

ระบบรู้จำใบหน้า

FACE RECOGNIZATION



วิทยา ชัยเชิดชูกิจ
อัครเดช ช่าววัง
อัษฎางค์ เดชอุดม

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

ปช.
๑๕๖๘
๕๖๖

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 39682
วัน, เดือน, ปี 19 ส.ย. 2544

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

รับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
สิ่งพิมพ์ที่พิมพ์ขึ้นนี้ หงสน ยกทงท หมมให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FACE RECOGNIZATION



WITHAYA CHAICHERDCHUKIJ
AKARADECH CHAOWANG
ATSADANG DACHUDOM

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE
DEPARTMENT OF MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCES
FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2000

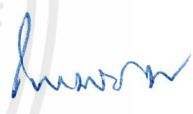


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ ระบบรู้จำใบหน้า
FACE RECOGNIZATION

ชื่อนักศึกษา นายวิทยา ชัยเชิดชูกิจ 40056077
นายอัครเดช ชาววัง 40056114
นายอัษฎางค์ เดชอุดม 40056120

ภาควิชา คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
สาขา วิทยาการคอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรวัฒน์ ประกอบผล

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้หัวข้อพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ประจำปีการศึกษา 2543

	คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพโรบลย์ พันธรัักษ์พงษ์	
กรรมการ	อาจารย์วีระชัย ดันยะสิทธิ์	
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรวัฒน์ ประกอบผล	



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพโรบลย์ พันธรัักษ์พงษ์)

หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	ระบบรู้จำใบหน้า	
ชื่อนักศึกษา	นายวิทยา ชัยเชิดชูกิจ	40056077
	นายอัครเดช ชาววัง	40056114
	นายอัษฎางค์ เดชอุดม	40056120
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต	
ภาควิชา	คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์	คณะวิทยาศาสตร์
สาขา	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2543	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรวัฒน์ ประกอบผล	

บทคัดย่อ

ระบบรู้จำใบหน้าเป็นการเรียนรู้ลักษณะเฉพาะของใบหน้าในแต่ละบุคคล ซึ่งในระบบนี้จะใช้ Sobel Operator ในการหาเส้นขอบหน้าและลักษณะเฉพาะของหน้า จากนั้นจะใช้ Genetic Algorithm ในการหาค่าดัชนี เพื่อใช้เป็นตัวเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละใบหน้า โดยในขั้นตอนแรกจะทำการนำภาพตัวอย่างมาสุ่มและเก็บข้อมูลโดยใช้วิธีดังที่กล่าวมา เพื่อสร้างไฟล์ฐานข้อมูลของค่า ดัชนี จากนั้นก็ทำการเปิดฐานข้อมูลของบุคคลที่ต้องการทำการตรวจสอบ และนำภาพที่ต้องการทดสอบกับฐานข้อมูลนี้มาเป็นข้อมูลเข้าและทำการประมวลผลด้วยวิธีเดียวกันก็จะได้ ค่าดัชนีออกมา ซึ่งค่าดัชนีนี้เป็นตัวที่ใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละบุคคล ก็ทำให้ทราบได้ว่าภาพที่ทดสอบเป็นภาพที่อยู่ในฐานข้อมูลหรือไม่

Special Project Title	FACE RECOGNIZATION
Students	Mr.Withaya Chaicherdchukij 40056077 Mr.Akaradech Chaowang 40056114 Mr.Atsadang Dachudom 40056120
Degree	Bachelor's Degree of science
Department	Mathematics and Computer Sciences, Faculty of Science
Programme	Computer Sciences
Academic Year	2000
Special Project Advisor	Assistant Professor Teerawat Prakobphon

ABSTRACT

Face Recognition system need to know some feature of individual person. In this project we propose to use sobel operator for detecting feature , then use genetic algorithm for learning and testing. On this method , the first we scan all source image and store data from sobel operator and use genetic algorithm for make index file . The second open database of person who want to test and take some image that want to compare with them . Input image will be processed by sobel operator and use genetic algorithm for index matching , therefore we can indicate person.

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปัญหาพิเศษเรื่อง ระบบรู้จำใบหน้า สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีรวัฒน์ ประกอบผล อาจารย์ผู้รับผิดชอบปัญหาพิเศษ ฉบับนี้ที่กรุณาให้คำแนะนำ และเป็นที่ยปรึกษาในการแก้ปัญหาต่าง ๆ รวมทั้งเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของปัญหาพิเศษฉบับนี้ และขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุก ๆ ท่านที่ให้คำแนะนำและให้ข้อคิดดี ๆ ในการทำปัญหาพิเศษนี้

นอกจากนี้คณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้ให้ความสนับสนุนทางด้านกำลังใจและทุนทรัพย์ การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จด้วยดี รวมทั้งเพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ เกี่ยวกับปัญหาพิเศษ ไว้ ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำ

มีนาคม 2544



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	V
สารบัญภาพ.....	VI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำปัญหาพิเศษ.....	1
1.3 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ.....	1
1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงาน.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษ.....	2
1.7 ตารางเวลา.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 รูปแบบใบหน้า.....	4
2.2 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของระบบ (Hardware Structure).....	5
2.3 โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ (Software Structure).....	6
2.4 การประมวลผลภาพ.....	7
2.4.1 การหาขอบภาพ (Region Detecting).....	7
2.4.2 Edge Detecting โดยวิธี Sobel Operator.....	8
2.4.3 กระบวนการเทรชโฮล (thresholding).....	9
2.5 การรู้จำและแยกแยะใบหน้าโดยใช้นิวรอลเน็ตเวิร์ค.....	10
2.5.1 การเรียนรู้แบบแข่งขัน (Competitive Learning).....	10
2.5.2 การ Normalize ของอินพุต.....	11
2.5.3 การเทรนของโคโฮเนนเน็ตเวิร์ค.....	13
2.5.4 กฎการเทรนของโคโฮเนนเน็ตเวิร์ค.....	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 อัลกอริทึมการเรียนรู้ของโคโฮเนนเน็ตเวิร์ค.....	15
2.6 การรู้จำใบหน้าโดยใช้จีเนติก อัลกอริทึม (Genetic Algorithm).....	16
2.6.1 พันธุศาสตร์ทางชีววิทยา.....	16
2.6.2 ความรู้เบื้องต้นของจีเนติก อัลกอริทึม.....	17
2.6.3 วัฏจักรจีเนติก อัลกอริทึม.....	18
2.6.4 ขั้นตอนการทำงานของจีเนติก อัลกอริทึมแบบง่าย.....	22
2.6.4.1 ขั้นตอนการเตรียมการ.....	22
2.6.4.2 ขั้นตอนการทำงาน.....	22
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	26
3.1 การออกแบบส่วนเก็บฐานข้อมูลใบหน้า.....	28
3.2 การออกแบบส่วนที่ใช้ในการทดสอบ.....	30
3.2.1 การทดสอบ Test1.....	30
3.2.2 การทดสอบ Test2.....	31
3.2.3 การทดลอง Test3.....	34
บทที่ 4 การทดลองและการตัดสินใจ.....	36
4.1 ขั้นตอนการทำงาน.....	36
4.2 การทดลองที่1.....	42
4.3 การทดลองที่2.....	43
4.4 การทดลองที่3.....	45
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป.....	48
ปัญหาและความผิดพลาดที่เกิดขึ้น.....	48
สรุปวิธีการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	49
ภาคผนวก ก.....	50
บรรณานุกรม.....	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ตารางเวลา.....	3
2.1 ตารางของ Gradient.....	9
4.1 ตารางแสดงผลการทดลองที่ 4.2.1.....	42
4.2 ตารางเปอร์เซ็นต์การทดลอง 4.2.1.....	42
4.3 ตารางการทดลองที่ 4.2.2.....	43
4.4 ตารางเปอร์เซ็นต์การทดลอง 4.2.2.....	43
4.5 ตารางการทดลองที่ 4.3.1.....	44
4.6 ตารางเปอร์เซ็นต์การทดลอง 4.3.1.....	44
4.7 ตารางการทดลองที่ 4.3.2.....	44
4.8 ตารางเปอร์เซ็นต์การทดลอง 4.3.2.....	45
4.9 ตารางการทดลองที่ 4.4.1.....	46
4.10 ตารางเปอร์เซ็นต์การทดลอง 4.4.1.....	46
4.11 ตารางการทดลองที่ 4.4.2.....	46
4.12 ตารางเปอร์เซ็นต์การทดลอง 4.4.2.....	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 ไดอะแกรมแสดงแนวความคิด.....	4
2.2 แสดงโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์.....	5
2.3 แสดงโครงสร้างของโปรแกรมประมวลผลภาพ.....	6
2.4 โพลีชาร์ทของการคำนวณค่าเทรซไฮล.....	10
2.5 รูป Kohonen Network.....	12
2.6 รูป Maxican hat function.....	13
2.7 รูปนิวนอร์ลที่มีขนาด Neighborhood เท่ากับ 2.....	13
2.8 แสดงขบวนการเทรนของโคโฮเนนเน็ตเวิร์ค.....	14
2.9 โพลีชาร์ทของโปรแกรมโคโฮเนนเน็ตเวิร์ค.....	15
2.10 ฟังก์ชันที่ใช้ในจีเนติก อัลกอริทึม.....	18
2.11 แสดงวัฏจักรจีเนติก อัลกอริทึม.....	18
2.12 แสดงขั้นตอนการทำงานของจีเนติก อัลกอริทึม.....	20
2.13 แสดงไดอะแกรมการทำงานของจีเนติก อัลกอริทึมแบบง่าย.....	21
2.14 การครอสโอเวอร์แบบ 1 จุด.....	24
2.15 แสดงไบนารีมีวเตชั่น.....	25
3.1 รูปที่ได้จากไฟล์เก็บลงใน หน่วยความจำ.....	26
3.2 รูปที่หาขอบได้แล้ว.....	27
3.3 กระบวนการ Sobel.....	27
3.4 รูปที่ผ่านกระบวนการ Threshold.....	27
3.5 ข้อมูลใน Array ที่มีการผ่านกระบวนการ Threshold.....	28
3.6 ข้อมูลถูกแปลงเป็น 0 กับ 1 เพื่อใช้ใน Genetic.....	28
3.7 Image Processing Diagram.....	29
3.8 Flowchart ในการทดสอบของโปรแกรม Test1.....	30
3.9 Flowchart ในการทดสอบของโปรแกรม Test2.....	33
3.10 Flowchart ในการทดสอบของโปรแกรม Test3.....	35
4.1 หน้าจอหลักของโปรแกรม.....	36
4.2 การ Load Image เพื่อทำการแปลง Sobel และ Genetic.....	37
4.3 รูปแบบของไฟล์ภาพที่ผ่านกระบวนการต่างๆ.....	38
4.4 การแสดงค่า Index ของใบหน้า.....	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 กลับสู่หน้าจอหลัก.....	39
4.6 เก็บลงฐานข้อมูล.....	39
4.8 กลับสู่หน้าจอหลัก.....	40
4.9 แสดงค่า Index ของฐานข้อมูลใบหน้า.....	40
4.10 การทดสอบใบหน้ากับฐานข้อมูล.....	41
4.11 ผลของการทดสอบใบหน้า.....	41



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ใบหน้าของคนมีหลายส่วนที่สามารถนำมาใช้ในการพิจารณาการรู้จำ เพราะว่ามีลักษณะเฉพาะของใบหน้าที่เป็นพิเศษ การรู้จำใบหน้าไม่จำเป็นต้องสัมผัสกับวัตถุ และการรู้จำใบหน้ามีการประยุกต์ใช้ได้ในงานด้านต่างๆ อย่างกว้างขวาง และช่วยในการตรวจสอบตัวบุคคลที่ต้องการได้ ดังเช่น องค์กรใหญ่ๆ หรือองค์กรที่สำคัญ จะมีสถานที่ที่บุคคลโดยทั่วไปไม่สามารถเข้าออกได้ ถ้าไม่ได้รับการอนุญาต เช่น ห้องเก็บเงินในธนาคาร จะมีเจ้าหน้าที่ประจำอยู่ และจะมีกล้องวงจรปิดติดตั้งไว้ ซึ่งระบบรู้จำใบหน้าจะช่วยได้มาก โดยการให้กล้องวงจรปิดตรวจสอบบุคคลที่ผ่านเข้าออก และตรวจสอบว่าใบหน้านั้นเป็นใบหน้าของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับสถานที่นั้นหรือไม่ ถ้าไม่ใช่เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องก็จะส่งเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยไปตรวจอีกที

หรือ ที่สนามบินจะใช้ในการตรวจสอบผู้ก่อการร้าย หรืออาชญากรข้ามชาติก็ได้ โดยที่เราต้องมีข้อมูลรูปภาพของคนร้ายเพื่อนำมาใช้ในระบบรู้จำใบหน้า

โดย Sami Romdhani ได้แบ่งประเภทของการประยุกต์ใช้งานระบบรู้จำใบหน้าตามประเภทของธุรกิจและทางกฎหมายดังนี้

- 1.1.1 ระบบชี้ตัวบุคคลทั่วไป
- 1.1.2 ระบบความปลอดภัยในธนาคาร
- 1.1.3 ระบบเฝ้าสังเกตฝูงชน
- 1.1.4 ระบบชี้ตัวใบหน้าแบบผู้เชี่ยวชาญ
- 1.1.5 ระบบสร้างภาพใบหน้าจากพยาน
- 1.1.6 ระบบตรวจสอบประวัติอาชญากร
- 1.1.7 ระบบจัดเรียงใบหน้า

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำปัญหาพิเศษ

- 1.2.1 เพื่อศึกษาถึงการประมวลผลภาพ (Image Processing)
- 1.2.2 ศึกษาการใช้ระบบรู้จำใบหน้าที่สามารถหาใบหน้าที่ใกล้เคียงได้
- 1.2.3 ศึกษากระบวนการ Genetic Algorithm

1.3 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ

- 1.3.1 การใช้งานกล้องที่ใช้ในการจับภาพใบหน้าและไฟล์ภาพที่เหมาะสมกับการใช้งาน

- 1.3.2 เรียนรู้ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบรู้จำใบหน้า
- 1.3.2 สร้างระบบรู้จำใบหน้าด้วยภาษา C/C++

1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

- 1.4.1 ศึกษาการใช้ซอฟต์แวร์ควบคุมการ์ดประมวลผลภาพ
- 1.4.2 ศึกษาเทคนิคในการประมวลผลภาพ
- 1.4.3 ศึกษาหลักการการทำงานของการ์ดประมวลผล
- 1.4.4 ออกแบบอัลกอริทึมและเขียนโปรแกรมสำหรับระบบรู้จำใบหน้าที่ใกล้เคียงกันได้
- 1.4.5 ทดสอบและประมวลผลโปรแกรม
- 1.4.6 จัดทำเอกสาร

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 สามารถนำโครงการไปใช้ในด้านต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการรู้จำใบหน้าได้
- 1.5.2 เข้าใจการทำงานของการ์ดประมวลผลภาพมากขึ้น
- 1.5.3 มีความรู้ในระบบ (Image Processing)
- 1.5.4 พัฒนารูปแบบแนวทางใหม่ๆในระบบรู้จำใบหน้าได้

1.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษ

- 1.6.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ PC Pentium II
- 1.6.2 หน่วยความจำหลัก (Ram) 64 MB
- 1.6.3 หน่วยความจำสำรอง (Harddisk) 8.4 GB
- 1.6.4 การ์ดแสดงผลภาพ(PCI Vedio Capture Card)
- 1.6.5 กล้องเก็บภาพ (Digital camera)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 แสดงระยะเวลาในการทำงานแต่ละช่วง

	ม.ย 43	ก.ค 43	ต.ค 43	ก.ย 43	ต.ค 43	พ.ย 43	ธ.ค 43	ม.ค 44	ก.พ 44	มี.ค 44
ศึกษาภาษา C/C++										
ศึกษาโครงสร้างไฟล์ภาพ File format										
ศึกษาระบบรู้จำใบหน้า และการประมวลผลภาพ										
ศึกษาและใช้งานกล้องดิจิทัล										
เขียนโปรแกรมประมวลผลภาพ										
ศึกษาระบบรู้จำ โดยใช้ Genetic Algorithm										
เขียนโปรแกรม Genetic Algorithm										
ทำการรวมโปรแกรมประมวลผลกับระบบรู้จำ										
ทำการทดสอบโปรแกรมระบบรู้จำใบหน้า ด้วย Algorithm ทดสอบต่างๆ										
ทำการวิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ										
จัดทำเอกสารและเตรียมเสนอผลงาน										

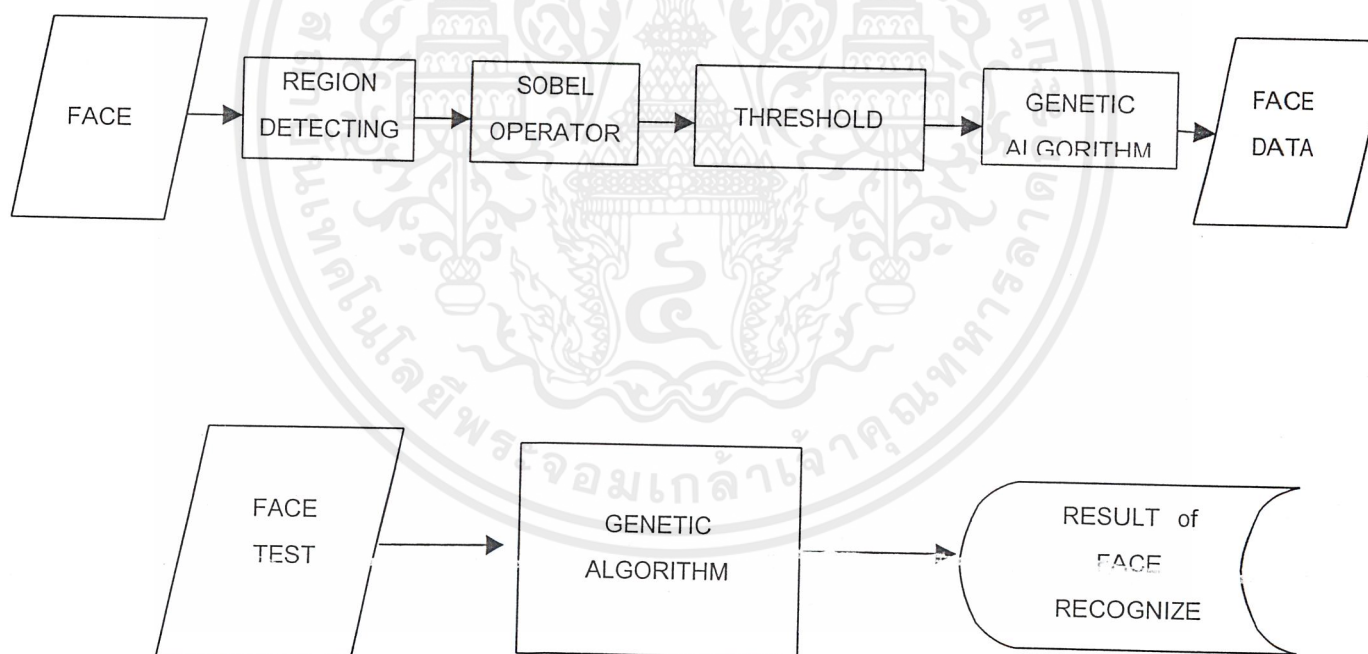
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 หลักและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 รูปแบบใบหน้า

เนื่องจากใบหน้าของมนุษย์มีลักษณะต่างกัน ทั้งในด้านสีผิวและรูปทรงในโครงงานนี้จึงใช้ปัจจัยที่ทำให้มีลักษณะแตกต่างกัน (Feature) มาทำการแยกและวิเคราะห์ จึงใช้ค่าความแปรปรวนความเข้มของกลุ่มวอยอะในแต่ละส่วนของใบหน้าซึ่งในแต่ละบุคคลมีค่าแตกต่างกันมาก และลักษณะรูปแบบของเส้นขอบในแต่ละส่วนที่มีค่าแปรไปแต่ละตำแหน่งในแต่ละส่วนของใบหน้า ทั้งสองลักษณะที่แตกต่างกันนี้ (Feature) เมื่อรวมด้วยกันทำให้สามารถจำแนกบุคคลได้

ในส่วนของการทดสอบ จะพิจารณารูปที่นำมาทดสอบโดยการทำการกระบวนการ Genetic Algorithm เพื่อบอกได้ว่าใบหน้าที่นำมาทดสอบนั้นเป็นคนเดียวกันกับคนในฐานข้อมูลหรือไม่



