภาพที่แยกเฉพาะส่วนสำคัญบนใบหน้ามาคิด

- **เมื่อทดสอบกับภาพตา, จมูกและปากที่แยกออกมา**

วิธีการทดลอง

ในการทดลองนี้จะนำภาพตา, จมูกและปากของบุคคลที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลทั้ง 25 ภาพ มาทำการประมวลผลโดยวิธีการไอเกนเฟซ โดยที่จะทำการทดลองทั้งหมด 5 ครั้ง ซึ่งในแต่ละครั้งจะใช้ภาพของทั้ง 25 คน ซึ่งเป็นภาพที่ถ่ายคนละครั้งกัน

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.13 แสดงผลการทดลองของการระบุบุคคลโดยใช้ภาพเฉพาะส่วนตา, จมูกและปาก

ครั้งที่	จำนวนภาพที่ทดลอง	จำนวนภาพที่ระบุบุคคลได้ถูกต้อง	%ความถูกต้อง	%ความถูกต้องเฉลี่ย
1	25	14	56%	60%
2	25	15	60%	
3	25	13	52%	
4	25	17	68%	
5	25	16	64%	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองระบุบุคคลโดยใช้เฉพาะส่วนของตา จมูกหรือปากเพียงอย่างเดียวนั้น ผลที่ได้นั้นยังไม่ดีเท่าที่ควร เพราะส่วนที่แยกมานั้นยังเห็นความแตกต่างกันไม่ชัดเจน จึงมีความผิดพลาดอยู่

4.7.3 ทำการทดลองเพื่อระบุว่าไม่ใช่บุคคลในฐานข้อมูล

วิธีการทดลอง

ในการทดลองนี้จะภาพของบุคคลที่ไม่ใช่บุคคลในฐานข้อมูล โดยจะนำภาพมา 10 คน คนละ 3 ภาพที่แตกต่างกัน ซึ่งจะต้องสามารถระบุได้ว่าไม่ใช่บุคคลในฐานข้อมูล

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.14 แสดงผลการทดลองเพื่อระบุว่าไม่ใช่บุคคลในฐานข้อมูล

ครั้งที่	จำนวนภาพที่ทดลอง	จำนวนภาพที่ระบุได้ว่าไม่ใช่บุคคลในฐานข้อมูล	%ความถูกต้อง	%ความถูกต้องเฉลี่ย
1	10	10	100%	90%
2	10	8	80%	
3	10	9	90%	

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า เมื่อนำภาพบุคคลที่ไม่ได้อยู่ในฐานข้อมูล มาทดสอบ จะสามารถระบุได้ดี ว่าไม่มีบุคคลนั้นอยู่ในฐานข้อมูล

