



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การรู้จำใบหน้ามนุษย์โดยใช้ภาพใบหน้าไอแกน
โดย จำสิปเอกเชิดชัย พิมพ์า

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงศ์)

21 พฤษภาคม 2550

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัณฑ์พงษ์ วรรณปัญญา)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พยุ่ง มีสัจ)

การรู้จำใบหน้ามนุษย์โดยใช้ภาพใบหน้าไอเคน

จำสิบเอกเชิดชัย พิมพา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : จำสิบเอกเชิดชัย พิมพ์า

ชื่อวิทยานิพนธ์ : การรู้จำใบหน้ามนุษย์โดยใช้ภาพใบหน้าไอเอน

สาขาวิชา : เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ นิตย์สุวรรณ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันต์พงษ์ วรรณรัตน์ปัญญา

ปีการศึกษา : 2549

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการรู้จำใบหน้ามนุษย์โดยใช้ภาพใบหน้าไอเคนจากภาพใบหน้า
ที่หันหน้าตรง ในงานวิจัยนี้จะนำภาพในกลุ่มเรียนรู้ไปทำการสร้างใบหน้าไอเคนด้วยทฤษฎีการ
วิเคราะห์องค์ประกอบหลักของภาพใบหน้าตรง เพื่อลดผลกระทบของสัญญาณรบกวนและลคมิต
ข้อมูลภาพใบหน้า จากนั้นทำการคำนวณหาค่าน้ำหนักเพื่อเป็นตัวแทนหรือโมเดลของกลุ่มเรียนรู้
ในขั้นตอนการทดสอบจะนำภาพในกลุ่มทดสอบมาคำนวณหาค่าน้ำหนักแล้วจึงนำไปหาระยะห่าง
แบบอูคลิเดียน เพื่อการรู้จำใบหน้า โดยการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักระหว่างกลุ่มเรียนรู้กับกลุ่มทดสอบ
การวิจัยนี้ใช้ข้อมูลทั้งหมด 100 ภาพ แบ่งเป็นกลุ่มเรียนรู้ 90 ภาพ และกลุ่มทดสอบ 10 ภาพปรากฏ
ว่ามีความถูกต้องเป็นร้อยละ 100

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 53 หน้า)

คำสำคัญ : การรู้จำใบหน้า กลุ่มเรียนรู้ ภาพใบหน้าไอเคน ระยะห่างอคูติเดียน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

Name : Sergeant Major 1st Class Cherdchai Pimpa
Thesis Title : Human Face Recognition using Eigenface Image
Major Field : Technology Computer
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok
Thesis Advisors : Assistant Professor Dr.Supot Nitsuwat
Assistant Professor Dr.Kuntpong Woraratpanya
Academic Year : 2549

Abstract

This thesis presents the face recognition using eigenfaces from the frontal view of facial image. In this thesis, the training sets were used for creating eigenfaces by using the principle computer analysis (PCA) method to de-noise and reduce the dimensions of the facial image. The outcomes from PCA are calculated the weighting values so as to form the training models. For testing phase, the testing set were used for calculating weight using Euclidean distance by comparing weight between training and testing sets. Based on 100 faces images, 90 training faces image and 10 testing face images, the experimental result illustrated that the intended system can accurately accomplish up to 100 %.

(Total 53 pages)

Keywords : Face Recognition, Training Set, Eigenface, Euclidean distance

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความเอาใจใส่และความช่วยเหลือของท่านอาจารย์ประจำวิชาทั้งสอง ช่วยเหลือ คำปรึกษา และข้อแนะนำที่ดียิ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ นิตย์สุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ให้การสนับสนุนทั้งความรู้ต่างๆ เอกสารข้อมูลให้คำแนะนำและแนวทางอันเป็นประโยชน์กับการวิจัยและการเขียนวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัณฑ์พงษ์ วรรณปัญญอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการเขียนวิจัยและการเขียนวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เป็นแหล่งเรียนรู้ทางการศึกษาที่มีคุณภาพ ความรู้ต่าง ๆ แก่กระผมและเพื่อนๆ พี่น้องร่วมสถาบันให้สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับองค์ หน่วยงาน และชีวิตประจำวัน ได้เป็นอย่างดี

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ซึ่งเป็นพระในใจของบุตร และเป็นกำลังใจให้ประสบความสำเร็จลุล่วงด้วยดีทุกประการ

เชิดชัย พิมพา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการจากการวิจัย	5
บทที่ 2 ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 ภาพและความหมายทั่วไป	6
2.2 ภาพเชิงดิจิทัล (Digital Image)	7
2.3 ทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis-PCA)	9
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	18
3.1 การพัฒนาขั้นตอนวิธี	19
3.2 การค้นหาใบหน้าด้วยมือ	19
3.3 การปรับปรุงภาพก่อนการรู้จำโดยการฉายภาพโปรเจกชันแบบ ผสมผสาน	20
3.4 การสร้างพื้นที่สำหรับเก็บใบหน้า	22
3.5 การรู้จำใบหน้าที่นำมาทดสอบ	26
3.6 การสรุปผลการรู้จำใบหน้า	26
3.7 สรุปผลการทดสอบโปรแกรม	27

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลของการวิจัย	28
4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	28
4.2 ผลการวิจัย	28
4.3 วิเคราะห์ผลการวิจัย	37
บทที่ 5 สรุปผล ปัญหา และข้อเสนอแนะ	39
5.1 สรุปผล	39
5.2 ข้อเสนอแนะ	40
 เอกสารอ้างอิง	 41
ภาคผนวก ก	
ตัวอย่างโปรแกรม	43
ประวัติผู้วิจัย	53

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4-1	ผลการทดสอบการรู้จำใบหน้าที่เหมาะสมและตั้งค่า $\alpha \leq 100$	29
4-2	ผลการทดสอบการรู้จำใบหน้าที่เหมาะสมโดยกลับด้านภาพขาว-ดำ และตั้งค่า $\alpha \leq 100$	34
4-3	ผลการทดสอบการรู้จำใบหน้าที่กลุ่มทดสอบโดยภาพเอียงขวาและเอียง ซ้ายที่ 5 องศา	36

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 ภาพในความหมายของฟังก์ชัน 2 มิติ $f(x,y)$ ของค่าความเข้มของแสง ณ ตำแหน่ง (x,y)	7
2-2 ภาพตัวอย่างของภาพโทนสีเทา	8
2-3 แบบจำลองสีแบบ RGB	8
2-4 ตัวอย่างภาพที่เกิดจากค่าความเข้มของแสงสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน	9
2-5 ภาพ 2 มิติขนาด $(N \times N)$ เมื่อทำเป็นรูปภาพแบบ 1 มิติ $N^2 \times 1$ (1-D Vector)	10
2-6 การเทียบเทมเพลต (Template Matching)	13
2-7 คุณลักษณะทางเรขาคณิต (Geometrical Features)	14
2-8 การเทียบกราฟ (Graph Matching)	14
2-9 การแปลงภาพจาก 2 มิติเป็น ภาพแบบเชิงเส้น	15
2-10 ภาพใบหน้าไอเคน	15
2-11 โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)	16
3-1 การพัฒนาขั้นตอนวิธี	18
3-2 การกำหนดพิกัดบริเวณใบหน้าด้วยมือ (ก) ภาพนำเข้าจากอุปกรณ์นำเข้า (ข) ภาพที่ผ่านการที่เลือกบริเวณภาพด้วยมือ	19
3-3 ภาพทุกภาพที่นำเข้าและเลือกบริเวณภาพแล้ว	20
3-4 ภาพตัวอย่างการปรับปรุงภาพด้วยวิธีการฉายภาพโปรเจกชันแบบผสมผสาน	20
3-5 ภาพแสดงจุดภาพ $P(x,y)$	21
3-6 การเปลี่ยนภาพจาก 2-D Image เป็น 1-D Vector	22
3-7 ภาพสำหรับการเรียนรู้	23
3-8 ภาพใบหน้าเฉลี่ย (Average Face= Ψ)	23
3-9 ภาพใบหน้าผลต่าง (Difference face)	24
3-10 ภาพใบหน้าไอเคนที่ได้จากการประมวลผล	25

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-1	กราฟแสดงอัตราการรู้จำใบหน้าตรง	30
4-2	ตัวอย่างภาพของกลุ่มเรียนรู้	30
4-3	ตัวอย่างภาพใบหน้าเฉลี่ย	31
4-4	ตัวอย่างภาพใบหน้าเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือใบหน้าผลต่าง	31
4-5	กราฟแสดงค่าไอเกนจากการรู้จำ	32
4-6	ตัวอย่างภาพใบหน้าไอเกนที่ 1 ถึง 10	32
4-7	กลุ่มของภาพแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการรู้จำทั้งหมด 10 ภาพ	33
4-8	กลุ่มของภาพชุดทดสอบใบหน้าตรงทั้งหมด 10 ภาพ	33
4-9	กราฟแสดงอัตราการรู้จำใบหน้า กลุ่มทดสอบแบบกลับด้านขวา-ซ้าย	34
4-10	ภาพผลลัพธ์จากการรู้จำโดยมีอัตราการรู้จำใบหน้า ร้อยละ 10	35
4-11	ภาพกลับด้านขวา-ซ้าย กลุ่มทดสอบที่นำมารู้จำ	35
4-12	กราฟแสดงอัตราการรู้จำใบหน้า กลุ่มทดสอบเอียง 5 องศา	36
4-13	ภาพใบหน้ากลุ่มทดสอบที่นำมารู้จำและเอียง 5 องศา	37

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เทคโนโลยี (Technology) หมายถึง เป็นศาสตร์แขนงต่าง ๆ ที่สามารถประยุกต์ใช้ให้เกิดเป็นระบบที่ดี สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้บรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพในปัจจุบันการประกอบธุรกิจหรือการทำกิจกรรมต่าง ๆ มักจะใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วย เพื่อให้งานในองค์กร หรือหน่วยงานบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ ทำให้เทคโนโลยีมีความสำคัญต่อชีวิตประจำวัน และระบบงานแขนงต่าง ๆ มากมาย

การรู้จำใบหน้ามนุษย์ (Human Face Recognition) เป็นงานวิจัยส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญในระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence System) โดยการรู้จำในระบบ Biometrics สามารถแบ่งออกเป็นหลากหลายแขนง เช่น การรู้จำลายนิ้วมือ (Fingerprint Recognition) การรู้จำเสียงพูด (Speech Recognition) การรู้จำลายม่านตา (Iris Recognition) และการรู้จำภาพใบหน้า (Face Recognition) เป็นต้น ขั้นตอนของวิธีการรู้จำภาพใบหน้า จะมีสองขั้นตอนหลักที่สำคัญคือการค้นหาภาพใบหน้า (Face Detection) และการรู้จำภาพใบหน้า (Face Recognition) การค้นหาภาพใบหน้าในการวิจัยนี้จะใช้วิธีการค้นหาโดยวิธีกำหนดตำแหน่งภาพโดยมนุษย์ จากนั้นจึงนำข้อมูลภาพใบหน้าเฉพาะส่วนที่ค้นหาได้แยกออกมาเพื่อเข้าสู่การรู้จำ การรู้จำภาพใบหน้าคือการนำภาพเฉพาะส่วนของภาพใบหน้ามาทำการรู้จำ เพื่อที่จะรู้จำภาพใบหน้าของบุคคลนั้น ๆ และทดสอบความถูกต้องของการรู้จำ โดยนำภาพใบหน้าไปทดสอบ เพื่อหาว่าการรู้จำถูกต้องมากน้อยเพียงใด หรือภาพที่นำมาทดสอบนั้นเป็นบุคคลใดประโยชน์ของการรู้จำภาพใบหน้าสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลายประเภท เช่น สร้างเป็นระบบการเข้าใช้งานคอมพิวเตอร์โดยใช้ภาพใบหน้า ซึ่งระบบนี้เป็นการนำมาใช้แทนบัญชีผู้ใช้ (Username) และรหัสผ่าน (Password) เพื่อเข้าใช้เครื่องคอมพิวเตอร์การผ่านเข้าออกตามช่องทางต่าง ๆ กับสถานที่ที่ต้องการความปลอดภัยทางด้าน อาคาร และสถานที่ ขององค์กรราชการและองค์กรทางด้านธุรกิจต่าง ๆ อย่างไรก็ดีถึงแม้จะสามารถนำระบบรู้จำภาพใบ้ามานุษย์ไปใช้ประโยชน์ได้ แต่การสร้างระบบรู้จำภาพใบหน้าให้สามารถใช้งานได้จริงก็ยังคงเป็นงานที่ท้าทาย และเป็นไปได้ยากอยู่ในปัจจุบันเพราะทุกระบบจะมีปัญหาที่แตกต่างกันออกไป เช่นภาพที่มีการเกิดสัญญาณรบกวน การทำงานของระบบรู้จำในปัจจุบันยังไม่สามารถทำงานได้ตามเวลาจริง (Real Time) การสร้างระบบที่สามารถนำไปใช้ในสภาวะแวดล้อม

ใด ๆ ก็ได้ การรู้จำภาพใบหน้าโดยใช้ภาพใบหน้าไอเกนจะเป็นการนำข้อมูลภาพใบหน้าทั้งหมดมาทำการรู้จำทำให้เกิดปัญหาที่ตามมาก็คือ ข้อมูลที่ใช้ในการรู้จำแต่ละครั้งจะมีจำนวนมากจนบางครั้งทำให้ระบบไม่สามารถรู้จำได้ หรือประสิทธิภาพในการรู้จำลดลง และด้วยเหตุผลอีกหลายประการที่ทำให้ลดประสิทธิภาพของการรู้จำ

สัญญาณรบกวน (Noise) ภาพที่จะถูกนำมารู้จำหรือถูกนำมาทดสอบนั้นจะอยู่ในรูปแบบของภาพสี (Color Image) ค่าสีในแต่ละจุดภาพ (Pixel) ซึ่งจะมีข้อเสียก็คือมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงจากสัญญาณรบกวนจากธรรมชาติเป็นอย่างมาก เช่น ในห้องที่มีความสว่างมากน้อยไม่เท่ากันก็จะให้ภาพที่ได้ต่างกันไปด้วย สัญญาณรบกวนที่เกิดเป็นจุดสีที่เพี้ยน หรือใช้กล้องถ่ายภาพที่มีคุณภาพที่ไม่เท่ากันก็ได้ภาพออกมาต่างกัน สัญญาณรบกวนเหล่านี้จะมีผลทำให้ระบบรู้จำทำงานได้ถูกต้องน้อยลง แต่ถ้าเป็นภาพระดับขาว-ดำ ซึ่งเป็นภาพที่มีสองค่าคือ 0 และ 1 หรือเรียกว่า ภาพสองระดับ (Binary Image) จะมีปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณรบกวนน้อยที่สุด

การเก็บข้อมูลภาพ (Image Storage) ภาพใบหน้าที่แสดงอยู่ในรูปภาพนั้นก็คือ ค่าสีในแต่ละจุดภาพ ที่แสดงออกมาเป็นภาพใบหน้า สีที่แสดงผลในแต่ละจุดมีค่า 0 ถึง 255 (ต่อ 1 ไบต์) สมมติให้ภาพนั้นมีขนาด 80x80 จุดภาพ จะต้องใช้พื้นที่ในการเก็บข้อมูล $80 \times 80 \times 1 = 6,400$ ไบต์ต่อ 1 ภาพ และหากมีภาพที่ต้องทำการประมวลผล 5,000 ภาพ จะต้องใช้พื้นที่ในการเก็บข้อมูลทั้งสิ้น $6,400 \times 5,000$ จะต้องใช้ความจุทั้งสิ้น 32,000,000 ไบต์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีจำนวนมากจนเกินไปสำหรับระบบรู้จำ

ความเร็วในการประมวลผล (Process Speed) ในการรู้จำของระบบรู้จำภาพใบหน้านั้น หากมีการรู้จำภาพใบหน้า จำนวนมาก จะทำให้เกิดปัญหาเรื่องความเร็วในการรู้จำซึ่งก็คือจะทำให้ระบบรู้จำภาพใบหน้าที่รู้จำได้ช้าลง ตามจำนวนของภาพใบหน้า หรืออาจไม่สามารถรู้จำได้เลยหากมีจำนวนภาพใบหน้าในการรู้จำมากเกินไป