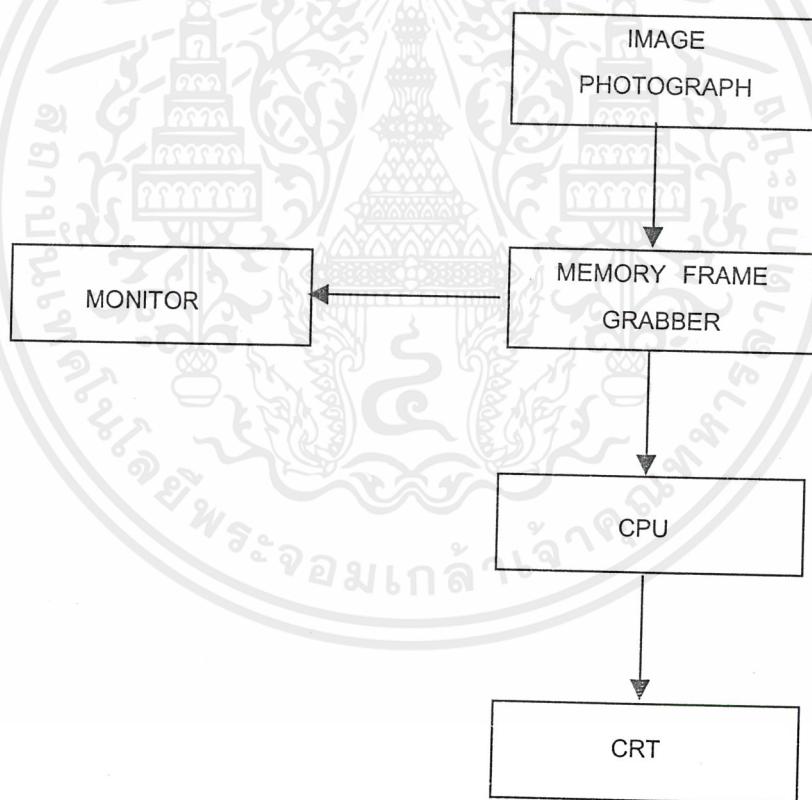
รูปที่ 2.1 ไดอะแกรมแสดงแนวความคิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของระบบ (Hardware Structure)

ระบบรู้จำใบหน้ามนุษย์มีโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ดังรูปที่ 2.2 ซึ่งประกอบด้วย

1. รูปอินพุต (Input Image) เป็นรูปถ่ายใบหน้ามนุษย์จากกล้องถ่ายรูปทั่วไป
2. มอนิเตอร์ (Monitor) เป็นส่วนแสดงข้อมูลภาพเพื่อสามารถดูผลการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในการประมวลผลต่างๆได้
3. เมโมรี่เฟรม แกรเบอร์ (Memory Frame Grabber) เป็นส่วนที่เก็บข้อมูลภาพและใช้ประมวลผลร่วมกับไมโครคอมพิวเตอร์โดยภายในจะมีตัวแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล (Analog to Digital Converter)
4. ซีพียู (CPU) เป็นหน่วยในการประมวลผลของข้อมูลทางดิจิตอลของภาพ เพื่อทำการหารูปแบบลักษณะเฉพาะของภาพแล้วนำผลที่ได้ไปทำการเรียนรู้แบบและทำการรู้จำด้วย
5. ซีอาร์ที (CRT) เป็นหน่วยแสดงผลของไมโครคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่แสดงผลต่างๆ

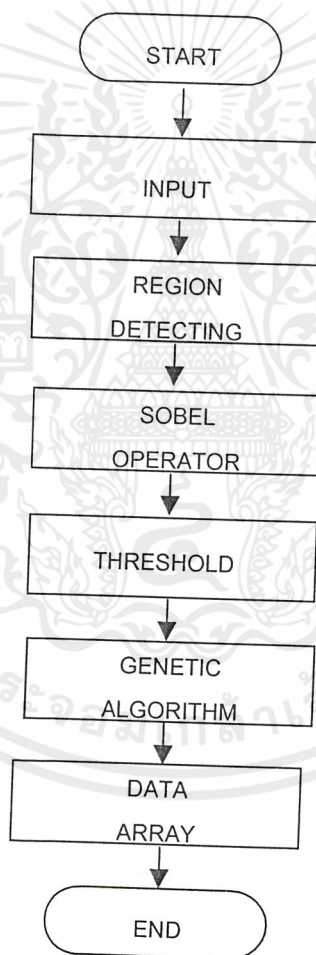


รูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

2.3 โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ (Software Structure)

ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการทางซอฟต์แวร์ดังรูปที่ 2.3 อธิบายได้ตามขั้นดังนี้

1. Input เป็นกระบวนการการเก็บภาพถ่าย แล้วแปลงเป็นไฟล์เพื่อเก็บในหน่วยความจำ รอการประมวลผล
2. Region Detecting คือการหาขอบเขตของภาพใบหน้าที่จะทำการประมวลผล
3. Sobel Operator คือการหารายละเอียดของเส้นบนใบหน้า
4. Threshold คือการจัดส่วนที่มีรายละเอียดไม่เด่นชัดออกไป
5. Genetic Algorithm คือการใช้วิธีของ Genetic ในการหาค่าดัชนีของใบหน้า
6. Personal Data File เก็บข้อมูลของใบหน้าแต่ละบุคคล เป็นลักษณะ Individual Image File คือใน 1 ไฟล์มีข้อมูลทั้งหมดของ 1 บุคคล



รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างของโปรแกรมประมวลผลภาพ

2.4 การประมวลผลภาพ

2.4.1 การหาขอบภาพ (Region Detecting)

การหาขอบภาพที่จะนำมาประมวลผลนั้น เป็นการหาขอบภาพที่มีข้อมูลไบทาร์อยู่ เพื่อให้การประมวลผลถูกต้องยิ่งขึ้น ไม่คิดประมวลผลภาพข้อมูลที่ไม่จำเป็นที่ก่อให้เกิดการสิ้นเปลืองเนื้อที่

การหาขอบภาพมีอยู่ 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรกคือการตรวจหาไล่ตั้งแต่จุดเริ่มต้นของภาพ ทั้งตามแนวตั้งและแนวนอนจนพบขอบเขตของไบทาร์โดยใช้ค่าเปรียบเทียบอัตราการการเปลี่ยนแปลงความเข้มของ pixel ที่อยู่ติดกันโดยทำการตรวจสอบถึง 3 ระดับในแนวตั้งขึ้นไปแล้วเลือกในค่าที่มากที่สุดเพื่อไม่ให้เกิดการสูญเสียข้อมูล ในขั้นตอนนี้จะทราบส่วนที่กว้างที่สุดของไบทาร์ได้

ขั้นตอนที่ 2 ทำการสร้างกรอบอ้างอิง เพื่อใช้ในการประมวลผลโดยสามารถเลือกขนาดกรอบอ้างอิงและความละเอียดของขอบภาพได้ ซึ่งขอบภาพที่มีความละเอียดมากผลที่ได้ก็จะถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยขึ้นอยู่กับขนาดไฟล์ที่ต้องการ

โดยให้

S_x = ขนาดความกว้างของแกน x ที่ต้องการสร้างกรอบอ้างอิง ได้จากการกำหนดเองโดยกำหนดขนาดเท่ากับ 80

$F(x,y)$ = ความเข้มของตำแหน่ง x,y

E = ค่าเปรียบเทียบความแตกต่างของความเข้มที่กำหนดขึ้นในการหาภาพไบทาร์ ประมาณ 15

x_l = ค่าตำแหน่ง x ของขอบทางขวาของภาพที่นำมาทดสอบ

x_r = ค่าตำแหน่ง x ของขอบทางขวาของภาพที่นำมาทดสอบ

ขั้นตอนการ Region Detecting มีดังนี้

1. ทำการหาจุดพิกัด X, Y เริ่มต้นที่จะทำการเริ่ม Region Detecting ค่าอาจจะ เป็น 0 หรือไม่เป็น 0 ก็ได้ ขึ้นอยู่กับว่าภาพมีเงื่อนไขอย่างไร ถ้าภาพมีลักษณะขอบเข้ม (ขอบจอ) ควรจะ Shift ตำแหน่ง ที่ใช้ในการตรวจสอบก่อน

2. ทำการตรวจสอบการหาขอบด้านแกน x ดังนี้

2.1 หาตำแหน่งจากขอบด้านซ้าย

DO เพิ่ม x ทีละ 1

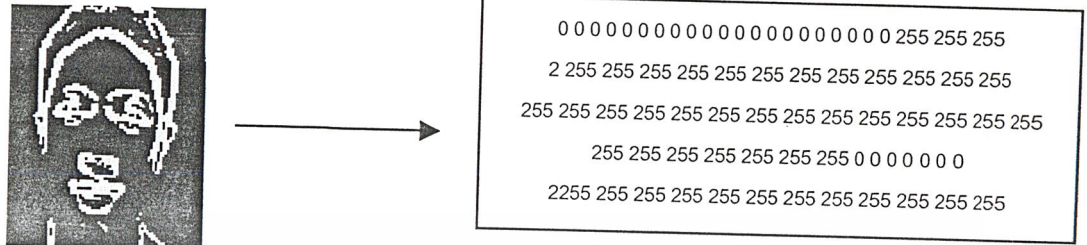
WHILE $\text{abs}(F(x+1,y) - F(x,y)) < E$

ถ้า $x_l > x$ แล้ว $x_l = x$

ทำข้อ 2.1 ทั้งหมดตามแกน y จะได้ค่า x_l คือตำแหน่ง x ของภาพทางด้านซ้าย

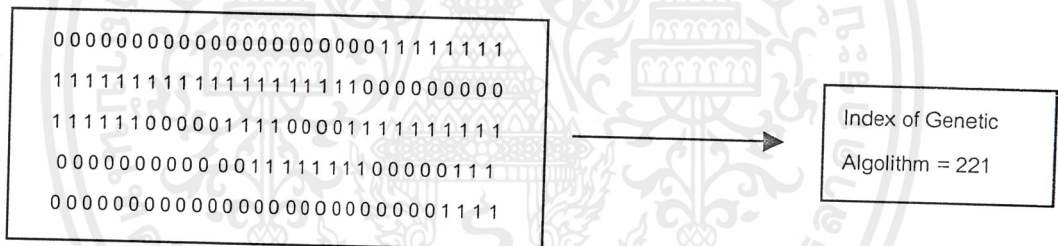
2.2 หาตำแหน่งของภาพทางด้านขวา

ซึ่งรูปที่ผ่านกระบวนการ Threshold จะมีการเก็บในหน่วยความจำที่เป็น Array ขนาดเท่ากับขอบรูป และจะเก็บค่าเพียง 2 ค่าคือ 0 กับ 255 ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ข้อมูลใน Array ที่มีการผ่านกระบวนการ Threshold

หลังจากนั้นจะทำการแปลงค่าข้อมูลของรูปในหน่วยความจำ ให้มีค่าเพียง 0 กับ 1 เพื่อใช้ในการทำ Genetic เพื่อหาค่า Index ของไฟล์รูปนั้น ซึ่งจะแสดงดังในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ข้อมูลถูกแปลงเป็น 0 กับ 1 เพื่อใช้ใน Genetic

3.1 การออกแบบส่วนเก็บฐานข้อมูลใบหน้า

การออกแบบในส่วนของการเก็บข้อมูล มี ไดอะแกรมดังต่อไปนี้

DO ลดค่า x ทีละ 1
 WHILE $\text{abs}(F(x-1,y) - F(x,y)) < E$
 ถ้า $x_r < x$ แล้ว $x_r = x$

ทำข้อ 2.2 ทั้งหมดตามแกน y จะได้ค่า x_r คือตำแหน่ง x ของภาพทางด้านขวา

3. หาขอบด้านแกน y มีวิธีการทำเหมือนแกน x
4. ทำการหาขอบเขตอ้างอิงของภาพโดยใช้สมการหาค่า x_l และ x_r ใหม่ โดยมีสมการดังนี้

$$x_{l\text{ใหม่}} = \frac{x_l - (S_x - |x_l - x_r|)}{2}$$

$$x_{r\text{ใหม่}} = \frac{x_r + (S_x - |x_l - x_r|)}{2}$$

2.4.2 Edge Detecting โดยวิธี Sobel Operator

ในกระบวนการ Edge Detecting โดยวิธี Sobel Operator นั้นเป็นกระบวนการคำนวณความเข้มของภาพที่มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง (discontinuous) โดยใช้ Derivative Operator ที่เป็น Matrix ค่าเฉพาะของ Sobel โดยนิยามให้

$$\nabla f = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix}$$

$$|\nabla f| = \text{mag}(\nabla f) = (G_x^2 + G_y^2)^{1/2} \approx |G_x + G_y|$$

โดยที่ X, Y คือพิกัดใดๆ ใน Image

$F(X, Y)$ คือ Gradient Image

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตารางของ Gradient

Z1	Z2	Z3
Z4	Z5	Z6
Z7	Z8	Z9

(a)

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

(b)

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

(c)

ดังนั้นค่า $G_x = [Z7+2(Z2)+Z9] - [Z1+2(Z2)+Z3]$

$G_y = [Z3+2(Z6)+Z9] - [Z1+2(Z4)+Z7]$

ผลที่ได้หลังการคำนวณจะได้ Gradient Image ในขนาดเดียวกับ Original Image โดยที่ Sobel Operator มีข้อดีกว่า Operator ทั่วๆ ไปคือ ให้ค่า Derivative ที่ดี และมีความเรียบ (Smoothing) กว่า Operator อื่นๆ

2.4.3 กระบวนการเทรชโฮล (thresholding)

ภาพที่ผ่าน Sobel มาแล้ว จะถูกนำมาทำเซมิเทรชโฮล (semi-threshold) เพื่อแยก ระหว่างคนกับแบคกราวด์ (Background)

นิยามของการทำเซมิเทรชโฮล คือ

$$B_{ij} = G_{ij} \quad \text{เมื่อ } G_{ij} \geq TH$$

$$= 0 \quad \text{กรณีอื่นๆ}$$

เมื่อ B_{ij} คือตัวแปรของระดับสีของภาพที่ผ่านการทำเซมิเทรชโฮลที่จุด i, j ใดๆ

เมื่อ G_{ij} คือตัวแปรของระดับสีของภาพก่อนการทำเซมิเทรชโฮล

เมื่อ TH คือตัวแปรที่ใช้ในการตัดภาพ (thresholding) สามารถคำนวณจากฮิสโตแกรม

ฮิสโตแกรม (Histogram) คือ กราฟแสดงจำนวน พิกเซลที่เกิดขึ้นในแต่ละระดับสีเทา ฮิสโตแกรมของภาพจะแสดงถึง คุณสมบัติของภาพ และสามารถใช้ในการกำหนดค่าเทรชโฮล เพื่อใช้ในการตัดภาพ

การคำนวณหาค่าของเทรชโฮล โดยพื้นฐานการประมาณวิธีทางสถิติของฮิสโตแกรม โดย ใช้ผลรวมของความหนาแน่น ความน่าจะเป็นกับการแจกแจงแบบปกติเรียกว่า ออพติมอล เทรชโฮล (Optimal Threshold) มีขั้นตอนดังนี้

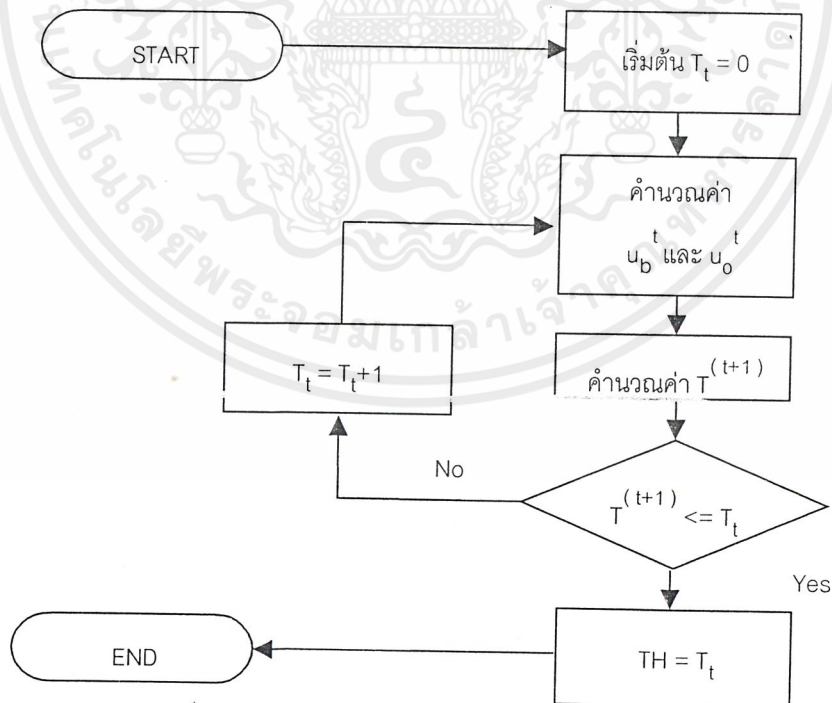
- 1 สมมติว่า ไม่รู้ค่า TH ที่จะใช้ในการเปรียบเทียบ จะหา TH จากค่า T_t ซึ่งต้องกำหนดค่า T_t เป็น 0 แล้วหาค่า T_t ที่เหมาะสม
- 2 คำนวณค่า u_b^t และ u_o^t ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของ ค่าระดับสีของวัตถุและค่าเฉลี่ยของระดับสีของแบคกราวด์

$$u_b^t = \sum_{(i,j) \text{ background}} f(i,j) / \text{numberbackground_pixels}$$

$$u_o^t = \sum_{(i,j) \text{ object}} f(i,j) / \text{numberobject_pixels}$$

$$3 \text{ ให้ } T^{(t+1)} = (u_b^t + u_o^t) / 2$$

4 ถ้า $T^{(t+1)} = T^{(t)}$ ให้หยุด ถ้าไม่ใช่ให้กลับไปทำขั้นตอนที่ 2



รูปที่ 2.4 โฟลว์ชาร์ทของการคำนวณค่าเทรชโฮล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การรู้จำและแยกแยะใบหน้าโดยใช้นิวรอลเน็ตเวิร์ค

การรู้จำและแยกแยะใบหน้า ใช้นิวรอลเน็ตเวิร์คแบบโคโฮเนน (Kohonen Self Organizing Map) ซึ่งพัฒนาโดย Teuvo Kohonen แห่ง Helsinki University of Technology ซึ่งเป็นนิวรอลเน็ตเวิร์ค แบบ Unsupervised คือไม่ต้องสอนให้เรียนรู้ก่อน ซึ่งมีข้อได้เปรียบคือระบบสามารถเรียนรู้ได้อย่างคงที่ ถึงแม้จะมีการเปลี่ยนเงื่อนไขและอินพุต นิวรอลเน็ตเวิร์คแบบโคโฮเนนนี้นิยมใช้ในการแบ่งแยกอินพุตให้เป็นหมวดหมู่

2.5.1 การเรียนรู้แบบแข่งขัน (Competitive Learning)

นิวรอลเน็ตเวิร์คแบบโคโฮเนน มีการเรียนรู้ที่เรียกว่า Competitive Learning ในนิวรอลเน็ตเวิร์ครูปแบบอื่น นิวรอลทุกอันจะปรับเปลี่ยนค่า Weight เพื่อจะตอบสนองการเรียนรู้ แต่ในแบบ Competitive Learning นิวรอลจะแข่งขันกันเพื่อเรียนรู้ คือจะมีเพียงหนึ่ง หรือ สองสาม นิวรอลที่จะได้รับการปรับเปลี่ยนค่า Weight อินพุต

อินพุตแต่ละค่าจะถูกป้อนเข้าสู่แต่ละนิวรอลใน เน็ตเวิร์คแต่ละนิวรอลจะมีเอาท์พุต ดังสมการ

$$\text{Output} = \sum_{i=0}^n X_i W_i$$

โดย X_i คือ อินพุต

W_i คือ ค่าWeight

ทั้งสองค่านี้จะทำการ Normalized คือ ขนาดของ Weight และขนาดอินพุต จะเป็น 1 หลังจากค่าWeight ในสมการข้างบนถูกคำนวณโดยการ Train ข้อมูลยังไม่รู้คุณลักษณะจะป้อนเข้าสู่เน็ตเวิร์ค เอาท์พุตที่มีค่าสูงสุดจะเป็นผู้ชนะ