4.8 ทำการทดลองใช้โปรแกรม

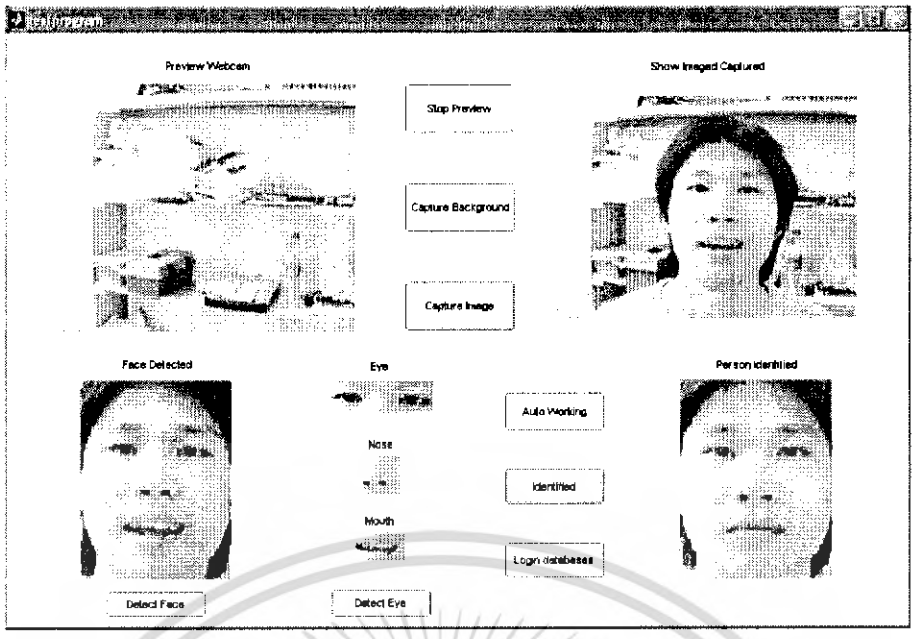
วิธีการทดลอง

ในการทดลองนี้จะทำการถ่ายภาพของบุคคลเพื่อนำไปเปรียบเทียบว่าเป็นบุคคลในฐานข้อมูลหรือไม่ ซึ่งถ้าเป็นบุคคลในฐานข้อมูล โปรแกรมก็จะสั่งให้ประตูปลดล็อค แต่ถ้าไม่ใช่ก็จะไม่มีการปลดล็อคประตู

ผลการทดลอง

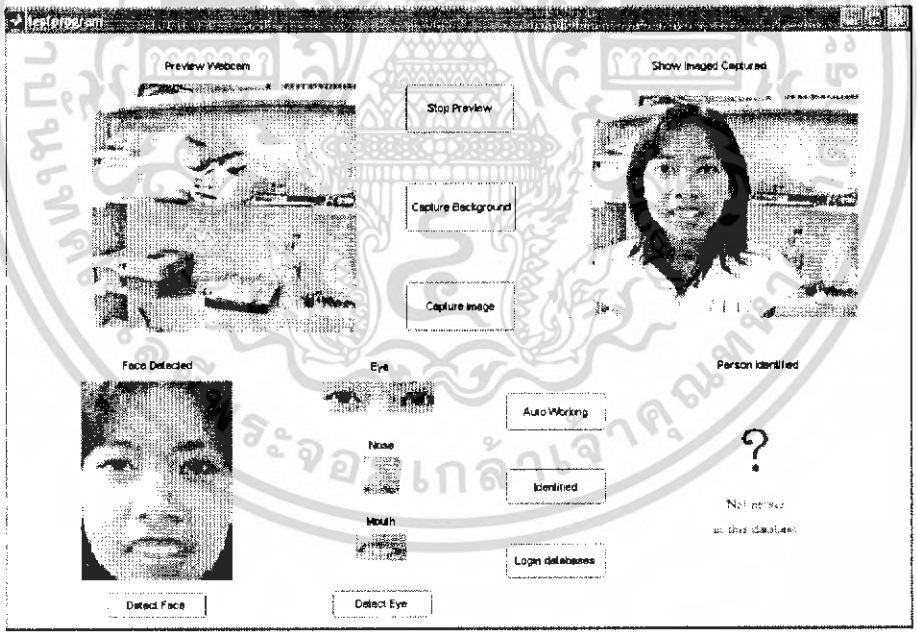
เมื่อทำการทดลองถ่ายภาพบุคคลที่มีภาพเก็บไว้ในฐานข้อมูล โปรแกรมก็จะสามารถระบุได้ว่าเป็นบุคคลที่อยู่ในฐานข้อมูลและทำการปลดล็อคประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 ภาพเมื่อโปรแกรมระบุว่าเป็นบุคคลในฐานข้อมูล

และเมื่อทำการทดลองถ่ายภาพบุคคลที่ไม่มีภาพอยู่ในฐานข้อมูล โปรแกรมก็จะสามารถระบุได้ว่าไม่พบบุคคลนั้นในฐานข้อมูลและจะไม่มีการปลดล็อคประตู