ความถูกต้อง ระบบรู้จำภาพใบหน้าจะมีการรู้จำได้ถูกต้องเพียงใด ขึ้นอยู่กับเหตุผลหลายประการ เช่น ประสิทธิภาพในการรู้จำ ข้อมูลที่นำมารู้จำ ข้อมูลที่นำมาทดสอบ วิธีการประมวลผลรูปภาพ ซึ่งเหตุผลเหล่านี้ก็จะมีผลทำให้ระบบรู้จำภาพใบหน้านั้นมีประสิทธิภาพดีขึ้นหรือลดลงเพราะการรู้จำภาพใบหน้า ภาพใบหน้าที่จะนำมาทดสอบกับระบบรู้จำนั้นหากมีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้น ก็จะต้องนำไปผ่านขั้นตอนก่อนการประมวลผลภาพ (Preprocessing) ด้วยโปรแกรม Photoshop หรือโปรแกรมอื่นๆ ก่อน ทำให้ภาพนั้นอยู่ในรูป Image Normalization เรียบร้อยแล้ว มาผ่านขั้นตอนการจำ (Recognition) มีผลทำให้ระบบรู้จำประมวลผลได้เร็วขึ้นจากเดิมมาก และเมื่อนำข้อมูลที่ถูกลดสัญญาณรบกวนมาทดสอบกับระบบรู้จำ จะทำให้ระบบมีความถูกต้องมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อพัฒนาขั้นตอนวิธีสำหรับการรู้จำใบหน้ามนุษย์โดยใช้ภาพใบหน้าไอเคน

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีที่พัฒนาขึ้น

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ขั้นตอนวิธีที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อรู้จำใบหน้ามนุษย์โดยใช้ภาพใบหน้าไอเคน จะสามารถรู้จำใบหน้ามนุษย์ได้อย่างน้อยร้อยละ 80

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 การค้นหาภาพใบหน้ามนุษย์หลังจากการนำเข้ารูปภาพจะใช้วิธีกำหนดพิกัดความกว้าง (Width) และความสูง (height) ของรูปภาพด้วยมือ และปรับขนาดภาพ (Image Resize) ให้มีขนาด 80 x 80 จุดภาพ (Pixel)

1.4.2 การรู้จำภาพใบหน้าต้องรู้จำจากภาพใบหน้าตรงอาจจะมีคามเอียงได้ +15 องศา ตามธรรมชาติ

1.4.3 ภาพที่นำมารู้จำ เป็นภาพนิ่ง (Still Image) และเป็นภาพสี (Color Image) ได้จากแหล่งต่าง ๆ เช่น กล้องดิจิทัล (Digital Camera) สแกนเนอร์ (Scanner) กล้องเว็บแคม (Web Camera) หรือ อุปกรณ์นำเข้ารูปภาพแบบอื่น ๆ

1.4.4 ภาพนิ่ง ภาพใบหน้าที่นำมารู้จำต้องผ่านขบวนการประมวลผลก่อนนำมาใช้งาน (Preprocessing Image) และ เตรียมปรับปรุงรูปภาพ (Image Normalization) มาก่อน

1.4.5 ภาพภาพใบหน้าจะต้องไม่มีลักษณะพิเศษ (ไม่มีหนวดเครา ไม่สวมหมวก และแว่นตา) ไม่มีกิริยา (ไม่ยิ้ม ไม่หัวเราะ) ไม่มีสิ่งปกปิดบางส่วนของหน้า

1.4.6 รูปภาพที่นำมาใช้ในระบบรู้จำมีหลากหลายเชื้อชาติ เช่น ชาวเอเชีย (Asian) ชาวแอฟริกัน (African) ชาวยุโรป (European) และชาวอเมริกัน (American) รวมทั้งสิ้นประมาณ 87 ภาพ เป็นภาพเพศหญิงและเพศชายคละกัน

1.4.7 ภาพที่นำมาทดสอบระบบรู้จำ จำนวน 10 ภาพ เป็นภาพเพศหญิงและเพศชายคละกัน มีหลากหลายเชื้อชาติ

1.4.8 รูปภาพที่นำมาใช้เป็นภาพสี (Color Image) และแปลงเป็นภาพระดับสีเทา (Gray-Scale Image)

1.4.9 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ในการรู้จำใบหน้ามนุษย์นั้นจะกระทำโดยพิจารณาภาพนี้ระดับเทา

1.4.10 การพัฒนาโปรแกรมรู้จำใบหน้านมนุษย์โดยใช้ภาพใบหน้าไอเกนโดยใช้โปรแกรม MATLAB เวอร์ชัน 7.0 ในการเขียนโปรแกรมและมีรูปแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) ให้เหมาะสมกับการใช้งาน

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 Binary Image หมายถึง รูปภาพที่เปลี่ยนให้เป็นภาพขาว-ดำ โดยที่ค่าของตัวเลขที่แทนวัตถุ คือ 1 (บริเวณที่มีสีขาว) เป็นค่าตัวเลขที่เป็นวัตถุ และ 0 (บริเวณที่มีสีดำ) เป็นค่าตัวเลขที่ไม่ใช่วัตถุ

1.5.2 Color Image หมายถึง ภาพสีในระบบสี RGB (RGB color model)

1.5.3 Face Detection หมายถึง การค้นหาคำแหน่งใบหน้านมนุษย์

1.5.4 Face Recognition หมายถึง การรู้จำใบหน้านมนุษย์

1.5.5 Gray Scale Image หมายถึง ภาพที่ถูกเปลี่ยนภาพให้อยู่ในช่วงโทนสีเทา โดยไล่ระดับความเข้มตามระดับความเข้มตามสีของวัตถุในภาพ มีค่าโทนสีจำนวน 256 ค่าโดยมีค่าโทนสีอยู่ระหว่าง 0 ถึง 255 ระดับ

1.5.6 Color Model หมายถึง สีที่ใช้สำหรับการอ้างอิงถึงสีต่าง ๆ โดยใช้ค่าตัวเลขอ้างอิงกับค่าสีต่าง ๆ ว่าอ้างอิงกับสีใด จากการทดลองศึกษาการรับรู้ของมนุษย์

1.5.7 Threshold Value หมายถึง ค่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้เพื่อใช้เปรียบเทียบสิ่งต่าง ๆ เพื่อระบุให้ชัดเจนว่าอะไรคือค่าที่ต้องการทดสอบ เช่น ค่าการรู้จำ

1.5.8 Preprocessing Image หมายถึง การปรับปรุงภาพก่อนนำเข้าประมวลผลภาพในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การปรับค่าความอิ่มตัว (Saturation) การปรับความส่องสว่าง (Brightness) การปรับความเข้มของเม็ดสี (Intensity)

1.5.9 Training Image หรือ Training Set หมายถึง รูปภาพที่ผ่านขั้นตอนการ Preprocessing แล้วนำมาสร้างเป็นกลุ่มเรียนรู้เพื่อนำไปสร้างระบบการรู้จำใบหน้านมนุษย์

1.5.10 Face Space Construction หมายถึง สร้างพื้นที่สำหรับเก็บใบหน้าจากกลุ่มเรียนรู้ (Training Set) ในหน่วยความจำหลักของคอมพิวเตอร์

1.5.11 Recognition หมายถึง การรู้จำสิ่งต่าง ๆ อาจจะเป็น คน วัตถุ สิ่งของ

1.5.12 Principal Component Analysis (PCA) หมายถึง การประมวลผลภาพเพื่อลดมิติข้อมูลภาพให้มีขนาดของค่าข้อมูลลดลงเพื่อให้ได้ภาพใหม่ที่มีลดขนาดมิติข้อมูลลง และสามารถนำไปประมวลได้รวดเร็วกว่าภาพต้นฉบับและหลังจากใช้วิธี PCA และข้อมูลบางส่วนจะหายไปและจะเหลือเฉพาะข้อมูลที่สำคัญที่จำเป็นต่อการประมวลเท่านั้น

1.5.13 Adjust Parameter หมายถึง ค่าอัลฟา ที่ใช้เป็นค่าในการทดสอบการปรับปรุงภาพ และจะได้ภาพที่มีคุณภาพหลังการทำ Projection-Combined มีค่าความชัดและความส่องสว่างเฉลี่ยเท่า ๆ กันทั้งภาพได้ดีที่สุด

1.5.14 Projection-map หมายถึง ภาพผลลัพธ์จากการปรับปรุงภาพโดยวิธี Combined-Projection

1.5.15 ภาพ 1-D Vector Image หมายถึง ภาพที่แปลงภาพมาจากภาพ 2 มิติ (2-D) โดยนำค่าของภาพในแต่ละแถวมาวางลำดับใหม่ เช่นภาพ ขนาด 5 x 10 จุดภาพ ถ้าแปลงเป็น แบบ หนึ่งมิติ จะได้ ขนาดภาพเป็น 1 x 50 (1 แถว 50 จุดภาพ)

1.5.16 Average Face (Ψ) หมายถึง การรวมค่าของภาพทุกภาพ จุดภาพต่อจุดภาพ แล้วนำค่าผลรวมของแต่ละจุดภาพมาหาค่าเฉลี่ยแล้วสร้างเป็นภาพใบหน้าเฉลี่ย ซึ่งมีค่าของทุกภาพใบหน้าผสมรวมอยู่ในภาพ

1.5.17 Standard Deviation (Φ) หมายถึง ภาพผลต่างระหว่างภาพใบหน้าจากกลุ่มเรียนรู้ (Training Set) กับภาพหน้าเฉลี่ย Average Face (Ψ) ซึ่งเรียกว่า ภาพใบหน้าผลต่าง

1.5.18 Covariance Matrix (C) หมายถึง การหาค่าความแปรปรวนร่วมของกลุ่มเรียนรู้

1.5.19 Euclidean Distance หมายถึง ระยะห่างของการเปรียบเทียบความเหมือนหรือความคล้ายของใบหน้าใน Face Space กับใบหน้าทดสอบในระบบการรู้จำใบหน้า

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.6.1 เพื่อเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบและยืนยันตัวตนบุคคลอีกทางหนึ่งด้วยคอมพิวเตอร์

1.6.2 สามารถทำให้คอมพิวเตอร์ระบุตัวตนบุคคลได้อย่างแม่นยำหรือใกล้เคียงกับมนุษย์มากขึ้นอีกทางหนึ่ง

1.6.3 เพื่อให้เกิดทักษะในการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์กับระบบรักษาความปลอดภัยในการยืนยันตัวตน (Security Authentication) ต่างๆ ใน Biometrics สาขาต่างๆ

บทที่ 2

ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยเรื่องการรู้จำใบหน้ามนุษย์โดยใช้ภาพใบหน้าไอโฟนนี้ ได้นำเสนอวิธีทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก เพื่อลดผลกระทบของสัญญาณรบกวน และลดมิติข้อมูลภาพบนใบหน้า มีเอกสารที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ภาพและความหมายทั่วไป

พิกเซล (Pixel) คือจุดภาพเล็ก ๆ ที่รวมกันทำให้เกิดเป็นภาพขึ้น ภาพหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยพิกเซล หรือ จุดภาพมากมาย ซึ่งภาพแต่ละภาพที่สร้างขึ้นจะมีความหนาแน่นของพิกเซลเหล่านี้แตกต่างกันออกไป ความหนาแน่นบ่งบอกถึงความละเอียดของภาพ (Resolution Image) โดยมีหน่วยเป็น ppi (Pixel Per Inch) คือจำนวนจุดต่อนิ้ว ซึ่งภาพโดยทั่วไปที่มีความละเอียดสูงหรือคุณภาพดี ควรจะมีความละเอียด 300 x 300 ppi ขึ้นไป ถ้า ppi ยิ่งสูงขึ้น ภาพนั้นจะมีความละเอียดและคมชัดมากขึ้นในแต่ละจุดหรือพิกเซล จะแสดงคุณสมบัติทางสีให้แก่ภาพด้วยโดยแต่ละจุดจะเป็นตัวสร้างสีประกอบกันเป็นหนึ่งภาพ เกิดเป็นภาพที่มีสีต่างกันต่าง ๆ

ภาพแบบเวกเตอร์ (Vector Image) เป็นรูปภาพประเภท Resolution-Independent เป็นภาพที่มีลักษณะการสร้างจากคอมพิวเตอร์ โดยภาพแต่ละส่วนมีอิสระต่อกัน โดยแยกชิ้นส่วนของภาพออกเป็นเส้นตรง รูปทรง หรือส่วนโค้งโดยอ้างอิงตามความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์หรือการคำนวณ ซึ่งมีแนวทางการลากเส้นในแนวต่าง ๆ จึงเรียกว่าเป็นประเภท Vector Graphic หรือ Object-Oriented ภาพเวกเตอร์ มีข้อดี คือ สามารถเปลี่ยนแปลงขนาดได้โดยที่ความละเอียดของภาพไม่ลดลง ภาพสามารถเปลี่ยนแปลงขนาดหรือย้ายได้และมีขนาดของไฟล์เล็กกว่าภาพบิตแมป (Bitmap) ซึ่งเป็นรูปภาพของระบบวินโดวส์ (Windows Image) ไฟล์รูปแบบ Vector Image มีนามสกุลเป็น .EPS, .WMF, .CDR, .AI, .CGM, .DRW, .PLT, .SWF เป็นต้น และโปรแกรมที่ใช้สร้าง คือ โปรแกรมประเภทวาดรูป (Drawing Program) เช่น CorelDraw , AutoCAD, Macromedia Flash, FreeHand, Illustrator

ภาพบิตแมป (Bitmap Image) เป็นภาพที่มีลักษณะสำคัญ คือ ประกอบขึ้นด้วยจุดสี ที่มีจำนวนคงที่ตายตัว ตามการสร้างภาพที่มีความละเอียด (Resolution) ต่างกันออกไป ภาพบิตแมปมีข้อดี คือ เหมาะสำหรับภาพที่ต้องการระบายสี สร้างสี หรือกำหนดสีที่ต้องการความละเอียดและ

สวยงามได้ง่าย แต่มีข้อจำกัด หรือข้อด้อย คือ เมื่อพิกเซลจำนวนมากที่ หากมีการนำภาพมาขยายให้ใหญ่ขึ้น ความละเอียดสวยงามจะลดลง มองเห็นภาพเป็นแบบ Pixelated และหากเพิ่มความละเอียดให้ภาพจะทำให้ขนาดของไฟล์ภาพมีขนาดใหญ่และเปลืองเนื้อที่ในหน่วยความจำมากในการบันทึกไฟล์รูปแบบบิตแมป มีนามสกุล (Extension) ดังนี้ .BMP, .PCX, .TIF, .GIF, .JPG, .MSP และ .PCT และโปรแกรมที่ใช้สร้างไฟล์ประเภทนี้ได้แก่ โปรแกรมประเภทระบายภาพ เช่น Paint, Photoshop, Photostyler เป็นต้นสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ จะใช้เฉพาะภาพประเภท บิตแมปเท่านั้น

2.2 ภาพเชิงดิจิทัล (Digital Image)

ภาพเป็นกระบวนการทางแสง (Optical Process) ซึ่งเกิดจากพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Spectrum) หลาย ๆ ช่วงความถี่ เช่น แสงธรรมดา รังสีเอกซ์เรย์ (X-ray) รังสีอินฟราเรด (Infrared) เป็นต้น และพลังงานเสียง เช่น อัลตราซาวด์ (Ultrasound) ตกกระทบวัตถุแล้วสะท้อนเข้าสู่ประสาทความรู้ของมนุษย์ เช่น ตา หู จมูก และผิวหนัง หรือ อุปกรณ์ตรวจจับคลื่นสัญญาณ ต่าง ๆ (Sensor)



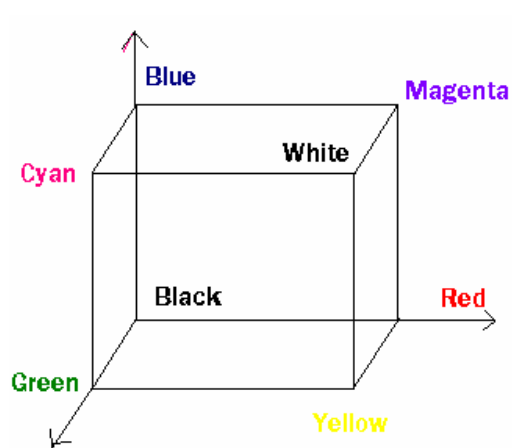
ภาพที่ 2-1 ภาพในความหมายของฟังก์ชัน 2 มิติ $f(x,y)$ ของค่าความเข้มของแสง ณ ตำแหน่ง (x,y)