2.5.2 การ Normalize ของอินพุต

เรื่องเกี่ยวกับการใช้งานโคโฮเนนเน็ตเวิร์คคือค่าอินพุตจะต้องมีความเคร่งครัด คือควรจะต้องอยู่ในขอบเขตที่สมมาตร ค่าความยาวของอินพุตต้องมีค่าเดียวตลอดกระบวนการ Train ค่าความยาวนี้ปกติจะเป็น 1 การปรับเปลี่ยนขนาดของอินพุตส่วนมากจะใช้วิธีการหาความยาวของเวกเตอร์ และหารส่วนประกอบต่างๆ ด้วยความยาวดังสมการ

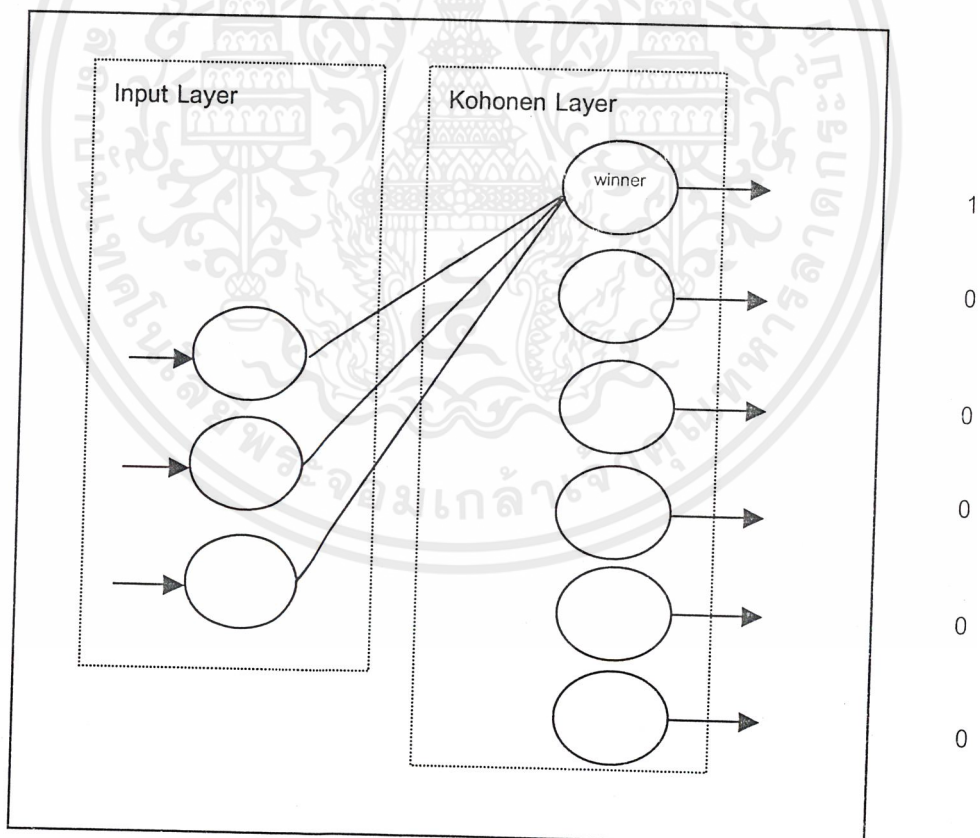
$$L = \sqrt{\sum_{i=0}^{n-1} x_i^2}$$

$$x_i = \frac{x_i}{L} \quad i = 0, 1, 2, \dots, n-1$$

วิธีการนี้เป็นวิธีที่ใช้ตามปกติและยอมรับได้จากเงื่อนไขทางคณิตศาสตร์ ในอีกด้านหนึ่ง จะไม่สนใจขนาดที่แท้จริงของเวกเตอร์ คือแสดงถึงเพียงความสัมพันธ์ของตัวแปร เช่น เวกเตอร์ในกรณี $(-2, 1, 3)$ และ $(-10, 5, 15)$ ทั้งคู่จะถูกเปลี่ยนแปลงไปเป็นอินพุตอันเดียวกัน

ลักษณะ Kohonen network

โคโฮเนนเน็ตเวิร์คปกติจะมีจำนวนชั้นอยู่ 2 ชั้น คือ ชั้นอินพุต และ ชั้นโคโฮเนน โดยขนาดของชั้นอินพุตจะต้องมีจำนวนตรงกับจำนวนข้อมูลของ Pattern ที่นำมาพิจารณา

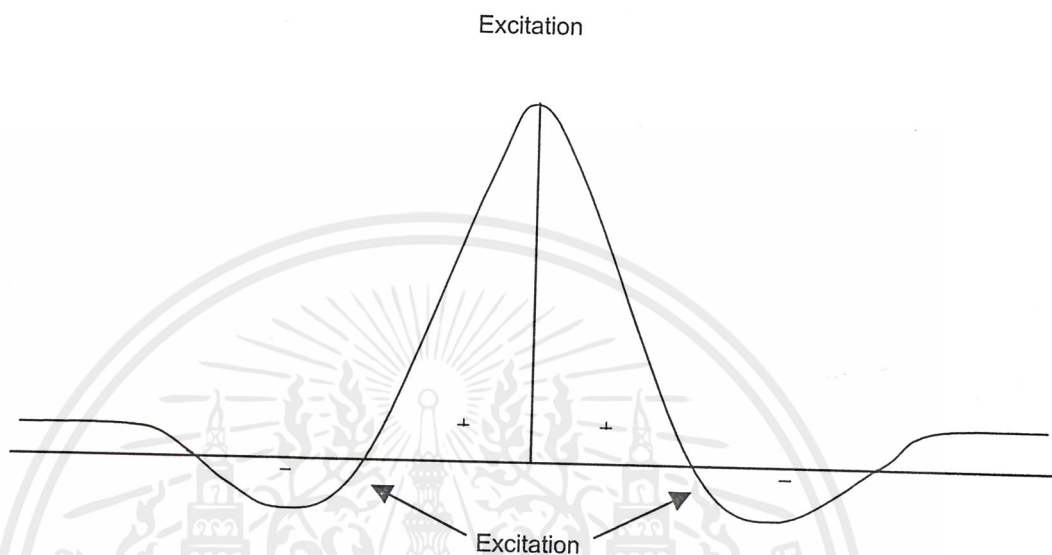


รูปที่ 2.5 รูป Kohonen Network

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 การเทรนของโคโฮเนนเน็ตเวิร์ค

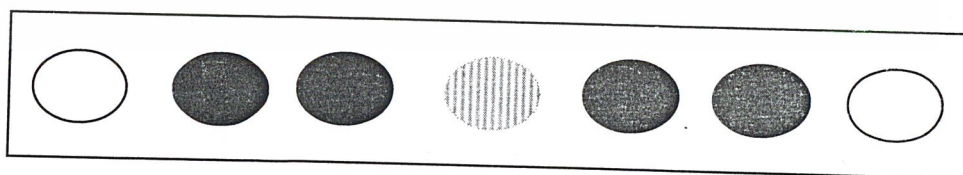
โคโฮเนนเน็ตเวิร์ค จะแตกต่างจากเน็ตเวิร์ครูปแบบอื่นๆ คือ เฉพาะนิวรอนที่ชนะและส่วนที่เรียกว่า neighbor ของนิวรอนที่ชนะเท่านั้นจึงจะได้รับการเรียนรู้ ตามรูปแบบของ Mexican hat function ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทาง และ Connection Strength



รูปที่ 2.6 รูป Mexican hat function

Neighborhood เป็นตัวแปรที่ใช้เพื่อจัดรูปแบบของ Mexican hat function นิวรอนที่อยู่ภายในระยะทางที่กำหนดของ Mexican hat function ซึ่งจะมีการเทรนและปรับเปลี่ยนค่า weight ส่วนนิวรอนที่อยู่ภายนอกระยะทางก็จะไม่ได้รับการเรียนรู้

รูปแสดงการจัดเรียงของนิวรอนในแนวนอน ที่มีขนาด Neighborhood เป็น 2 ตรงกลางคือนิวรอนที่ชนะ โดยที่วงกลมสีดำข้างๆ จะเป็นนิวรอนที่มีการเทรน



รูปที่ 2.7 รูปนิวรอนที่มีขนาด Neighborhood เท่ากับ 2

2.5.4 กฎการเทรนของโคโฮเนนเน็ตเวิร์ค

กฎการเทรนของโคโฮเนนเน็ตเวิร์คเป็นแบบไปข้างหน้า การเปลี่ยนค่าของ Weight ของ นิวรอลเอ้าท์พุทมี gain ที่คงที่ คือ ค่า alpha บางทีก็เรียกว่า อัตราการเรียนรู้ การใช้วิธีของ Widrow-Hoff Learning ที่เป็นวิธีการทั่วไปที่ใช้ เป็นวิธีการอาศัยวิธีที่จะให้ Weight vector เข้าสู่ Data vector โดยการลบกันคือการหาความผิดพลาดระหว่างกัน แล้วคูณกับอัตราการเรียนรู้แล้วไปรวมกับ Weight เดิม ตามวิธีนี้ก็จะได้เป็นสูตรดังนี้

$$\varepsilon = x - w^t$$

$$w^{t+1} = w^t + \alpha \varepsilon$$

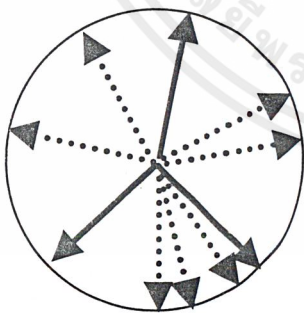
การเทรนโดยปกติจะมีอยู่ 3 ขั้นตอนคือ

1. Initially Random คือ ขั้นตอน que เริ่มต้นสุ่มค่า weight
2. Partially Trained คือ ขั้นตอนที่มีการเทรนเสร็จไปบางส่วน
3. Completely Trained คือ ขั้นตอนที่มีการเทรนเสร็จสมบูรณ์

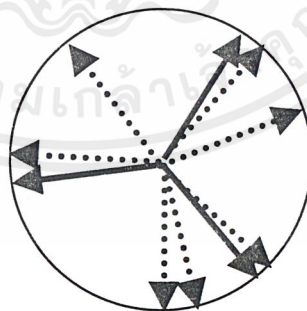
การแสดงกระบวนการเทรนสามารถทำให้เห็น ได้ง่ายในกรณีที่มีอินพุตเป็น 2 มิติดังรูปข้างล่าง ลูกศรเส้นสีดําหมายถึง Weight ลูกศรเส้นประหมายถึงข้อมูลจริง ในรูปขวาสุดที่มีการเทรนเสร็จสมบูรณ์แล้ว Weight จะแบ่งข้อมูลเป็น Cluster โดยแต่ละ Weight จะวางในตำแหน่งที่ใกล้จุดศูนย์กลางของ Cluster

Data Points Are Semi Arrows

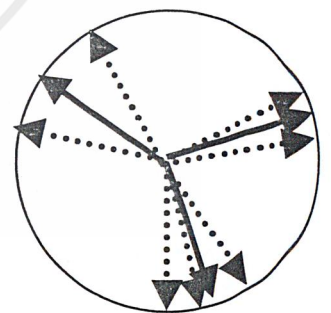
Weights Are Dark Arrows



INITIALLY RANDOM



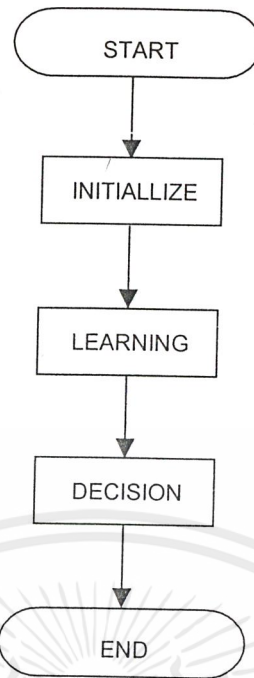
PARTIALLY TRAINED



COMPLETELY TRAINED

รูปที่ 2.8 แสดงกระบวนการเทรนของโคโฮเนนเน็ตเวิร์ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 โฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมโคโฮเนนเน็ตเวิร์ค

2.5.5 อัลกอริทึมการเรียนรู้ของโคโฮเนนเน็ตเวิร์ค

1.หาเอาต์พุตที่มากที่สุด

$$\text{Output} = \sum_{i=0} x_i w_i$$

2.ปรับเปลี่ยนค่า Weight

$$W_{\text{new}} = W_{\text{old}} + \alpha (\text{Input} - W_{\text{old}}) \text{ : ถ้าอยู่ภายใน Neighborhood}$$

$$W_{\text{new}} = W_{\text{old}} \text{ : ถ้าอยู่นอก Neighborhood}$$

3.ลดค่า α และลดขนาด Neighborhood

4.ทำตามข้อ 1 – 3 จนกว่า Input – Weight จะน้อยกว่าค่าที่ต้องการ หรือ ครบรอบการคำนวณสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การรู้จำใบหน้าโดยใช้จีเนติก อัลกอริทึม (Genetic Algorithm)

ลักษณะการวิเคราะห์ตามแบบจีเนติก อัลกอริทึม เป็นการแก้ปัญหาที่ต้องการคำตอบที่ใกล้เคียงหรือเป็นคำตอบที่ดีที่สุด (Optimal Solution) ซึ่งในปัจจุบันปัญหาเหล่านี้มักจะถูกพบในทางวิทยาศาสตร์วิศวกรรมศาสตร์ หรือการทำงานต่างๆ มากขึ้น และสามารถหาคำตอบได้ในหลายๆ เทคนิควิธี โดยปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้เริ่มนำความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี หรือกฎเกณฑ์ทางธรรมชาติมาช่วยในการศึกษาวิจัย จีเนติก อัลกอริทึมก็เป็นวิธีหนึ่งที่จำลองรูปแบบวิธีการทางชีววิทยา ในการกำหนดประชากรรุ่นใหม่และทำการขยายเผ่าพันธุ์ไปยังรุ่นถัดไป ซึ่งอาศัยพื้นฐานทางความคิดของวิวัฒนาการทางธรรมชาติถ่ายทอดลักษณะต่างๆทางพันธุกรรม โดยปฏิบัติตามกระบวนการทางพันธุศาสตร์ เพื่อใช้ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดหรือใกล้เคียงที่สุดของแต่ละปัญหา

ในปัจจุบันปัญหาส่วนใหญ่ของดาต้าไมนิ่งจะมุ่งเน้นไปที่การแยกประเภทหรือการจัดหมวดหมู่และทำการทำนายล่วงหน้าแทนที่จะทำการออปติไมซ์เซชัน (Optimization) เนื่องจากจีเนติก อัลกอริทึมเป็นวิธีการที่ใช้ในการออปติไมซ์ ดังนั้นจีเนติก อัลกอริทึมจึงเป็นวิธีที่ยังไม่ถูกใช้ในการแก้ปัญหาของดาต้าไมนิ่งอย่างแพร่หลายเหมือนกับเทคนิคอื่นๆ แต่ในอนาคตอันใกล้นี้จีเนติก อัลกอริทึมจะเป็นวิธีที่มีบทบาทสำคัญมากขึ้นในดาต้าไมนิ่ง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวิธีอื่นๆ ได้อีกด้วย

2.6.1 พันธุศาสตร์ทางชีววิทยา

เมนเดล (Mendel) ผู้ซึ่งเป็นบิดาแห่งวิชาพันธุศาสตร์ค้นพบว่ายีนส์ (Gense) เป็นหน่วยที่ใช้เก็บลักษณะทางพันธุกรรมและเป็นตัวกำหนดลักษณะภายนอก ซึ่งยีนส์หลายๆ ยีนส์เรียงตัวกันอยู่บนเส้นโครโมโซม (Chromosome) อีกทีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตโดยจะอยู่กันเป็นคู่ๆ แต่จะแตกต่างกันที่ค่าลักษณะต่างๆ ในแต่ละยีนส์เช่น สีผม , สีของดวงตา , สีผิว เป็นต้น เรียกว่าแอลลี (Allele) ซึ่งแบบต่างๆ ของยีนส์ที่มีแอลลีแตกต่างกันในแต่ละตำแหน่งยีนส์เดียวกันเรียกว่า ยีนไทป์ (Genotype) สำหรับลักษณะภายนอกที่ ปรากฏออกมาให้เห็นเรียกว่า ฟีนไทป์ (Phenotype)

วิธีทางพันธุศาสตร์โครโมโซมจะมีโอกาสแลกเปลี่ยนส่วนบางส่วนซึ่งกันและกัน อันเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า ครอสโอเวอร์ (Crossover) โดยการครอสโอเวอร์จะใช้ช่องว่างระหว่างยีนส์นี้เองที่เป็นตำแหน่งที่แตกออกมาในเวลาครอสโอเวอร์ และทำการแลกเปลี่ยนยีนส์ของโครโมโซมส่วนที่อยู่ด้านหลังของรอยแตกซึ่งกันและกัน ประโยชน์ที่ได้จากการทำครอสโอเวอร์ คือทำให้เกิดโอกาสที่จะได้ลักษณะต่างๆกันมาอยู่รวมกันได้หลายแบบมากขึ้น ทำให้รุ่นต่อไปมีความหลากหลายกันมากขึ้น

การคัดเลือก (Selection) ทางพันธุศาสตร์จะมีการคัดเลือกทางธรรมชาติเพื่อเลือก ลักษณะต่างๆ ของ สิ่งมีชีวิตจะสามารถอยู่รอดได้ โดยการคัดเลือกโครโมโซมที่มีลักษณะที่ดี หรือเหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมในการถ่ายทอดไปยังรุ่นถัดไป

มิวเตชัน (Mutation) คือการเปลี่ยนแปลงลักษณะของยีนส์ไปจากเดิมที่ควรจะเป็นไปตาม การถ่ายทอดซึ่งเท่ากับเป็นให้โอกาสแก่ธรรมชาติในการที่จะเลือกลักษณะแปลกๆ มากขึ้น โดย การมิวเตชันทุกๆ ยีนส์มีโอกาสที่จะเกิดเท่าๆ กัน ถ้าผลลัพธ์ของการมิวเตชันเหมาะสมกับสภาพ แวดล้อมในขณะนั้นก็จะคงอยู่ต่อไป

2.6.2 ความรู้เบื้องต้นของจีเนติก อัลกอริทึม

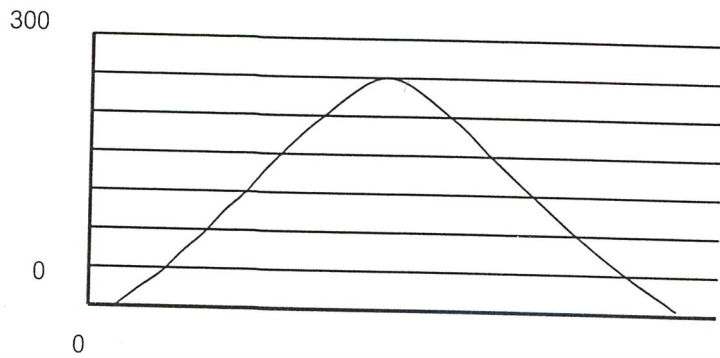
จีเนติก อัลกอริทึมเป็นทฤษฎีวิวัฒนาการทางธรรมชาติ (Natural Evolution) ใน การกำเนิดประชากร (Population) เป็นสิ่งมีชีวิตที่จะอยู่ในรุ่นต่อไป โดยจะยึดหลักการบน การธรรมชาติชีววิทยาประกอบด้วยคัดเลือกทางธรรมชาติ (Natural Selection) หมายถึง การที่โครโมโซมซึ่งประกอบด้วยยีนส์ต่างๆ ที่มีลักษณะที่ดี นั้นก็จะมีโอกาสมีชีวิตรอดในรุ่นถัดไป ไม่มากกว่า และใช้กระบวนการทางพันธุศาสตร์คือการให้กำเนิดโครโมโซมใหม่โดยการผสมพันธุ์ นั้นก็คือการครอสโอเวอร์หรือการกลายพันธ์จากมิวเตชัน

การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากจีเนติก อัลกอริทึมว่าคำตอบนั้นดีหรือไม่ หรือเป็นคำตอบที่ ต้องการหรือไม่ โดยจะวัดจากฟังก์ชันความเหมาะสม (Fitness Function : F) ฟังก์ชันความ เหมาะสมจะใช้ในการกำหนดค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซม เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบว่า โครโมโซมตัวใดมีความเหมาะสมที่จะอยู่รอดในรุ่นถัดไป นั่นคือฟังก์ชันความเหมาะสมจะเป็นตัว แสดงถึงคำตอบที่เกิดขึ้นจากชุดตัวแปรของปัญหาของโครโมโซม