รูปที่ 4.19 ภาพเมื่อโปรแกรมระบุว่าไม่พบบุคคลนั้นในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมโครงงานทั้งหมด

```
%--------------------------------------------------------------------%
%                              PROGRAM                               %
%--------------------------------------------------------------------%
function varargout = testprogram(varargin)
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                   'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                   'gui_OpeningFcn', @testprogram_OpeningFcn, ...
                   'gui_OutputFcn',  @testprogram_OutputFcn, ...
                   'gui_LayoutFcn',  [] , ...
                   'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end
if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end

%-----Connect Web camera
function testprogram_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles,
varargin)
handles.obj = videoinput('winvideo', 1);
start(handles.obj);
objRes = get(handles.obj, 'VideoResolution');
nBands = get(handles.obj, 'NumberOfBands');
hImage = image( zeros(objRes(2), objRes(1), nBands) );
handles.image = hImage;
handles.output = hObject;
guidata(hObject, handles);

function varargout = testprogram_OutputFcn(hObject, eventdata,
handles)
varargout{1} = handles.output;

%----- Executes on button press in pushbutton1 For Start/Stop Preview
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
button = get(handles.pushbutton1,'String');
if  strcmp(button, 'Start Preview')
    set(handles.pushbutton1,'String','Stop Preview');
    preview(handles.obj, handles.image);
elseif strcmp(button, 'Stop Preview')
    set(handles.pushbutton1,'String','Continue Preview');
    stoppreview(handles.obj);
else
    set(handles.pushbutton1,'String','Stop Preview');
    preview(handles.obj);
end

%----- Executes on button press in pushbutton3 For Capture Background
function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)
 frame = getsnapshot(handles.obj);
axes(handles.capture);
imshow(frame);
imwrite(frame,'background.jpg','jpg');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
%----- Executes on button press in pushbutton4 For Capture Image
function pushbutton4_Callback(hObject, eventdata, handles)
 frame = getsnapshot(handles.obj);
axes(handles.capture);
imshow(frame);
imwrite(frame,'image.jpg','jpg');



%----- Executes on button press in pushbutton5 For Detect Face
function pushbutton5_Callback(hObject, eventdata, handles)
output = facedetect('background.jpg','image.jpg');
axes(handles.detect);
imshow(output);

%----- Executes on button press in pushbutton6 For Identify Person
function pushbutton6_Callback(hObject, eventdata, handles)
[person , check] = cmpbyEigen('face.jpg');
axes(handles.face);
imshow(person);

%----- Unlock the door if person is in databases
if (check == 1)
    s = serial('COM1');
    fopen(s);
    s.DataTerminalReady = 'on';
    s.RequestToSend = 'on';
    a = 0;
    while (a == 0)
        st = s.PinStatus.CarrierDetect
        if strcmp(st, 'off')
            a = 1;
        end
    end
    while (a == 1)
        st = s.PinStatus.CarrierDetect
        if strcmp(st, 'on')
            a = 2;
        end
    end
    s.DataTerminalReady = 'off';
    s.RequestToSend = 'off';
    fclose(s);
    delete(s);
    clear s
end

% --- Executes on button press in pushbutton7 For Auto Workong.
function pushbutton7_Callback(hObject, eventdata, handles)
preview(handles.obj);
s = serial('COM1');
fopen(s);
s.DataTerminalReady = 'off';
s.RequestToSend = 'off';
a = 0;
while (a == 0)
       stop = s.PinStatus.DataSetReady;
       if strcmp(stop, 'off')
          a = 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        end
end
b = 0;
while (b == 0)
        cp = s.PinStatus.ClearToSend;
        if strcmp(cp, 'on')
           b = 1;
        end
end
while (a == 1)
    frame = getsnapshot(handles.obj);
    imwrite(frame,'image.jpg','jpg');
    output = facedetect('background.jpg','image.jpg');
    axes(handles.detect);
    imshow(output);
    [person , check] = cmpbyEigen('face.jpg');
    axes(handles.face);
    imshow(person);
    if (check == 1)
        s.DataTerminalReady = 'on';
        s.RequestToSend = 'on';
        c = 0;
        while (c == 0)
            st = s.PinStatus.CarrierDetect
            if strcmp(st, 'off')
                c = 1;
            end
        end
        while (c == 1)
            st = s.PinStatus.CarrierDetect
            if strcmp(st, 'on')
                c = 2;
            end
        end
        s.DataTerminalReady = 'off';
        s.RequestToSend = 'off';
    end
    d = 0;
    while (d == 0)
        capture = s.PinStatus.ClearToSend;
        stop = s.PinStatus.DataSetReady;
        if strcmp(capture, 'on')
            d = 1;
        end
        if strcmp(stop, 'on')
             d = 1;
             a = 2;
        end
    end
end
stoppreview(handles.obj);
fclose(s);
delete(s);
clear s

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
% --- Executes on button press in pushbutton9 For Call Login
function pushbutton9_Callback(hObject, eventdata, handles)
test

% --- Executes on button press in pushbutton10 For Detect Eye, Nose,
Mouth
function pushbutton10_Callback(hObject, eventdata, handles)
[l_eye, r_eye, dist_eye, eye, nose, mouth] = findeye('face.jpg');
dist_eye = num2str(dist_eye);
set(handles.edit1,'String',dist_eye);
axes(handles.eye);
imshow(eye);
axes(handles.nose);
imshow(nose);
axes(handles.mouth);
imshow(mouth);
```

```
%------------------------------------------------------------------%
%                    PROGRAM Login To Databases                    %
%-- ----------------------------------------------------------------%

function varargout = test(varargin)
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',          mfilename, ...
                   'gui_Singleton',     gui_Singleton, ...
                   'gui_OpeningFcn',    @figure1_OpeningFcn, ...
                   'gui_OutputFcn',     @figure1_OutputFcn, ...
                   'gui_LayoutFcn',     [], ...
