การรู้จำใบหน้าสำหรับห้องวิจัยทัศนศาสตร์

Face Recognition For Vision Lab

นายกิตติพัฒน์ กะฐินทอง รหัส 53363331

นางสาววรรษา เงินดี รหัส 53363911

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 20 ก.ค. 2558
เลขทะเบียน 1682694
เลขเรียกหนังสือ 2/5.
1767 4 ก

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

2556

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2556

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การรู้จำใบหน้าสำหรับห้องวิจัยทัศนศาสตร์

ผู้ดำเนินโครงงาน นายกิตติพัฒน์ กะฐินทอง รหัส 53363331

นางสาววรรษา เงินดี รหัส 53363911

ที่ปรึกษาโครงงาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล

สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2556

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล)

.....กรรมการ

(อาจารย์รัฐภูมิ วรานุสาสน์)

.....กรรมการ

(ดร.วรลักษณ์ คงเด่นฟ้า)

หัวข้อโครงงาน	การรู้จำใบหน้าสำหรับห้องวิจัยทัศนศาสตร์
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายกิตติพัฒน์ กะฐินทอง
	นางสาววรรษา เงินดี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2556

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ได้พัฒนาโปรแกรมการรู้จำใบหน้าสำหรับห้องวิจัยทัศนศาสตร์ด้วยแมทแลบ (MATLAB) โดยโปรแกรมจะรับภาพจากกล้องเว็บแคมและนำไปผ่านกระบวนการเรียนรู้และรู้จำ โดยใช้การหาค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า(Eigenfaces) รวมถึงจะจัดเก็บชื่อและเวลาที่เข้าใช้ห้องลงในแฟ้มข้อความเพื่อเป็นข้อมูลและในการตรวจสอบว่ามีบุคคลใดบ้างที่เข้ามาใช้งานห้องวิจัยทัศนศาสตร์

Project Title	Face Recognition for Vision Lab
Name	Mr.Kittipat Kathinthong
	Miss.Wansa Ngeondee
Project Advisor	Assistant Professor Panomkhawn Riyamongkol, Ph.D.
Major	Computer Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering.
Academic year	2013

Abstract

This project has developed a face recognition program for the Vision Laboratories with MATLAB. The program gets a picture from the web camera and the picture will be the input of the learning process and recognition using Eigenfaces. Moreover this program stores names and time stamps into text files and can search and Vision Laboratories accessing statistics.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พนมขวัญ ริยะมงคล อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งกรุณาสละเวลาให้ความรู้และคำแนะนำตลอดการทำโครงงาน

ขอขอบพระคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ให้เงินทุนสำหรับสนับสนุนบางส่วนในการทำโครงงานนี้

ขอขอบคุณ เพื่อนทุกคน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและร่วมมือในการจัดเก็บข้อมูลในการทำโครงงาน

ท้ายที่สุด ขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดา ญาติพี่น้อง ผู้เป็นที่รัก ผู้ให้กำลังใจ คอยสนับสนุนและให้โอกาสการศึกษาอันมีค่ายิ่ง

คณะผู้จัดทำ

นายกิตติพัฒน์ กะฐินทอง

นางสาววรรษา เงินดี

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ค
กิตติกรรมประกาศ.....ง
สารบัญ.....จ
สารบัญตาราง.....ช
สารบัญรูป.....ฌ
สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ.....ฐ

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน.....2
1.4 แผนการดำเนินงาน.....3
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....4
1.6 งบประมาณของโครงงาน.....4

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....5
2.1 การประมวลผลภาพดิจิตอล (Digital Image Processing).....5
2.2 แบบจำลองสี (Color Model).....8
2.3 Eigenfaces.....9
2.4 การคำนวณหาค่า eigenvalues และ eigenvectors ในฟังก์ชัน eig() ใน MATLAB.....11
2.5 ค่าผลรวมของกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Sum Square of Error).....14

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.6 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต(Mean) 15

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน.....16

3.1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงาน (System Overview) 16

3.2 การตรวจจับใบหน้า.....18

3.3 Eigenfaces.....21

3.4 ขั้นตอนการแบ่งประเภทบุคคลภายในหรือบุคคลภายนอกห้องวิจัยทัศนศาสตร์ฯ.....33

3.5 การจัดเก็บข้อมูลลงในแฟ้มข้อมูล.....34

3.6 รูปแบบเครื่องรู้จำใบหน้า.....37

3.7 หน้าต่างแสดงผลของโปรแกรม (GUI).....38

บทที่ 4 ผลการทดลอง.....42

4.1 ตัวอย่างการทำงานของโปรแกรม.....42

4.2 ผลการทดลองการรู้จำใบหน้าด้วยหลักการหาค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า(Eigenfaces) โดยรับภาพจากกล้องเว็บแคม.....50

4.3 ผลการทดลองการรู้จำใบหน้าด้วยหลักการหาค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าโดยรับภาพนิ่งจากรูปที่กำหนด.....69

4.4 ผลการทดลองการรู้จำใบหน้าด้วยการเพิ่มรูปภาพชุดการเรียนรู้ภาพเบลอระดับ3และระดับ 5.....71

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....76

5.1 สรุปผลการทดลอง.....73

5.2 ปัญหาที่พบระหว่างดำเนินงาน.....74

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

5.3 แนวทางการแก้ไข.....74

5.4 แนวทางการพัฒนาในอนาคต.....75

เอกสารอ้างอิง.....76

ภาคผนวก.....77

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน.....80

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ตารางขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน.....3

4.1 แสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ความสว่างเท่ากับรูปภาพในชุดข้อมูลการเรียนรู้...53

4.2 แสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ความสว่างมากกว่ารูปภาพในชุดข้อมูลการเรียนรู้.54

4.3 แสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ความสว่างต่ำกว่ารูปภาพในชุดข้อมูลการเรียนรู้...55

4.4 แสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ระยะห่างจากกล้อง 60 เซนติเมตรตรงกับรูปภาพในชุดข้อมูลการเรียนรู้.....58

4.5 แสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ระยะห่างจากกล้อง 80 เซนติเมตร.....59

4.6 แสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ระยะห่างจากกล้อง 100 เซนติเมตร.....60

4.7 แสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ระยะใกล้กล้องมาก.....61

4.8 แสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ศีรษะเอียงไปทางขวา 30-45 องศา.....63

4.9 แสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ศีรษะเอียงไปทางซ้าย 30-45 องศา.....64

4.10 แสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ใบหน้าหันทางขวา 30-45 องศา.....65

4.11 แสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ใบหน้าหันทางซ้าย 30-45 องศา.....66

4.12 แสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าจากวีดิโอ.....68

4.13 แสดงแสดงผลการทดลองการเพิ่มรูปภาพเบลอในชุดรูปภาพการเรียนรู้.....72

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงองค์ประกอบของภาพสี.....5

2.2 แสดงคุณสมบัติของภาพระดับสีเทา.....6

2.3 การแปลงภาพระดับสีเทาเป็นภาพไบนารี.....7

2.4 แสดงองค์ประกอบของภาพไบนารี.....7

2.5 โครงสร้างระบบสี RGB.....8

2.6 แสดงภาพผลลัพธ์ของ Eigenfaces.....9

3.1 แสดงแผนผังขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรม.....16

3.2 แสดงลำดับขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรม.....17

3.3 แสดงตัวอย่างลักษณะเด่นของ Haar ที่ถูกใช้.....18

3.4 แสดงเทคนิคการรวมภาพ.....19

3.5 แสดงสายโซ่ของตัวกรองซึ่งสามารถผ่านตัวกรองทั้งหมด จะถูกจัดว่าเป็นใบหน้า.....20

3.6 แสดงตัวอย่างของตัวกรองสองตัวแรกใน Viola-Jones Cascade.....20

3.7 แผนผังขั้นตอนการแปลงข้อมูล 2 มิติให้มีขนาด 1 แถว.....21

3.8 แสดงตัวอย่างการเก็บภาพขนาดหนึ่งแถว.....22

3.9 ตัวอย่าง x_i จำนวน 3 ภาพ.....23

3.10 แสดงลักษณะการนำเวกเตอร์แต่ละตำแหน่งมากระทำกันหาค่า Mean.....23

3.11 แสดงผลลัพธ์ค่า Mean ที่ได้.....24

3.12 การหาค่าความแตกต่างระหว่างค่าเวคเตอร์อินพุตกับค่าเฉลี่ย.....25

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.13 แสดงการวิธีการหาค่าความแปรปรวนของเมทริกซ์.....26