ตัวอย่าง ใช้จีเนติก อัลกอริทึมในการหาค่าสูงสุดของฟังก์ชันที่มีเพียงดั่งแปรเดียว (p) และมีขอบเขตของค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 31 ดังนั้นฟังก์ชันความเหมาะสมคือ

$$F(t) = 31p - p^2$$

ดังแสดงที่รูป 2.10 ค่าตัวแปร (p) ที่ให้ค่าฟังก์ชันความเหมาะสมมากที่สุดก็คือคำตอบ โดยส่วนใหญ่แล้วจะมีการวนทำไปเรื่อยๆ จนกว่าจะไม่มีค่าตัวแปรค่าใดที่ทำให้ค่าฟังก์ชันดีขึ้น

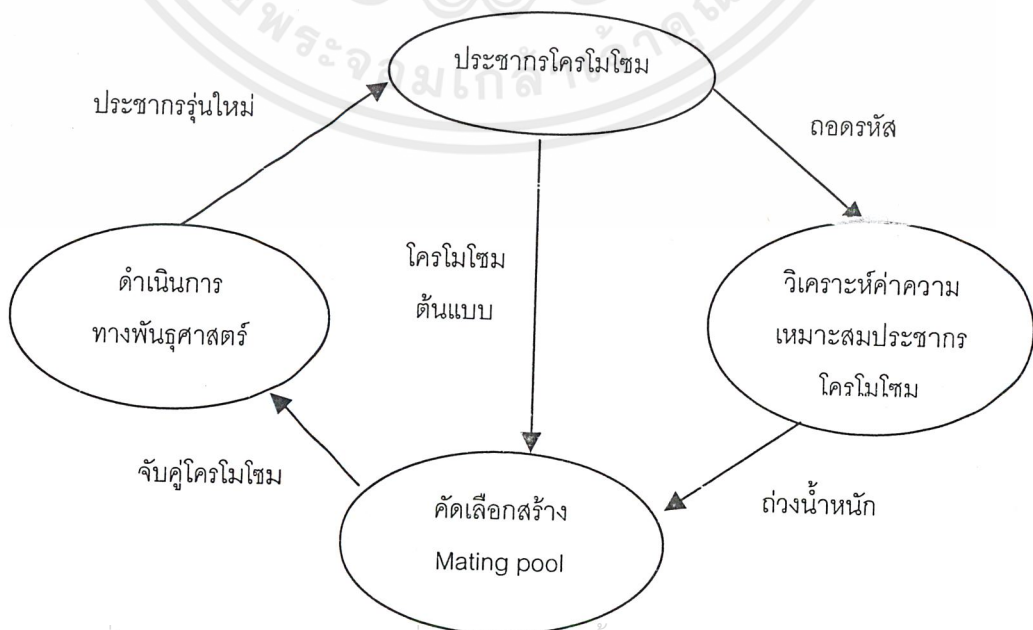


รูปที่ 2.10 ฟังก์ชันที่ใช้ในจีเนติก อัลกอริทึม

31

รูปแบบโครโมโซม จุดเริ่มต้นในการใช้จีเนติก อัลกอริทึมในการแก้ปัญหาคือ การกำหนดโครโมโซม ซึ่งในแต่ละโครโมโซมจะหมายถึงลำดับของข้อมูลต่างๆ ที่จะแปลความหมายแล้วให้คำตอบของปัญหา ดังนั้นรูปแบบของโครโมโซมจึงต้องมีความสอดคล้อง และมีความเข้าใจซึ่งกันและกันกับฟังก์ชันความเหมาะสม การกำหนดรูปแบบของโครโมโซมของแต่ละปัญหาจะทำการแปลงตัวแปร พารามิเตอร์ เงื่อนไข หรือ ข้อกำหนดต่างๆ ให้อยู่ในรูปลำดับของยีนส์บนโครโมโซมหรือเรียกว่าสตริง (String) อันประกอบด้วยบิต (Bit) หรือเรียกว่า อักขระ (Character) ซึ่งค่าของบิตจะแสดงลักษณะต่างๆ ที่เป็นไปได้ หรือค่าตัวแปรและพารามิเตอร์ที่เป็นไปได้ รูปแบบของบิตที่เรียงบนโครโมโซมเรียกว่า ยีนไทป์ (Genotype) ที่จะแสดงถึงค่าตัวแปรและพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เป็นไปได้ชุดหนึ่งเรียกว่า ฟีนไทป์ (Phenotype)

2.6.3 วัฏจักรจีเนติก อัลกอริทึม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 2.11 แสดงวัฏจักรจีเนติก อัลกอริทึม

เมื่อเรากำหนดโครโมโซมและฟังก์ชันความเหมาะสม จีเนติก อัลกอริทึมจะประมวลผลหาคำตอบของปัญหาได้ โดยผ่านวัฏจักรจีเนติก อัลกอริทึมดังรูป 2.11 ซึ่งมี 4 ขั้นตอนดังนี้

1. สร้างประชากรโครโมโซมรุ่นแรกตามรูปแบบของโครโมโซมที่กำหนดไว้ โดยประชากรต้นกำเนิด (Initial Population) เกิดจากการสร้างสุ่มค่าแต่ละบิตในแต่ละโครโมโซม
2. วิเคราะห์ความเหมาะสมในแต่ละโครโมโซม โดยการถอดรหัสค่าตัวแปร พารามิเตอร์ต่างๆของแต่ละบิตในโครโมโซมออกมา และคำนวณค่าความเหมาะสมจากฟังก์ชันความเหมาะสม
3. สร้างชุดของโครโมโซมที่สามารถอยู่รอดเป็นต้นแบบต่อไป (Mating Pool) โดย โครโมโซมที่มีค่าเหมาะสมมากก็มักมีโอกาสได้รับคัดเลือกให้อยู่รอดต่อไป
4. ดำเนินการทางพันธุกรรมโดยการสุ่มคู่ของโครโมโซมต้นแบบ ในบางครั้งเราอาจจะนำคู่โครโมโซมที่มีค่าเหมาะสมน้อยที่สุดมาผ่านขบวนการทางพันธุกรรม เนื่องจากโครโมโซมเหล่านี้มีความเหมาะสมน้อยเป็นที่ไม่ต้องการจึงควรเป็นตัวที่ควรกลายพันธุ์มากที่สุด ขบวนการทางพันธุกรรมคือ การทำครอสโอเวอร์ หรือ การทำการมิวเตชันในบางบิตของโครโมโซม โดยขบวนการนี้มีจุดประสงค์เพื่อต้องการสร้างประชากรโครโมโซมรุ่นใหม่ ที่มีลักษณะแตกต่างออกจากประชากรรุ่นเดิม

การค้นหาคำตอบของจีเนติก อัลกอริทึม จะทำการประมวลผลซ้ำตามวัฏจักรของจีเนติก อัลกอริทึมจนกว่าจะได้คำตอบที่น่าพอใจตามกฎเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หรือในระยะเวลาตามจำนวนรุ่นที่ต้องการดำเนินการจากรูปที่ 2.12 แสดงขั้นตอนการทำงานของจีเนติก อัลกอริทึม และรูปที่ 2.13 แสดงไดอะแกรมการทำงานของจีเนติก อัลกอริทึมแบบง่าย

จีเนติก อัลกอริทึม

BEGIN

T := 0;

// สร้างประชากรโครโมโซมต้นกำเนิดโดยการสุ่ม

Inipopulation P(t);

// วิเคราะห์ค่าความเหมาะสมแต่ละโครโมโซมประชากรต้นกำเนิด

Evaluate P(t);

// ตรวจสอบเงื่อนไขความพอใจ (เช่น เวลา , ค่าความเหมาะสม เป็นต้น)

While not terminate

Begin

t := t+1;

// คัดเลือกโครโมโซมต้นแบบจากประชากรรุ่นก่อน

P'(t) := Select Parents P(t-1);

// ทำการครอสโอเวอร์

Recombination P'(t);

// มีวเตชันโครโมโซมต้นแบบ

Mutation P'(t);

// วิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของประชากรรุ่นใหม่

Evaluate P'(t);

// ประชากรรุ่นใหม่กลายเป็นประชากรรุ่นเก่าต่อไป

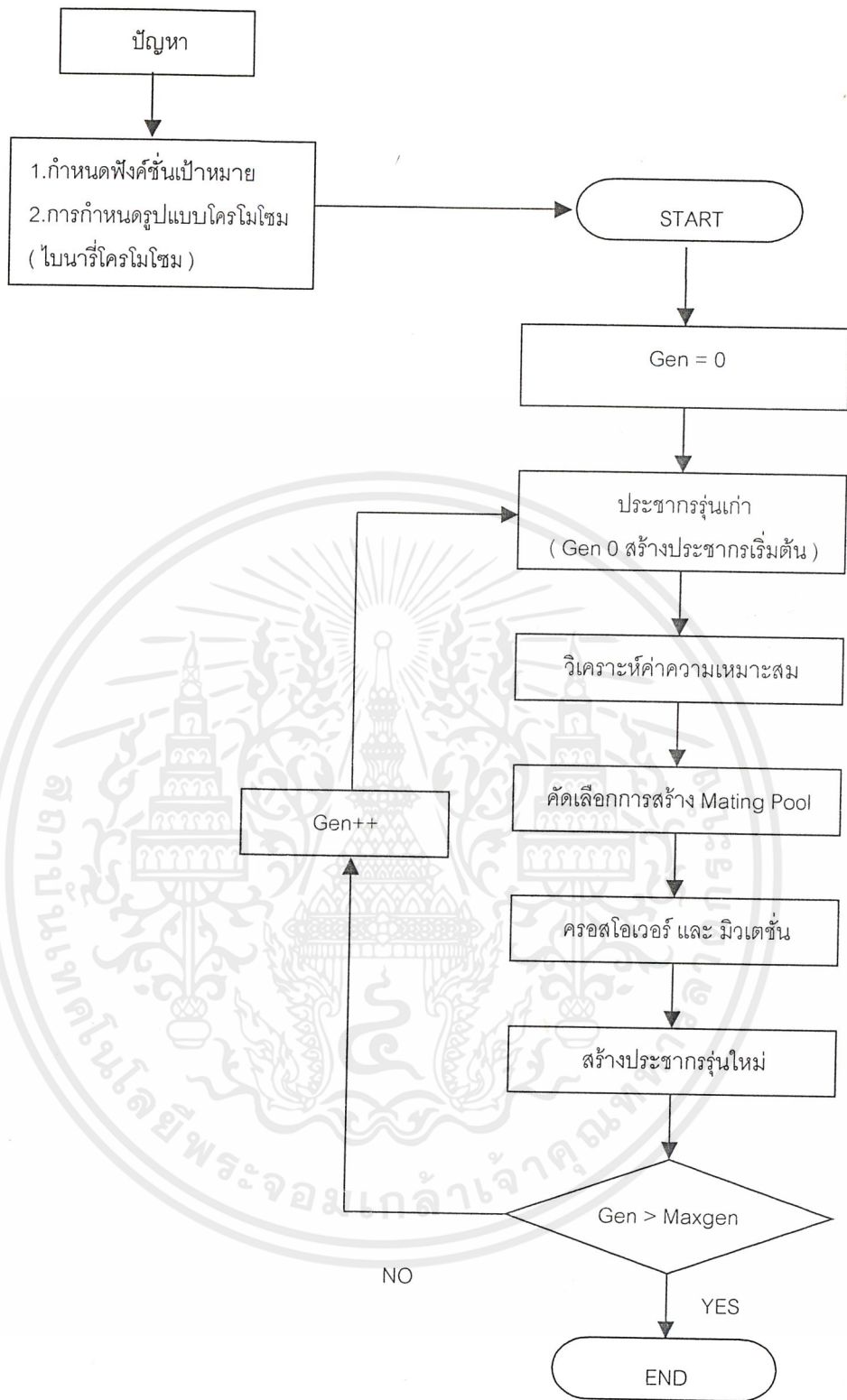
P(t) := P'(t);

End;

END.

รูปที่ 2.12 แสดงขั้นตอนการทำงานของจีเนติก อัลกอริทึม

จากรูปที่ 2.12 แสดงขั้นตอนการทำงานของจีเนติก อัลกอริทึม และรูปที่ 2.13 แสดงไดอะแกรมการทำงานของจีเนติก อัลกอริทึมแบบง่าย



รูปที่ 2.13 แสดงฟลิวชาร์ตการทำงานของจีเนติก อัลกอริทึมแบบง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 ขั้นตอนการทำงานของจีเนติก อัลกอริทึมแบบง่าย (simple Genetic Algorithms : SGA)

ขั้นตอนการทำงานของจีเนติก อัลกอริทึมแบบง่ายจะแบ่งขั้นตอนการทำงานเป็น 2 ส่วนคือ ขั้นตอนการเตรียมการและขั้นตอนการทำงาน

2.6.4.1 ขั้นตอนการเตรียมการ

จะเป็นส่วนของการปรับปรุงรูปแบบของปัญหาให้เหมาะสมกับการนำเสนอจีเนติก อัลกอริทึม ประกอบด้วย

- 1) กำหนดฟังก์ชันความเหมาะสม คือทำการกำหนดฟังก์ชันความเหมาะสม โดยค่าความเหมาะสมที่ต้องการอาจจะเป็นค่าสูงสุด (Max) หรือเป็นค่าทางด้านต่ำสุดก็ได้ (Min)
- 2) การกำหนดรูปแบบโครโมโซม รูปแบบของโครโมโซมในจีเนติก อัลกอริทึมอย่างง่าย มักจะอยู่ในรูปไบนารี (Binary) ซึ่งค่าตัวแปรและพารามิเตอร์ของปัญหาจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบโครโมโซม คือจะประกอบด้วย 0 และ 1 เช่นจากตัวอย่าง เราจะกำหนดโครโมโซมให้อยู่ในรูปไบนารี 5 บิต คือ 00000 ถึง 11111 จะแทนค่า 0 – 31 เป็นต้น

2.6.4.2 ขั้นตอนการทำงาน

จะเป็นขั้นตอนการทำงานพื้นฐานเบื้องต้นของจีเนติก อัลกอริทึม

- 1) ประชากรรุ่นเก่า (Old Population) เป็นชุดของโครโมโซมสร้างขึ้นมาเพื่อที่จะถูกคัดเลือกเป็นต้นแบบสำหรับการสร้างประชากรรุ่นใหม่ (New Population) ในวิวัฒนาการ (Generation : GEN) รุ่นถัดไป โดยส่วนมากประชากรรุ่นเก่าจะหาได้จากการสุ่ม
- 2) วิเคราะห์ค่าความเหมาะสม เป็นขั้นตอนการถอดรหัสจากโครโมโซมแล้วแทนค่าในฟังก์ชันความเหมาะสมของปัญหาในแต่ละโครโมโซม และผลลัพธ์ที่ได้คือค่าความเหมาะสม
- 3) การคัดเลือก (Selection) เป็นขั้นตอนในการจำลองแบบการคัดเลือกแบบการคัดเลือกทางธรรมชาติเพื่อสร้างชุดของโครโมโซมที่สามารถอยู่รอดเป็นต้นแบบต่อไป โดยจะคัดเลือกโครโมโซมรุ่นเก่า ที่มีค่าความเหมาะสมดีจะถูกกำหนดน้ำหนักความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือกในแต่ละครั้งให้สูง เพื่อสร้างโอกาสให้รอดไปเป็นต้นแบบให้กับรุ่นถัดไป การกำหนดความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือกต่อการสุ่มแต่ละครั้ง (Probability of Selection Value : Pselect) ของแต่ละโครโมโซม โดยจะกำหนดค่าความเหมาะสมเทียบกับผลรวมค่าความเหมาะสมทั้งหมดดังสมการ

$$P_{select_i} = F_i / \sum F$$

ซึ่งสามารถคำนวณค่าที่คาดหวังได้เป็น (Expected Value : E)

$$E_i = P_{select_i} * popsize = F_i / \bar{F}$$

สำหรับการสุ่มโครโมโซมของจีเนติก อัลกอริทึมแบบง่าย จะใช้แบบจำลองการหมุนวงล้อ ถ่วงน้ำหนัก (Roulette Wheel : RW) ซึ่งจะกำหนดขนาดของช่องวงล้อตามความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้ในแต่ละครั้งของแต่ละโครโมโซมมีวิธีการดังนี้

- 3.1 หาค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซม
- 3.2 หาคความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้ในแต่ละครั้งของแต่ละโครโมโซม
- 3.3 หาคความถี่สะสม (q) ของความน่าจะเป็นของแต่ละโครโมโซมดังสมการ

$$q_i = \sum_{j=1}^i P_{select_j}$$

- 3.4 สร้างเลขสุ่มจำนวนจริง (r) ที่มีค่าอยู่ในช่วง [0.0 , 1.0]
- 3.5 เลือกโครโมโซมลำดับที่ r ซึ่ง r มีค่าอยู่ระหว่าง q_{i-1} และ q_i

จากวิธีดังกล่าวจะเห็นได้ว่าโครโมโซมตัวใดที่มีความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือกน้อย ๆ จะมีโอกาสที่ถูกเลือกน้อยลงเพราะช่วงระหว่าง q_{i-1} และ q_i จะแคบทำให้โอกาสที่ r จะตกลงบริเวณนั้นน้อย ในทางตรงกันข้ามโครโมโซมตัวใดที่มีความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือกมาก จะมีโอกาสที่จะถูกเลือกมากขึ้นเพราะช่องว่างระหว่าง q_{i-1} และ q_i จะกว้างตามค่าความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือก ทำให้โอกาสที่ r จะตกลงสู่บริเวณนั้นมาก ซึ่งสอดคล้องกับสิ่งที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ถ้าความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือกมีค่ามากก็จะมีโอกาสที่จะถูกเลือกไปเป็นประชากรรุ่นใหม่สูง

4) การดำเนินการทางพันธุกรรม เป็นขั้นตอนจำลองแบบธรรมชาติทางพันธุกรรมศาสตร์ของจีเนติก อัลกอริทึมแบบง่าย คือการครอสโอเวอร์ และการมิวเตชัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

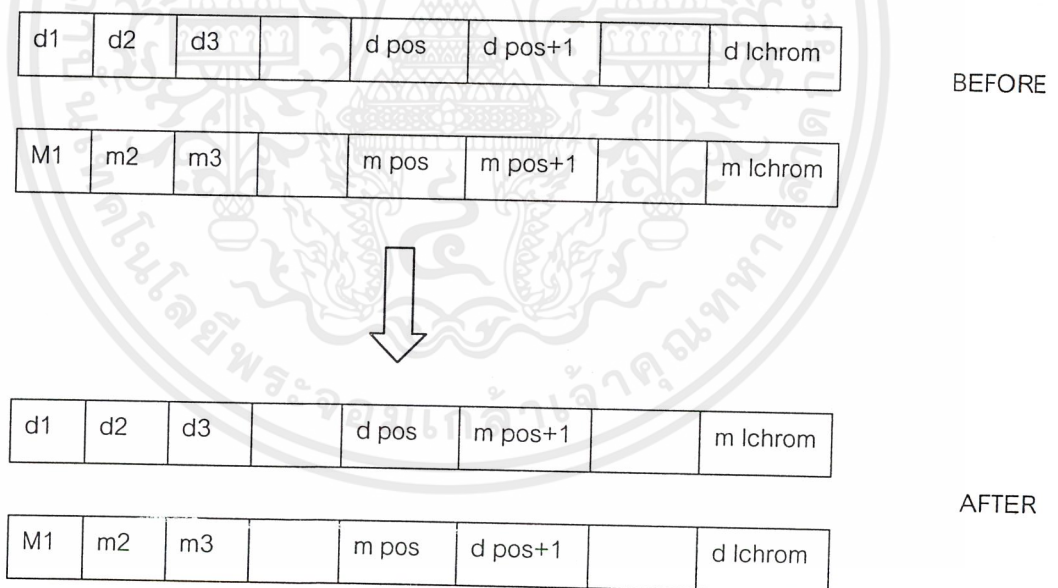
การครอสโอเวอร์ เป็นตัวดำเนินการแลกเปลี่ยนส่วนของโครโมโซมพ่อแม่ ตามการกำหนดอัตราความน่าจะเป็นที่จะเกิดของการครอสโอเวอร์ (Probability of Crossover : P_c) มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4.1 สุ่มในการจับคู่โครโมโซมของพ่อ – แม่ในชุดของโครโมโซมที่สามารถอยู่รอดเป็นต้นแบบต่อไปที่ได้จากการคัดเลือก
- 4.2 สร้างเลขสุ่มจำนวนจริง (r) มีค่าอยู่ในช่วง [0.0 , 1.0] โดยถ้า $r \leq Pc$ แล้วโครโมโซมจะมีการครอสโอเวอร์
- 4.3 ทำการสุ่มตำแหน่ง (Pos) เป็นตำแหน่งที่จะใช้ในการครอสโอเวอร์ ซึ่งตำแหน่งในการครอสโอเวอร์จะอยู่ในช่วง [1 , lchrom - 1]
- 4.4 ทำการครอสโอเวอร์ โดยการแลกเปลี่ยนบิตของคู่โครโมโซมพ่อแม่ ตั้งแต่ตำแหน่งถัดไปที่จะใช้ในการครอสโอเวอร์ถึงบิตสุดท้าย ซึ่งจะทำให้เกิดโครโมโซมลูกใหม่ขึ้น 2 โครโมโซม การครอสโอเวอร์แสดงดังรูป 2.14