จากภาพที่ 2-1 ภาพเชิงดิจิทัล (Digital Image) คือ ฟังก์ชัน 2 มิติ $f(x,y)$ ของค่าความเข้มของแสง (Intensity) โดยที่ x และ y คือ ค่าแสดงตำแหน่งในระบบพิกัดฉาก และค่าของฟังก์ชัน f ณ ตำแหน่ง (x,y) ใด ๆ จะเป็นสัดส่วนกับความสว่างของแสง ณ ตำแหน่งนั้น

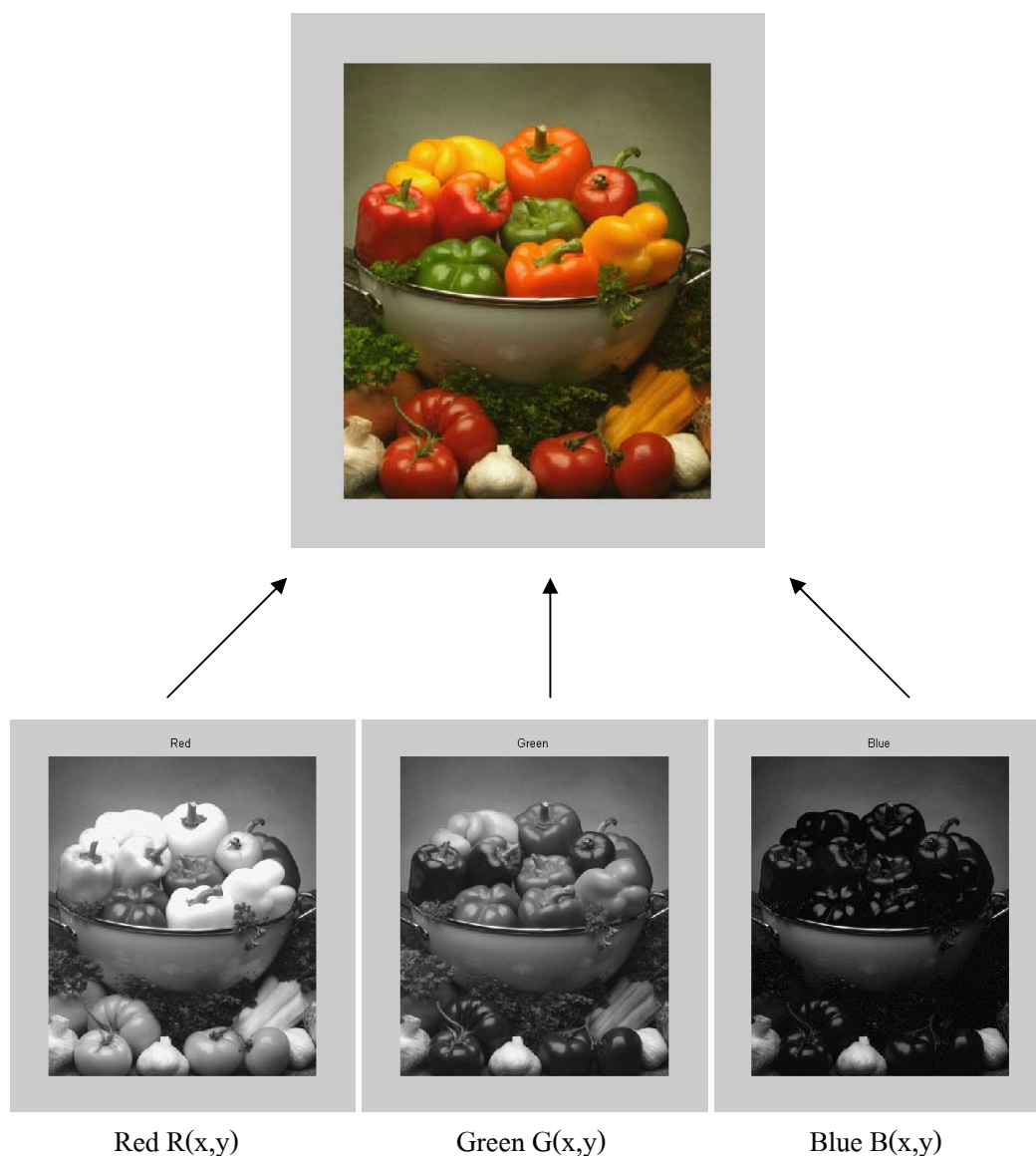


ภาพที่ 2-2 ภาพตัวอย่างของภาพโทนสีเทา

2.2.1 ภาพโทนสีเทา (Gray Scale Image) ภาพประเภทนี้จะมีค่าความเข้มของแสงจะเป็นปริมาณสเกลาร์ หรือบางครั้งอาจเรียกโดยทั่วไปว่า ภาพสีเดียว (Monochrome Image) แสดงดังภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-3 แบบจำลองสีแบบ RGB



ภาพที่ 2-4 ตัวอย่างภาพที่เกิดจากค่าความเข้มของแสงสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน

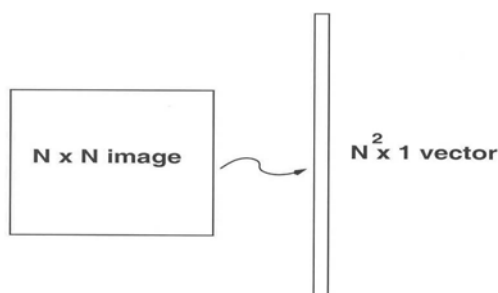
2.2.2 ภาพสี (Color Image) ค่าความเข้มของแสงจะเป็นปริมาณเวกเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ เวกเตอร์สีแดง เวกเตอร์สีเขียว เวกเตอร์สีน้ำเงิน เวกเตอร์ทั้ง 3 องค์ประกอบจะผสมกันในอัตราส่วนที่ต่างกัน เพื่อประกอบเป็นภาพ 1 ภาพ

2.3 ทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis-PCA)

วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis-PCA) เป็นวิธีการทางสถิติ ซึ่งถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆ เช่น การบีบอัดข้อมูล และการสร้างภาพใบหน้าไอเคน

เพื่อใช้ในระบบรู้จำ เป็นต้น วิธีนี้ถูกนำมาสร้างเป็นภาพใบหน้าไอเกน (Eigen Faces) ครั้งแรกโดย Sirovich และ Kirby [3] ในปี 1987 และต่อมา Turk และ Pentland [2] ได้สร้างระบบรู้จำใบหน้า โดยการนำภาพใบหน้าไอเกนในการรู้จำ

โดยกำหนดให้ $I(x,y)$ คือภาพที่ใช้เป็น (2-D Image) 2 มิติ มีขนาด 80×80 Pixel ขนาด $(N \times N)$ ชนิด สีเทา เมื่อทำเป็นรูปภาพแบบ 1 มิติ $N^2 \times 1$ (1-D Vector) มีความเท่ากับ 6,400 จุด ต่อ 1 ภาพ เพื่อทำเป็นชุด Training Set Image จากภาพใบหน้าต้นฉบับ



ภาพที่ 2-5 ภาพ 2 มิติขนาด $(N \times N)$ เมื่อทำเป็นรูปภาพแบบ 1 มิติ $N^2 \times 1$ (1-D Vector)

โดยกำหนดให้ $T_1, T_2, T_3, \dots, T_M$ เป็นกลุ่มเรียนรู้ ของภาพใบหน้า การสร้างกลุ่มเรียนรู้ จะคำนวณค่าเฉลี่ย ค่าโควาริเียน เมตริกซ์และคำนวณค่าไอเกนเวกเตอร์ตามลำดับ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Ψ = Average Face) จากทุกใบหน้า ดังสมการที่ 2-1

$$\Psi = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M T_i \quad (2-1)$$

เมื่อ Ψ คือ ใบหน้าเฉลี่ย

M คือ จำนวนใบหน้า

T คือ กลุ่มเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาผลต่างระหว่างกลุ่มเรียนรู้และค่าเฉลี่ย หรือเรียกว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพใบหน้า ดังสมการที่ 2-2

$$\Phi = T_i - \Psi \quad (2-2)$$

เมื่อ Ψ คือ ใบหน้าเฉลี่ย

Φ คือ ใบหน้าผลต่าง

T คือ กลุ่มเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาค่าเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม โดยนำค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากขั้นตอนที่ 2 แล้ว คูณกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ทำการทรานโพส ดังสมการที่ 2-3

$$C = \frac{1}{M} \sum_i^M \Phi_i \Phi_i^T \quad (2-3)$$

$$= AA^T$$

ซึ่ง $A = [\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_M]$ เป็นชุดข้อมูลค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เมื่อ C คือ เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม

A คือ กลุ่มของเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหา ไอเกนเวกเตอร์ (v) และค่าไอเกน(μ) ของเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมเนื่องจากเมตริกซ์ C มีขนาด $N^2 \times N^2$ มิติ นำมาสร้างเป็นไอเกนเวกเตอร์ ขนาด N^2 และค่าไอเกน ขนาด N^2 ด้วยรูปภาพ ขนาด 80×80 พิกเซล จะไม่สามารถกระทำได้ซึ่ง N^2 จะได้เมตริกซ์ที่มีขนาดใหญ่มาก ซึ่งวิธี PCA เป็นการลดมิติข้อมูลลง จึงทำให้ได้ผลลัพธ์มีขนาดมากเกินไป และอาจจะมีไอเกนเวกเตอร์บางค่าที่สัมพันธ์กับค่าไอเกนที่มีค่าป็นศูนย์ จึงไม่นำมาเป็นข้อมูลในการพิจารณา เพื่อแก้ปัญหานี้ Turk และ Pentland [2] ได้ทำการปรับปรุงขั้นตอนวิธีโดยการเสนอวิธีใหม่ โดยการสร้างเมตริกซ์ $A^T A$ แทนที่จะใช้ AA^T ดังนั้นค่าไอเกนเวกเตอร์ สามารถทำได้ ดังสมการที่ 2-4

$$A^T A v_i = \mu_i v_i \quad (2-4)$$

เมื่อ A คือ กลุ่มของเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม

μ_i คือ ค่า ไอเกน Eigen value

v_i คือ ค่า Eigen vector

ขนาดของเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม จะมีขนาด $M \times M$ จะได้ค่าไอเกนใหญ่มาก จึงแทนค่าไอเกนป็นขนาด N^2 ซึ่งจะได้สมการใหม่ ดังสมการที่ 2-5

$$AA^T Av_i = \mu_i Av_i \quad (2-5)$$

ในขั้นตอนนี้จะใช้วิเคราะห์องค์ประกอบหลักโดยใช้หน้าไอเจนที่มีนัยสำคัญที่สุด ดังนั้นเพื่อลดพื้นที่ในการเก็บข้อมูลโดยการเลือกเอาเฉพาะใบหน้าไอเจนแรก ๆ มาเก็บไว้เท่านั้น

ขั้นตอนที่ 5 วิธีการรู้จำ เริ่มจากการนำภาพที่ต้องการทดสอบการรู้จำ T จึงนำภาพใบหน้าไอเจนไปทำการหาค่าน้ำหนัก โดยนำภาพใบหน้าไอเจนที่เลือกคูณกับภาพใบหน้าซึ่งเป็นการฉายภาพ (Projection) ภาพใบหน้ากับภาพใบหน้าไอเจนใน Face space ดังสมการที่ 2-6

$$W_k = \mu_k^T (T - \psi) \quad (2-6)$$

จากสมการที่ 2-6 ค่า k คือจำนวนใบหน้าที่ถูกเลือก ซึ่งเป็นนำภาพใบหน้ามาคำนวณเพื่อหาค่าน้ำหนักที่จะนำไปเป็นตัวแทนจำแนกหรือรู้จำบุคคลต่อไป ซึ่งจะได้ $\Omega^T = [w_1, w_2, w_3, \dots, w_M]$

ขั้นตอนที่ 6 คำนวณหาค่าระยะห่างระหว่างภาพใบหน้าที่น่ามาทดสอบกับภาพใบหน้าไอเจน (Euclidean distance) ดังสมการที่ 2-7

$$\varepsilon_k = \|\Omega - \Omega_k\| \quad (2-7)$$

เมื่อ ε_k คือ ค่าระยะห่าง

Ω คือ ใบหน้าไอเจน

Ω_k คือ ใบหน้าทดสอบ

จากสมการ 2-7 ค่า Ω_k คือระยะห่างของใบหน้าที่ลำดับที่ k ที่สามารถค้นพบ หลังจากมีการคำนวณภาพระยะห่างภาพใบหน้าที่กลุ่มเรียนรู้ กับภาพใบหน้าที่นำมาทดสอบแล้ว นำค่าระยะห่างมาวิเคราะห์ โดยพิจารณาว่าข้อมูลของภาพที่น่ามาทดสอบมีค่าใกล้เคียงกับภาพใบหน้าในกลุ่มเรียนรู้ภาพใด มีระยะห่างน้อยที่สุด สรุปผลออกมาได้ว่า ภาพที่น่ามาทดสอบนั้นอยู่กลุ่มเดียวกับภาพในกลุ่มเรียนรู้ภาพนั้น

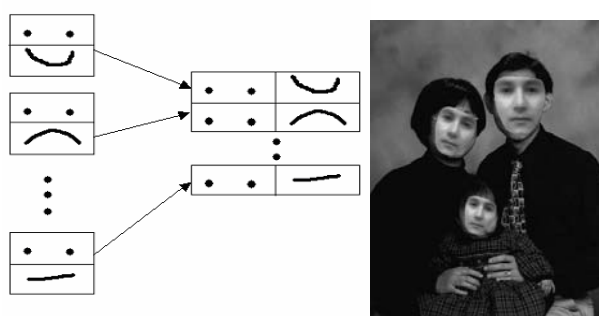
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้จำใบหน้าด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการวิจัย การรู้จำใบหน้าในปัจจุบันนี้ สามารถนำไปใช้ได้จริง และมีความเร็วเป็นแบบ

เวลาจริง (Real Time) ซึ่งเป็นเรื่องที่ทำหายอย่างมาก ที่เราสามารถทำให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถรู้จำ ซึ่งเลียนแบบการมองเห็นของมนุษย์ ที่มีการพัฒนาความสามารถขึ้นตามลำดับ

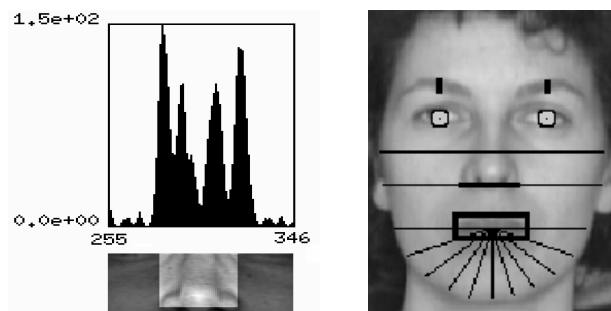
วิธีการรู้จำภาพใบหน้าที่มีการวิจัยจนถึงปัจจุบัน มีแนวความคิดมีแนวความคิดและวิธีการตัดสินใจรู้จำที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 5 กลุ่มการวิจัย คือ การเทียบเทมเพลต (Template Matching) ลักษณะทางเรขาคณิต (Geometrical Features) การเทียบกราฟ (Graph Matching) ใบหน้าไอเกน (Eigenface) โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)

Brunelli และ Poggio [15] ใช้วิธีการเทียบเทมเพลต ทำงานโดยการหาสหสัมพันธ์ของภาพสองภาพโดยตรง ได้ผลอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีอัตราในการรู้จำเป็น 100% เมื่อภาพมีขนาดเดียวกัน มีการวางตรงกัน และมีการส่องสว่างของแสงเดียวกัน ถ้าภาพที่เข้ามาทดสอบ มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ต้องมีการประมวลผลภาพก่อน เพื่อให้ได้ภาพที่มีการส่องสว่างใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 2-6 การเทียบเทมเพลต (Template Matching)