3.14 แสดงผลลัพธ์ค่าไอเกนของค่าความแปรปรวนของเมทริกซ์.....27

3.15 แสดงลักษณะการนำเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ(V)ของแต่ละภาพมาคูณกับค่า A_i 29

3.16 แสดงลักษณะการจัดเก็บค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าในชุดข้อมูล(Array).....29

3.17 แสดงการนำค่าส่วนกลับของค่าลักษณะเฉพาะใบหน้ามาคูณกับค่าความแตกต่างระหว่างรูปภาพแต่ละภาพกับค่าเฉลี่ย เพื่อให้เกิดความเกี่ยวเนื่องกันของรูปภาพทั้งหมด.....31

3.18 ตัวอย่างอินพุตที่จะมาใช้ในการคำนวณ.....31

3.19 แสดงตัวอย่างการคำนวณของค่าอินพุตกับค่าเฉลี่ย(A_{input}).....32

3.20 แสดงตัวอย่างการนำค่าใบหน้า(Eigenfaces) มาคูณกับค่าอินพุต.....32

3.21 แสดงแฟ้มบันทึก(Text File) และรูปภาพใบหน้าบุคคล ที่อยู่ภายในห้องวิจัยทัศนศาสตร์.....34

3.22 แสดงแฟ้มบันทึก(Text File) และรูปภาพใบหน้าบุคคล ที่อยู่ภายนอกห้องวิจัยทัศนศาสตร์..35

3.23 แสดงหน้าต่างแสดงผลสำหรับการค้นหา.....35

3.24 แสดงตัวอย่างการค้นหาข้อมูลผู้เข้าใช้ห้องวิจัยทัศนศาสตร์.....36

3.25 แสดงตัวอย่างกราฟสถิติผู้ที่เข้าใช้ห้องวิจัยทัศนศาสตร์ฯในวันที่ 17 Nov 2013.....36

3.26 แสดงสถานที่ที่จัดวางตัวเครื่องรู้จำใบหน้า.....37

3.27 แสดงลักษณ์การติดตั้งกล้องและหน้าจอแสดงผล.....38

3.28 แสดงกรอบสีแดงบนหน้าต่างแสดงผล(GUI)ที่จะอธิบายในส่วนของภาพอินพุตจากกล้องเว็บแคมขณะนั้น(Present-time).....38

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.29 แสดงผลเมื่อรับภาพอินพุตแล้วในส่วนของข้อมูลโดยถ่ายภาพจากกล้องเว็บแคมขณะนั้น (Present-time).....39

3.30 แสดงหน้าต่างแสดงผล(GUI)ที่จะอธิบายในส่วนของภาพอินพุตจากรูปภาพที่ถ่ายไว้แล้ว...40

3.31 แสดงผลลัพธ์เมื่อรับภาพอินพุตจากชุดภาพอินพุตที่ถ่ายไว้ก่อนแล้ว.....40

4.1 แสดงหน้าต่างแสดงผล(GUI)เริ่มต้น.....42

4.2 แสดงค่าเวกเตอร์ของแต่ละภาพ.....43

4.3 แสดงค่าฉลี่ย(Mean)ของทุกภาพ.....43

4.4 แสดงค่าความแตกต่างระหว่างค่าเวกเตอร์ของภาพในชุดการเรียนรู้กับค่าเฉลี่ย.....44

4.5 แสดงค่าที่ปรับค่าความเบี่ยงเบน(Covariance Matrix).....44

4.6 แสดงค่าเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ.....45

4.7 แสดงค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า(Eigenfaces)แบบไม่มีความเกี่ยวเนื่องกันในชุดการเรียนรู้.....45

4.8 แสดงค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า(Eigenfaces)แบบมีความเกี่ยวเนื่องกันในชุดการเรียนรู้.....46

4.9 แสดงรูปใบหน้าอินพุต.....46

4.10 แสดงรูปใบหน้าอินพุต หลังจากกรอกรหัสนิสิต และกดปุ่มถ่ายภาพ.....47

4.11 แสดงค่าเวกเตอร์ของภาพอินพุต.....47

4.12 แสดงค่าความแตกต่างระหว่างค่าเวกเตอร์ของภาพอินพุตกับค่าเฉลี่ย.....48

4.13 แสดงค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า(Eigenfaces)แบบมีความเกี่ยวเนื่องกันในชุดการเรียนรู้.....48

4.14 แสดงค่าความผิดพลาดกำลังสองของภาพอินพุตกับชุดภาพการเรียนรู้.....49

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.15 แสดงค่าความผิดพลาดกำลังสอง(Sum square of error)ที่น้อยที่สุด.....49

4.16 แสดงรูปที่มีค่าความผิดพลาดกำลังสอง(Sum square of error)ที่น้อยที่สุด และ ชื่อ-นามสกุล รหัสนิสิต และวันเวลาในการเข้าใช้ห้องวิจัยทัศนศาสตร์.....50

4.17 แสดงบริเวณที่ใช้ในการทดลอง.....51

4.18 แสดงวิธีการใช้งานเครื่องรู้จำใบหน้าโดยรับภาพจากกล้องเว็บแคม.....51

4.19 แสดงตัวอย่างของค่าพิกเซลที่สามารถเพิ่มและลดได้ 10 ระดับ.....56

4.20 แสดงวิธีการใช้งานเครื่องรู้จำใบหน้าโดยรับภาพนิ่งจากรูปที่กำหนด.....69

4.21 แสดงลักษณะชุดรูปภาพที่ใช้เป็นภาพอินพุต.....70

4.22 (ก.)รูปภาพปกติ (ข.)รูปภาพเบลอระดับ3 (ค.)รูปภาพเบลอระดับ5.....71

สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ

λ = Lamda

$\sum$ = Sumation

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

การนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในชีวิตประจำวันในทุกวันนี้มีมากมายและแพร่หลาย ซึ่งทำให้เราได้เห็นว่าเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์นั้นเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อชีวิตคนเรา ยกตัวอย่างเช่น ด้านการรักษาความปลอดภัยที่เราเริ่มพบเห็นได้มากขึ้น เช่น การใช้เครื่องแสกนลายนิ้วมือแทนการเซ็นชื่อเข้าทำงาน หรือ การนำมาเปรียบเทียบกับลายนิ้วมือของคนร้าย เป็นต้น

เนื่องด้วยทางห้องปฏิบัติการของหน่วยวิจัยด้านเทคโนโลยีทัศนศาสตร์ฯมีอุปกรณ์ต่างๆที่มีราคาสูงอยู่จำนวนหนึ่ง ซึ่งอาจจะมีการสูญหายได้จึงต้องเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ทรัพย์สินเหล่านี้ด้วยการตรวจสอบว่ามีบุคคลใดบ้างที่เข้ามาใช้ห้องปฏิบัติการ โดยเราต้องการที่จะตรวจสอบว่าบุคคลที่เข้ามานั้นเป็นบุคคลภายในหรือไม่ แต่ในขณะเดียวกันเครื่องมือที่จะนำมาใช้ เช่น กล้องวงจรปิด หรือ เครื่องแสกนลายนิ้วมือนั้นจะมีราคาที่สูงมาก

ดังนั้นทางผู้จัดทำจึงจัดทำโครงงานเรื่องการรู้จำใบหน้าขึ้นมา ด้วยการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมกล้องเว็บแคมในการตรวจจับใบหน้าของบุคคลที่เข้ามาใช้ห้องปฏิบัติการ แล้วนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีอยู่ว่าบุคคลนั้นเป็นบุคคลภายในหรือไม่ ซึ่งในการจัดทำโครงงานนี้ขึ้นเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการนำอุปกรณ์เครื่องมือในการตรวจสอบบุคคลที่เข้ามาใช้งานภายในห้องปฏิบัติการ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้แทนการลงชื่อเข้าห้องเรียน หรือ ห้องวิจัยต่างๆได้ด้วยหลักการเดียวกันอีกทั้งยังมีความน่าเชื่อถือในส่วนที่อาจมีการเซ็นชื่อแทนกันในการเข้าห้องเรียนหรือการเข้าทำงาน เพราะหากใช้โปรแกรมรู้จำใบหน้านี้จำเป็นที่จะต้องมีใบหน้าที่ตรงกับรายชื่อจึงจะสามารถยืนยันการเข้าห้องเรียนหรือการเข้าได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อสร้างโปรแกรมรู้จำใบหน้า