ในการครอสโอเวอร์นั้นอาจจะมีตำแหน่งในการครอสโอเวอร์มากกว่า 1 ตำแหน่งและสามารถทำการ ครอสโอเวอร์ในแต่ละรุ่นได้มากกว่า 1 คู่ขึ้นกับอัตราความน่าจะเป็นที่จะเกิดของการครอสโอเวอร์ดังนี้

$$\text{จำนวนของการครอสโอเวอร์} = Pc * (\text{popsize} / 2)$$



รูปที่ 2.14 การครอสโอเวอร์แบบ 1 จุด

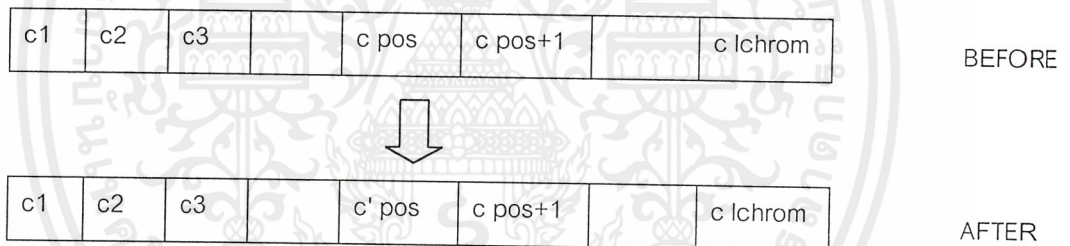
มิวเตชัน เป็นตัวดำเนินการผ่าเหล่าตัวหนึ่งที่จะช่วยให้โครโมโซม มีค่าความเหมาะสมดีขึ้นหลังจากการครอสโอเวอร์ โดยทำการกลับค่าบิตเป็นค่าใหม่ในตำแหน่งบิตที่สามารถสุ่มได้ตามอัตราความน่าจะเป็นของการมิวเตชันในแต่ละบิต (Probability of Mutation : Pm) ที่

กำหนดสำหรับจีเนติก อัลกอริทึมอย่างง่าย การมิวเตชันจะใช้วิธีการกลับค่าบิตเป็นค่าคอมพลีเมนต์คือจาก 0 เป็น 1 หรือจาก 1 เป็น 0 แสดงดังรูป 2.15 โดยจำนวนบิตที่จะถูกทำการมิวเตชันสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{จำนวนของการมิวเตชัน} = P_m * \text{popsize} * l_{\text{chrom}}$$

โดยการมิวเตชันจะทำการสุ่ม r ของแต่ละตำแหน่งบิตในแต่ละโครโมโซม โดยถ้าค่าของ r ณ. แห่งของบิตใดในแต่ละโครโมโซมใดที่มีค่า $r \leq P_m$ ค่าของบิต ณ. ตำแหน่งนั้นจะถูกทำการมิวเตชัน

5) ประชากรรุ่นใหม่ เป็นชุดของโครโมโซมลูกที่เกิดจากขั้นตอนของการวิวัฒนาการต่างๆ ทั้งหมด ประชากรรุ่นใหม่จะถูกถ่ายทอดกลายเป็นประชากรรุ่นเก่าสำหรับวิวัฒนาการรุ่นถัดไป ซึ่งเรียกวิวัฒนาการแบบนี้ว่า "การถ่ายทอดแบบทั่วไปหรือรีโพรดักชันทั่วไป (General Reproduction)" กระบวนการต่างๆ จะถูกปฏิบัติซ้ำๆ จนกระทั่งถึงรุ่นมากที่สุด (Max Generation : Max_Gen) ที่ต้องการ



รูปที่ 2.15 แสดงไบนารีมิวเตชัน

บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง

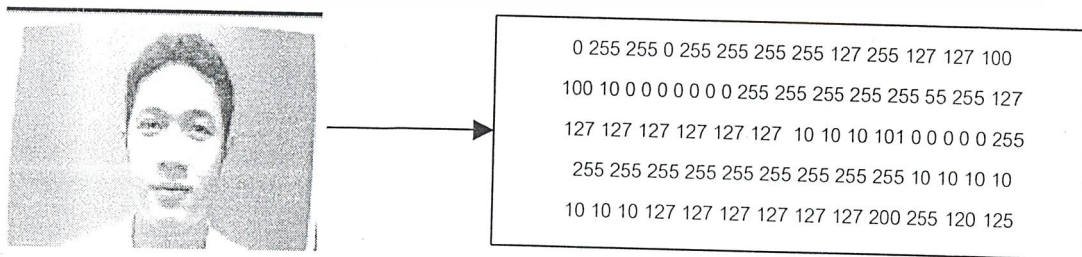
ระบบรู้จำใบหน้าสำหรับปัญญาประดิษฐ์ เป็นระบบรู้จำใบหน้าแบบง่าย เป็นระบบที่ใช้ตรวจสอบความถูกต้องของใบหน้าที่อยู่ในฐานข้อมูล ซึ่งระบบนี้สามารถใช้ตรวจสอบได้เพียง 1 บุคคลเท่านั้น นั่นคือจะต้องทำการเรียกฐานข้อมูลใบหน้าของบุคคลที่ต้องการตรวจสอบขึ้นมา ก่อน แล้วจึงนำไฟล์ใบหน้าที่ต้องการตรวจสอบไปทำการเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลอีกที่ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

มีบริษัทตัวอย่างบริษัทหนึ่งที่ใช้ระบบรู้จำใบหน้า ในการตรวจสอบการเข้ามาทำงานของพนักงานซึ่งทำให้พนักงานของบริษัทต้องทำการเก็บข้อมูลรูปใบหน้า ที่ได้มาจากการถ่ายรูปหน้าตรงและไม่สวมแว่นมาใช้ในการเก็บเป็นฐานข้อมูลใบหน้าของพนักงานแต่ละคน และมีการออกบัตรพนักงานที่จะใช้ในการตรวจสอบใบหน้าซึ่งจะเป็นตัวเรียกฐานข้อมูลใบหน้าของพนักงานคนนั้น มาใช้ในการตรวจสอบกับใบหน้าที่พนักงานคนนั้น โดยพนักงานจะทำการเสียบบัตรแล้วนำหน้าไปให้กล้องจับภาพใบหน้าพนักงานในขณะนั้น แล้วข้อมูลใบหน้าอันนั้นจะไปตรวจสอบกับใบหน้าพนักงานในฐานข้อมูล ว่าเป็นตัวจริงหรือไม่ ซึ่งถ้าบริษัทตัวอย่างนี้มีจริง จะมีการทำการเปลี่ยนฐานข้อมูลใบหน้าของพนักงานในระยะเวลาอันเหมาะสม เช่น 6 เดือน หรือ 12 เดือนเพื่อสอดคล้องกับใบหน้าที่พนักงานที่เปลี่ยนไป

จากตัวอย่างที่กล่าวมา จึงได้มีการออกแบบในส่วนของ การเก็บฐานข้อมูลใบหน้าและการทดสอบใบหน้า ซึ่งการทดสอบใบหน้าได้มีการออกแบบเป็น 2 แบบเพื่อใช้ในการหาความถูกต้องในการทดสอบมากที่สุด

ในระบบรู้จำใบหน้าจะมี Input Output ดังนี้

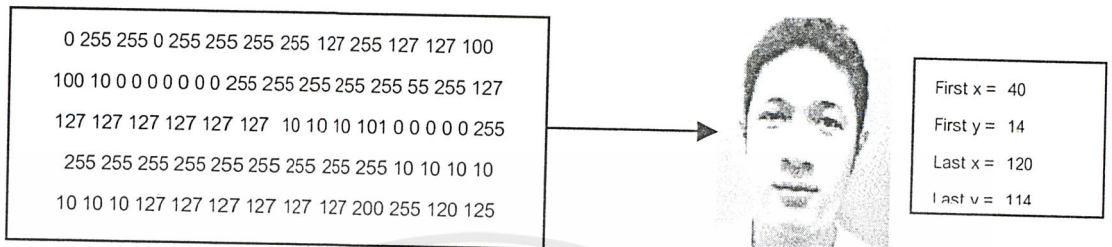
เมื่อต้องการใช้ระบบรู้จำใบหน้า จะมีการนำไฟล์รูปภาพเข้าเก็บไว้ในหน่วยความจำที่เป็น Array ขนาด 160 x 120 ซึ่งข้อมูลจะเป็น Greyscale ที่มีนามสกุล เป็น PCX ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 รูปที่ได้จากไฟล์เก็บลงใน หน่วยความจำ

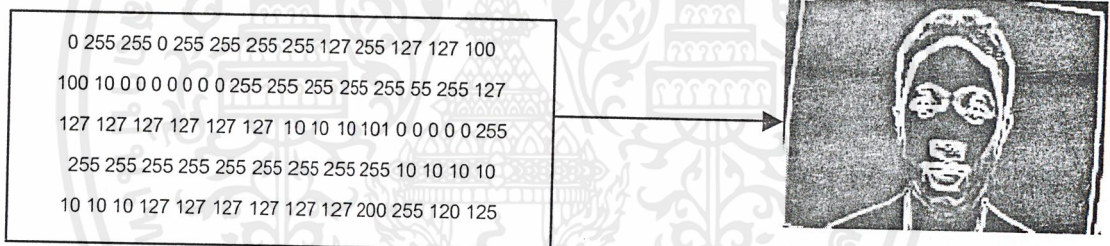
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อข้อมูลเก็บลงในหน่วยความจำแล้ว จะทำการ Image Process ซึ่งจะทำการหาขอบของรูปก่อนซึ่งจะหาตำแหน่งของใบหน้าแล้วเก็บค่าตำแหน่งของขอบรูปเอาไว้ ซึ่งจะแสดงดังรูปที่ 3.2



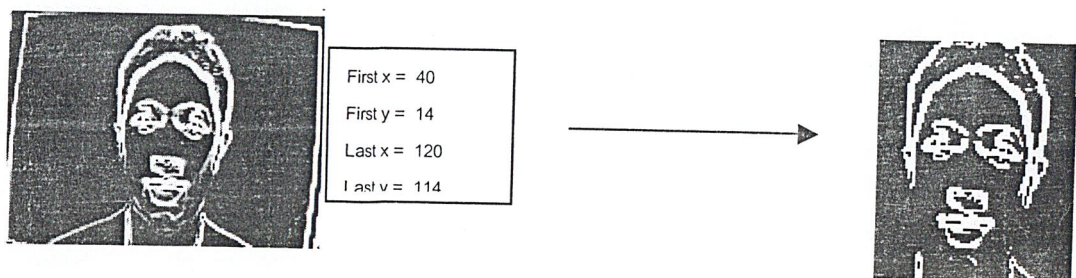
รูปที่ 3.2 รูปที่หาขอบได้แล้ว

เมื่อหาขอบรูปได้ กระบวนการ Image Process จะนำหน่วยความจำที่เก็บรูปมาผ่านกระบวนการ Sobel แล้วแสดงผลออกมา จะได้ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 กระบวนการ Sobel

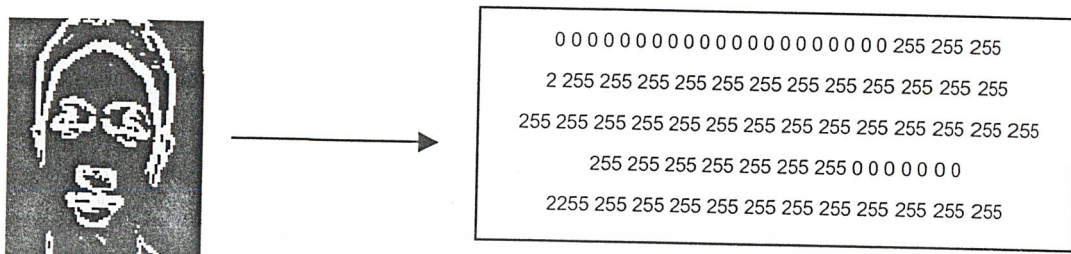
เมื่อได้ภาพที่ผ่านกระบวนการ Sobel จะนำค่าตำแหน่งของขอบที่หาไว้ มากำหนดตำแหน่งภาพที่ผ่าน Sobel ซึ่งจะได้ภาพที่ผ่านกระบวนการ Sobel ที่มีขนาดเท่ากับขอบรูป แล้วนำภาพนั้นมาผ่านกระบวนการ Threshold ซึ่งจะมีลักษณะดังรูป 3.4



รูปที่ 3.4 รูปที่ผ่านกระบวนการ Threshold

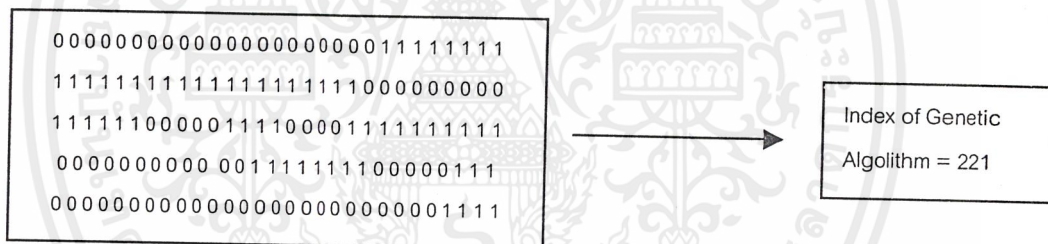
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งรูปที่ผ่านกระบวนการ Threshold จะมีการเก็บในหน่วยความจำที่เป็น Array ขนาดเท่ากับขอบรูป และจะเก็บค่าเพียง 2 ค่าคือ 0 กับ 255 ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ข้อมูลใน Array ที่มีการผ่านกระบวนการ Threshold

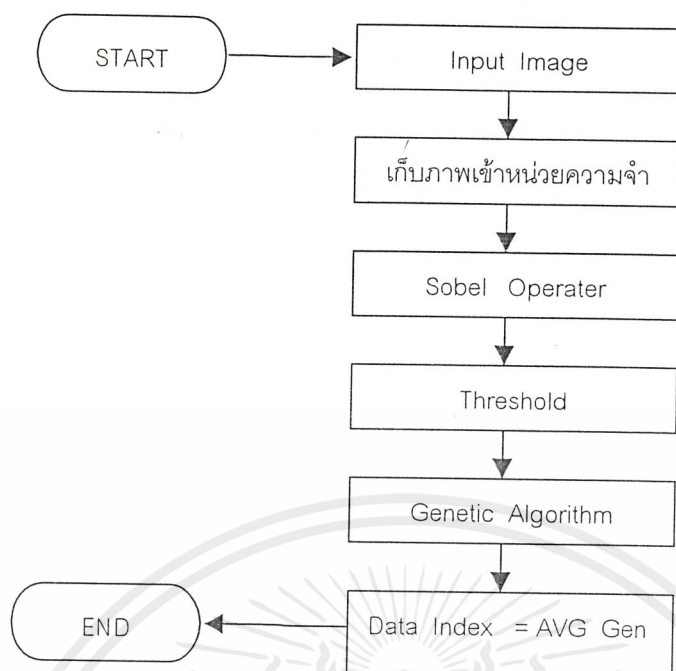
หลังจากนั้นจะทำการแปลงค่าข้อมูลของรูปในหน่วยความจำ ให้มีค่าเพียง 0 กับ 1 เพื่อใช้ในการทำ Genetic เพื่อหาค่า Index ของไฟล์รูปนั้น ซึ่งจะแสดงดังในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ข้อมูลถูกแปลงเป็น 0 กับ 1 เพื่อใช้ใน Genetic

3.1 การออกแบบส่วนเก็บฐานข้อมูลใบหน้า

การออกแบบในส่วนของการเก็บข้อมูล มีไดอะแกรมดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.7 Image Processing Diagram

จากรูปที่ 3.7 แสดง Algorithm ของการแปลงไฟล์รูปโดยแยกเป็นส่วน ๆ ได้ดังนี้

3.1.1 Input Image

เป็นส่วนของการนำไฟล์รูปที่ได้จากกล้องหรือวิธีอื่น ๆ มาใช้ในการประมวลผลภาพ

3.1.2 การเก็บภาพเข้าหน่วยความจำ

เป็นการนำข้อมูลจากไฟล์ไปเก็บในส่วนของหน่วยความจำโดยจะตัดขอบของรูปให้ได้ขนาดของรูปหน้าที่ใช้ในการประมวลผลได้

3.1.2 Sobel Operator

ในส่วนของ Sobel Operator เป็นการนำรูปที่มีขนาดที่สามารถใช้ในการคำนวณหรือตัดขอบได้บริเวณใบหน้าแล้ว จะทำการแปลงให้รูปออกมาในลักษณะที่มีรายละเอียดของใบหน้า เช่น เส้นขอบหน้า , เส้นคิ้ว เพื่อให้รายละเอียดส่วนนี้ไปใช้ในการคำนวณ

3.1.3 Threshold

Threshold เป็นการขจัดส่วนที่จะทำให้ข้อมูลผิดพลาดที่เกิดจากการ Sobel ออกไปบางส่วน เช่น Background , ส่วนที่เกิดจากเงาของแสง ซึ่งข้อมูลส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ไม่ค่อยละเอียดเท่าไร

3.1.4 Genetic Algorithm

เป็นการนำข้อมูลรูปที่ผ่านการ Sobel และ Threshold แล้ว มาผ่านกระบวนการ Genetic เพื่อหาค่า Index ของรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 Data Index = AVG Gen

เมื่อข้อมูลรูปได้ผ่านกระบวนการ Genetic แล้ว จะเอาค่าเฉลี่ย (Average) ของค่าที่ได้จากสมการ Fitness ของแต่ละลำดับ (Pop size) มาเป็นค่า Index ของใบหน้านั้นๆ แล้วจะทำการเก็บค่า Index นั้นลงฐานข้อมูล

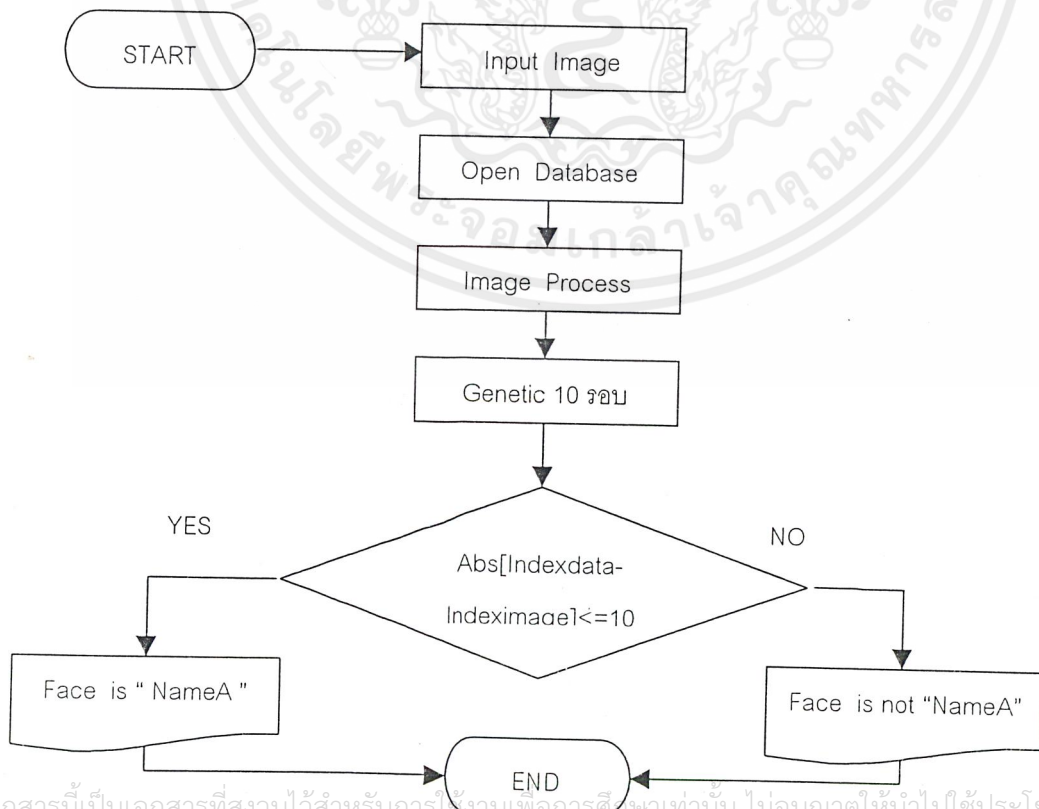
3.2 การออกแบบส่วนที่ใช้ในการทดสอบ

การออกแบบการทดสอบนั้นได้มีการออกแบบเป็น 3 แบบ เพื่อให้การทดสอบมีความถูกต้องมากที่สุด ซึ่งออกแบบเป็น Test1 , Test2 , Test3