วิธีลักษณะทางเรขาคณิต อาศัยอัตราส่วนหรือสัดส่วนระยะทางจาก ตาซ้าย ตาขวา จากตาไป จมูก จากจมูกไปปาก รูปร่างของปาก รูปร่างของตา ซึ่งเป็นลักษณะทางกายภาพของใบหน้า มีวิธีการวิจัยดังนี้



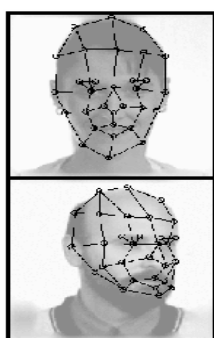
ภาพที่ 2-7 คุณลักษณะทางเรขาคณิต (Geometrical Features)

Kanade [16] ได้เสนอวิธีการแยกลักษณะเด่นอัตโนมัติ (Automatic Feature) โดยอัตราระยะทาง (Ratio of Distance) โดยมีการรู้จำอยู่ระหว่าง 45-75% ของฐานข้อมูลภาพ 20 ภาพ

Brunelli และ Poggio [21] ได้คำนวณเซตของลักษณะเรขาคณิต เช่น ความกว้างของจมูก ตำแหน่งของปากบนใบหน้า รูปร่างของคาง โดยมีอัตราการรู้จำ 90 % ของฐานข้อมูล 47 คน และพวกเขายังใช้วิธีเทียบเทมเพลต อย่างง่ายให้ผลในการรู้จำ 100 % โดยใช้ฐานข้อมูลเดียวกัน

Cox และคณะ [17] ได้นำเทคนิคการหาระยะทางแบบหลากหลาย (Mixture Distance) ทำให้อัตราจำสูงมากถึง 95% โดยใช้ฐานข้อมูลภาพที่สุ่มมาทดสอบทีละ 96 ภาพ จากทั้งหมด 685 ภาพ ซึ่งใบหน้าของแต่ละภาพจะถูกแทนด้วยระยะห่างต่าง ๆ กัน

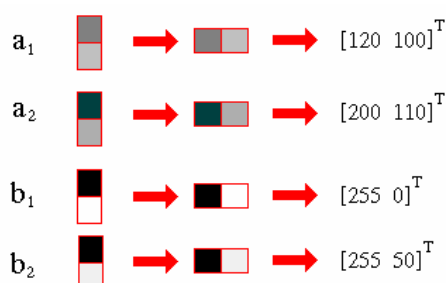
การเทียบกราฟเป็นการมองใบหน้าลักษณะที่เป็นเวกเตอร์ ของกราฟซึ่งมีจุดและเส้นในการเชื่อมต่อเป็นโครงร่างที่ฟิตพอดีไปบนใบหน้า บนลักษณะเด่นที่พิจารณา รูปร่างกราฟของตา ปาก คาง หู และคิ้ว เป็นต้น



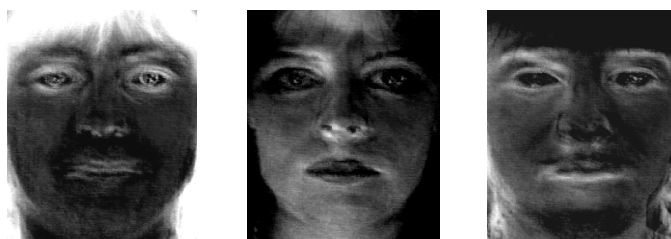
ภาพที่ 2-8 การเทียบกราฟ (Graph Matching)

Lades และคณะ [4] เสนอสถาปัตยกรรมแบบยืดหยุ่น (Dynamic Like Architecture) สำหรับการรู้จำเป้าหมายแบบไม่ขึ้นกับความเพี้ยน โดยการใช้กราฟแบบยืดหยุ่นได้ (Elastic Graph Matching) เพื่อหากราฟในฐานข้อมูลที่ใกล้เคียงที่สุด วัตถุเป้าหมายนั้นจะถูกแทนด้วยกราฟห่าง ๆ กันที่มีจำนวนไม่มากนัก (Sparse Graph) ซึ่งมุมจะติดป้าย (Label) แทนด้วยฟังก์ชันความโค้ง และขอบต่าง ๆ ถูกติดป้าย (Label) ระยะทาง ทางเรขาคณิต เมื่อป้อนภาพเข้ามา 1 ภาพ และค้นหาในฐานข้อมูลจำนวน 87 คน และภาพทดสอบที่มีหลาย ๆ ลักษณะ รวมทั้งการหมุน 15 องศาด้วย ใช้เวลาในการทำ Matching เวลา 25 วินาที โดยใช้ทรานสพิวเตอร์ 23 ตัว ในการประมวลผล แต่บทความดังกล่าวไม่ได้บอกอัตราการรู้จำ

Turk และ Pentland [14] ได้ริเริ่มและเสนอวิธีการในการรู้จำใบหน้าโดยการฉาย (Projection) ภาพใบหน้าไปยังองค์ประกอบหลัก (Principle Component) โดยเรียกภาพดังกล่าวว่าเป็นภาพใบหน้าไอเกน (Eigenface) โดยนำภาพใบหน้าไอเกนดังกล่าวไปทำการค้นหาในฐานข้อมูลใบหน้าไอเกน โดยแสดงให้เห็นการทดสอบกับฐานข้อมูลใบหน้าไอเกน 16 คน ที่มีการเลื่อน และวางตำแหน่งศีรษะหลาย ๆ ลักษณะ มีการย่อขยาย และมีการเปลี่ยนแปลงทางแสง และเปลี่ยนแปลงเทคนิคเพียงเล็กน้อย โดยระบบมีความสามารถในการรู้จำ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของแสง มีความสามารถในการรู้จำ 85 %



ภาพที่ 2-9 การแปลงภาพจาก 2 มิติเป็น ภาพแบบเชิงเส้น



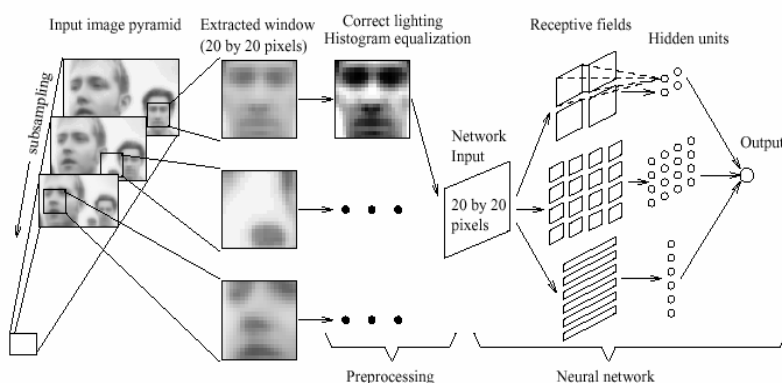
ภาพที่ 2-10 ภาพใบหน้าไอเกน

มีการย่อขยายภาพ มีความสามารถในการรู้จำ 64 % โดยการย่อขยายนั้น ใช้ขั้นตอนวิธีในการปรับขนาดสรีระให้มีขนาดเดียวกันกับใบหน้าไอเกนโดยใช้การประมาณขนาดของสรีระ และนำส่วนกลางของใบหน้ามาใช้เท่านั้น เพื่อลดผลจากการเปลี่ยนแปลงของทรงผม และฉากด้านหลังที่อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงได้

Pentland และคณะ [5] มีผลรู้จำที่ดีในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ โดยมีผลในการรู้จำ 95 % โดยใช้ฐานข้อมูล 200 คน ที่สุ่มมาจากฐานข้อมูล 3000 คน

Mohadam และ Pentland [19] มีผลการรู้จำที่ดีมาก โดยการทดลองกับฐานข้อมูล FERET โดยมีข้อผิดพลาดเพียงตรงที่ใช้ภาพด้านหน้าเพียง 150 ภาพเท่านั้น ระบบมีการทำการประมวลก่อน เพื่อหาตำแหน่งของสรีระ ลักษณะเด่น และทำการ นอร์มอลไลซ์ ทางเรขาคณิตของใบหน้า โดยการเลื่อนตำแหน่ง การหมุน การย่อขยายภาพ ปรับแสง และปรับคอนทราสต์ ของภาพ

ปัจจุบันมีการเสนอบทความที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียม ในการรู้จำ จำนวนมาก และทดสอบกับฐานข้อมูลขนาดเล็ก ๆ ได้เท่านั้น (ต่ำกว่า 20 คน) และมีบทความที่ทดสอบกับฐานข้อมูลขนาดใหญ่ไม่มากนัก



ภาพที่ 2-11 โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)

Demers [20] ใช้สัมประสิทธิ์ 50 ตัวแรกจากส่วนประกอบหลักที่ดึงมาจากภาพแล้วนำมาใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบมาตรฐานของเปอร์เซพตรอนหลายชั้น (Standard Multilayer Perceptron) ในการรู้จำ ผลการจำค่อนข้างดี แต่ฐานข้อมูลที่ใช้ค่อนข้างง่ายเกินไป และภาพไม่มีการเปลี่ยนแปลงของแสง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากการหมุน โดยใช้ฐานข้อมูลแค่ 20 คนเท่านั้น

Lawrence และคณะ [18] ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบผสม (Hybrid Neural Network) โดยใช้การผสมของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Self-Organizing Map (SOM) ในการลดมิติ (Quantization) ของข้อมูลภาพใบหน้า ไปในโทโปโลยีสเปส (Topology Space) และโครงข่าย

ประสาทเทียมแบบ คอนโวลูชัน (Convolution Neural Network : CNN) ในการรู้จำ และได้เปรียบเทียบผลการรู้จำได้ ดังนี้

ใช้ขั้นตอนวิธี SOM ในการลดมิติข้อมูล และใช้วิธี CNN ในการรู้จำ มีความถูกต้องของการการรู้จำ 96.2 %

การแปลงแบบคาร์สตูเนนเลิฟ (KL Transform) ในการลดมิติข้อมูล และใช้วิธี CNN มีความถูกต้องของการรู้จำ 94.7 %

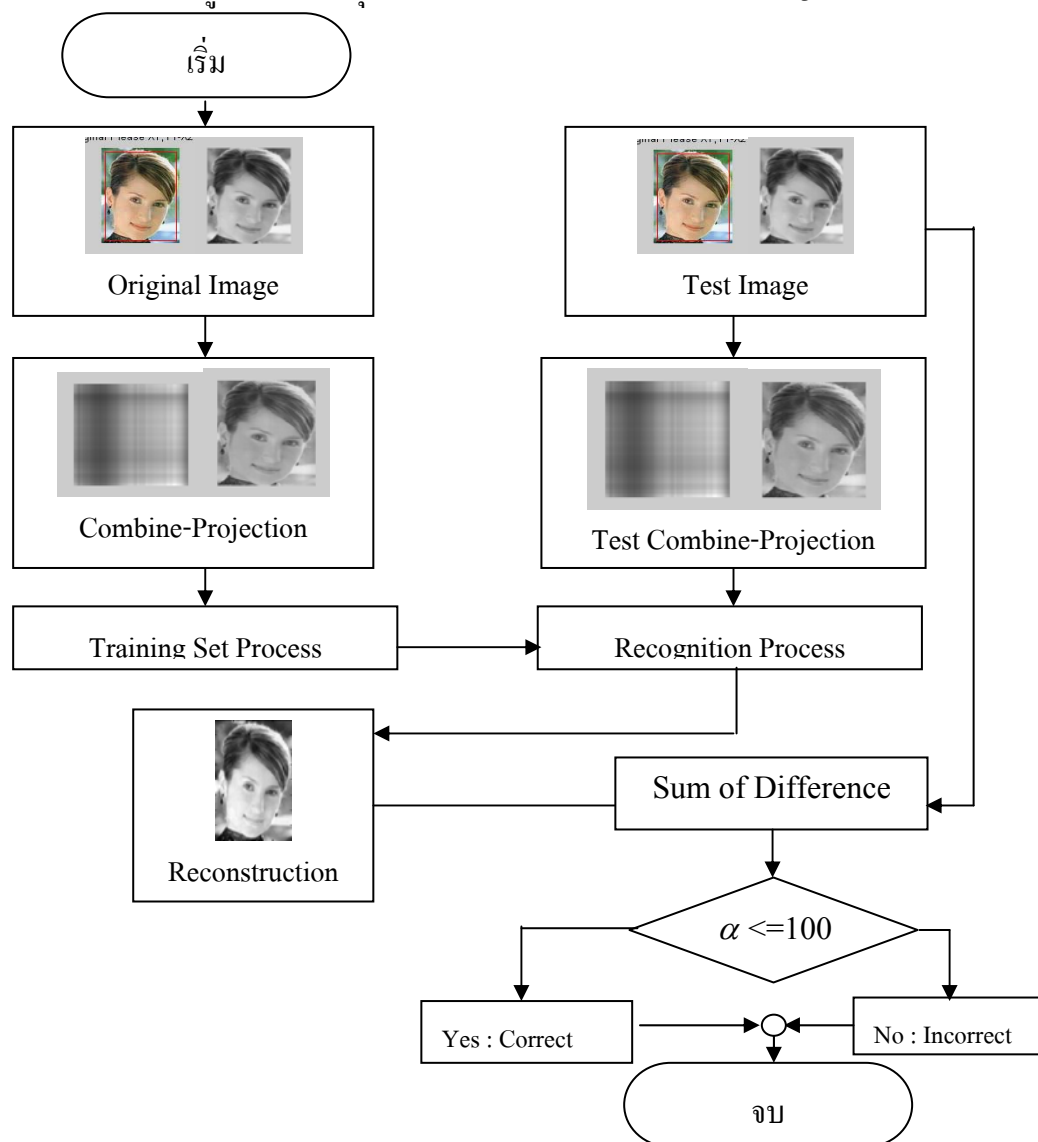
ใช้ขั้นตอนวิธี SOM ในการลดมิติข้อมูล และใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบ เปอร์เซพตรอนหลายชั้น (Multilayer Perceptron) ในการรู้จำ มีความถูกต้อง 60 %

ใบหน้าไอเกน มีความถูกต้อง 89.5% ฐานข้อมูลที่ Lawrence และคณะ ใช้ทดสอบระบบเป็นภาพบุคคลที่มีท่าทางแตกต่างกัน คนละ 10 ภาพ เป็นจำนวน 40 คน ซึ่งภาพเป็นภาพถ่ายที่ถ่ายมาต่างเวลากัน ตั้งแต่เดือน เมษายน 1992 ถึงเมษายน 1994 ภาพมีการเปลี่ยนการแสดงออก เช่น การเปิดปิดตา ยิ้มหรือไม่ยิ้ม มีแว่นหรือไม่ฉากรหลังเป็นสีดำ เนื้อเดียวกันทั้งหมด และศรีษะวางอยู่ตรงกลางภาพถ่าย ซึ่งบางภาพอาจมีการหมุน 20 องศา และบางภาพอาจมีการเปลี่ยนแปลงขนาดประมาณ 10 % รูปแบบของภาพเป็นภาพขนาดสีเทา 92 x 112 จุดภาพ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและแหล่งข้อมูลอื่น ๆ โดยได้ศึกษาถึงวิธีการ เทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้รวมถึงข้อดี ข้อเสีย ของแต่ละวิธีแล้ว นำความรู้วิเคราะห์ เพื่อเป็นพื้นฐานในการทำวิจัย ซึ่งนำไปสู่การออกแบบงานวิจัยให้ได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพของการรู้จำใบหน้ามนุษย์โดยใช้ภาพใบหน้าไอแกน ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 การพัฒนาขั้นตอนวิธี

3.1 การพัฒนาขั้นตอนวิธี

สามารถลำดับการทำงานเป็นขั้นตอนสรุปได้ดังต่อไปนี้

3.1.1 การค้นหาใบหน้าด้วยมือ

3.1.2 การปรับปรุงภาพก่อนการรู้จำโดยการฉายภาพโปรเจกชันแบบผสมผสาน

3.1.3 การสร้างพื้นที่สำหรับเก็บใบหน้า

3.1.3.1 การสร้างชุดเรียนรู้

3.1.3.2 การสร้างใบหน้าเฉลี่ย

3.1.3.3 การสร้างหน้าผลต่าง

3.1.3.4 การหาค่าความแปรปรวน

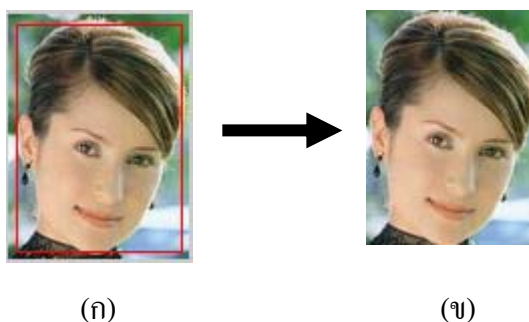
3.1.3.5 การหาไอเจนเวกเตอร์ และหาค่าไอเจน