1.2.2 เพื่อบันทึกข้อมูลในการรู้จำใบหน้าของบุคคลที่เข้ามาใช้ห้องปฏิบัติการของหน่วยวิจัยด้านเทคโนโลยีทัศนศาสตร์ฯ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ใบหน้าบุคคลในการใช้เครื่องระบบรู้จำต้องมีลักษณะ ดังนี้

- มีสี และมีลักษณะตามสภาพความเป็นจริงของใบหน้านั้นๆ
- ต้องไม่มีผมปิดบังใบหน้าเกินกว่าร้อยละ 90 ของใบหน้า
- ถ่ายรูปหน้าตรง

1.3.2 แสงไฟในส่วนของการเรียนรู้ชุดภาพใบหน้ากับภาพใบหน้าอินพุต ต้องเท่ากัน เช่นหากตั้งกล้องไว้หน้าหน่วยวิจัยด้านเทคโนโลยีทัศนศาสตร์ฯตอนเรียนรู้ชุดภาพใบหน้า ขณะเดียวกันในการรู้จำใบหน้าอินพุตต้องอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกันด้วย

1.3.3 ระยะห่างระหว่างเครื่องรู้จำใบหน้ากับใบหน้าของบุคคล คือ ระยะประมาณ 60 เซนติเมตร ระหว่างใบหน้าบุคคลกับกล้องเว็บแคมที่ติดตั้งอยู่ที่เครื่องรู้จำใบหน้าที่ประตูทางเข้าห้องวิจัยด้านเทคโนโลยีทัศนศาสตร์ฯ

1.3.4 ในการรู้จำใบหน้าจะกระทำครั้งละ 1 คนเท่านั้น

1.3.5 กล้องที่ใช้ในการถ่ายภาพเป็นกล้องเว็บแคมความละเอียดอย่างน้อย 5 ล้านพิกเซล และ มีอินฟราเรด(Infrared)ในตัว

1.4 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ตารางขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

กิจกรรม	ปี 2556								
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1.ศึกษาค้นคว้าข้อมูลในการทำโครงงาน	↔								
2.ศึกษาโครงสร้างภาษา (MATLAB)	←	→							
3.ศึกษาข้อมูลของการรู้จำภาพและข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับการประมวลผลภาพ		←	→						
4.ศึกษาการเชื่อมโยงโปรแกรมกับฐานข้อมูล				←	→				
5.ทำการออกแบบโปรแกรมและกำหนดส่วนประกอบ					←	→			
6.ศึกษาการทำงานจริงของระบบของTools และอุปกรณ์ที่ใช้จริงและเขียนโปรแกรม						←	→	→	
7.ทดสอบการใช้งานและแก้ไขข้อบกพร่อง								↔	
8.สรุปผลการทำโครงงานและจัดทำรายงาน								→	→

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้โปรแกรมที่สามารถรู้จำใบหน้าของผู้เข้าห้องปฏิบัติการของหน่วยวิจัยด้านเทคโนโลยีทัศนศาสตร์ฯ

1.5.2 โปรแกรมสามารถใช้งานได้และถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80

1.5.3 สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านอื่นๆได้ เช่น การลงชื่อเข้าทำงาน การลงชื่อเข้าห้องเรียนเป็นต้น

1.5.4 เพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้แก่อุปกรณ์ต่างๆภายในห้องปฏิบัติการของหน่วยวิจัยด้านเทคโนโลยีทัศนศาสตร์ฯ

1.5.5 เพื่อประหยัดค่าใช้จ่าย เช่น ใช้แทนเครื่องแสกนลายนิ้วมือ หรือ กล้องวงจรปิดที่มีราคาแพง

1.6 งบประมาณของโครงงาน

1.6.1 ค่าอุปกรณ์ในการดำเนินโครงงาน	1,500	บาท
1.6.2 ค่าเอกสารที่ใช้ในการดำเนินโครงงาน	300	บาท
1.6.3 ค่าหมึกพิมพ์	100	บาท
1.6.4 ค่าเข้าเล่มโครงงาน	100	บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น	2,000	บาท

หมายเหตุ ขออนุมัติถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2

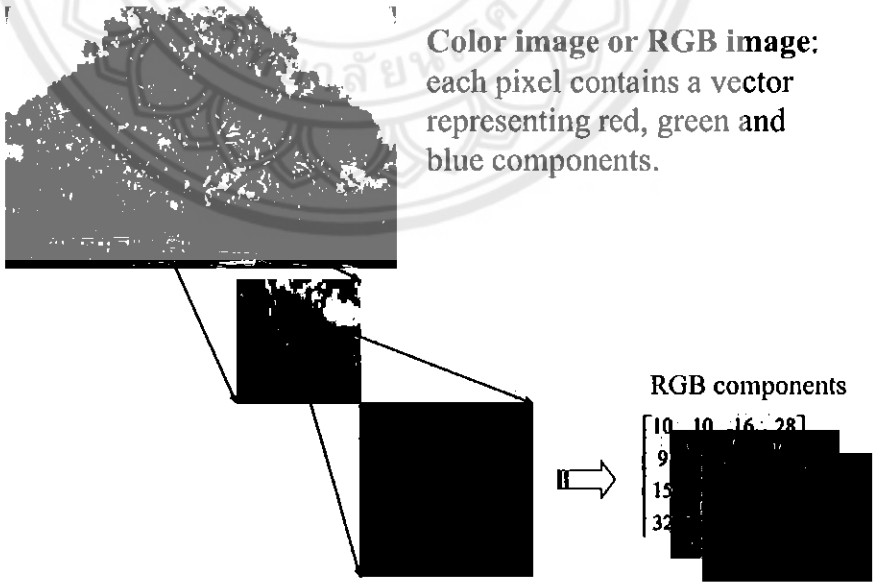
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประมวลผลภาพดิจิตอล (Digital Image Processing) [1]

การประมวลผลภาพดิจิตอล เป็นสาขาที่กล่าวถึงเทคนิคและอัลกอริทึมต่างๆ ที่ใช้การประมวลผลภาพที่อยู่ในรูปแบบดิจิตอล(ภาพดิจิตอล) ภาพในที่นี้รวมความหมายถึงสัญญาณดิจิตอลใน 2 มิติอื่นๆ โดยทั่วไปคำนี้เมื่อใช้อย่างกว้างๆ จะครอบคลุมถึงสัญญาณวีดิโอ (Video) หรือภาพเคลื่อนไหว ซึ่งจะเป็นชุดของภาพนิ่ง เรียกว่า เฟรม (Frame) หลายๆภาพต่อกันไปตามเวลาซึ่งก็คือสัญญาณ 3 มิติ เมื่อนับเวลาเป็นมิติที่ 3 หรือ อาจจะครอบคลุมถึงสัญญาณ 3 มิติอื่นๆ

2.1.1 รูปภาพสี (Color Image)

ภาพชนิดนี้ แต่ละจุดภาพหรือพิกเซล (Pixie) ของภาพจะเก็บค่าระดับความเข้มเทาของแต่ละแถบแสงของแม่สีหลัก 3 สีที่ซ้อนกันอยู่ คือ สีแดง (Red) สีเขียว (Green) สีน้ำเงิน (Blue)



รูปที่2.1 แสดงองค์ประกอบของภาพสี

ที่มา: : http://web.sc.su.ac.th/OaTCoM

2.1.2 รูปภาพระดับสีเทา (Grayscale) [2]

ภาพ Grayscale หรือภาพระดับสีเทาคือภาพขาว-ดำ-เทา จะมีระดับความเข้มของสีเทา คือ 0 -255 (8 bit) ภาพระดับเทาเกิดจากการแปลงภาพสีR(Red) G(Green) B(Blue) มาเป็นภาพระดับเทาโดยใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ดังนี้