                   'gui_Callback',      []);
if nargin && ischar(varargin{1})
   gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end
if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT

% --- Executes just before lbox2 is made visible.
function figure1_OpeningFcn(hObject,eventdata, handles, varargin)

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);
if nargin == 3,
    initial_dir = pwd;
elseif nargin > 4
    if strcmpi(varargin{1},'dir')
        if exist(varargin{2},'dir')
            initial_dir = varargin{2};
        else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            errordlg('Input argument must be a valid
directory','Input Argument Error!')
            return
        end
    else
        errordlg('Unrecognized input argument','Input Argument
Error!');
        return;
    end
end

% Populate the listbox
load_listbox(initial_dir,handles)

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = figure1_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

%----- Callback for list box - open .fig with guide, otherwise use
open
function listbox1_Callback(hObject, eventdata, handles)
get(handles.figure1,'SelectionType');
if strcmp(get(handles.figure1,'SelectionType'),'open')
    index_selected = get(handles.listbox1,'Value');
    file_list = get(handles.listbox1,'String');
    filename = file_list{index_selected};
    if  handles.is_dir(handles.sorted_index(index_selected))
        cd (filename)
        load_listbox(pwd,handles)
    else
        [path,name,ext,ver] = fileparts(filename);
        switch ext
            case '.fig'
                guide (filename)
            otherwise
                try
        index_selected = get(handles.listbox1,'Value');
        file_list = get(handles.listbox1,'String');
        % Item selected in list box
        filename = file_list{index_selected};
        f = get(handles.text1,'String');
        f =  strcat(f,'\',filename);
        handles.f = f;
        %frame = getsnapshot(handles.obj);
        axes(handles.axes1);
        imshow(f);
        %imwrite(frame,f,'jpg');
                catch
                    errordlg(lasterr,'File Type Error','modal')
                end
        end
    end
end

%----- Read the current directory and sort the names
function load_listbox(dir_path,handles)
cd (dir_path)
dir_struct = dir(dir_path);
[sorted_names,sorted_index] = sortrows({dir_struct.name}');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
handles.file_names = sorted_names;
handles.is_dir = [dir_struct.isdir];
handles.sorted_index = sorted_index;
guidata(handles.figure1,handles)
set(handles.listbox1,'String',handles.file_names,...
    'Value',1)
set(handles.text1,'String',pwd)



% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function listbox1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
usewhitebg = 1;
if usewhitebg
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
else

set(hObject,'BackgroundColor',get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'
));
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function figure1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
setappdata(hObject, 'StartPath', pwd);
addpath(pwd);

% --- Executes during object deletion, before destroying properties.
function figure1_DeleteFcn(hObject, eventdata, handles)

% Remove the directory added to the path in the figure1_CreateFcn.
if isappdata(hObject, 'StartPath')
    rmpath(getappdata(hObject, 'StartPath'));
end

% --- Executes on button press in btninsert.
function btninsert_Callback(hObject, eventdata, handles)
       index_selected = get(handles.listbox1,'Value');
        file_list = get(handles.listbox1,'String');
        % Item selected in list box
        filename = file_list{index_selected};
        f = get(handles.text1,'String');
        f =  strcat(f,'\',filename);
conn = database('db1', '', '');
id = str2num(get(handles.txtid,'String'));
fastinsert(conn, 'Boat', {'ID';'num'}, {id,f});
function txtid_Callback(hObject, eventdata, handles)
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function txtid_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on button press in btndelete.
function btndelete_Callback(hObject, eventdata, handles)
conn = database('db1', '', '');
id = get(handles.txtid,'String');
sql = strcat('delete from boat where ID = ',id);
exec(conn,sql);
function txtusername_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function txtusername_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function txtpassword_Callback(hObject, eventdata, handles)

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function txtpassword_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on button press in btnlogin.
function btnlogin_Callback(hObject, eventdata, handles)
un = get(handles.txtusername,'String');
pwd = get(handles.txtpassword,'String');
conn = database('db1','un','pwd');
if ((un == 'tae') & (pwd == '123'))
    set(handles.uipanel1,'Visible','off');
    set(handles.uipanel2,'Visible','on');
else
    set(handles.msg,'String','Password Is not correct');
end

% --- Executes on key press over txtpassword with no controls
selected.
function txtpassword_KeyPressFcn(hObject, eventdata, handles)
t=get(handles.txtpassword,'String');
pass = get(handles.lblpass,'String');
l = length(t);
b='';
pass = strcat(pass,t(l));
set(handles.lblpass,'String',pass);
for i = 1:l
    b= strcat(b,'*');
end
set(handles.txtpassword,'String',b);

% --- Executes on selection change in listbox3.
function listbox3_Callback(hObject, eventdata, handles)
function listbox3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on button press in pushbutton4.
function pushbutton4_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit5_Callback(hObject, eventdata, handles)

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit5_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
 % --- Executes on button press in pushbutton5.
function pushbutton5_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมในส่วนของการแยกหน้าออกจากฉากหลัง