3.1.4 การรู้จำใบหน้าที่นำมาทดสอบ

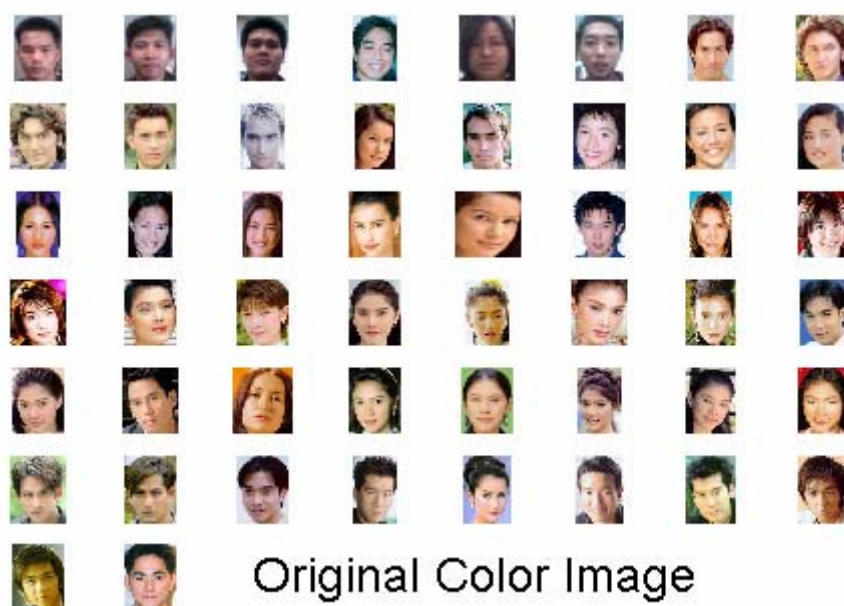
3.1.5 การสรุปผลการรู้จำใบหน้า

3.2 การค้นหาใบหน้าด้วยมือ

เป็นการตัดภาพใบหน้าภาพหน้าตรงจากภาพถ่ายด้วยกล้องดิจิทัลภาพนิ่งหรือจากการสแกน แล้วนำมาตัดเฉพาะบริเวณส่วนหัวหรือใบหน้าด้วยโปรแกรม MATLAB โดยการเลือกตำแหน่งซ้ายบนและด้านขวาล่าง ภาพที่นำมาตัดเป็นภาพสี ใบหน้าตรง และสามารถ เอียงได้เล็กน้อยประมาณ 5-15 องศา การกำหนดพิกัดภาพ/เลือกส่วนบริเวณใบหน้ามนุษย์ด้วยมือ เมื่ออุปกรณ์นำเข้าแล้ว กำหนดจุดบริเวณใบหน้าด้วยมือและสามารถได้ภาพใบหน้า ภาพที่ 3-2



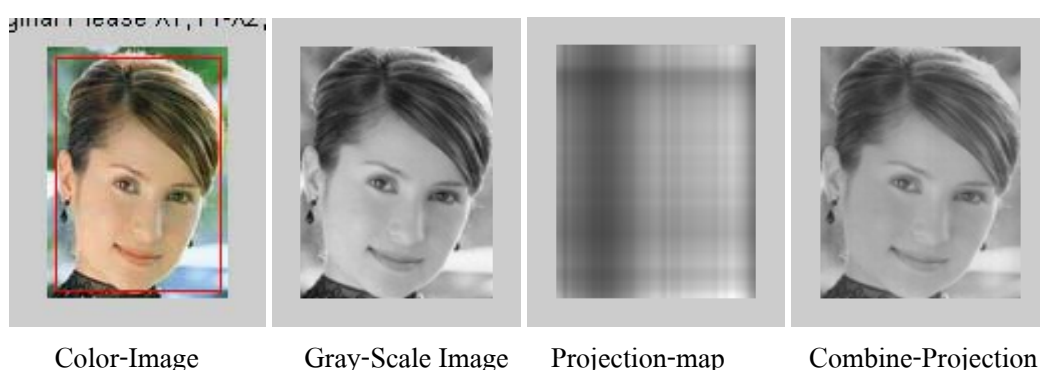
ภาพที่ 3-2 การกำหนดพิกัดบริเวณใบหน้าด้วยมือ (ก) ภาพนำเข้าจาก
อุปกรณ์นำเข้า (ข) ภาพที่ผ่านการที่เลือกบริเวณภาพด้วยมือ



ภาพที่ 3-3 ภาพทุกภาพที่นำเข้าและเลือกบริเวณภาพแล้ว

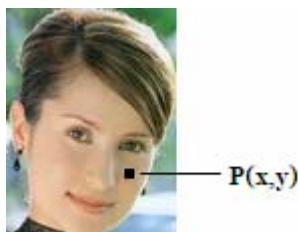
3.3 การปรับปรุงภาพก่อนการรู้จำโดยการฉายภาพโปรเจกชันแบบผสมผสาน

เป็นการผสมผสานภาพต้นฉบับกับการทำโปรเจกชันในแนวนอนและแนวตั้งแล้วจึงนำภาพที่ผ่านการแล้วไปผ่านขั้นตอนการประมวลผลด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักเป็นการปรับปรุงภาพก่อนนำเข้าและเป็นการทำ Preprocessing เพื่อต้องการลดการประมวลผลในขั้นตอนการหาค่าไอเกน โดยการทำ Combine-Projection ซึ่งจะทำให้การรู้จำแม่นยำและความเร็วในการประมวลผลเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 3-4 ภาพตัวอย่างการการปรับปรุงภาพด้วยวิธีการฉายภาพโปรเจกชันแบบผสมผสาน

การปรับปรุงภาพโดยการฉายภาพโปรเจกชันแบบผสมผสาน ที่ใช้การปรับปรุงภาพใบหน้า โดยกำหนดให้จุดภาพ $P(x,y)$ เป็นความเข้มของแสง ของรูปภาพ ขนาด $N_1 \times N_2$ ซึ่ง



ภาพที่ 3-5 ภาพแสดงจุดภาพ $P(x,y)$

เมื่อ x คือ ช่วง $[1, N_1]$

y คือ ช่วง $[1, N_2]$

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการหา Projection แนวตั้งของภาพต้นฉบับ

$$V_p(x) = \sum_{y=1}^{N_2} P(x, y) \quad (3-1)$$

เมื่อ $V_p(x)$ คือ ค่าผลรวมในแนวตั้งของภาพ $P(x,y)$

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการหา Projection แนวนอนของภาพต้นฉบับ

$$H_p(y) = \sum_{x=1}^{N_1} P(x, y) \quad (3-2)$$

เมื่อ $H_p(y)$ คือ ค่าผลรวมในแนวนอนของภาพ $P(x,y)$

ขั้นตอนที่ 3 ให้ $\bar{P}$ เป็นค่าเฉลี่ยของ Intensity ของรูปภาพ ดังนี้

$$\bar{P} = \frac{\sum_{x=1}^{N_1} \sum_{y=1}^{N_2} P(x, y)}{N_1 N_2} \quad (3-3)$$

ขั้นตอนที่ 4 สร้าง Project Map , $M_p(x, y)$ ของ $P(x, y)$ ดังนี้

$$M_p(x, y) = \frac{V_p(x)H_p(y)}{N_1 N_2 \bar{P}} \quad (3-4)$$

ขั้นตอนที่ 5 ทำ Combine-Projection ของ $P(x, y)$ และ α เป็น Combine Parameter ดังนี้

$$P\alpha(x, y) = \frac{P(x, y) + \alpha M_p(x, y)}{1 + \alpha} \quad (3-5)$$

ค่า α อยู่ในช่วง $[0, 1]$ ในที่นี้ใช้ค่า 0.25 -0.9 ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นภาพเพื่อนำเข้า ต่อไปเพื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

3.4 การสร้างพื้นที่สำหรับเก็บใบหน้า

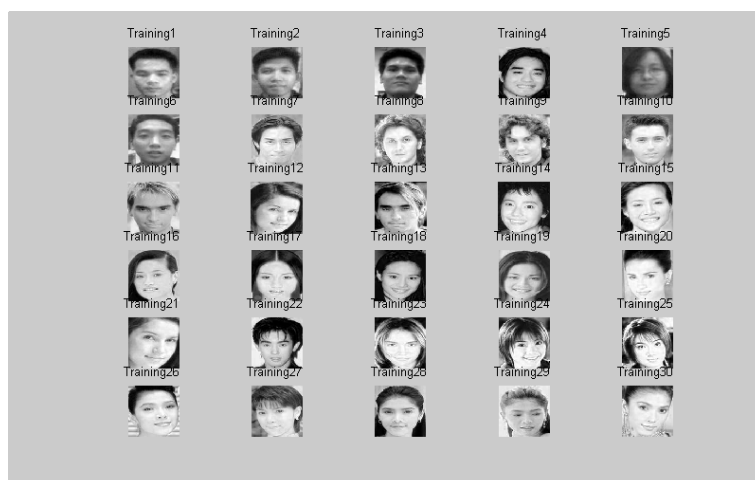
ใช้วิธีการ วิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) เป็นวิธีการทางสถิติ ซึ่งถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆ เช่น การบีบอัดข้อมูล และการสร้างภาพใบหน้าไอเกนเพื่อใช้ในระบบรู้จำ เป็นต้น

3.4.1 การสร้างชุดเรียนรู้

เมื่อผ่านขั้นตอนการสร้างการปรับปรุงภาพโปรเจกชันแบบผสมผสานภาพ แล้วนำภาพทั้งหมดมาสร้างเป็นชุดเรียนรู้ โดยกำหนดให้ $I(x, y)$ คือภาพที่ใช้เป็น (2-D Image) 2 มิติ มีขนาด 80 x 80 Pixel ขนาด $(N \times N)$ ชนิด สีเทา เมื่อทำเป็นรูปภาพแบบ 1 มิติ $N^2 \times 1$ (1-D Vector) มีความเท่ากับ 6,400 จุด ต่อ 1 ภาพ เพื่อทำเป็นชุด Training Set Image จากภาพใบหน้าค้นฉบับ



ภาพที่ 3-6 การเปลี่ยนภาพจาก 2-D Image เป็น 1-D Vector

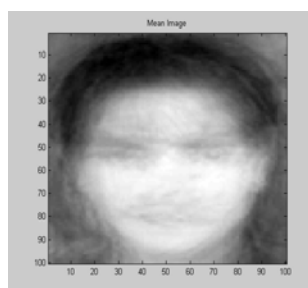


ภาพที่ 3-7 ภาพกลุ่มเรียนรู้

3.4.2 การสร้างใบหน้าเฉลี่ย

ในขั้นตอนนี้ทำหลังจากผ่านขั้นตอนการสร้างชุดเรียนรู้และนำชุดเรียนรู้มาสร้างเป็นใบหน้าเฉลี่ยจากใบหน้าของทุกคนในระบบหรือในฐานข้อมูล โดยการคำนวณผลรวมของค่าของแต่ละพิกเซล แล้วนำผลรวมมาหาค่าเฉลี่ยโดยการหารด้วยจำนวนบุคคลหรือจำนวนภาพทั้งหมดในระบบ การคำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\Psi = \text{Averageface}$) จากทุกใบหน้า ก็คือผลรวมทุกภาพในแต่ละจุดแล้วนำมาหารด้วยจำนวนภาพในชุดเรียนรู้ ดังสมการที่ 3-6

$$\Psi = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M T_i \quad (3-6)$$

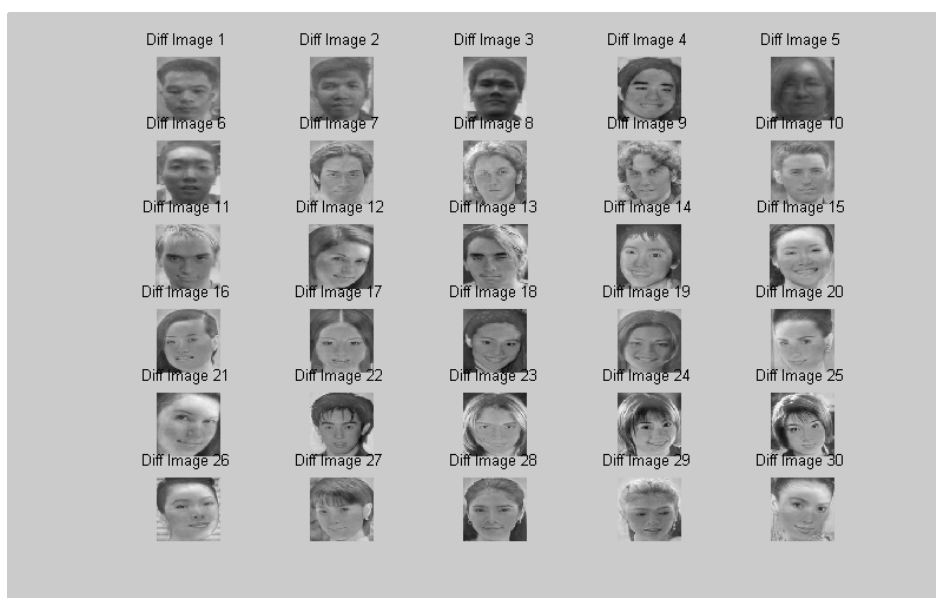


ภาพที่ 3-8 ใบหน้าเฉลี่ย (Average Face= Ψ)

3.4.3 การสร้างหน้าผลต่าง

ขั้นตอนการหน้าผลต่างหรือหาค่าหน้าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Φ = Standard Deviation or Difference Face) โดยนำเอาใบหน้าค่าเฉลี่ย ทำผลต่างกันกับใบหน้าในชุดเรียนรู้ และได้ใบหน้าผลต่าง คำนวณหาผลต่างระหว่างชุดเรียนรู้และใบหน้าค่าเฉลี่ย หรือเรียกว่าการปรับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพใบหน้า ดังสมการที่ 3-7

$$\Phi = T_i - \Psi \quad (3-7)$$



ภาพที่ 3-9 ภาพใบหน้าผลต่าง (Difference face)

3.4.4 ขั้นตอนหาค่าความแปรปรวนร่วม

คำนวณหาค่าเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม โดยนำค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากสมการที่ 3-7 คูณกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ทำการทรานโพส ดังสมการที่ 3-8

$$\begin{aligned} C &= \frac{1}{M} \sum_1^M \Phi_i \Phi_i^T \\ &= AA^T \end{aligned} \quad (3-8)$$

ซึ่ง $A = [\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_M]$ เป็นชุดข้อมูลค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.4.5 หาไอเจนเวกเตอร์และหาค่าไอเจน

คำนวณหา ไอเจนเวกเตอร์ (v) และค่าไอเจน (μ) ของเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม เนื่องจากเมตริกซ์ C มีขนาด $N^2 \times N^2$ มิติ นำมาสร้างเป็น ไอเจนเวกเตอร์ ขนาด N^2 และ ค่าไอเจน ขนาด N^2 ด้วยรูปภาพ ขนาด 80×80 พิกเซล จะไม่สามารถกระทำได้ซึ่ง N^2 จะได้เมตริกซ์ที่มีขนาดใหญ่มาก ซึ่งวิธี PCA เป็นการลดมิติข้อมูลลง จึงทำให้ได้ผลลัพธ์ที่มีขนาดมากเกินไป และอาจจะมีไอเจนเวกเตอร์บางค่าที่สัมพันธ์กับค่าไอเจนที่มีค่าเป็นศูนย์ จึงไม่นำมาเป็นข้อมูลในการพิจารณา เพื่อแก้ปัญหานี้ Turk และ Pentland ได้ทำการปรับปรุงอัลกอริธึมโดยการเสนอวิธีใหม่ โดยการสร้างเมตริกซ์ $A^T A$ แทนที่จะใช้ AA^T ดังนั้นค่าไอเจนเวกเตอร์สามารถทำได้ ดังสมการที่ 3-9

$$A^T A v_i = \mu_i v_i \quad (3-9)$$

ซึ่ง μ_i คือค่า ไอเจน Eigen value, v_i คือค่า Eigen vector

ขนาดของเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม จะมีขนาด $M \times M$ จะได้ค่าไอเจนใหญ่มาก จึงแทนค่าไอเจนเป็นขนาด N^2 ซึ่งจะได้สมการใหม่ ดังสมการที่ 3-10

$$AA^T A v_i = \mu_i A v_i \quad (3-10)$$

ในขั้นตอนนี้จะใช้วิเคราะห์องค์ประกอบหลักโดยใช้หน้าไอเจนที่มีสมนัยที่สุด ดังนั้นเพื่อลดพื้นที่ในการเก็บข้อมูลโดยการเลือกเอาเฉพาะใบหน้าไอเจนแรก ๆ มาเก็บไว้เท่านั้น