Gray = 0.299×R+0.587× G+0.114×B

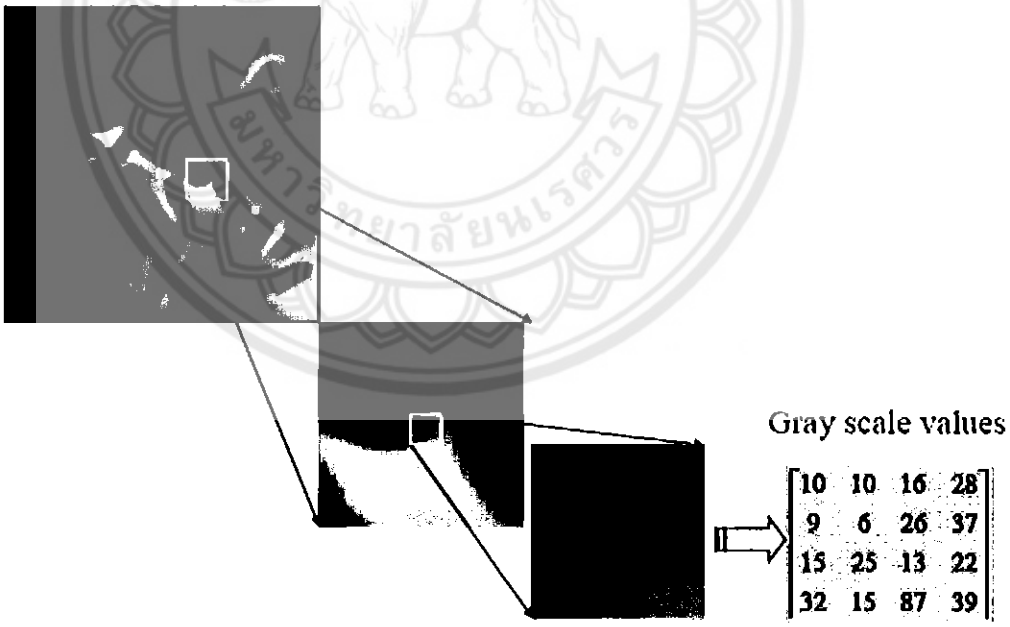
โดยที่ Gray = ค่าความเข้มของสีเทาโดยจะมีค่าระหว่าง 0-255

R = ค่าความเข้มของสีแดงโดยจะมีค่าระหว่าง 0-255

G = ค่าความเข้มของสีเขียวโดยจะมีค่าระหว่าง 0-255

B = ค่าความเข้มของสีน้ำเงินโดยจะมีค่าระหว่าง 0-255

โดยขั้นตอนการคำนวณนั้นจะเริ่มเปลี่ยนค่าทีละPixelไปเรื่อยๆจนครบทุกพิกเซล



รูปที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติของภาพระดับสีเทา

ที่มา: : http://web.sc.su.ac.th/OaTCoM

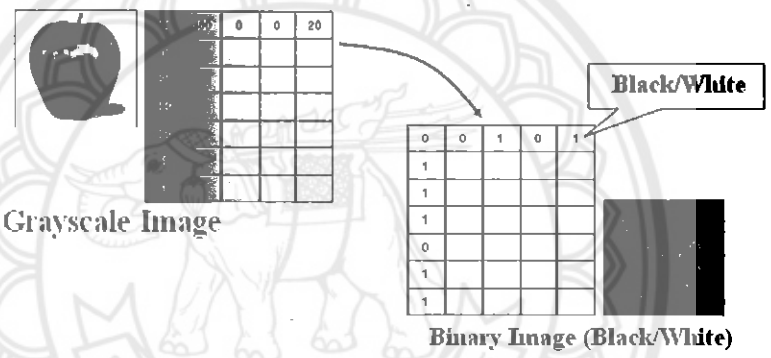
2.1.3 รูปภาพแบบไบนารี่ (Binary Image) [3]

ไบนารีในทางดิจิตอลหมายถึงว่ามีเพียง 2 สถานะคือ 0 และ 1 ซึ่งภาพไบนารี่ก็จะมีแค่ความเข้ม 2 ค่าเท่านั้นคือ 0 และ 1 หมายความว่า

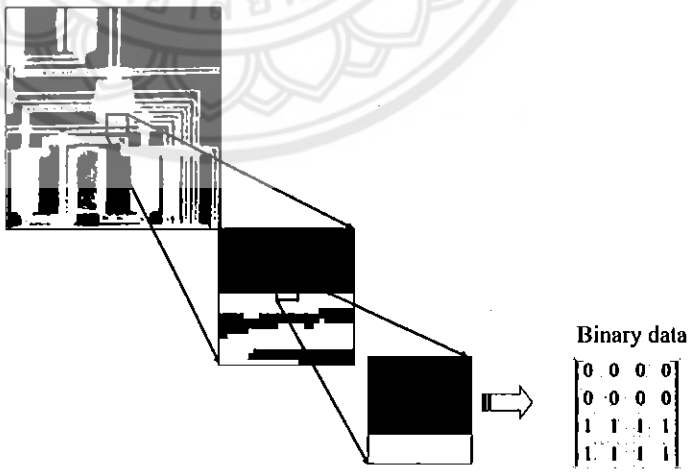
Pixel ใดที่มีค่าเป็น 0 ก็จะหมายถึงว่า Pixel นั้นจะแสดงสีดำ

Pixel ใดที่มีค่าเป็น 1 ก็จะหมายถึงว่า Pixel นั้นจะแสดงสีขาว

ซึ่งการแปลงภาพระดับเทา (Grayscale) เป็นภาพไบนารี่นั้นจะต้องกำหนดค่าความเข้มของสีเทาที่ต้องการอ้างอิงหรือเรียกว่าค่าขีดแบ่ง (Threshold) ซึ่งค่านี้จะถูกกำหนดโดยผู้ใช้หรือว่าการใช้ขั้นตอนวิธี (Algorithm)ในการหาค่าขีดแบ่งโดยอัตโนมัติได้



รูปที่ 2.3 การแปลงภาพระดับสีเทาเป็นภาพไบนารี



รูปที่ 2.4 แสดงองค์ประกอบของภาพไบนารี

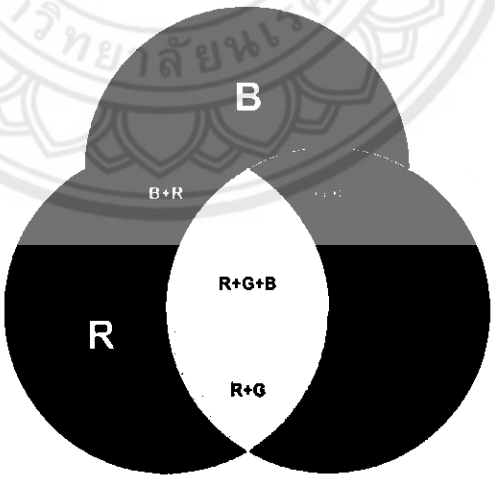
ที่มา: : http://web.sc.su.ac.th/OaTCoM

2.2 แบบจำลองสี (Color Model) [4]

แบบจำลองสี (Color Model) เป็นสิ่งที่ใช้อ้างอิงถึงสีต่าง ๆ สำหรับคอมพิวเตอร์แล้วเราจะไม่ใช้แบบจำลองที่เป็น Analytical Model เหมือนกับที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้วิธีการวัดซึ่งอยู่ในรูปของพลังงานตลอดช่วงของสเปคตรัม (Spectrum) แต่จะเป็น Empirical Model ที่ได้รับความสัมพันธ์ของค่าที่ใช้อ้างอิงกับสีใด ๆ จากการทดลองที่เป็นการศึกษาแบบ Psychophysical ที่มีการรับรู้ของมนุษย์เข้ามาเกี่ยวข้อง

2.2.1 แบบจำลองสี RGB (RGB Color Model)