```
%-------------------------------------------------------------%
%              Function Detect Face From Image                %
%-------------------------------------------------------------%

function face = facedetect(background,image);

%-------- Read image and compare with background --------%
a = imread(background);

A = .2989*a(:,:,1)...
    +.5870*a(:,:,2)...
    +.1140*a(:,:,3);

b = imread(image);

B = .2989*b(:,:,1)...
    +.5870*b(:,:,2)...
    +.1140*b(:,:,3);

c = A-B;
e = im2bw(c,0.35);

%---------------- Scan find face in image ----------------%
[row col] = size(e);
row2_3 = round((2/3)*row);
col2_3 = round((2/3)*col);
col1_3 = round((1/3)*col);

%----upper----%
uprow = row2_3;
upcol = col;
upx = uprow;
for i = 1:uprow
    for j = 1:upcol
        if ((e(i,j) == 1) && (i < upx))
            upx = i;
            upy = j;
        end
    end
end

%----left side----%
lrow = row2_3;
lcol = col2_3;
ly = lcol;
for i = 1:lrow
    for j = 1:lcol
        if ((e(i,j) == 1) && (j < ly))
            lx = i;
            ly = j;
        end
    end
end

%----right side----%
rrow = row2_3;
rcol = col1_3;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ry = 1;
for i = 1:rrow
    for j = rcol:col
        if ((e(i,j) == 1) && (j > ry))
           rx = i;
           ry = j;
        end
    end
end

%----lower----%
width = ry-ly;
high = width*(4/3);
high = round(high);

%-------------------------------------------------------------%
out = imcrop(b,[ly upx width high]);

out = imresize(out,[200 150]);
imwrite(out,'faceto.jpg','jpg');

outed = .2989*out(:,:,1)...
        +.5870*out(:,:,2)...
        +.1140*out(:,:,3);
outbi = im2bw(outed,0.35);

%----upper----%
j = 75;
cn = 0;
for i = 1:60
    if ((outbi(i,j) == 0) && (cn < 10))
       cn = cn + 1;
    end
    if ((outbi(i,j) == 1) && (cn == 10))
        up = i;
        cn = 11;
    end
    if (cn ~= 11)
        up = upx;
    end
end

%----left side----%
i = 90;
cn = 0;
for j = 1:40
    if ((outbi(i,j) == 0) && (cn < 3))
       cn = cn + 1;
    end
    if ((outbi(i,j) == 1) && (cn == 3))
        l = j;
        cn = 6;
    end
    if (cn ~= 6)
        l = ly;
    end
end

%----right side----%
i = 90;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
cn = 0;
for j = 150:-1:110
    if ((outbi(i,j) == 0) && (cn < 3))
       cn = cn + 1;
    end
    if ((outbi(i,j) == 1) && (cn == 3))
       r = j;
       cn = 6;
    end
    if (cn ~= 6)
        r = ry;
    end
end

%----lower----%
width = r-1;
high = width*(4/3);
high = round(high);

%----------------- detect face from image ---------------%
outto = imcrop(out,[1 up width high]);

face = imresize(outto,[120 90]);
imwrite(face,'face.jpg','jpg');