ภาพที่ 3-10 ภาพใบหน้าไอเจนที่ได้จากการประมวลผล

ทำการเลือกองค์ประกอบหลัก การเลือกค่า ใบน้ำไอเจน (Eigen Face) ให้เลือกจากค่า ไอเจนค่าสูง ๆ ซึ่งมีลักษณะของหน้าที่นัยสำคัญที่สุด (Most Significant Eigenfaces) ค่า ไอเจนเวกเตอร์ของใบน้ำไอเจนที่มี ค่าไอเจนต่ำทิ้งไปไม่ใช่

3.5 การรู้จำใบน้ำที่นำมาทดสอบ

ในขั้นตอนนี้เป็น การนำเสนอ การนำภาพใบน้ำทดสอบฉายเข้าไปในพื้นที่ใบน้ำเพื่อใช้ในการรู้จำที่สร้างไว้แล้ว โดยขั้นตอนนี้จะใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก PCA โดยใช้ค่าไอเจนที่มี นัยสำคัญมากที่สุด (Most Significant Eigenfaces) คำนวณหาค่า น้ำหนักจาก Eigenvector วิธีการ รู้จำ เริ่มจากการนำภาพที่ต้องการทดสอบการรู้จำและหาค่าน้ำหนัก โดยนำภาพใบน้ำไอเจนที่ เลือกคูณกับภาพใบน้ำซึ่งเป็นการฉายภาพ ภาพใบน้ำกับภาพใบน้ำไอเจนใน Face space ดัง สมการที่ 3-11

$$W_k = \mu_k^T (T - \psi) \quad (3-11)$$

จากสมการที่ 3-11 ค่า k คือจำนวนใบน้ำที่เลือก ซึ่งเป็นนำภาพใบน้ำมาคำนวณเพื่อหาค่า น้ำหนักที่จะนำไปเป็นตัวแทนจำแนกหรือรู้จำบุคคลต่อไป ซึ่งจะได้ $\Omega^T = [w_1, w_2, w_3, \dots, w_M]$ แล้ว จึงคำนวณหาระยะห่างระหว่างภาพใบน้ำที่นำมาทดสอบกับภาพใบน้ำไอเจน ดังสมการที่ 3-12

$$\varepsilon_k = \|\Omega - \Omega_k\| \quad (3-12)$$

จากสมการ 3-12 ค่า Ω_k ระยะห่างของใบน้ำลำดับที่ k ที่สามารถค้นพบ หลังจากมีการคำนวณ ระยะห่างระหว่างภาพใบน้ำกลุ่มเรียนรู้ กับภาพใบน้ำที่นำมาทดสอบแล้ว ก็นำค่าระยะห่างมา วิเคราะห์โดยพิจารณาว่าข้อมูลของภาพที่นำมาทดสอบมีค่าใกล้เคียงกับภาพใบน้ำในกลุ่มเรียนรู้ ภาพใด มีระยะห่างน้อยที่สุด ก็สรุปผลออกมาได้ว่า ภาพที่นำมาทดสอบนั้นอยู่กลุ่มเดียวกับภาพใน กลุ่มเรียนรู้ภาพนั้น

3.6 การสรุปผลการรู้จำใบน้ำ

โดยคำนวณผลรวมของผลต่างที่ได้จากใบน้ำที่กำหนดในกลุ่มที่ใกล้ที่สุดซึ่งทำการสร้างขึ้น (Reconstruction) จากใบน้ำไอเจน กับใบน้ำทดสอบ ระดับจุดต่อจุดและเปรียบเทียบผลรวมที่ได้

กับค่าระดับที่ยอมรับได้ เรียกว่าค่าการรู้จำ ซึ่งสามารถกำหนดค่าการรู้จำ แสดงได้ 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 ถ้าผลต่างน้อยที่อยู่ในช่วง Threshold ≤ 100 แสดงว่าผลลัพธ์ของความต่างมีค่าน้อยแสดงว่า ภาพที่นำมาทดสอบตรงกับภาพที่อยู่ใน Sub space และใกล้เคียงมากจนเหมือนกัน อาจจะต่างกันเรื่องความเข้มของแสงน้อยจะแสดงผลลัพธ์ว่า “ถูกต้อง”

กรณีที่ 2 ถ้าผลต่างมากที่อยู่เกินช่วง Threshold > 100 แสดงว่าผลลัพธ์ของความต่างมีค่ามากแสดงว่า ภาพที่นำมาทดสอบไม่ตรงกับภาพที่อยู่ใน Sub space และใกล้เคียงมากจนไม่เหมือนกันซึ่ง อาจจะต่างกันเรื่องความเข้มของแสงหรือเป็นคนละภาพกันเลยก็ได้จะแสดงผลลัพธ์ว่า “ไม่ถูกต้อง”

ซึ่งวิธีการจากสมการต่อไปนี้เป็นแนวคิดอย่างง่าย ที่ผู้วิจัย ได้ทดสอบและตรวจสอบค่าแล้วว่าค่า Threshold ตั้งแต่ 0 ถึง 999 ยังสามารถยอมรับได้เพราะภาพใบหน้าที่ยิงขวา ยิงซ้าย หน้าตรง ก้ม และเงย บ้างเล็กน้อย ยังมีค่าความต่างไม่มาก จึงเป็นค่าความคล้ายของภาพ ซึ่งจะแสดงได้ดังสมการที่ 3-13

$$\alpha = |T_{test} - \Omega^T| \quad (3-13)$$

ซึ่ง $\alpha \leq 100$

3.7 สรุปผลการทดสอบโปรแกรม

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนหลังจากการทดสอบแล้วว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเพียงพอจึงทำการสรุปผลการทดสอบ โปรแกรมเปรียบเทียบกับสมมติฐานการทดสอบว่าถูกต้องตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่

บทที่ 4

ผลของการวิจัย

ในบทนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎี กรรมวิธีในการรู้จำใบหน้ามนุษย์โดยใช้ภาพใบหน้าไอเคน และได้กล่าวถึงผลการทดลองขั้นตอนวิธีกับรูปภาพใบหน้าในลักษณะต่างๆ และวิเคราะห์ผลการทดลองจากงานวิจัยดังนี้

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1.1 ซอฟต์แวร์ที่ใช้พัฒนาโปรแกรม คือ MATLAB Version 7.0 โปรแกรม Photoshop CS และโปรแกรม ACDSee FotoCanvas V3.0

4.1.2 ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ คือ เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ซีพียู Intel Pentium Dual-Core 1.75 GHz หน่วยความจำ 512 MB ฮาร์ดดิสก์ความจุ 80 GB บนระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows XP

4.1.3 ภาพใบหน้ามนุษย์จำนวนภาพแบบ Grayscale จำนวน 90 หน้าเพื่อใช้เป็นกลุ่มเรียนรู้

4.1.4 ภาพที่นำมาทดสอบการรู้จำ จำนวนทั้งหมด 10 ภาพ เป็นใบหน้าตรงและเลือกมาจากภาพในข้อ 4.1.3 ซึ่งเป็นชุดเดียวกันกับกลุ่มเรียนรู้

4.1.5 นำภาพจากข้อ 4.1.4 กลับภาพแบบขวาไปซ้ายและซ้ายไปขวา (Flip Horizontal) เพื่อนำมาทดสอบการรู้จำ จำนวน 10 ภาพ

4.1.6 ภาพที่นำมาทดสอบการรู้จำ จำนวนทั้งหมด 20 ภาพ โดยการปรับภาพให้เอียงขวาประมาณ 5 องศา อีก 10 ภาพ และปรับภาพให้เอียงซ้ายประมาณ 5 องศา อีก จำนวน 10 ภาพ

4.2 ผลการวิจัย

จุดมุ่งหมายการสร้างระบบการรู้จำใบหน้ามนุษย์โดยใช้ภาพใบหน้าไอเคน ในวิทยานิพนธ์นี้ เพื่อที่ความต้องการที่จะสร้างระบบรู้จำใบหน้ามนุษย์โดยใช้ภาพใบหน้าไอเคนที่มีประสิทธิภาพ โดยประสิทธิภาพที่ต้องการคือ ความถูกต้อง รวดเร็ว และแม่นยำที่ดีขึ้น โดยใช้วิธีสร้างใบหน้าไอเคนด้วยทฤษฎีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก และวิธีการปรับภาพที่นำมาใช้ในระบบด้วยวิธีการปรับปรุงภาพก่อนการรู้จำโดยการฉายภาพโปรเจกชันแบบผสมผสาน มีส่วนให้ระบบการรู้จำมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการทดลอง สรุปผลการทดลอง และได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

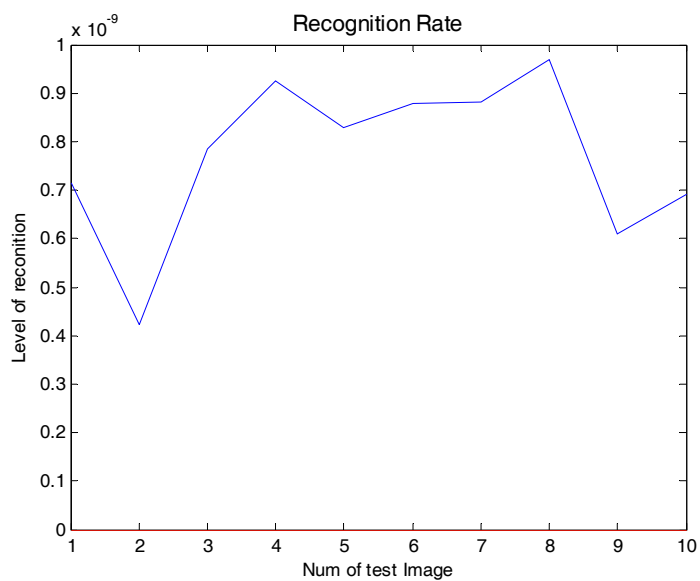
4.2.1 การทดลองกลุ่มที่ 1 โดยภาพที่นำมาทดสอบการรู้จำ จำนวนทั้งหมด 10 ภาพ เป็นใบหน้าตรงและเลือกมาจากภาพในชุดที่นำมาจากกลุ่มเรียนรู้ ทำการทดลอง 10 ครั้ง โดยใช้กลุ่ม

เรียนรู้จำนวน 90 ภาพมีขนาด 80 x 80 พิกเซล มีจุดภาพ 6400 พิกเซล ดังนั้นข้อมูลที่ใช้ในการรู้จำ ซึ่งจากการทดลองดังกล่าว ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการทดสอบการรู้จำใบหน้าที่เหมาะสมและตั้งค่า $\alpha \leq 100$

ครั้งที่	สถานการณ์รู้จำ(ร้อยละ)
1	100
2	100
3	100
3	100
4	100
5	100
6	100
7	100
8	100
9	100
10	100

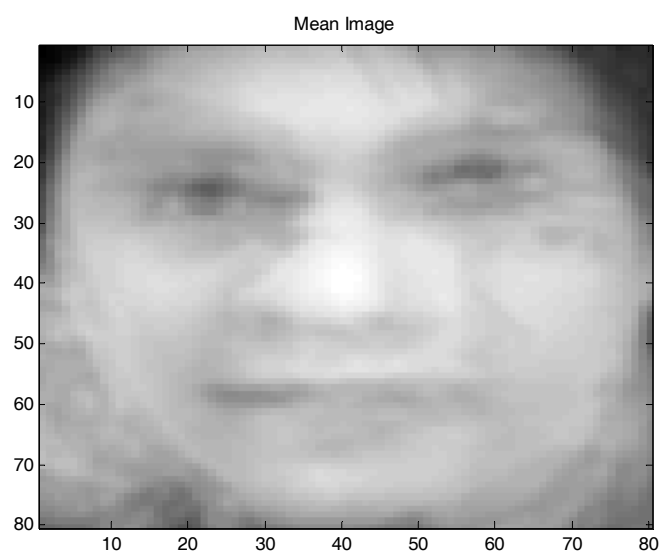
จากตารางที่ 4-1 จะเห็นว่า ร้อยละของความถูกต้อง มีความถูกต้องสูงสุดคือร้อยละ 100 จากภาพที่นำมาทดสอบทั้งหมด เมื่อนำผลจากตารางที่ 4-1 มาเขียนกราฟค่าของเส้นกราฟจะใกล้เคียงค่าศูนย์โดยกำหนดค่า α ที่ใช้ในการตรวจสอบค่าความถูกต้องที่ยอมรับได้ในการรู้จำไว้ที่น้อยกว่าเท่ากับ 100 โดยแสดงผลดังภาพที่ 4-1 และ แสดงผลลัพธ์จากการทดลองการรู้จำ ดังภาพที่ 4-2 ถึง ภาพที่ 4-6



ภาพที่ 4-1 กราฟแสดงอัตราการเรียนรู้จำใบหน้าตรง



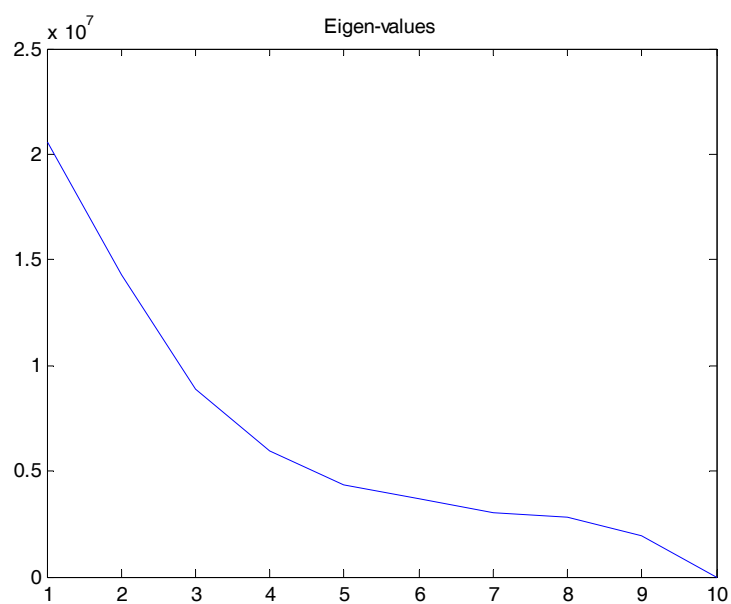
ภาพที่ 4-2 ตัวอย่างภาพของกลุ่มเรียนรู้



ภาพที่ 4-3 ตัวอย่างภาพใบหน้าเฉลี่ย



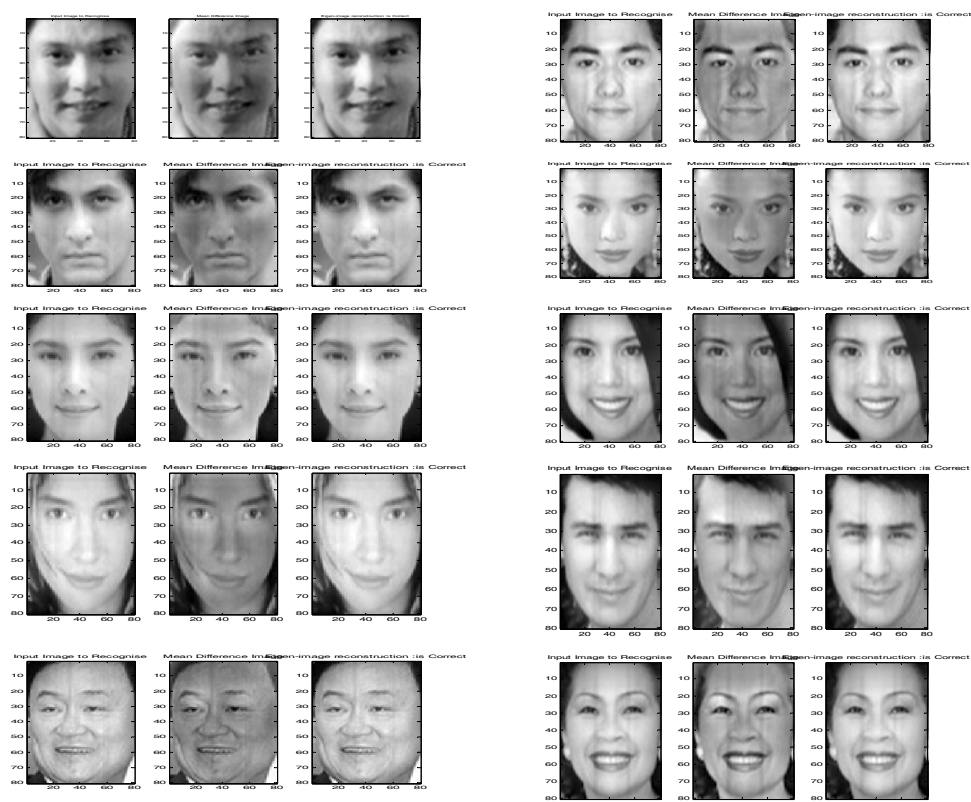
ภาพที่ 4-4 ตัวอย่างภาพใบหน้าเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือใบหน้าผลต่าง