เป็นแบบจำลองที่เฉพาะเจาะจงกับจอภาพคอมพิวเตอร์ เนื่องจาก RGB Model ได้ทำการสร้างสีต่าง ๆ ขึ้นโดยการใช้แหล่งกำเนิดแสงจำนวนสามสี ได้แก่ สีแดง (Red), สีเขียว (Green), และสีน้ำเงิน (Blue) ที่เกิดจากสารเรืองแสงที่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันตามลำดับ ซึ่งแสงทั้งสามสีจะไม่เท่ากันในแต่ละอุปกรณ์ นอกเสียจากว่าจะมีคุณสมบัติของสารเรืองแสงและการตั้งค่าจอภาพ และสภาพแวดล้อมที่จอภาพคอมพิวเตอร์เหมือนกันทุกประการ ซึ่งโดยปกติแล้วจะมีค่าที่แตกต่างกันออกไป



รูปที่ 2.5 โครงสร้างระบบสี RGB

2.3 ค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า (Eigenfaces) [5]

ค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า (Eigenfaces) เป็นชื่อที่กำหนดให้ชุดของเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ (Eigenvector) เมื่อถูกนำมาใช้ในปัญหาทางคอมพิวเตอร์วิสัยทัศน์ (Computer Vision) สำหรับการรู้จำใบหน้าของมนุษย์ (Face Recognition) โดยวิธีการของการนำค่าลักษณะเฉพาะใบหน้ามาใช้สำหรับการรู้จำได้รับการพัฒนาโดย Sirovich และ Kirby ในปี 1987 และถูกนำมาใช้สำหรับการจำแนกใบหน้าโดย Matthew Turk และ Alex Pentland

เวกเตอร์ลักษณะเฉพาะจะได้จากการหาเมทริกซ์ความแปรปรวน (Covariance Matrix) ของการกระจายความน่าจะเป็นในช่วงของปริภูมิเวกเตอร์มิติสูงของภาพใบหน้า โดยค่าลักษณะเฉพาะใบหน้านั้นจะใช้ข้อมูลพื้นฐานของรูปภาพทั้งหมดมาใช้ในการสร้างเมทริกซ์ความแปรปรวน และผลลัพธ์ที่ได้นี้จะมีขนาดของมิติที่ลดลงโดยจะเป็นชุดข้อมูลพื้นฐานของภาพแต่ละภาพในต้นฉบับของรูปภาพการเรียนรู้(Training Images) สำหรับการจำแนกประเภทนั้นสามารถทำได้โดยการนำชุดข้อมูลพื้นฐานของรูปภาพที่ได้มาเปรียบเทียบกัน

รูปที่2.6 แสดงภาพผลลัพธ์ของค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า (Eigenfaces)

ชุดของค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าสร้างขึ้นโดยการดำเนินงานของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principle Component Analysis, PCA) ในชุดขนาดใหญ่ของภาพใบหน้าของมนุษย์ที่แตกต่างกัน ค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าจะพิจารณาผลรวมของใบหน้ามาตรฐานที่ได้รับจากการวิเคราะห์ทางสถิติของภาพใบหน้าของมนุษย์จำนวนมาก โดยรูปภาพใบหน้าของมนุษย์ใดๆที่ต้องการพิจารณาจะมีการนำไปรวมเปรียบเทียบผลรวมของใบหน้า

มาตรฐานเหล่านั้น ตัวอย่างเช่น ใบหน้าหนึ่งอาจจะประกอบไปด้วยใบหน้าเฉลี่ยของ Eigenfaces1 +10% จาก Eigenfaces2 55% และจาก Eigenfaces3 -3% อย่างไรก็ตามมันไม่ได้นำค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า หลายๆค่ามารวมกันเพื่อให้ได้ค่าโดยประมาณของค่ามากที่สุด นอกจากนี้เนื่องจากใบหน้าของบุคคลจะไม่ถูกบันทึกด้วยการถ่ายภาพดิจิตอลแต่จะเก็บเป็นรายการ(List) (โดยหนึ่งค่าในรายการคือค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าที่ถูกใช้ในฐานข้อมูล) และพื้นที่ที่เหลือจะไว้สำหรับใบหน้าบุคคลอื่นๆ

ค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าที่ถูกสร้างขึ้นจะแสดงถึงพื้นที่ของความสว่างและมืดโดยจัดอยู่ในรูปแบบที่เฉพาะ รูปแบบนี้แสดงถึงคุณสมบัติที่แตกต่างกันของใบหน้าที่ดึงออกมาประเมินและให้คะแนน โดยรูปแบบจะประเมินจากค่าต่างๆของใบหน้า เช่น ลักษณะของผมหน้าว่ามีกรอบอยู่ตรงไหน หรือประเมินจากขนาดของจมูกและปาก ค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าอื่นๆนั้นจะมีรูปแบบที่ง่ายในการระบุและภาพของค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าที่ได้อาจมีความเหมือนของใบหน้าที่น้อยมาก

เทคนิคที่ใช้ในการสร้างค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าและใช้สำหรับการรู้จำนั้นได้นำมาใช้ในเรื่องของการรู้จำใบหน้า (Facial Recognition) และยังนำมาใช้กับการวิเคราะห์ลายมือ (Handwriting Analysis) การอ่านริมฝีปาก (Lip Reading) การรับรู้เสียง(Voice Recognition) การแปลความหมายภาษามือ(Sign Language/Hand Gestures Interpretation) และการวิเคราะห์ภาพถ่ายทางการแพทย์ (Medical Imaging Analysis)

2.4 การคำนวณหาค่าลักษณะเฉพาะ (Eigenvalues) และ เวกเตอร์ลักษณะ (Eigenvector) ในฟังก์ชัน eig() ใน MATLAB [6]

การคำนวณหาค่าลักษณะเฉพาะ (Eigenvalues) และเวกเตอร์ลักษะเฉพาะ (Eigenvectors) ของเมทริกซ์ โดยจะสมมุติให้ค่าเมทริกซ์ขนาด 3x3 มีค่าเท่ากับ

$$A = \begin{pmatrix} 1 & -3 & 3 \\ 3 & -5 & 3 \\ 6 & -6 & 4 \end{pmatrix}$$

วิธีทำ

ในขั้นตอนแรกในการหาค่า Eigen ต้องหา Eigenvalues ของเมทริกซ์ก่อน ในการหา Eigenvalues นั้นเราจะได้ค่าของ λ ซึ่งเป็นผลตอบสนองของสมการลักษณะเฉพาะของ Eigen นั่นเอง

$$\det(A - \lambda I) = 0$$

โดยที่ ค่า I คือ ค่าเมทริกซ์เอกลักษณ์

• รูปแบบของ เมทริกซ์ $(A - \lambda I)$ เป็นดังต่อไปนี้

$$A - \lambda I = \begin{pmatrix} 1 & -3 & 3 \\ 3 & -5 & 3 \\ 6 & -6 & 4 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \lambda & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & 0 \\ 0 & 0 & \lambda \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1-\lambda & -3 & 3 \\ 3 & -5-\lambda & 3 \\ 6 & -6 & 4-\lambda \end{pmatrix}$$

• การคำนวณหา Determinant หรือ Det ของเมทริกซ์ $(A - \lambda I)$ เป็นดังต่อไปนี้

$$\det(A - \lambda I) = (1-\lambda)\begin{vmatrix} -5-\lambda & 3 \\ -6 & 4-\lambda \end{vmatrix} - (-3)\begin{vmatrix} 3 & 3 \\ 6 & 4-\lambda \end{vmatrix} + 3\begin{vmatrix} 3 & -5-\lambda \\ 6 & -6 \end{vmatrix}$$

$$= (1-\lambda)((-5-\lambda)(4-\lambda) - (3)(-6)) + 3(3(4-\lambda) - 3\times 6) + 3(3\times(-6) - (-5-\lambda)6)$$

$$= (1-\lambda)(-20 + 5\lambda - 4\lambda + \lambda^2 + 18) + 3(12 - 3\lambda - 18) + 3(-18 + 30 + 6\lambda)$$

$$= (1-\lambda)(-2 + \lambda + \lambda^2) + 3(-6 - 3\lambda) + 3(12 + 6\lambda)$$

$$= -2 + \lambda + \lambda 2 + 2\lambda - \lambda^2 - \lambda^3 - 18 - 9\lambda + 36 + 18\lambda$$

$$= 16 + 12\lambda - \lambda^3$$

ดังนั้น :

$$\det(A - \lambda I) = -\lambda^3 + 12\lambda + 16$$

ในการแก้สมการจะกำหนดให้ค่าของทั้งสมการเท่ากับ 0

$$-\lambda^3 + 12\lambda + 16 = 0$$

ต่อมาจะมามองหาค่าที่เป็นไปได้ที่จะเป็น Eigenvalues โดยจะใช้ค่าที่เป็นเลขจำนวนจริงในสมการดังกล่าว การแบ่งจำนวนแต่ละเทอมเป็นคงที่คือค่า (-16) ค่าที่เป็นไปได้ คือ ±1±2±4±8±16