3.2.1 การทดสอบ Test1

การทดสอบโปรแกรม Test1 เป็นโปรแกรมที่มีการ Gen 10 รอบ และมีการตรวจสอบค่า Index ของใบหน้าที่ใช้ในการทดสอบกับฐานข้อมูล โดยเปรียบเทียบค่า 2 ค่านี้ว่าแตกต่างกันมากกว่า 10 หน่วยหรือไม่ โดยใช้สมการในการทดสอบคือ $10 < \text{abs} [\text{Indexdatabase} - \text{Indeximage}]$ ซึ่ง Indexdatabase คือค่าตรวจที่ได้ในฐานข้อมูล Indeximage คือค่าตรวจที่ได้จากภาพใบหน้ามาทดสอบ และ abs คือค่าสัมบูรณ์ของความแตกต่าง ถ้ามีความแตกต่างมากกว่า 10 โปรแกรมจะไม่ยอมรับว่าใบหน้าที่ใช้เปรียบเทียบกับฐานข้อมูลเป็นคนละคนกัน แต่ถ้ามีค่าความแตกต่างไม่เกิน 10 หน่วยโปรแกรมจะยอมรับใบหน้าที่ใช้ทดสอบกับฐานข้อมูลเป็นใบหน้าเดียวกัน

โดยโปรแกรม Test1 มีการออกแบบดังรูป 3.8



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 3.8 Flowchart ในการทดสอบของโปรแกรม Test1

จากรูป 3.8 การออกแบบมีส่วนสำคัญดังนี้

3.2.1.1 Input Image

เป็นการนำไฟล์ข้อมูลรูปภาพที่ต้องการนำมาทดสอบกับฐานข้อมูล

3.2.1.2 Open Database

เป็นการเลือกฐานข้อมูลมาทดสอบกับใบหน้าที่ได้ Input เข้ามา

3.2.1.3 Image Process

เมื่อเลือกฐานข้อมูลที่ต้องการทดสอบกับไฟล์ใบหน้าแล้ว จะนำไฟล์ใบหน้าไปทำการหาขอบ , Sobel , Threshold เพื่อจะได้นำไฟล์ข้อมูลนี้ไปผ่าน Genetic ต่อไป

3.2.1.4 Genetic

เป็นการนำไฟล์ใบหน้าที่ผ่านกระบวนการ Image Process แล้ว มาใช้กระบวนการ Genetic เพื่อหาค่า Index ของรูปหน้านั้น เนื่องจากโปรแกรม Test1 มีการทำ Gen 10 รอบ จึงนำค่า Index จากรอบที่ 10 มาเป็นค่า Index ของภาพ

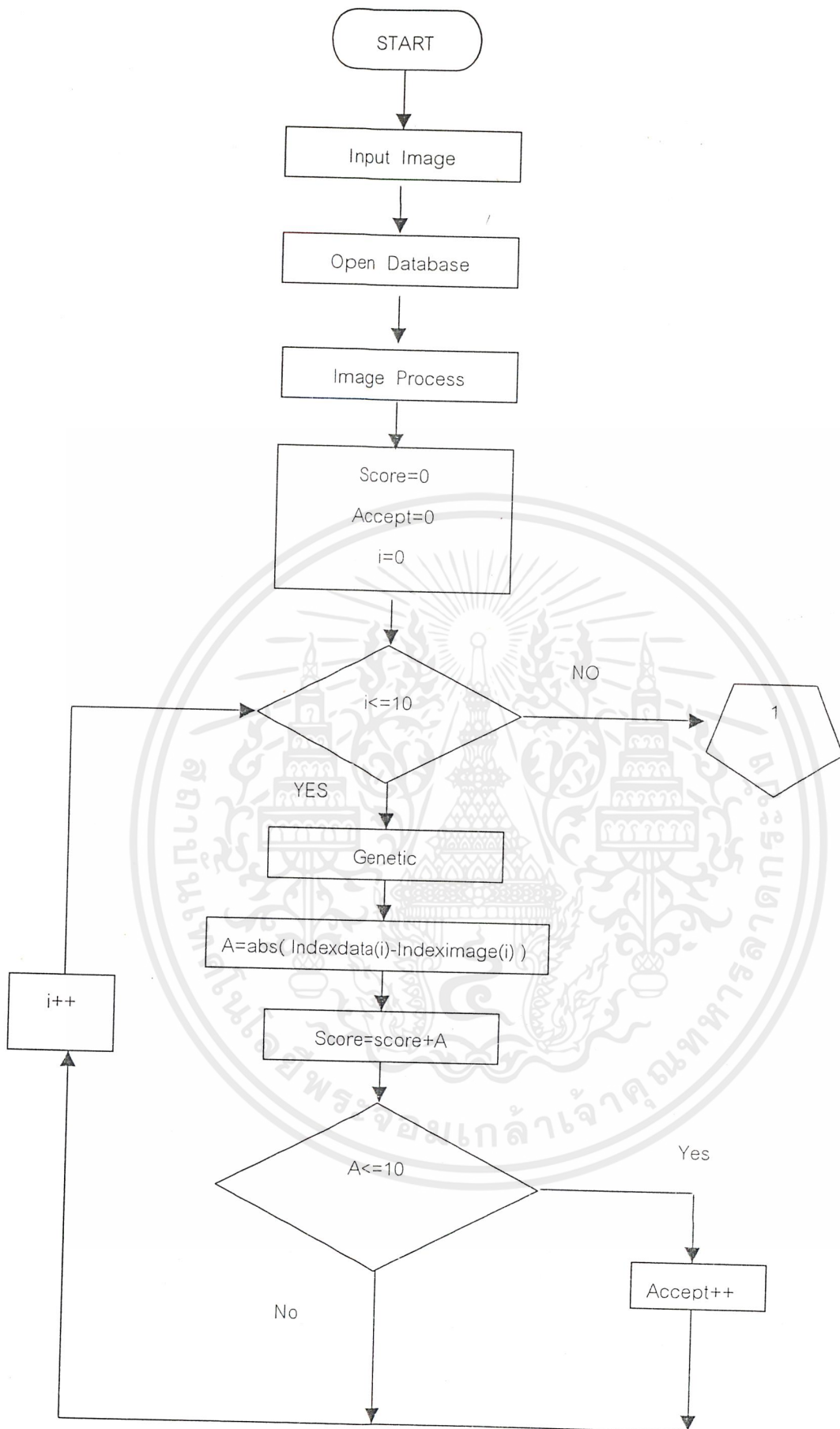
3.2.1.5 $Abs[Indexdata-Indeximage] \leq 10$

เป็นการเปรียบเทียบค่าที่ผ่านการ Gen มาเปรียบเทียบกับค่าในฐานข้อมูล ถ้าค่าแตกต่างกันไม่เกิน 10 จะยอมรับว่า ไฟล์ใบหน้าที่ Input เข้ามานั้นเป็นใบหน้าเดียวกันกับใบหน้าในฐานข้อมูล และจะแสดงผลการทดสอบออกมาว่าใบหน้านั้นเป็นคนเดียวกัน แต่ถ้าค่ามีความแตกต่างมากกว่า 10 แล้ว โปรแกรมไม่ยอมรับว่าเป็นคนเดียวกัน และจะแสดงผลการทดสอบออกมาว่าเป็นคนละคนกัน

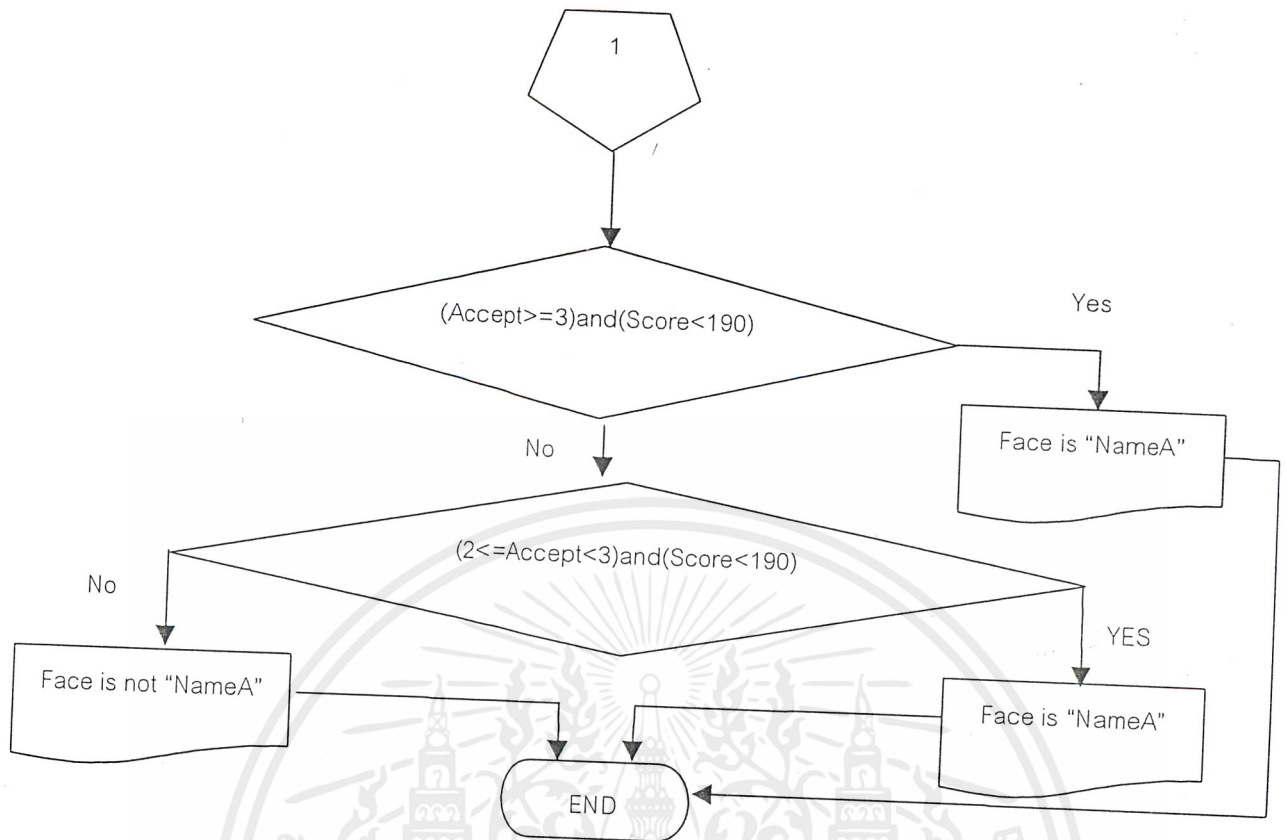
3.2.2 การทดสอบ Test2

การทดสอบโปรแกรม Test2 เป็นการทดสอบโดยการเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลจะเก็บค่าการ Genetic ทั้ง 10 รอบไว้ใช้ในการเปรียบเทียบ และเมื่อมีไฟล์ใบหน้ามาทดสอบ โปรแกรมจะทำการ Genetic ไฟล์ใบหน้า 10 รอบ และเอาค่าการ Genetic ทั้ง 10 รอบมาเปรียบเทียบกับค่าในฐานข้อมูลทั้ง 10 ค่า ซึ่งจะทำการเปรียบเทียบของแต่ละรอบมาเปรียบเทียบ และมีการเก็บค่าที่แตกต่างของแต่ละรอบมาเก็บเป็นค่า Error แล้วจะทำการเปรียบเทียบซึ่งมีเงื่อนไขคือ ถ้าใน 1 รอบมีค่าความแตกต่างไม่เกิน 10 โปรแกรมจะทำการเก็บเป็นค่ายอมรับ 1 ค่า และเมื่อครบ 10 รอบแล้วจะรวมค่ายอมรับถ้าค่ายอมรับมากกว่าหรือเท่ากับ 3 และค่า Error รวมของการ Genetic ทั้ง 10 รอบมีค่าไม่เกิน 190 แล้วโปรแกรมจะยอมรับว่าใบหน้าที่นำมาทดสอบกับฐานข้อมูลเป็นใบหน้าเดียวกัน หรือ ค่ายอมรับอยู่ระหว่าง 2 กับ 3 และค่า Error มีค่าไม่เกิน 250 แล้วโปรแกรมจะยอมรับว่าไฟล์ใบหน้าและฐานข้อมูลเป็นคนเดียวกัน

โปรแกรม Test2 มี Algorithm ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 Flowchart ในการทดสอบของโปรแกรม Test2

จากรูปที่ 3.9 จะแสดงให้เห็นการทำงานของ Test2 ซึ่ง Test2 มีส่วนที่คล้าย Test1 ในส่วนของการนำไฟล์มาทดสอบ จึงขออธิบายส่วนที่แตกต่างใน Test2 คือ

3.2.2.1 Score และ Accept

Score จะเป็นตัวเก็บค่า Error ของการทดสอบไฟล์ใบหน้ากับฐานข้อมูลแต่ละรอบที่ทำการ Genetic ซึ่งต้องกำหนดค่าเริ่มแรกให้เป็น 0 และค่าที่เก็บจะเป็นค่ารวมของความแตกต่างระหว่างไฟล์ใบหน้ากับฐานข้อมูล

Accept เป็นตัวเก็บค่าการยอมรับใบหน้าที่นำมาทดสอบกับใบหน้าในฐานข้อมูล ซึ่งค่า Accept ค่าสุดท้ายคือผลรวมการยอมรับของใบหน้าที่นำมาทดสอบกับฐานข้อมูลในแต่ละรอบของการทำ Genetic

3.2.2.2 $i \leq 10$

เป็นการวนลูป 10 รอบเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ

3.2.2.3 Genetic

เป็นการนำไฟล์ภาพมาทำกระบวนการ Genetic

$$3.2.2.4 \quad A = \text{abs}(\text{indexdatabase}(i) - \text{indeximage}(i))$$

หาค่าความแตกต่างของการเปรียบเทียบระหว่างไฟล์ไบท์กับฐานข้อมูล เพื่อเก็บเป็นค่า Error และใช้ในการตรวจสอบการยอมรับไบท์

$$3.2.2.5 \quad A \leq 10$$

เป็นการเปรียบเทียบค่า A ที่ได้จากข้อ 3.2.2.4 มาคำนวณค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 หรือไม่ (การเปรียบเทียบระหว่างการ Indexdatabase กับค่า Indeximage แต่ละรอบ) ซึ่งจะเก็บเป็นค่ายอมรับ

$$3.2.2.6 \quad (\text{Accept} \geq 3) \text{and} (\text{Score} < 190)$$

เป็นการเปรียบเทียบเมื่อค่า Accept นั้นมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 3 และมีค่า Error (Score) ไม่มากกว่า 190

$$3.2.2.7 \quad (3 > \text{Accept} \leq 2) \text{and} (\text{Score} < 250)$$

เป็นการเปรียบเทียบการยอมรับรอบ 2 เมื่อค่า Accept นั้นน้อยกว่าการยอมรับแรก ซึ่งค่า Accept มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 แต่น้อยกว่า 3 และมีค่า Error ไม่เกิน 250

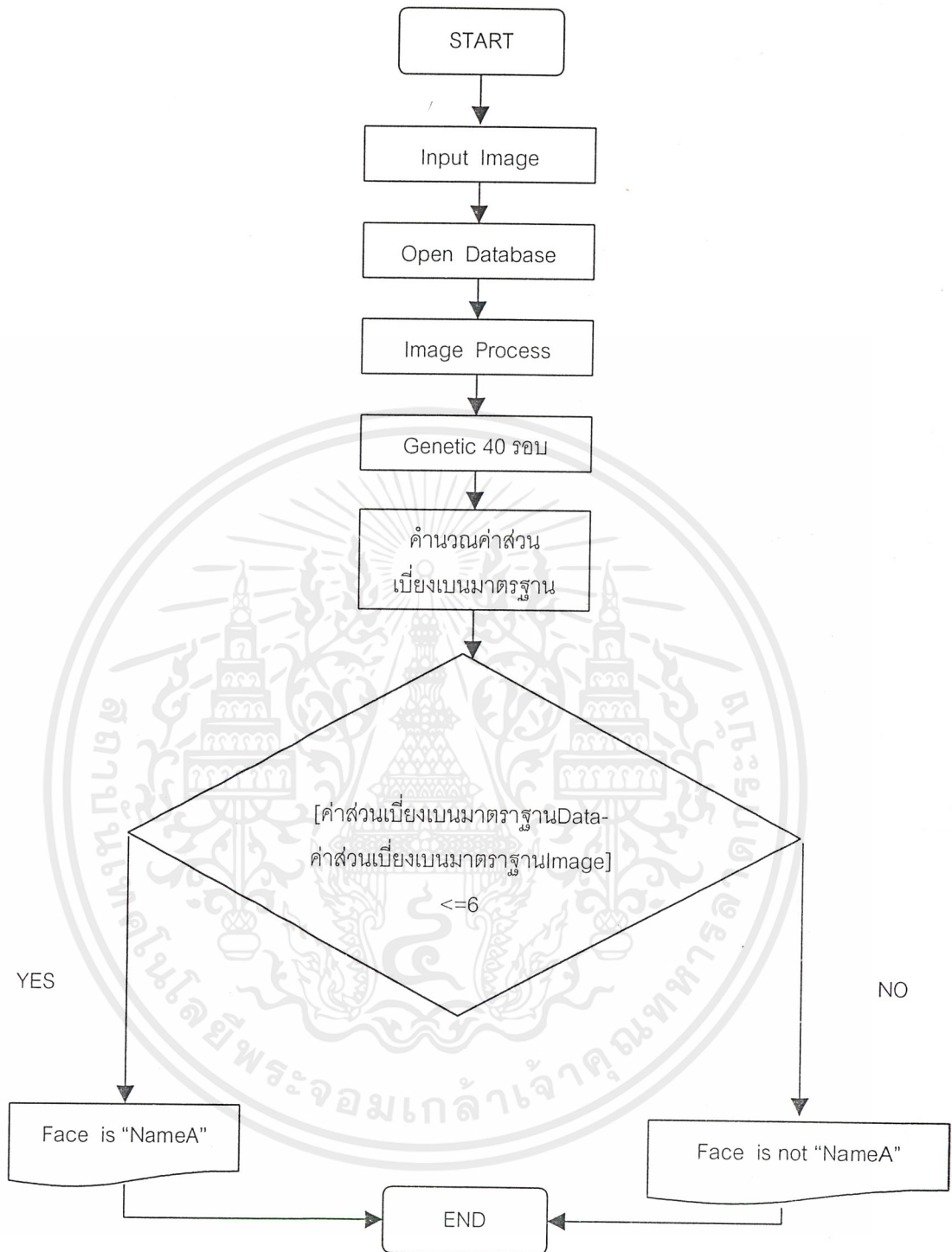
3.2.3 การทดลอง Test3

การทดสอบโปรแกรม Test3 เป็นโปรแกรมที่มีการ Gen 40 รอบ และมีการตรวจสอบค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานซึ่งได้จากสูตร

$$\text{ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน} = \sqrt{\frac{\sum (\text{ค่า genetic ที่ได้} - \text{ค่าเฉลี่ยของค่า genetic})^2}{\text{จำนวนรอบของการหาค่า genetic}}}$$

โดยเปรียบเทียบค่าเบี่ยงเบนของไบท์ทดสอบกับฐานข้อมูล 2 คำนี้นี้ว่าแตกต่างกันมากกว่า 6 หน่วยหรือไม่ ถ้ามีความแตกต่างมากกว่า โปรแกรมจะไม่ยอมรับว่าไบท์ที่ใช้เปรียบเทียบกับฐานข้อมูลเป็นคนละคนกัน แต่ถ้ามีค่าความแตกต่างไม่เกิน 6 หน่วยโปรแกรมจะยอมรับไบท์ที่ใช้ทดสอบกับฐานข้อมูลเป็นไบท์เดียวกัน