ภาพที่ 4-5 กราฟแสดงค่าไอเกนจากการรู้จำ



ภาพที่ 4-6 ตัวอย่างภาพใบหน้าไอเกนที่ 1 ถึง 10



ภาพที่ 4-7 กลุ่มของภาพแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการรู้จำทั้งหมด 10 ภาพ



ภาพที่ 4-8 กลุ่มของภาพชุดทดสอบใบหน้าตรงทั้งหมด 10 ภาพ

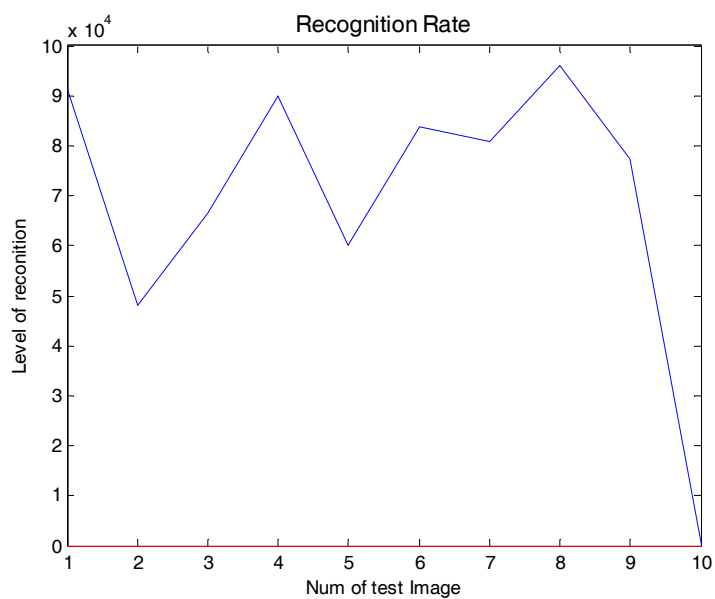
4.2.2 การทดลองกลุ่มที่ 2 โดยภาพที่นำมาทดสอบการรู้จำ จำนวนทั้งหมด 10 ภาพ เป็น ใบหน้าที่ได้จากการทดลองแบบที่แบบที่ 1 แต่นำมากลับด้านขวา-ซ้าย โดยทำการทดลอง 5 ครั้ง โดยใช้กลุ่มเรียนรู้จำนวน 90 ภาพมีขนาด 80 x 80 พิกเซล มีจุดภาพ 6400 พิกเซล ดังนั้นข้อมูลที่ใช้ ในการรู้จำซึ่งจากการทดลองดังกล่าว ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผลการทดสอบการรู้จำใบหน้าที่เหมาะสมโดยกลับด้านภาพขาว-ดำ และตั้งค่า

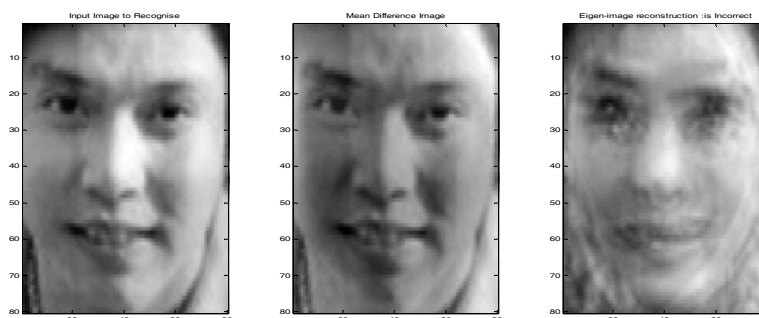
$$\alpha \leq 100$$

ครั้งที่	สถานการณ์รู้จำ(ร้อยละ)
1	10
2	10
3	10
3	10
4	10
5	10

จากตารางที่ 4-2 จะเห็นได้ว่า ร้อยละของความถูกต้อง มีความถูกต้องสูงสุดคือร้อยละ 10 จากภาพที่นำมาทดสอบทั้งหมด เมื่อนำผลจากตารางที่ 4-2 มาเขียนกราฟเส้นกราฟจะไม่เปลี่ยนแปลงคงที่ของค่าความถูกต้องจะได้ดังภาพที่ 4-7



ภาพที่ 4-9 กราฟแสดงอัตราการรู้จำใบหน้า กลุ่มทดสอบแบบกลับด้านขาว-ดำ



ภาพที่ 4-10 ภาพผลลัพธ์จากการรู้จำโดยมีอัตราการเรียนรู้ไปหน้า ร้อยละ 10

จากผลลัพธ์ที่แสดงการรู้จำในการทดลองกลุ่มที่ 2 แสดงถึงอัตราการเรียนรู้ต่ำมากจนแทบจะไม่สามารถ รู้จำข้อมูลได้ แสดงว่าใบหน้าที่น่าสนใจจะต้องเป็นใบหน้าที่ได้จากใบหน้าที่เป็นภาพเดียวกัน จึงจะสามารถรู้จำได้ดี เพราะระยะภาพใบหน้ากลุ่มทดสอบห่างจากกลุ่มเรียนรู้มากและมีเพียงภาพใบหน้าภาพเดียวที่มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ที่สามารถรู้จำได้



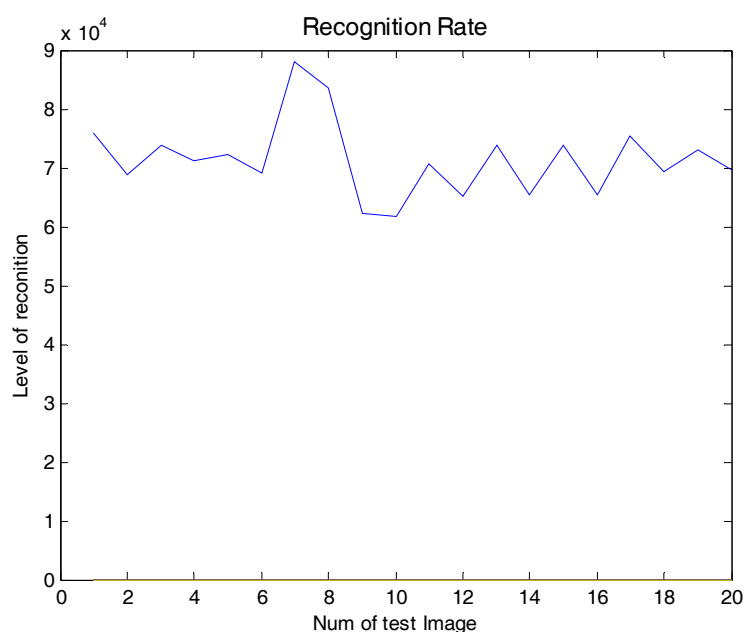
ภาพที่ 4-11 ภาพกลับด้านขวา-ซ้าย กลุ่มทดสอบที่น่าสนใจ

4.2.3 การทดลองกลุ่มที่ 3 โดยภาพที่น่าสนใจทดสอบการเรียนรู้ จำนวนทั้งหมด 20 ภาพ เป็นใบหน้าที่ได้จากการทดลองแบบที่ 1 แต่นำมาปรับให้ภาพเอียงขวาและเอียงซ้ายที่ 5 องศา โดยทำการทดลอง 5 ครั้ง โดยใช้กลุ่มเรียนรู้จำนวน 90 ภาพมีขนาด 80 x 80 พิกเซล มีจุดภาพ 6400 พิกเซล ดังนั้นข้อมูลที่ใช้ในการรู้จำซึ่งจากการทดลองดังกล่าว ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการทดสอบการรู้จำใบหน้ากลุ่มทดสอบโดยภาพเอียงขวาและเอียงซ้ายที่ 5 องศา

ครั้งที่	สถานการณ์รู้จำ(ร้อยละ)
1	0
2	0
3	0
3	0
4	0
5	0

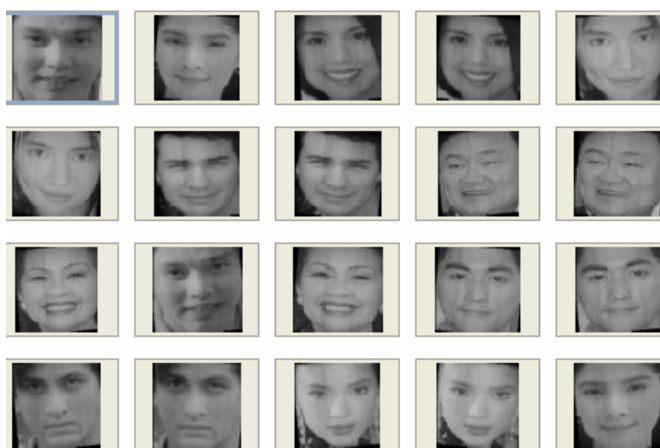
จากตารางที่ 4-3 จะเห็นได้ว่า ไม่สามารถรู้จำภาพที่นำมาทดสอบได้ โดยมีอัตราการรู้จำเป็นร้อยละ 0 จากภาพที่นำมาทดสอบทั้งหมด เมื่อนำผลจากตารางที่ 4-3 มาเขียนกราฟเส้นกราฟช่วงที่ห่างจากค่าศูนย์แสดงว่ารู้จำไม่ได้ ดังภาพที่ 4-12



ภาพที่ 4-12 กราฟแสดงอัตราการรู้จำใบหน้า กลุ่มทดสอบเอียง 5 องศา

จากผลลัพธ์ที่แสดงการรู้จำในการทดลองกลุ่มที่ 3 แสดงถึงไม่สามารถรู้จำใบหน้าใดได้เลย เพราะระยะภาพใบหน้ากลุ่มทดสอบห่างจากกลุ่มเรียนรู้ หรือกลุ่มเรียนรู้มากจนตีความได้ว่าไม่มี

กลุ่มทดสอบภาพใดเลยที่สามารถรู้จำได้ หรือ ตีความอีกทางหนึ่งก็คือ ในกลุ่มทดสอบไม่มีภาพใดเลยที่เหมือนภาพในกลุ่มเรียนรู้



ภาพที่ 4-13 ภาพใบหน้ากลุ่มทดสอบที่นำมาจำและเอียง 5 องศา

4.3 วิเคราะห์ผลการวิจัย

จากผลการทดลองการวิจัย จำนวนข้อมูลกลุ่มกลุ่มเรียนรู้ใช้ภาพทั้งหมด 90 ภาพ โดยผู้วิจัยได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

4.3.1 การทดลองกลุ่มที่ 1 ทดสอบการรู้จำโดยใช้ภาพใบหน้าตรงจำนวน 10 ภาพซึ่งเป็นชุดเดียวกันกับกลุ่มเรียนรู้ โดยทดสอบการรู้จำใบหน้าจากกลุ่มเรียนรู้หรือชุดเรียนรู้ทั้งหมด 90 ภาพ และกลุ่มทดสอบการรู้จำที่เป็นใบหน้าตรงและเป็นภาพที่เลือกมาจากกลุ่มเรียนรู้ จำนวน 10 ภาพ พบว่าการรู้จำใบหน้าได้ผลการทดสอบถูกต้องทั้งหมดทุกภาพ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าประสิทธิภาพการรู้จำใบหน้าขึ้นอยู่กับภาพที่นำมาทดสอบว่าเป็นภาพเดียวกัน มีขนาดของภาพเท่ากัน และความเข้มของแสงเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน จะได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องร้อยละ 100

4.3.2 กลุ่มที่ 2 นำภาพใบหน้าตรง 10 ภาพ ทำการกลับหรือพลิกภาพแบบขวาไปซ้ายและซ้ายไปขวา (Flip Horizontal) เพื่อนำมาทดลองการรู้จำ โดยทดสอบการรู้จำใบหน้าจากกลุ่มเรียนรู้หรือชุดเรียนรู้ทั้งหมด 90 ภาพ และกลุ่มทดสอบการรู้จำที่เป็นภาพใบหน้าแบบกลับขวาซ้ายหรือเรียกว่ากลับด้านกันแล้วนำมาทดสอบ พบว่าการรู้จำใบหน้าได้ผลการทดสอบถูกต้องเพียง 1 ภาพเท่านั้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ภาพในกลุ่มทดสอบแบบกลับด้านไม่สามารถทำการรู้จำได้หรือถ้ารู้จำได้จะรู้จำได้ในอัตราที่ต่ำมาก จึงไม่สามารถรู้จำได้ และอัตราการรู้จำร้อยละ 10

4.3.3 กลุ่มที่ 3 ทดสอบการรู้จำโดยให้ภาพเอียงขวาและภาพเอียงซ้าย 5 องศาจากภาพใบหน้าจำนวน 10 ภาพ จะได้ภาพเอียงขวาและภาพเอียงซ้ายที่นำมาทดสอบการรู้จำ จำนวนทั้งหมด 20 ภาพ โดยทดสอบการรู้จำใบหน้าจากกลุ่มเรียนรู้หรือชุดเรียนรู้ทั้งหมด 90 ภาพ และกลุ่มทดสอบการรู้จำที่เป็นภาพใบหน้าแบบเอียงเพียง 5 องศาแล้วนำมาทดสอบ พบว่าการรู้จำใบหน้าได้ผลการทดสอบ คือ ไม่มีภาพในกลุ่มทดสอบภาพใดเลยที่สามารถรู้จำได้และอัตราการรู้จำเท่ากับศูนย์

บทที่ 5

สรุปผล ปัญหา และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและทดลองการรู้จำใบหน้ามนุษย์โดยใช้ภาพใบหน้าไอเคน และการปรับปรุงคุณภาพภาพของภาพก่อนนำเข้าสู่ระบบรู้จำ สามารถสรุป ระบุปัญหา และข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย ดังนี้

5.1 สรุปผล

วิธีที่ใช้ในการรู้จำใบหน้ามนุษย์โดยใช้ภาพใบหน้าไอเคน ด้วยวิธีการวัดระยะทาง แล้วจึงเลือกระยะทางที่น้อย (ใกล้) ที่สุดนั้นเป็นการเปรียบเทียบในลักษณะของค่าความเข้มของค่าสีในระดับพิกเซล ว่าในส่วนนั้น ๆ มีค่าเท่ากันหรือต่างกัน ระยะห่างระหว่างภาพในกลุ่มเรียนรู้ที่เก็บอยู่ใน Face Subspace กับภาพที่นำมาทดสอบที่ทำการฉายภาพลงไปใน Face Subspace และวัดระยะห่างกับภาพกลุ่มเรียนรู้ที่นำมาสร้างเป็นใบหน้าไอเคนใน Subspace ถึงแม้โครงสร้างของภาพจะหายไปบางส่วนก็ยังสามารถรู้จำภาพใบหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การนำวิธีการปรับปรุงภาพแบบผสมผสานทำให้ภาพที่นำมาสร้างกลุ่มเรียนรู้ และภาพกลุ่มทดสอบการรู้จำมีค่าของแสงของใบหน้าทั้งด้านขวาและด้านซ้ายมีค่าระดับของในแต่ละพิกเซลมีเท่ากันหรือแตกต่างกันเล็กน้อยซึ่งจะเห็นได้จากผลการทดลองกลุ่มที่ 2 ที่นำภาพในกลุ่มทดสอบมากลับด้านหรือพลิกในแนวนอน โปรแกรมยังสามารถที่จะรู้จำได้ ถึงแม้จะได้อัตราการรู้จำในอัตราที่ต่ำ ความจริงแล้วถ้าไม่มีการปรับปรุงภาพด้วยวิธีดังกล่าวและกลับด้านภาพในกลุ่มทดสอบทั้งหมด จะไม่สามารถรู้จำได้ โดยจะได้อัตราการรู้จำเท่ากับศูนย์