เราเลือกใช้ $\lambda = 4$ หรือ $\lambda = -2$ ก็ได้ เพราะถ้าเป็นค่าอื่นจะทำให้สมการไม่เท่ากับ 0 แต่ในตัวอย่างนี้เราจะแสดงวิธีการหา Eigenvectors ด้วยค่า Eigenvalues $\lambda = 4$

เราจะได้

$$\lambda^3 - 12\lambda - 16 = 0$$

$$4^3 - 12.4 - 16 = 0$$

ต่อไปจะเป็นขั้นตอนในการหา Eigenvectors เมื่อเราได้ค่า Eigenvalues มาแล้ว เราจะหา Eigenvectors ได้จากวิธี Gaussian Elimination.

-ในขั้นแรก ในแต่ละค่าของ eigenvalues เราจะได้

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

ซึ่ง ค่า X คือ ค่า Eigenvectors ที่มีความเกี่ยวข้องกับ λของ Eigenvalues นั่นเอง

-ในขั้นที่สอง เราจะหา X จาก Gaussian Elimination.

$$(A - \lambda I{:}0)$$

ขั้นแรกเราแทนค่า λ จาก Eigenvaluesที่เราหามาลงใน สมการ

$$A - 4I = \begin{pmatrix} -3 & -3 & 3 \\ 3 & -9 & 3 \\ 6 & -6 & 0 \end{pmatrix}$$

ขั้นต่อมา คือ สร้างเมทริกซ์ 0 เติมเข้าไปใน A หรือ $(A - \lambda I{:}0)$ นั่นเอง

$$\begin{pmatrix} -3 & -3 & 3 & 0 \\ 3 & -9 & 3 & 0 \\ 6 & -6 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{matrix} R1 \\ R2 \\ R3 \end{matrix} \qquad R1 \longrightarrow 1/3 \times R1 \qquad \begin{pmatrix} 1 & -1 & -1 & 0 \\ 3 & -9 & 3 & 0 \\ 6 & -6 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{matrix} R1 \\ R2 \\ R3 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} R2 \longrightarrow R2 - 3x\,R1 \\ R3 \longrightarrow R3 - 6 \times R1 \end{matrix} \qquad \begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & -12 & 6 & 0 \\ 0 & -12 & 6 & 0 \end{pmatrix} \begin{matrix} R1 \\ R2 \\ R3 \end{matrix}$$

$$R2 \longrightarrow -1/12 \times R2 \qquad \begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1/2 & 0 \\ 0 & -12 & 6 & 0 \end{pmatrix} \begin{matrix} R1 \\ R2 \\ R3 \end{matrix}$$

$$R3 \longrightarrow R3 + 12x\,R2 \qquad \begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1/2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{matrix} R1 \\ R2 \\ R3 \end{matrix}$$

$$R1 \longrightarrow R1 - R2 \qquad \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1/2 & 0 \\ 0 & 1 & -1/2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{matrix} R1 \\ R2 \\ R3 \end{matrix}$$

เขียน เมทริกซ์ ใหม่ให้เป็นระบบเชิงเส้น

$$X_1 - 1/2x_3 = 0$$
$$X_2 - 1/2x_3 = 0$$

ดังนั้น ค่า Eigenvectors X จะเท่ากับ

$$X = \begin{pmatrix} X_1 = x_3/2 \\ x_2 = x_3/2 \\ X_3 = X_3 \end{pmatrix} = x_3 \begin{pmatrix} 1/2 \\ 1/2 \\ 1 \end{pmatrix}$$

ทุกๆค่าของ $X_3 \neq 0$ นั้น นั่นคือค่า Eigenvector ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับ ค่า Eigenvalues = 4

2.5 ค่าผลรวมของกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Sum Square of Error) [7]

Sum Square of Error หรือ SSE คือ ผลรวมของความแตกต่างยกกำลังสองระหว่างกลุ่มแต่ละกลุ่มของค่าเฉลี่ย SSE สามารถใช้เป็นตัวชี้วัดของการเปลี่ยนแปลงภายในกลุ่มของค่าเฉลี่ยนั้นๆ หากทุกกรณีภายในกลุ่มเหมือนกันหรือค่าอินพุตมีค่าเท่ากับค่าในฐานข้อมูลค่า SSE จะเท่ากับ 0

$$\text{SSE} = \sum_{i=1}^{n} (x_{input} - x_i)^2$$

โดยที่ I ถึง N คือค่าในชุดข้อมูลทั้งหมด

2.6 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) [8]

ค่าเฉลี่ยเลขคณิตจัดว่าเป็นค่าที่มีความสำคัญมากในวิชาสถิติ เพราะค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็นค่ากลางหรือเป็นตัวแทนของข้อมูลที่ดีที่สุด เพราะ 1)เป็นค่าที่ไม่เอนเอียง 2)เป็นค่าที่มีความคงเส้นคงวา 3)เป็นค่าที่มีความแปรปรวนต่ำที่สุด และ 4)เป็นค่าที่มีประสิทธิภาพสูงสุด แต่ค่าเฉลี่ยเลขคณิตก็มีข้อจำกัดในการใช้ เช่น ถ้าข้อมูลมีการกระจายมาก หรือข้อมูลบางตัวมีค่ามากหรือน้อยจนผิดปกติ หรือข้อมูลมีการเพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัว ค่าเฉลี่ยเลขคณิตจะไม่สามารถเป็นค่ากลางหรือเป็นตัวแทนที่ดีของข้อมูลได้

การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตหาได้จากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$$