โดยโปรแกรม Test3 มีการออกแบบดังรูป 3.10



รูปที่ 3.10 Flowchart ในการทดสอบของโปรแกรม Test3

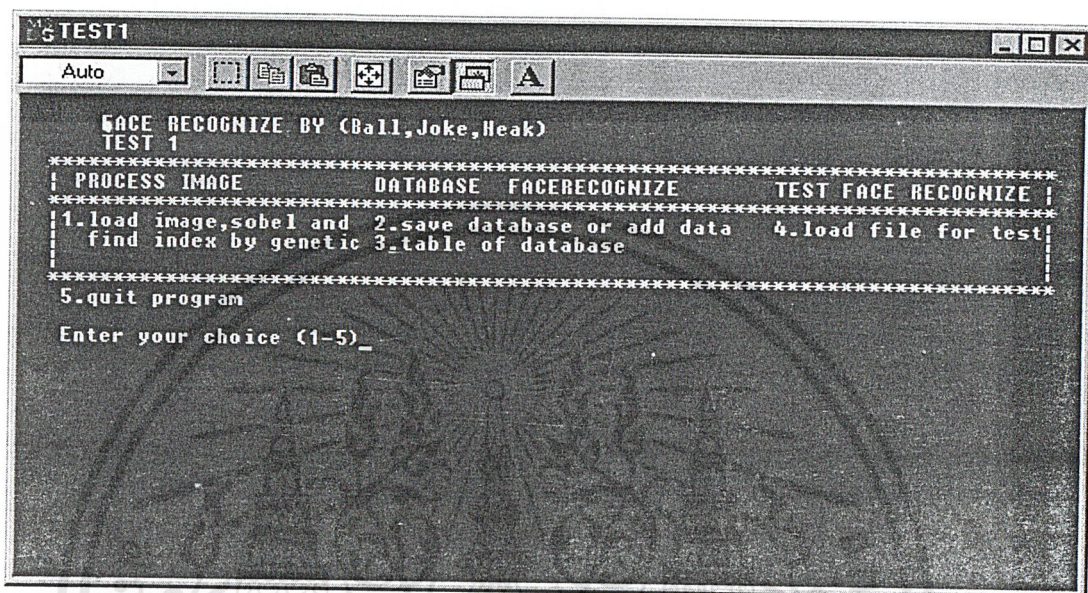
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ขั้นตอนการทำงาน

เมื่อทำการเรียกโปรแกรมแล้วจะมีหน้าจอหลักดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 หน้าจอหลักของโปรแกรม

จากรูปที่ 4.1 เป็นหน้าจอหลักของโปรแกรม ซึ่งเป็นโปรแกรมเริ่มแรกที่ได้ใช้ทดลอง จากตัวโปรแกรมจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน หลักคือ

1. Process Image เป็นส่วนที่ใช้ในการ load ไฟล์ภาพมาผ่านกระบวนการแปลงรูป
2. Database Face Recognize เป็นส่วนที่ใช้ในการเก็บฐานข้อมูล
3. Test Face Recognize เป็นส่วนที่ใช้ในการ Load รูปมาทดสอบใบหน้าในฐานข้อมูล

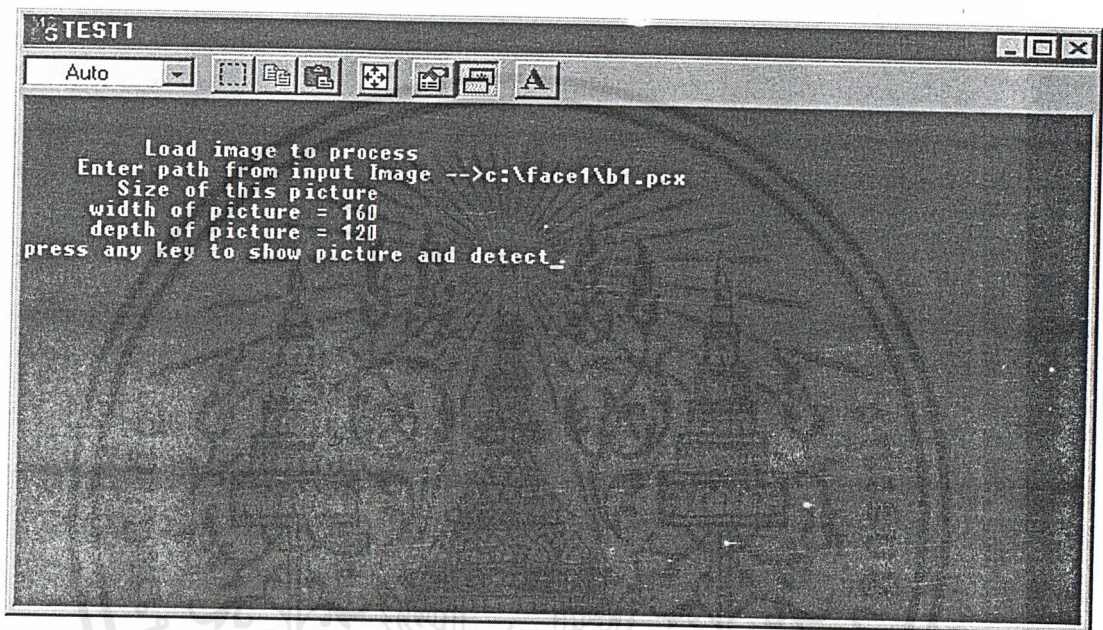
ซึ่ง 3 ส่วนหลักนี้จะมี 5 ฟังก์ชันให้เลือก โดยกดหมายเลข 1-5 ได้แก่

1. Load Image เป็นการ Load ไฟล์ภาพมาผ่านกระบวนการหาขอบรูป , Sobel , และหาIndexของรูป ด้วยวิธี Genetic
2. Save Data หรือ Add Data จะทำการเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล ซึ่งต้องผ่านข้อ 1. มาก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Table of Data เป็นการดูค่า Index ของฐานข้อมูล
4. Load File For Test เป็นการนำไฟล์รูปภาพและฐานข้อมูลใบหน้ามาตรวจสอบว่ามีค่า Index อยู่ในช่วงยอมรับว่าใช่อันเดียวกันหรือไม่
5. Quit เป็นการออกจากระบบ

จากหน้าจอหลักแล้วทำการเลือกโดยกด 1 เพื่อทำการ Load Image แล้วหน้าจอจะแสดงผลตามรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 การ Load Image เพื่อทำการแปลง Sobel และ Genetic

จากรูปที่ 4.2 เป็นการ Load Image มาทำการผ่านกระบวนการหาขอบ จะต้องใส่ directory ของไฟล์ใบหน้า, ชื่อและนามสกุลของไฟล์ให้ถูกต้อง เพื่อที่โปรแกรมจะนำข้อมูลที่ถูกต้องมาใช้งาน

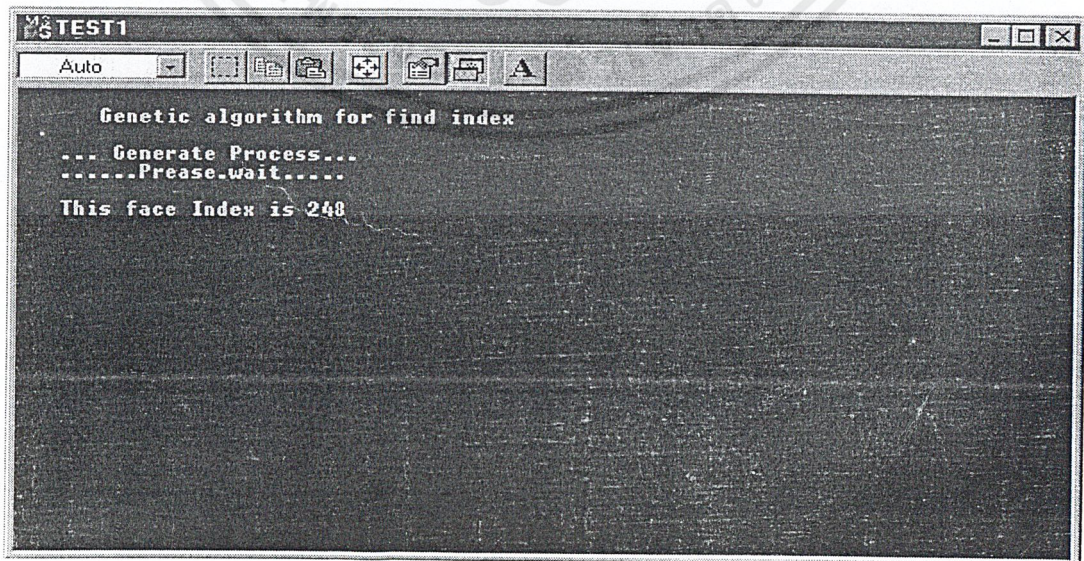
และเมื่อใส่ข้อมูลของรูปภาพเสร็จแล้วจะมีการรอรับการกดปุ่มใด ๆ เพื่อทำการประมวลผลต่อซึ่งเมื่อกดปุ่มแล้วจะได้หน้าจอต่อไปนี้



รูปที่ 4.3 รูปแบบของไฟล์ภาพที่ผ่านกระบวนการต่างๆ

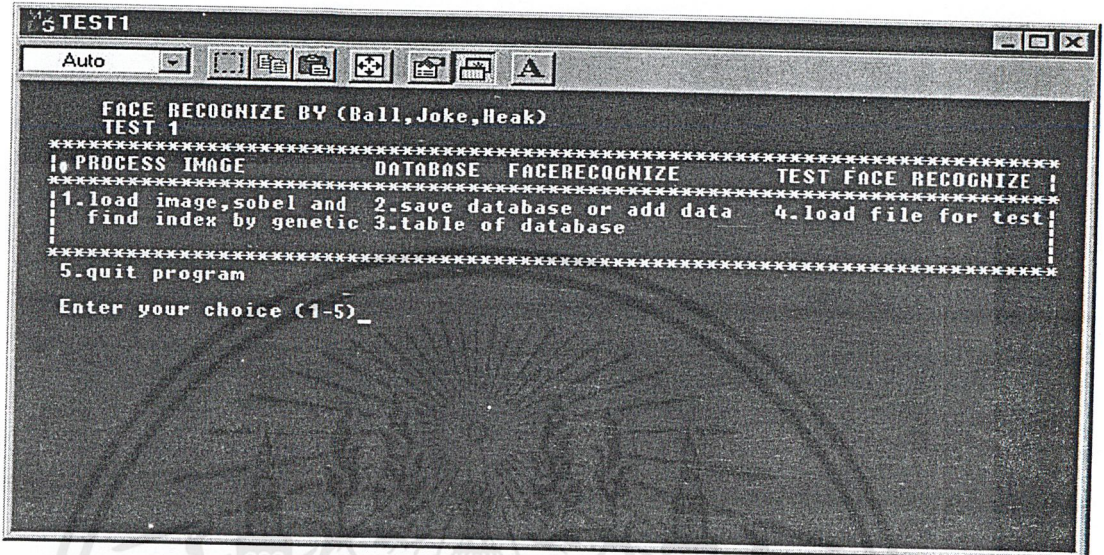
จากรูปที่ 4.3 รูปบนซ้ายคือรูปที่ได้จากกล้องแล้วทำการเก็บเป็นไฟล์ภาพ GREYSCALE ที่มีนามสกุลไฟล์เป็น PCX ต่อมารูปล่างซ้ายจะเป็นรูปที่ผ่านกล้องแล้วทำการหาขอบให้ได้ส่วนของใบหน้า รูปบนขวาจะเป็นรูปที่หาขอบแล้วมาผ่านกระบวนการ Sobel เพื่อหาเส้นที่อยู่บนใบหน้า และรูปล่างขวา เป็นรูปที่ผ่าน Sobel และ threshold ซึ่งกระบวนการ threshold เป็นการจัดรายละเอียดที่ไม่สำคัญ และแยกส่วนของเส้นบนใบหน้ากับ Background ให้เด่นชัดยิ่งขึ้น

และจากหน้าจอนี้จะรอรับการกดปุ่มใดเพื่อทำการประมวลผลต่อ และจะมีหน้าจอดังต่อไปนี้



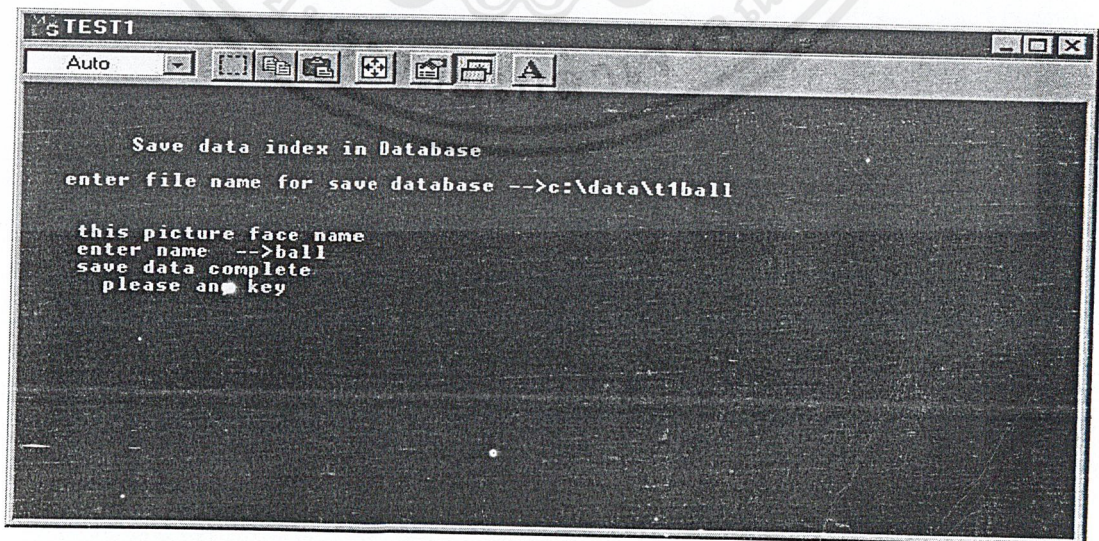
เอกสารนี้เป็นรูปที่ 4.4 การแสดงค่า Index ของใบหน้าการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.4 โปรแกรมจะนำรูปที่ผ่านขั้นตอนหาขอบ , Sobel , threshold แล้วจะทำการผ่านโปรแกรม Genetic เพื่อหาค่า Index ของใบหน้า โปรแกรมจะรอรับการกดปุ่ม แล้วจะกลับสู่หน้าจอหลัก



รูปที่ 4.5 กลับสู่หน้าจอหลัก

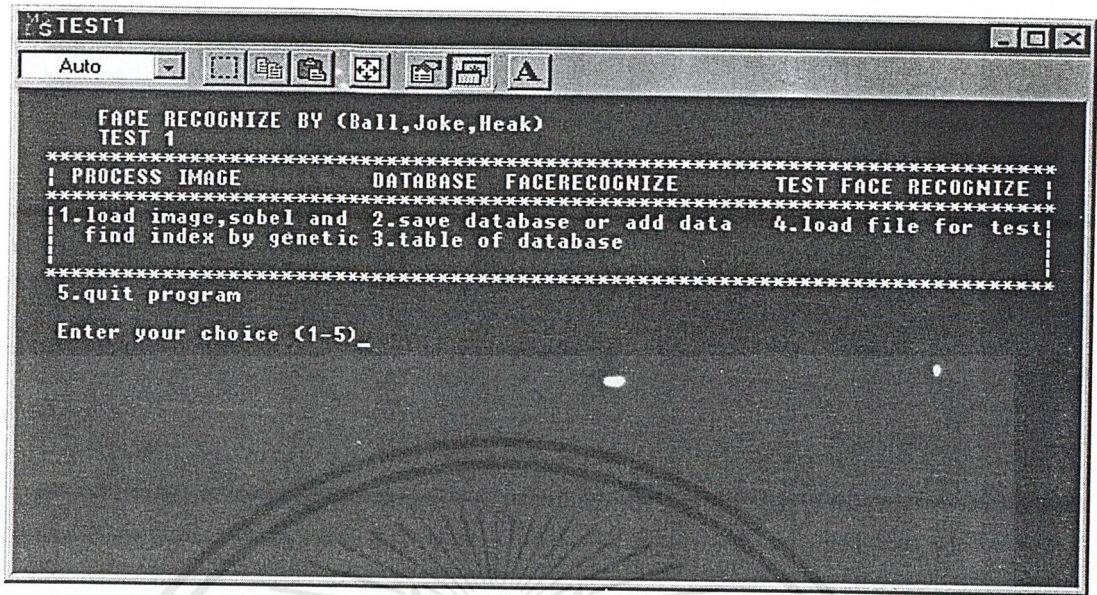
เมื่อกลับสู่หน้าจอหลักแล้ว กด 2 เพื่อจะเก็บข้อมูลใบหน้าลงฐานข้อมูลซึ่งจะมีหน้าจอดังรูป 4.6 ซึ่งต้องกำหนด Directory และ ชื่อของฐานข้อมูลให้ถูกต้อง พร้อมทั้งชื่อของเจ้าของใบหน้าให้ถูกต้อง



รูปที่ 4.6 เก็บลงฐานข้อมูล

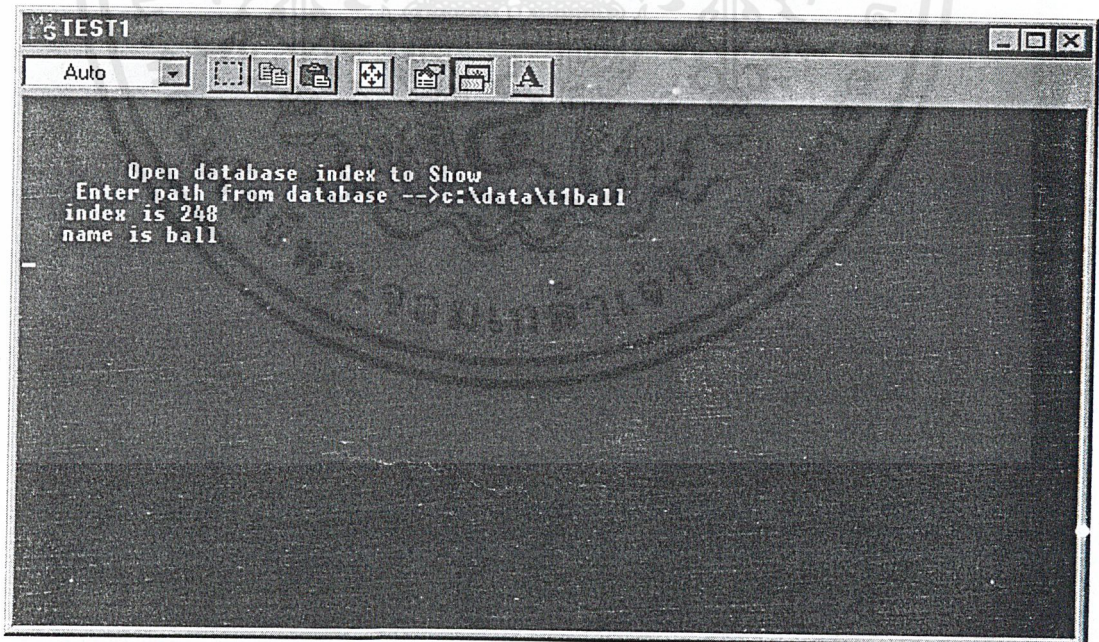
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลแล้ว โปรแกรมจะรอรับการกดปุ่มเพื่อกลับสู่หน้าจอหลัก



รูปที่ 4.7 กลับสู่หน้าจอหลัก

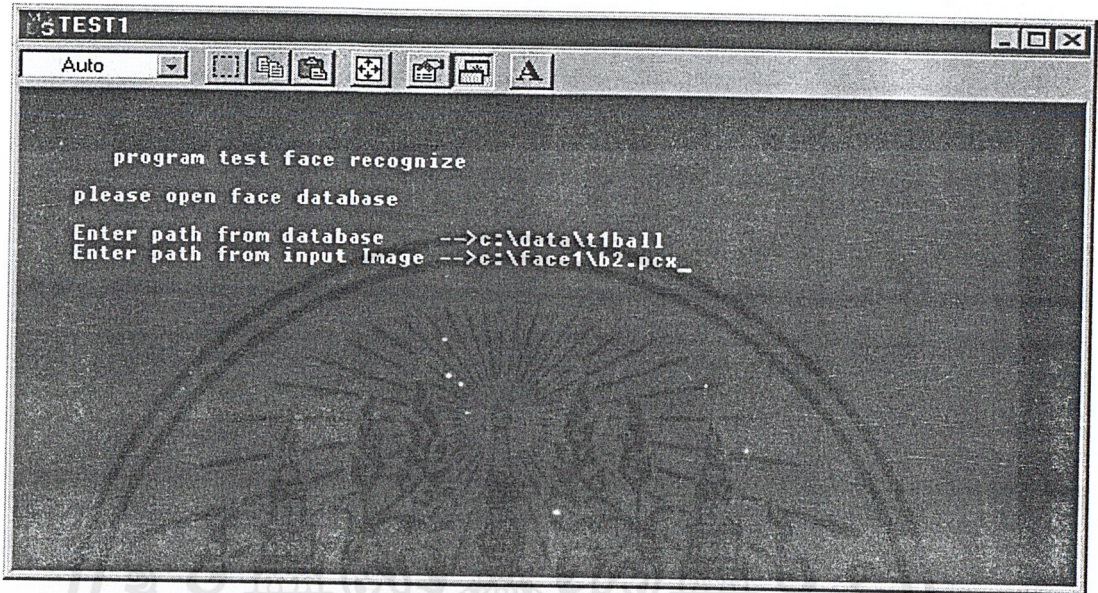
และเมื่อกลับสู่หน้าจอหลักแล้ว จะต้องการดูค่า Index ของเจ้าของใบหน้า ก็ต้องกด 3 แล้วใส่ Directory และ ชื่อฐานข้อมูลให้ถูก แล้วจะได้ผลตามรูปที่ 4.8