การนำ PCA มาช่วยในการลดมิติข้อมูลทำให้ระบบไม่ต้องรู้จำและเก็บข้อมูลภาพทั้งหมดเป็นการเลือกข้อมูลที่มีความสำคัญมารู้จำเท่านั้นจึงทำให้ระบบรู้จำลดเวลาประมวล และจำนวนรอบในการเรียนรู้ลงไปจากเดิมที่ไม่มีการลดมิติข้อมูล ในส่วนของประสิทธิภาพการทำงานของระบบที่ทดสอบความถูกต้องเพิ่มขึ้น การลดมิติข้อมูลด้วยวิธี PCA จะช่วยให้การรู้จำดีขึ้นกว่าระบบเดิมที่ใช้ข้อมูลจริง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้อมูลที่ถูกลดมิติด้วยวิธี PCA จะมีค่าความถูกต้องกว่าระบบเดิมที่ยังไม่มีการลดมิติข้อมูล

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการสรุปผล จะเห็นว่างานวิจัยนี้ยังสามารถนำไปพัฒนาต่อเพิ่มเติมได้ เพื่อให้ประสิทธิภาพดีขึ้นไปอีก ดังต่อไปนี้

- 5.2.1 ให้สามารถใช้กับข้อมูลภาพสีได้
- 5.2.2 ให้สามารถใช้กับภาพใบหน้าลักษณะอื่นๆ ได้นอกจากภาพใบหน้าตรงอย่างเดียว เช่น สามารถใช้กับใบหน้าที่หมุนหรือเอียงได้
- 5.2.3 ให้สามารถใช้กับภาพเคลื่อนไหวได้ เช่น ภาพจากวิดีโอ
- 5.2.4 ให้สามารถใช้ลักษณะอื่นเช่น ปาก ตาและจมูก มาใช้ในการรู้จำ
- 5.2.5 ให้สามารถนำไปใช้แบบอัตโนมัติและทำงานตามเวลาจริง
- 5.2.6 ให้สามารถเก็บข้อมูลใบหน้าแบบโอเพนโดยไม่ต้องประมวลผลภาพซ้ำ
- 5.2.7 ให้สามารถนำภาพที่นำมาทดสอบแล้วไม่สามารถรู้จำได้ให้สามารถเพิ่มเข้าไปอยู่ในกลุ่มเรียนรู้ได้

เอกสารอ้างอิง

1. Matthew A.Turk and Alex P.Pentland. “*Eigenfaces for recognition*”. Journal of cognitive nerosciences, Volume 3, Number 1, Nov 27, 2002.
2. Matthew A.Turk and Alex P.Pentland. “*Face recognition using eigenfaces*”. Proc. CVPR, pp 586-591. IEEE, June 1991.
3. M.Kirby and L.Sirovich. “*Application of the karhunen-loeve procedure for the characterization of human faces*”. IEEE trans. on Pattern analysis and machine intelligence, Volume 12, No.1, Jan 1990.
4. Lades et al.: *Distortion invariant object recognition in the dynamic link architecture*. IEEE Transactions on.
5. Turk M and Pentland A., Eigenfaces for Recognition. Journal of Neuroscience, vol.13, no.1 1991.
6. S.K.Singh, D.S. Chauhan, Mayank Vatsa and Richa Singh., Design of Real Time Face Recognition System, paper #3/1/2003.
8. Henry Chang and Ulises Robles., Face Detection, Final Project Report, 2000.
9. Hasan Dogue and Iiknur. Face Recognition Using EigenFaces. Middle East Technical University,Paper November 21,2001.
10. V.V. Starovoito, D.I Samal and D.V. Briiliuk. Image Enhancement For Face Recognition. Submitted to International Conference on Iconics, 2003, St.Petersburg, Russia.
11. Songcan Chen, Daoqiang Zhang and ZhiHua Zhou. Enhanced (PC)² A for Face Recognition With One Training Image per Person. Nanjing University,210093,China.
12. Jianxin Wu, ZhiHua Zhou. Face Recognition With One Training Image per Person. Pattern Recognition Letters, 2002, vol.23 no.14, pp.1711-1719. @Elsevier.
13. Thomas Heseltine, Nick Pears and Jim Austin. Evaluation Of image Pre-processing techniques For Eigenface bases face recognition. Paper 2002.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

14. M. Turk and A. Pentland, Face Recognition Using Eigenfaces. In Proc. IEEE Conf. On computer Vision and Pattern Recognition, pp.586-591, 1991.
15. R. Brunelli and T. Poggio, "Face recognition: Feature versus template", IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell., vol. 15 pp 1042-1052, Oct.1993.
16. T. Kanade, "Picture processing by computer complex and recognition of human faces," Ph.D. Dissertation, Kyoto Univ., Jaaapan, 1993
17. I.J Cox, J. Ghosn, and P.N. Yianilos, "Feature-based face recognition using mixture-distance," in Vision and Pattern recognition, Piscataway, NJ: IEEE Press, 1996
18. S. Lawrence, C.L. Giles, A.C. Tsoi, and A.D. Back, "Face recognition: A Convolutional neural-network approach," IEEE Trans. Neural Networks, vol.8, no.1, January 1997.
19. B. Moghaddam and A. Pentland, "Face recognition using view-based and modular eigenspaces," in Automat. Syst. Identification Inspection of human, vol. 2257, 1994
20. D. Demers and G. W. Cottrell, "Nonlinear dimensionality reduction," in Advance in neural Information Processing System 5, S.J. Hanson, J.D. Cowan, and C. Lee Giles, Eds. San Mateo, CA: Morgan Kaufmann, 1993, pp.580-587
21. R. Brunelli and T. Poggio, Face Recognition through Geometrical Features, Proceedings, ECCV92, Santa Margherita Ligure, 1992, pp. 792-800.

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างโปรแกรม

โปรแกรมที่ใช้ทดสอบการวิจัย พัฒนาด้วย MATLAB 7.0 เป็นโปรแกรมที่ทำงานเป็น 4 ส่วน คือ การปรับปรุงภาพใบหน้าโดยใช้วิธี Combine-Projection การสร้างชุดสอนหรือชุดเรียนรู้ การรู้จำใบหน้า และการหาค่าการรู้จำ ดังนี้

1. การปรับปรุงภาพใบหน้าโดยใช้วิธี Combine-Projection

```
clear all
close all
clc
[fname,pname] = uigetfile( '*.jpg' , 'Select The Input Image To Detect & Crop Face' ) ;
img = imread(strcat(pname,fname));
figure(1);imshow(img);title('Original Please X1,Y1-X2,Y2');
[X,Y,bb] = ginput(2);
x1 = round(X(1));
x2 = round(X(2));
y1 = round(Y(1));
y2 = round(Y(2));
w = x2 - x1;
h = y2 - y1;
hd = rectangle('position',[x1, y1, w, h]);
set(hd,'edgecolor','r');
[x,y,imcr,rect]=imcrop(img,[x1, y1, w, h]);
figure(2);
subplot(1,4,1);
imshow(img);title(fname);
imwrite(imcr,strcat('d:\eig\0\',fname));
img = rgb2gray(imcr);
imgB = img;
imwrite(img,strcat('d:\eig\1\',fname));
```

```

%img = imread('k85.jpg');

img = imresize(img,[150,150],'bilinear');
mx = mean2(img); % หาค่าเฉลี่ยทั้งภาพ
x = sum(img,1); % รวมแนวนอน
y = sum(img,2); % รวมแนวตั้ง
[w h z] =size(img);
m = (zeros(w,h));
p = (zeros(w,h));
p2 = (zeros(w,h));
subplot(1,4,2);imshow(img);title('1');colormap(gray);
for i=1:h
    for j=1:w
        m(i,j) = ((x(i) * y(j)) / (w * h * mx));
    end
end;
m = uint8(m);
subplot(1,4,3);imshow(m);title('Project V:H');colormap(gray);
imwrite(m, strcat('d:\eig\2\',fname));

p = (double(img) + (0.35 * double(m))) / (1 + 0.35);
p2 = uint8(p);
subplot(1,4,4);imshow(p2);title('Combibed');colormap(gray);
imwrite(p2, strcat('d:\eig\3\',fname));

```

2. การสร้างชุดสอนหรือชุดเรียนรู้

```

trainingSamples = 90;
fax = factor(trainingSamples);
plotHt = prod(fax,2)/fax(length(fax));
plotWd = fax(length(fax));

disp(['Loading the training set (' ,num2str(trainingSamples),' images)...'])
imageSize = 80;
trainingSet = zeros(imageSize,imageSize,trainingSamples);
m=1;
for tspd=1:trainingSamples
    exampleImage = double(imread(strcat('d:\eig\3\' ,num2str(tspd),'.jpg'),'.jpg'));
    exampleImage = imresize(exampleImage,[80 80],'bilinear');
    exIm = exampleImage(1:imageSize,1:imageSize); % crop to the desired training sample
size
    trainingSet(:, :, m) = exIm;
    m=m+1;
end

im_min = min(min(min(trainingSet))); im_max = max(max(max(trainingSet)));
figure(1)

for m=1:trainingSamples
    subplot(plotHt,plotWd,m)
    imshow(trainingSet(:, :, m),[im_min im_max]),title(['Training-Img',num2str(m)])
end

disp('Calculating mean image...')
% generate mean image
differenceImages = zeros(imageSize,imageSize,trainingSamples);
meanImage = mean(trainingSet,3);

```

```

figure(2),imagesc(meanImage),title('Mean Image'),colormap('gray')

disp('Calculating difference images...')
% subtract mean image to form the difference images
for m=1:trainingSamples
    differenceImages(:,:,m) = trainingSet(:,:,m) - meanImage;
end

figure(3)
im_min = min(min(min(differenceImages))); im_max = max(max(max(differenceImages)));
for m=1:trainingSamples
    subplot(plotHt,plotWd,m)
    imshow(differenceImages(:,:,m),[im_min im_max]),title(['Dif-Img',num2str(m)])
end

disp('Vectorising difference images')
% form A -- which is a vector of the difference images
A = zeros(imageSize^2,trainingSamples);
for m=1:trainingSamples
    A(:,m) = reshape(differenceImages(:,:,m),imageSize^2,1);
end

% form A'A and find e-vectors and e-values
L = A' * A;

[eVecsOfL,eVals] = eig(L);
% V = full mx with columns being e-vectors, D = diagonal mx of e-values
eVecs = zeros(imageSize^2,trainingSamples);
eVecs = A*eVecsOfL; % need to premultiply the e-vectors by A to get the e-vecs of A*A'

```

```

disp(['Extracting eigen-values and eigen-images (of ',num2str(size(A,1)*size(A,2)),'-element
matrix)...'])

tic; [U,S,V] = svd(A,0); toc

Eimage = zeros(imageSize,imageSize,trainingSamples);
for i = 1:trainingSamples
    Eimage(:,:,i) = reshape(U(:,i),imageSize,imageSize); % the columns of U are automatically
the e-vectors of A*A' (i.e., the covariance matrix)

    Eval(i) = S(i,i)^2; % S is a diagonal matrix of singular values, we need to square them to
get eigen-values
end

if(1==0)
    figure(4)
    im_min = min(min(min(Eimage))); im_max = max(max(max(Eimage)));
    for m=1:trainingSamples
        subplot(plotHt,plotWd,m)
        imshow(Eimage(:,:,m),[im_min im_max]),title(['Eigen-Img ',num2str(m),'])
        %imagesc(Eimage(:,:,m)),title(['Eigen-Image ',num2str(m),' with PCA']),colormap('gray')
    end
end
figure(5),plot(Eval),title('Eigen-values')

% eVecs = U(1:exImages,1:exImages);
% perform linear combinations to get the eigen-images
eigenImage = zeros(imageSize,imageSize,trainingSamples);
for l=1:trainingSamples
    for k=1:trainingSamples
        eigenImage(:,:,l) = eVecs(k,l)*differenceImages(:,:,k);
    end
end

```

```

end

im_min = min(min(min(eigenImage))); im_max = max(max(max(eigenImage)));
figure(6)

for l=1:trainingSamples
    subplot(plotHt,plotWd,l)
    imshow(eigenImage(:,:,l),[im_min im_max]),title(['Eigen-',num2str(l)])
    %imagesc(eigenImage(:,:,l)),title(['E-Image ',num2str(l)]),colormap('gray')
    disp(['Eigenvalue ',num2str(l),' : ',num2str(Eval(l))]);
end

```

3.การรู้จำใบหน้า

```
% ----- RECOGNITION TEST -----

disp('Performing recognition...')

testimage = 20;

res = zeros(testimage);

for k=1:testimage

    kf="";

    kf = strcat(num2str(k),'.jpg');

    disp(kf);

    figure;

    % present a new face and attempt to recognise it

    recogniseImage = double(imread(strcat('d:\eig\7\',kf),'.jpg'));

    recogniseImage=imresize(recogniseImage,[80 80],'.bilinear');

    %recogniseImage = double(imread('','bmp'));

    recIm = recogniseImage(1:imageSize,1:imageSize);

    % crop to the desired training sample size

    subplot(1,3,1),imagesc(recIm),title('Input Image to Recognise')

    % transform into eigenimage space

    recDiffIm = recIm-meanImage;

    % firstly, subtract the mean from it to get the difference image

    subplot(1,3,2),imagesc(recDiffIm);

    title('Mean Difference Image'),colormap('gray');

    weight = zeros(trainingSamples,1);

    % do inner product of each eigenimage with the difference image to get a

    % weight vector

    for m=1:trainingSamples

        weight(m) = (reshape(Eimage(:, :, m), imageSize^2, 1))*reshape(recDiffIm, imageSize^2, 1);

    end

    % use the weights to remake the image

    reconstructionImage = zeros(imageSize, imageSize);
```

```
for m=1:trainingSamples
    reconstructionImage = reconstructionImage+(weight(m)*Eimage(:,m));
    % should we incorporate in here (i.e., multiply weight(m) by eVals(m,m)???)
end
```

4. การหาค่าการรู้จำ

```
% -----Calculate RECOGNITION Distanc from Test Image-----

diff = abs(recDiffIm - reconstructionImage)

alpha = zeros(1);

for i=1:80

    for j=1:80

        alpha = alpha + diff(i,j);

    end

end

if (alpha<100)

    result='is Correct';

    res(k)=alpha;

else

    result='is Incorrect';

    res(k)=alpha;

end

subplot(1,3,3),imagesc(reconstructionImage+meanImage),title(['Eigen-image reconstruction
:',result]),colormap('gray')

%figure,subplot(1,2,1),plot(weight);title('Weight vector for image to recognise')

%subplot(1,2,2),plot(Eval),title('Eigenvalue');

end %if k

figure;plot(res);

plot(res);

ylabel('Level of reconition');

xlabel('Num of test Image');

title('Recognition Rate','FontSize',12);

%-----END-----
```

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : จำสับเอกเชิดชัย พิมพา
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : การรู้จำใบหน้ามนุษย์โดยใช้ภาพใบหน้าไอแกน
 สาขาวิชา : เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

ประวัติ

เกิดวันที่ 19 มีนาคม 2510 จังหวัดเพชรบูรณ์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขา
 วิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ปี 2538 ปัจจุบันรับราชการที่ แผนกวิชา
 คอมพิวเตอร์และสื่อสารข้อมูล กองการศึกษา โรงเรียนทหารสื่อสาร กรมการทหารสื่อสาร ดุสิต
 กรุงเทพฯ และเป็นอาจารย์พิเศษที่วิทยาลัยแรงงาน กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงาน
 และสวัสดิการสังคม