เมื่อ x_i แทนค่าสังเกตของข้อมูลลำดับที่ i

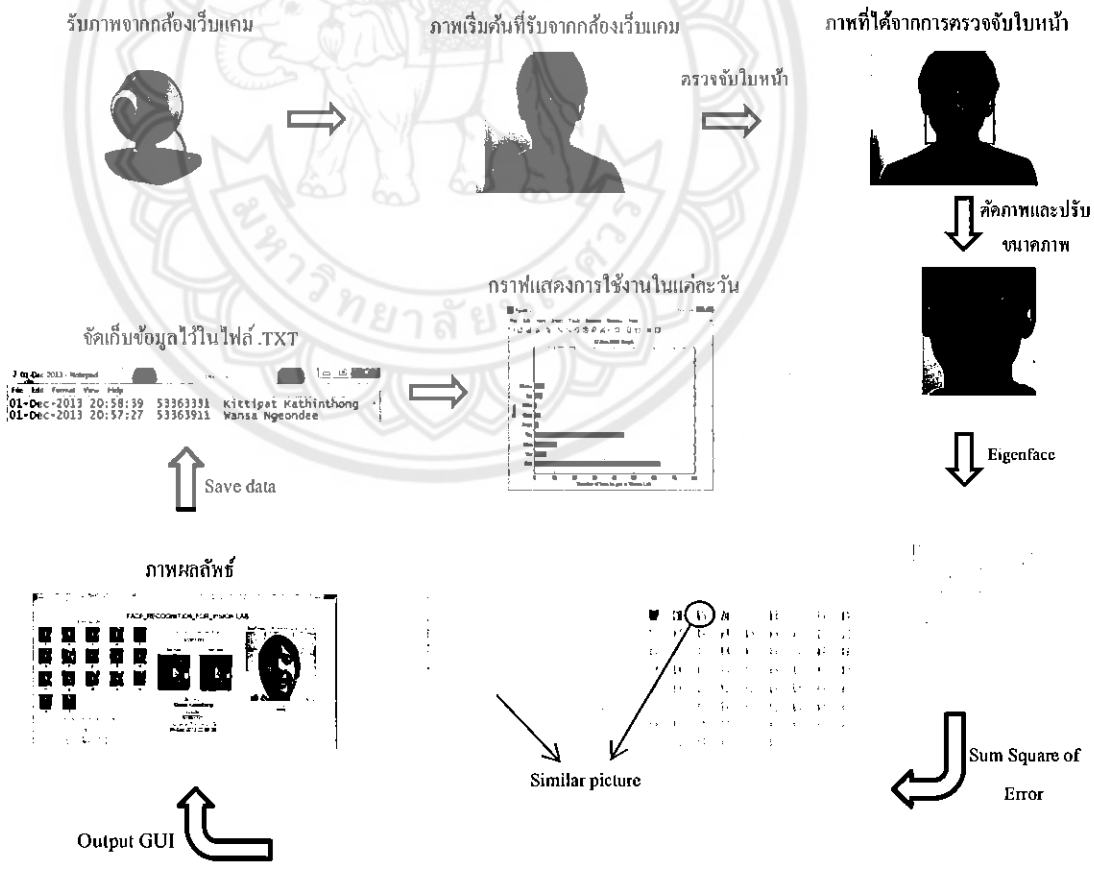
n แทนจำนวนตัวอย่างข้อมูล

บทที่ 3

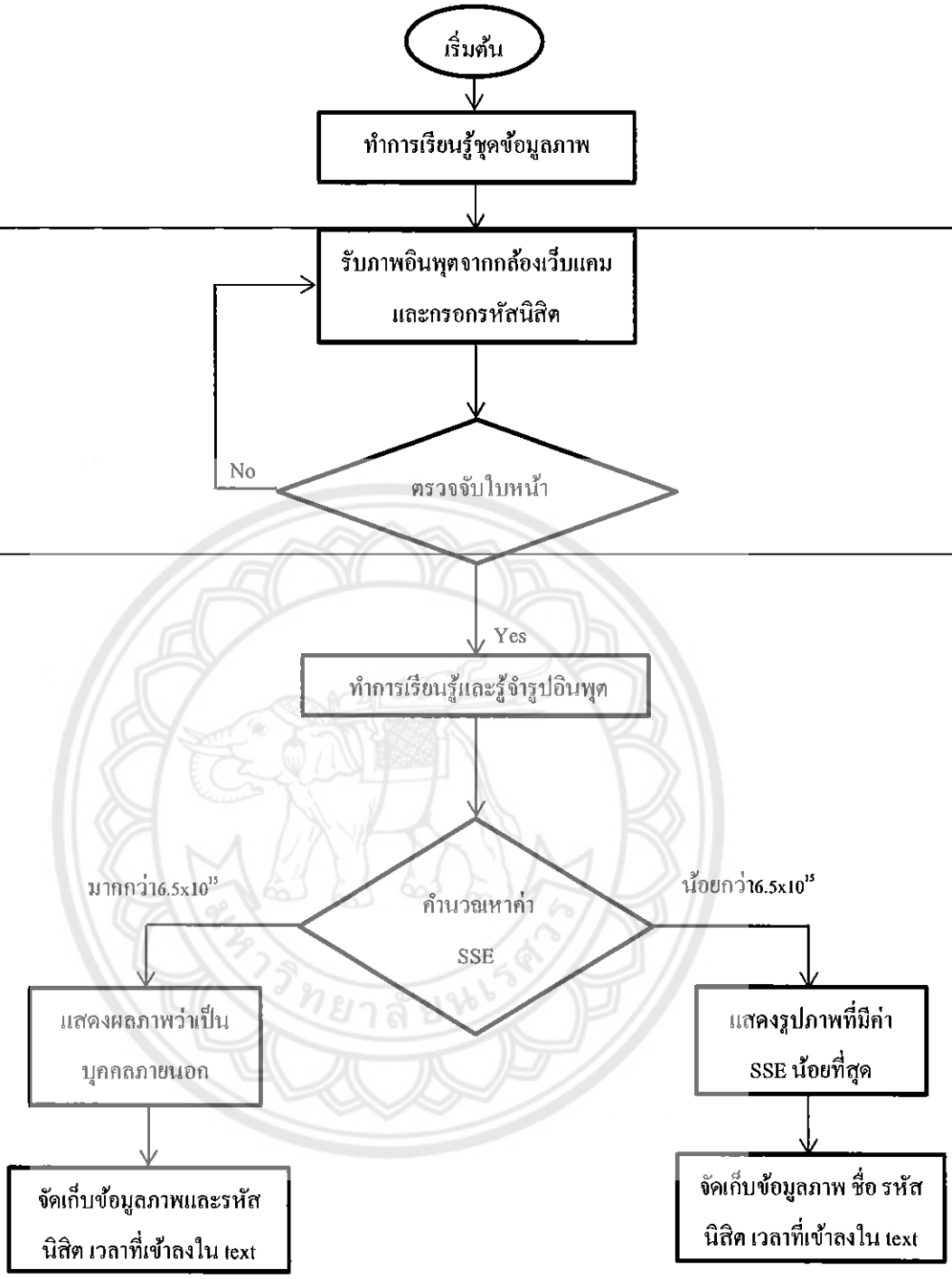
วิธีการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการทำงาน เพื่อให้ได้มาซึ่งซอฟต์แวร์ที่สามารถรู้จำใบหน้าของบุคคลที่เข้ามาใช้งานในห้องวิจัยด้านเทคโนโลยีทัศนศาสตร์ฯ ซึ่งได้ออกแบบให้รับภาพจากกล้องเว็บแคม แล้วทำการรู้จำใบหน้าของบุคคลนั้น และแสดงผลออกมาว่าบุคคลนั้นเป็นบุคคลในหน่วยงานวิจัยเทคโนโลยีทัศนศาสตร์ฯหรือไม่ การออกแบบมีขั้นตอนดังนี้

3.1 แผนผังขั้นตอนการทำงาน (System Overview)



รูปที่ 3.1 แสดงแผนผังขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 3.2 แสดงลำดับขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรม

3.2 การตรวจจับใบหน้า [9]

ในโครงงานนี้ส่วนของการตรวจจับใบหน้านั้นเราประยุกต์ใช้จาก Library ของ MATLAB ซึ่งมีหลักการที่พัฒนาขึ้นโดย Paul Viola และ Michael Jones ซึ่งถูกตีพิมพ์ในปี 2001 หรือที่เรียกว่า "Viola-Jones method" โดยใช้การตรวจจับวัตถุในภาพรวมกับแนวคิดหลัก 4 แนวคิด ดังนี้

- ใช้ Haar features
- ใช้การรวมภาพ(Integral Image) เพื่อตรวจจับลักษณะเด่นอย่างรวดเร็ว (Rapid Feature Detection)
- ใช้ The Adaboost machine-learning method
- ใช้ Cascaded classifier เพื่อรวมลักษณะเด่นต่างๆเข้าด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพ

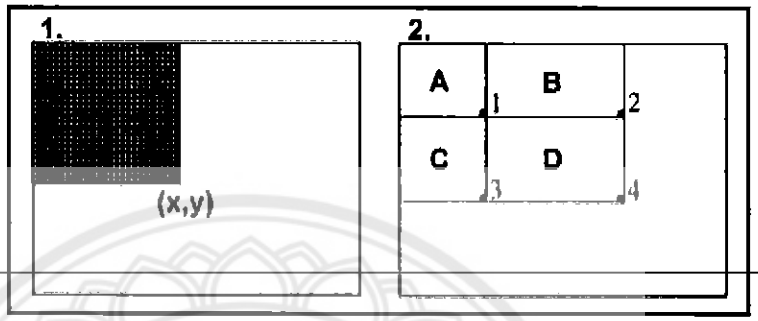
การมีอยู่ของลักษณะเด่นของ Haar ถูกกำหนดโดยการลบค่าเฉลี่ยบริเวณจุดภาพมืดออกจากค่าเฉลี่ยบริเวณจุดภาพสว่าง ถ้าผลลัพธ์ที่ได้มีค่ามากกว่าค่าขีดแบ่ง(ถูกตั้งค่าในระหว่างการเรียนรู้) แสดงว่ามีลักษณะเด่นของ Haar อยู่