%------------------------------------------------------------%
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมในส่วนของการแยกตา จมูก และปากออกจากภาพใบหน้า

```
%-------------------------------------------------------------%
%       Function Detect Eyes, Nose & Mouth From Face          %
%-------------------------------------------------------------%

function [l_eye, r_eye, dist_eye, eye, nose, mouth] = findeye(image);

%-------------------------------------------------------------%
image = imread(image);
m = 0;

%----- Call Function Find positions expect are Eyes ------%
[centroids,L] = stfindeye(image);
[m n] = size(centroids);

%--------- Check Position for if more than two -----------%
if m > 2
    %-----check level of y
    for i = 1:(m-1)
        j = i+1;
        k = 1;
        y(i,k) = i;
        while j <= m
            if (centroids(i,2)-5 <= centroids(j,2)) &&
(centroids(j,2) <= centroids(i,2)+5)
                k = k+1;
                y(i,k) = j;
            end
            j = j+1;
        end
    end

    %-----Delete y if have one point
    num = find(y(:,2) < 1);
    [r c] = size(num);
    for i = 1:r
        y(num(i),:) = [ ];
    end

    %-----check low level and take it for eyes position
    [l k] = size(y);
    level_y = 1;
    if level_y == 2
        if centroids(y(1),2) < centroids(y(2),2)
            y(1,:) = [ ];
        else
            y(2,:) = [ ];
        end
    end

    centroids(1,1) = centroids(y(1,1),1); % x of left eye
    centroids(1,2) = centroids(y(1,1),2); % y of left eye
    centroids(2,1) = centroids(y(1,2),1); % x of right eye
    centroids(2,2) = centroids(y(1,2),2); % y of right eye
end

%---------------- Cut Eyes From Position ----------------%
%----cut left eye
x1 = centroids(1,1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
y1 = centroids(1,2);
xleft_eye = x1 - 5;
yleft_eye = y1;
l_eye = imcrop(image,[xleft_eye yleft_eye 29 19]);

%----cut right eye
x2 = centroids(2,1);
y2 = centroids(2,2);
xright_eye = x2 - 5;
yright_eye = y2;
r_eye = imcrop(image,[xright_eye yright_eye 29 19]);

%------------ Find Distance Between Eyes ---------------%
dist_eye = sqrt(((x2-x1)^2)+((y2-y1)^2));

%----------------------- Cut Eye ----------------------%
eye = imcrop(image,[10 y1 69 19]);

%---------------------- Cut Nose ----------------------%
y_nose = y1 + 15;
nose = imcrop(image,[35 y_nose 29 29]);

%---------------------- Cut Mouth ---------------------%
y_mouth = y_nose + 30;
mouth = imcrop(image,[25 y_mouth 44 24]);


%-----------------------------------------------------%
%        Funtion Find positions expect are Eyes       %
%-----------------------------------------------------%

function [centroids,L] = stfindeye(image);

%--------------- Cut Area expect are Eyes ------------%
image1 = imcrop(image,[10 10 69 99]);
image2 = imcrop(image1,[1 1 69 49]);
imagegray = rgb2gray(image2);

treshold = 0.20;
m = 0;

while m < 2

    IMAGE = im2bw(imagegray,treshold);
    IMAGE = imcomplement(IMAGE);

    if (IMAGE == 0)
        m = 0;
    else
        se = strel('disk',2);
        IMAGE = imclose(IMAGE,se);

        L = bwlabel(IMAGE);

        s  = regionprops(L, 'centroid');
        centroids = cat(1, s.Centroid);
        [m n] = size(centroids);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            if m > 2
                stats = regionprops(L,'Area');
                idx = find(10 < [stats.Area] & [stats.Area] < 100 );
                IMAGE = ismember(L,idx);

                if (IMAGE == 0)
                    m = 0;
                else
                    se = strel('disk',2);
                    IMAGE = imclose(IMAGE,se);

                    L = bwlabel(IMAGE);
                    s  = regionprops(L, 'centroid');
                    centroids = cat(1, s.Centroid);
                    [m n] = size(centroids);

                    if m > 1
                        [centroids,L] = chkrim(L);
                        [m n] = size(centroids);
                    end
                end
            end
        end

        treshold = treshold + 0.05;
    end

    %-------------------------------------------------------%
    %          Funtion Check Area are Rim of Face           %
    %-------------------------------------------------------%

    function [centroids,L] = chkrim(L);

    %-------------------------------------------------------%
    exs  = regionprops(L, 'Extrema'); % find extrema of each area
    len_ex = length(exs); % number of extrema

    id = [ ];

    %---------------------- Checkk Rim ---------------------%
    %-----check top rim
    for cnt_lp = 1:len_ex

        if ~(exs(cnt_lp).Extrema(1:2,1) < 5 | exs(cnt_lp).Extrema(1:2,2)
    < 5)
            id = [id cnt_lp];
        end

    end
    bb = ismember(L,id);
    L = bwlabel(bb);

    %-----check right rim
    for cnt_lp = 1:len_ex

        if ~(exs(cnt_lp).Extrema(3:4,1) > 90)
            id = [id cnt_lp];
        end
    end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
bb = ismember(L,id);
L = bwlabel(bb);

%-----check left rim
for cnt_lp = 1:len_ex

    if ~(exs(cnt_lp).Extrema(7:8,1) < 5 )
        id = [id cnt_lp];
    end

end
bb = ismember(L,id);
L = bwlabel(bb);

%---------- Find Centroids After Cut Rim Out ----------%
s  = regionprops(L, 'centroid');
centroids = cat(1, s.Centroid);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมในส่วนของการปรับฮีสโตแกรม