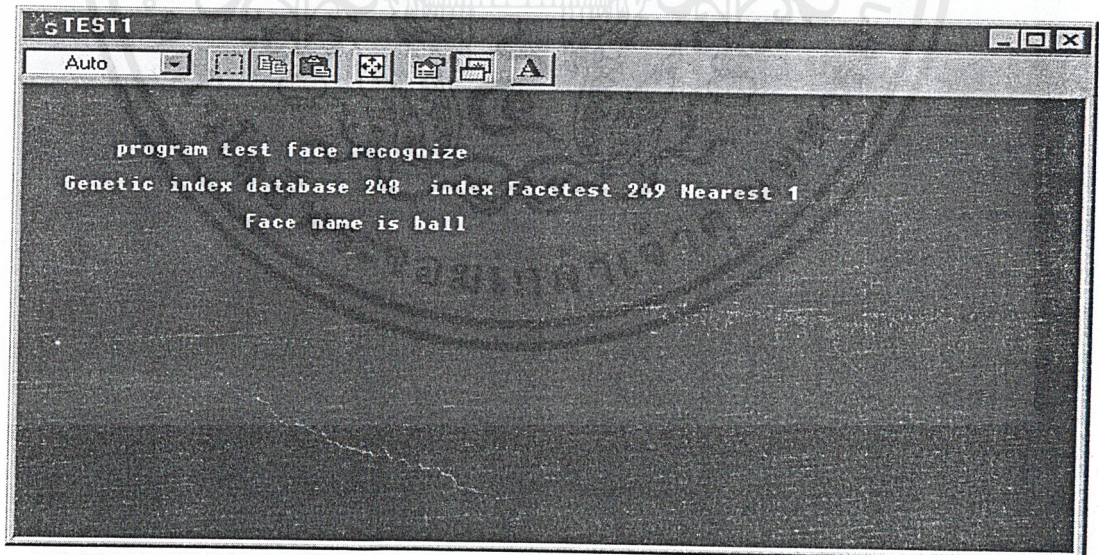
รูปที่ 4.8 แสดงค่า Index ของฐานข้อมูลใบหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อต้องการทดสอบใบหน้าในฐานข้อมูลกับใบหน้าบุคคลจะทำได้โดย กด 4 แล้วโปรแกรมจะแสดงหน้าจอดังรูป 4.9 ซึ่งต้องใส่ฐานข้อมูลที่ต้องการทดสอบก่อน แล้วจึงใส่ File ใบหน้า ที่เป็นนามสกุล PCX แล้วโปรแกรมจึงจะนำไฟล์รูปไปทดสอบ แล้วจะแสดงผลของการทดสอบในรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.9 การทดสอบใบหน้ากับฐานข้อมูล



รูปที่ 4.10 ผลของการทดสอบใบหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.10 จะแสดงผลของการทดสอบ จะเป็นแสดงว่าไฟล์ใบหน้าที่นำมาทดสอบนั้นมีความคล้ายกับใบหน้าในฐานข้อมูลหรือไม่

4.2 การทดลองที่ 1

เป็นการทดลองของโปรแกรม Test1 โดยใช้ใบหน้าของคน 3 คนมาทดสอบ จะทดสอบกับใบหน้าตนเอง 10 หน้า และกับใบหน้าผู้อื่นอีก 10 หน้า ใน Test1 จะมีการกำหนดค่า

$P = 0.6$ (P : คือความน่าจะเป็นของครอสโอเวอร์)

$M = 0.003$ (M : คือความน่าจะเป็นของมิวเตชัน)

จำนวนรอบ Genetic = 10

เงื่อนไขในการยอมรับใบหน้าที่คือ ค่า Index ที่ได้จากการ Genetic ครั้งที่ 10 ต้องมีค่าใกล้เคียงไม่เกิน 10 หน่วย

และการทดลองของโปรแกรม Test1 จะแบ่งได้เป็น

4.2.1 การทดสอบใบหน้าตนเอง 10 ใบหน้า

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงผลการทดลองที่ 4.2.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BALL	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0
HEAK	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
HENG	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0

หมายเหตุ ให้ 0 คือการไม่ยอมรับใบหน้า

1 คือการยอมรับใบหน้า

ตารางที่ 4.2 ตารางเปอร์เซ็นต์การทดลอง 4.2.1

ใบหน้า	ยอมรับใบหน้าตนเอง	ไม่ยอมรับใบหน้าตนเอง
BALL	70 %	30 %
HEAK	20 %	80 %
HENG	50 %	50 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การทดสอบใบหน้าตนเองกับใบหน้าผู้อื่น 10 ใบหน้า

ตารางที่ 4.3 ตารางการทดลองที่ 4.2.2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BALL	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0
HEAK	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
HENG	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0

หมายเหตุ ให้ 0 คือการไม่ยอมรับใบหน้า

1 คือการยอมรับใบหน้า

ตารางที่ 4.4 ตารางเปอร์เซ็นต์การทดลอง 4.2.2

ใบหน้า	ยอมรับใบหน้าผู้อื่น	ไม่ยอมรับใบหน้าผู้อื่น
BALL	20 %	80 %
HEAK	20 %	80 %
HENG	20 %	80 %

4.3 การทดลองที่ 2

เป็นการทดลองของโปรแกรม Test2 โดยใช้ใบหน้าของคน 3 คนมาทดสอบ โดยจะทดสอบกับใบหน้าตนเอง 10 หน้า และกับใบหน้าผู้อื่นอีก 10 หน้า ใน Test2 จะมีการกำหนดค่า

$P = 0.6$ (P : คือความน่าจะเป็นของครอสโอเวอร์)

$M = 0.003$ (M : คือความน่าจะเป็นของมิวเตชัน)

จำนวนรอบ Genetic = 10

เงื่อนไขในการยอมรับใบหน้า

1. ถ้ามีการยอมรับใบหน้ามากกว่า 3 ใบหน้าและมี Error น้อยกว่า 190
2. ถ้ามีการยอมรับใบหน้ามากกว่า 2 แต่มี Error น้อยกว่า 3 ใบหน้าและมี Error น้อยกว่า

250

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 การทดสอบใบหน้าตนเอง 10 ใบหน้า

ตารางที่ 4.5 ตารางการทดลองที่ 4.3.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BALL	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0
HEAK	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
HENG	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1

หมายเหตุ ให้ 0 คือการไม่ยอมรับใบหน้า

1 คือการยอมรับใบหน้า

ตารางที่ 4.6 ตารางเปอร์เซ็นต์การทดลอง 4.3.1

ใบหน้า	ยอมรับใบหน้าตนเอง	ไม่ยอมรับใบหน้าตนเอง
BALL	70 %	30 %
HEAK	80 %	20 %
HENG	60 %	40 %

4.3.2 การทดสอบใบหน้าตนเองกับใบหน้าผู้อื่น 10 ใบหน้า

ตารางที่ 4.7 ตารางการทดลองที่ 4.3.2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BALL	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1
HEAK	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
HENG	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0

หมายเหตุ ให้ 0 คือการไม่ยอมรับใบหน้า

1 คือการยอมรับใบหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ตารางเปอร์เซ็นต์การทดลอง 4.3.2

ใบหน้า	ยอมรับใบหน้าผู้อื่น	ไม่ยอมรับใบหน้าผู้อื่น
BALL	50 %	50 %
HEAK	20 %	80 %
HENG	20 %	80 %

4.4 การทดลองที่3

เป็นการทดลองของโปรแกรม Test3 โดยใช้ใบหน้าของคน 3 คนมาทดสอบ จะทดสอบกับใบหน้าตนเอง 10 หน้า และกับใบหน้าผู้อื่นอีก 10 หน้า ใน Test1 จะมีการกำหนดค่า

$P = 0.6$ (P : คือความน่าจะเป็นของครอสโอเวอร์)

$M = 0.03$ (M : คือความน่าจะเป็นของมิวเตชัน)

จำนวนรอบ Genetic = 40

เงื่อนไขในการยอมรับใบหน้าคือค่า Index ที่ได้จากการ Genetic จะถูกคำนวณให้เป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยใช้สูตร

$$\text{ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน} = \sqrt{\frac{\sum (\text{ค่า genetic ที่ได้} - \text{ค่าเฉลี่ยของค่า genetic})^2}{\text{จำนวนรอบของการหาค่า genetic}}}$$

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพที่อยู่ในฐานข้อมูลกับภาพที่นำมาทดสอบต้องต่างกันไม่เกิน 6

จึงจะยอมรับว่าเป็นภาพเดียวกัน

การทดลองของโปรแกรม Test3 จะแบ่งได้เป็น

4.4.1 การทดสอบใบหน้าตนเอง 10 ใบหน้า

ตารางที่ 4.9 ตารางการทดลองที่ 4.4.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BALL	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0
HEAK	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0
HENG	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0

หมายเหตุ ให้ 0 คือการไม่ยอมรับใบหน้า

1 คือการยอมรับใบหน้า

ตารางที่ 4.10 ตารางเปอร์เซ็นต์การทดลอง 4.4.1

ใบหน้า	ยอมรับใบหน้าตนเอง	ไม่ยอมรับใบหน้าตนเอง
BALL	70 %	30 %
HEAK	60 %	40 %
HENG	80 %	20 %

4.4.2 การทดสอบใบหน้าตนเองกับใบหน้าผู้อื่น 10 ใบหน้า

ตารางที่ 4.11 ตารางการทดลองที่ 4.4.2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BALL	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1
HEAK	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1
HENG	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0

หมายเหตุ ให้ 0 คือการไม่ยอมรับใบหน้า

1 คือการยอมรับใบหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ตารางเปอร์เซ็นต์การทดลอง 4.4.2

ใบหน้า	ยอมรับใบหน้าผู้อื่น	ไม่ยอมรับใบหน้าผู้อื่น
BALL	60 %	40 %
HEAK	60 %	40 %
HENG	60 %	40 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การวิจารณ์หรือการอภิปรายผล

จากการทดสอบพบว่า การทดลองด้วยวิธีและเงื่อนไขแตกต่างกัน 3 แบบ ได้ผลการทดลองที่แตกต่างกันในการตรวจสอบใบหน้า ซึ่งผลการทดสอบยังไม่สามารถจดจำใบหน้าได้ 100 % เนื่องจากการเกิดปัญหาต่าง ๆ ทั้งในทางทฤษฎีและทางปฏิบัติ แต่การทดลองก็สามารถจดจำใบหน้าได้ ในเปอร์เซ็นต์ค่าแตกต่างกันในแต่ละการทดลอง

ปัญหาและความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

1. ยังไม่สามารถหาวิธีการ Detect ภาพให้ได้แต่ใบหน้าที่ดีพอ ซึ่งถ้ามี Algorithm ที่สามารถ Detect ภาพที่ดีพอก็จะสามารถนำส่วนที่ไม่ต้องการในการคำนวณออกไป ซึ่งจะทำให้ขั้นตอนการคำนวณมีความถูกต้องมากขึ้น
2. ในการทดลองในทางปฏิบัติ การเก็บภาพแต่ละครั้งอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ เช่น การเกิดเงาของภาพ ความเข้มของภาพในการเก็บภาพแต่ละครั้งไม่เท่ากัน หรือ แตกต่างกันไป จึงไม่สามารถคำนวณค่าที่ถูกต้องจริงๆ ได้
3. การทดสอบสามารถทำการทดสอบได้แต่ใบหน้าตรงเท่านั้น ไม่สามารถทำการทดสอบกับใบหน้า เอียง ก้ม หรือเงยได้
4. การกำหนดค่าต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการ Genetic Algorithm ไม่เหมาะสมหรือถูกต้องเพียงพอ ทำให้ค่าที่ได้จากการคำนวณมีความเหมาะสมน้อย
5. สถานที่ที่ใช้ในการเก็บภาพใบหน้าไม่มีความเหมาะสมเพียงพอ เช่น มีแสงมากเกินไปทำให้เกิดเงามาก การเก็บภาพที่มีขนาดที่แตกต่างกันเกินไป
6. ภาพที่ใช้ในการเป็นฐานข้อมูลมีค่าที่ไม่ดีพอ คือ มีค่าที่แตกต่างจากใบหน้าที่ต้องการจริงๆ มาก ทำให้การทดลองผิดพลาดได้

สรุปวิธีการศึกษาและข้อเสนอแนะ

โครงการนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาระบบรู้จำใบหน้าด้วยวิธีการ Genetic Algorithm ที่จะใช้วิธีการทดสอบใบหน้ากับฐานข้อมูลด้วย Algorithm ที่พัฒนาด้วยวิธีแตกต่างกัน 3 วิธี ซึ่งการทดสอบจะเปรียบเทียบใบหน้าที่ทำการทดสอบกับฐานข้อมูลว่าเท่ากันหรือใกล้เคียงหรือไม่ ซึ่งผลการทดสอบจะบอกว่ายอมรับหรือไม่ใช้บุคคลในฐานข้อมูล ความถูกต้องนั้นแยกตามการทดสอบด้วย Algorithm ต่างๆ

ข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาและการพัฒนาโปรแกรม การใช้ Algorithm Neural Network อื่นๆมาใช้ในการจดจำ เช่น Kohonen , Backprop การเก็บข้อมูลใบหน้าที่ใช้ในฐานข้อมูล อาจจะเก็บภาพใบหน้าตรง เอียง ก้ม เงย และการแสดงอารมณ์ต่างๆ วิธีการหาขอบภาพที่ดีพอ และการเก็บภาพที่ลดการเกิดเงาบนใบหน้าหรือส่วนต่างๆ หรือวิธีการกำจัดแสงเงา

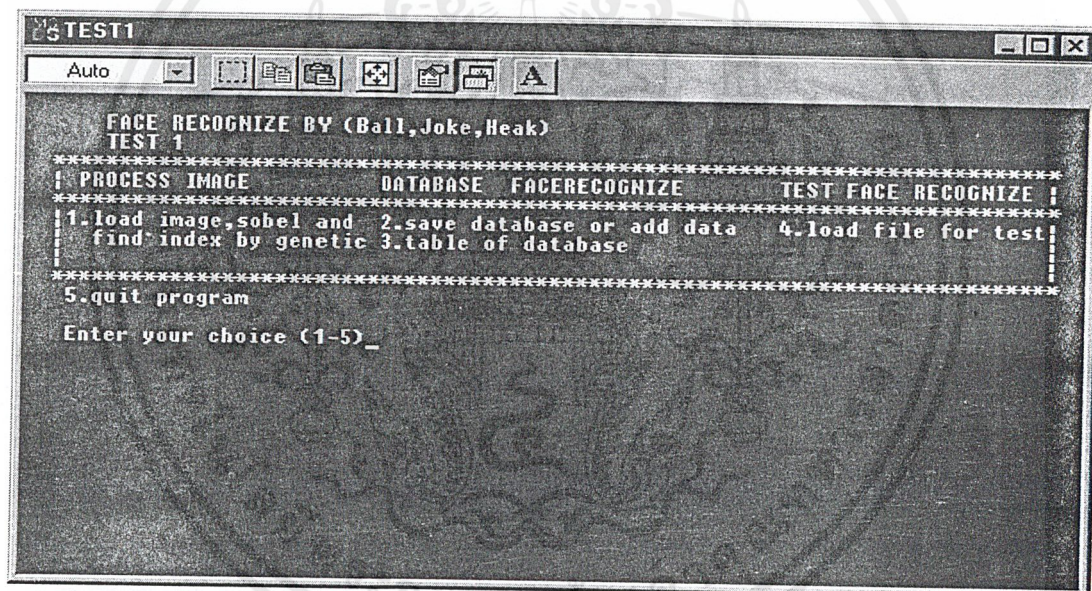


ภาคผนวก ก.

การใช้งานระบบรู้จำใบหน้า

ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม Face Recognize

1. เตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์ มีความเร็วของเครื่องขนาด 486 ขึ้นไป เพื่อจะทำให้การประมวลผลเร็วขึ้น
2. ทำการลงโปรแกรมไว้ในเครื่องซึ่งจะมีโปรแกรมที่มีการจดจำใบหน้าด้วยการใช้ Algorithm แตกต่างกัน 3 แบบ
3. โปรแกรมที่ใช้งานนั้นจะอยู่ในรูป Application สกุล .exe ซึ่งใช้งานโปรแกรมโดย ดับเบิลคลิกที่ไอคอน สกุล .exe
4. เมื่อทำการเรียกโปรแกรมแล้วจะมีหน้าจอหลักดังรูปที่ ก-1



รูปที่ ก-1 หน้าจอหลักของโปรแกรม

จากรูปที่ ก-1 เป็นหน้าจอหลักของโปรแกรม จากตัวโปรแกรมจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน หลักคือ

1. Process Image เป็นส่วนที่ใช้ในการ load ไฟล์ภาพมาผ่านกระบวนการแปลงรูป
2. Database Face Recognize เป็นส่วนที่ใช้ในการเก็บฐานข้อมูล
3. Test Face Recognize เป็นส่วนที่ใช้ในการ Load รูปมาทดสอบใบหน้าในฐานข้อมูล ซึ่ง 3 ส่วนหลักนี้จะมี 5 ฟังก์ชันให้เลือก โดยกดหมายเลข 1-5 ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Load Image เป็นการ Load ไฟล์ภาพมาผ่านกระบวนการหาขอบรูป , Sobel , และหา Index ของรูป ด้วยวิธี Genetic

โดยภาพที่จะนำมาผ่านกระบวนการต่างๆของโปรแกรมเพื่อหา index ของภาพนั้นสามารถใช้ภาพที่ได้จากกล้องดิจิทัล การสแกนภาพ ซึ่งภาพที่จะใช้ในโปรแกรมได้นั้นต้องมีขนาดภาพเท่ากับ 160x120 pixel และขนาดสีไม่เกิน 256 สี

2. Save Data หรือ Add Data จะทำการเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล ซึ่งต้องผ่านข้อ 1. มาก่อน

3. Table of Data เป็นการดูค่า Index ของฐานข้อมูลที่เราสร้างไว้

4. Load File For Test เป็นการนำไฟล์รูปภาพและฐานข้อมูลใบหน้ามาตรวจสอบว่ามีค่า Index อยู่ในช่วงยอมรับว่าใช่อันเดียวกันหรือไม่

5. Quit เป็นการออกจากระบบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. Sami Romshani, 1997 ,” Face Recognition Using Principle Component Analysis Internet Document “ ,pp,6.
2. W.Bledsoe,”Man Manchin Facial Recognition”,Technical Report RPI 22, Panoramic Research Inc., Palo Alto , Calif.,Aug.1996
3. G.J. Kaufman and K.J.Breeding,”Theautomatic recognition and of human faces from profile silhouettes” IEEE Trans,On system,Man , and Cybernatics,vol. 6,pp.113-121,Feb.1976
4. C.J. Wu and J.S. Huang, “Human face profile recognition by computer “ Pattern recognition, vol.23, nos.3-4,pp.255-259,1990.
5. I.Craw,” Recognizing face features and faces “ IEEE Colloquium on Manchine stroage and Recognition of Faces,pp.7/1-7/4,London, jan.1992
6. L.D. Harmon,M.K.Khan,R.Lasch,and P.F. Ramig, “ Manchine Identification of Human Faces” pattern recognition,vol. 13,no.2,pp97-110,1981.
7. T. Sakai,M. Nagao,and T. Kanade, “computer analysis and classification of photographs of Human faces “ Proc.First USA-Japan computer conf.,pp.55-62,Tokyo ,Oct.1977.