```
%-------------------------------------------------------------%
%                  Function Adjust Histogram                  %
%-------------------------------------------------------------%

function imnew = newhist(image);

%-------------------------------------------------------------%
im = imread(image);
img = rgb2gray(im);
[row col] = size(img);
imh = imhist(img);
imsum = 0;

%---------------- Find Mean of Histogram -----------------%
for i = 1:256
    imhsum = (imh(i)*(i-1));
    imsum = imsum + imhsum;
end
immean = round(imsum/(row*col));

dist = abs(128-immean); %distance from median

%------------------- Adjust Histogram ---------------------%
if (immean < 128)
    a = 0;
    for i = 256:-1:128
        if (imh(i) ~= 0) && (a == 0)
            final = 256-i;
            a = 1;
        end
    end
    if (dist > final)
        dist = final;
    end
    imnew = imadd(img,dist);
elseif (immean > 128)
    a = 0;
    for i = 1:128
        if (imh(i) ~= 0) && (a == 0)
            first = i;
            a = 1;
        end
    end
    if (dist > first)
        dist = first;
    end
    imnew = imadd(img,-dist);
else
    imnew = img;
end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมในส่วนของการระบุตัวบุคคล

```
%-------------------------------------------------------------%
%            Function Compare Person By Eigen                 %
%-------------------------------------------------------------%

function [person , check , I] = cmpbyEigen(face);

%------ Read image in databases and find eigen value ------%
mno = zeros();
for i=1:25
    c00 = sprintf('./Databases/database%d.jpg',i);
    a = imread(c00);

    A = .2989*a(:,:,1)...
    +.5870*a(:,:,2)...
    +.1140*a(:,:,3);

    A = im2double(A);
    b = A';
    c = reshape(b,1,[]);
    mn(i) = mean(c);
    mno = mno + c;
    fdata(i,:) = c-mn(i);
end
mno = mno/25;
mno = reshape(mno,90,120);
mno = mno';

%imshow(mno)
[row col D] = size(a);
C = fdata*fdata';
[v,d] = eig(C);

eigen = v'*fdata;

omeca = eigen*fdata';
omeca = omeca/(1000);

%----------- Read image person for identified -----------%
up = imread(face);
ups = .2989*up(:,:,1)...
    +.5870*up(:,:,2)...
    +.1140*up(:,:,3);
ups = im2double(ups);
ups = ups';
ups = reshape(ups,1,[]);
pr = eigen*ups';
pr = pr/(1000);

%------- Compare eigen of person with databases --------%
for i=1:25
    er(i) = sqrt(sum((omeca(:,i)-pr).^2));
end

[Y,I] = min(er);

ac = mean(er);
acc = ac*0.5;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
%---------------------- Identified ----------------------%
if Y < acc
    c00 = sprintf('./Databases/database%d.jpg',I);
    person = imread(c00);
    check = 1;
else
    person = imread('no.jpg');
    check = 0;
end

%--------------------------------------------------------%
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้