รูปที่ 3.3 แสดงตัวอย่างลักษณะเด่นของ Haar ที่ถูกใช้

การตรวจสอบหาลักษณะเด่นของ Haar ในแต่ละส่วนของภาพอย่างมีประสิทธิภาพนั้น Viola และ Jones ใช้เทคนิคที่เรียกว่าการรวมภาพ (Integral Image) โดยการรวมจุดภาพเล็กๆเข้าด้วยกัน

จากรูปที่ 3.4 การจะหาค่าของรูปสี่เหลี่ยม D คือการนำ A+B+C+D (ตำแหน่งที่ 4) ลบออกด้วย A+B (ตำแหน่งที่ 2) และ A+C (ตำแหน่งที่ 3) และบวกเพิ่มเข้าไปด้วย A (ตำแหน่งที่ 1) นั่นคือ D=(A+B+C+D)-(A+B)-(A+C)+(A)

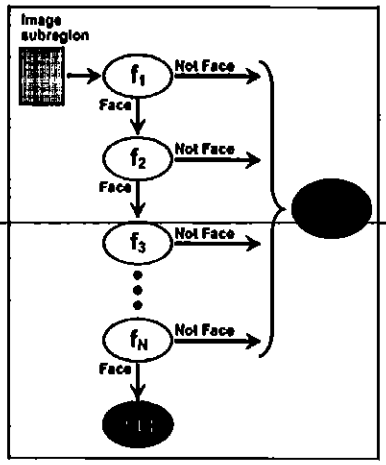
ซึ่งมีค่าเท่ากับ (x4,y4)-(x2,y2)-(x3,y3)+(x1,y1)



รูปที่ 3.4 แสดงเทคนิคการรวมภาพ (a) หลังจากที่รวมภาพแล้ว จุดภาพที่ตำแหน่ง (x,y) จะรวมค่าของทุกจุดภาพในสี่เหลี่ยมสีดำ (b) ผลรวมค่าของทุกจุดภาพในสี่เหลี่ยม D คือ (x4,y4)-(x2,y2)-(x3,y3)+(x1,y1)

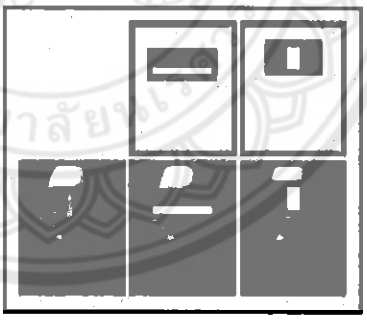
ในการเลือกลักษณะเด่นของ Haar และการตั้งระดับค่าขีดแบ่ง Viola และ Jones ใช้ machine-learning method ที่เรียกว่า "Adaboost" ซึ่งรวม weak classifier (ได้รับคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าการเดาสุ่มเพียงเล็กน้อย) จำนวนมากเข้าด้วยกันเพื่อสร้าง strong classifier โดยใช้หลักที่ว่า weak classifier แต่ละตัวค่อยๆผลักดันคำตอบสุดท้ายไปในทิศทางที่ถูกต้อง Adaboost จะทำการเลือกชุดของ weak classifier ในการรวมและกำหนดน้ำหนักของแต่ละตัว การรวมกันของน้ำหนักก็คือ strong classifier นั่นเอง

Viola และ Jones รวมชุดของ Adaboost classifiers เป็นเหมือนโซ่กรองดังแสดงในรูปที่ 3.5 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงในการแบ่งพื้นที่ภาพ



รูปที่3.5 แสดงสายโซ่ของตัวกรอง บริเวณเล็กๆของภาพซึ่งสามารถผ่านตัวกรองทั้งหมดจะถูกจัดว่าเป็นใบหน้า ส่วนที่เหลือจะถูกจัดว่าไม่เป็นใบหน้า

ตำแหน่งของตัวกรองในลำดับอยู่บนพื้นฐานของค่าน้ำหนักความสำคัญที่ Adaboost กำหนดไว้ ตัวกรองที่มีค่าน้ำหนักสูงสุดจะอยู่ในลำดับแรกเพื่อกำจัดส่วนของภาพที่ไม่ใช่ใบหน้าออกไป



รูปที่3.6 แสดงตัวอย่างของตัวกรองสองตัวแรกใน Viola-Jones Cascade

จากรูปที่3.6 จะพบว่าตัวกรองแรกใช้ความจริงที่ว่าบริเวณแก้มสว่างกว่าบริเวณดวงตา และตัวกรองตัวที่สองใช้ความจริงที่ว่าบริเวณสันจมูกจะสว่างกว่าบริเวณดวงตา

3.3 ค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า (Eigenfaces)

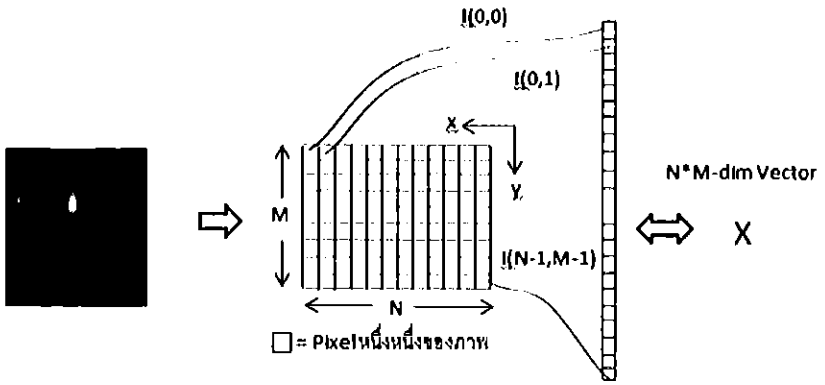
ในการใช้วิธีด้วยการหาค่าค่าลักษณะเฉพาะใบหน้านั้นเรานำหลักการ การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principle Component Analysis, PCA) มาประยุกต์ใช้ในแทนค่าภาพของใบหน้าบุคคล ซึ่งผู้ที่คิดค้นกระบวนการทำนี้ครั้งแรกถูกเสนอโดย L. Sirovich และ M. Kirby และต่อมา M. Turk และ A. Pentland ได้นำการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักมาใช้ในการรู้จำภาพใบหน้า (Eigenfaces for Recognition) โดยมีขั้นตอนการทำงานอยู่ 2 ขั้นตอนหลักคือ

3.3.1 การเตรียมใบหน้าไอเกนเพื่อใช้ในการรู้จำ ประกอบไปด้วยขั้นตอนดังนี้

รวบรวมชุดรูปภาพใบหน้าที่จะใช้ในการเรียนรู้ (Training set) และ แปลงข้อมูลภาพ 2 มิติขนาดกว้างและสูงเท่ากับ NxM พิกเซล เป็นขนาด 1 แถว (X_i) ได้โดยนำค่าของแต่ละพิกเซลมาเรียงต่อกัน โดยจะเรียงจากซ้ายไปขวาและจากบนลงล่าง

โดยในโครงงานนี้รูปภาพที่จะนำมาใช้สำหรับการเรียนรู้นั้นสำหรับบุคคลหนึ่งหนึ่งจะมีรูปภาพคนละ 10 ภาพซึ่งประกอบไปด้วย

- รูปภาพใบหน้าตรงจำนวน 6 ภาพ
- รูปภาพเบลอด้วยเกาส์เซียน เบลอ(Gaussian blur) ระดับ 3 จำนวน 2 ภาพ
- รูปภาพเบลอด้วยเกาส์เซียน เบลอ(Gaussian blur) ระดับ 5 จำนวน 2 ภาพ



รูปที่ 3.7 แผนผังขั้นตอนการแปลงข้อมูล 2 มิติให้มีขนาด 1 แถว

และรวมรวบเข้าเป็นเซต (S)

$$S = \{X_1, X_2, X_3, \ldots, X_L\}$$

โดยที่ L คือ จำนวนภาพใบหน้าใน Training Set ทั้งหมด

ตัวอย่างเช่น มีข้อมูลภาพทั้งหมด 4 ภาพด้วยกัน แต่ละภาพนั้นจะมีขนาด 200*222 ซึ่งจะทำให้มีข้อมูลค่าเวคเตอร์ของรูปในชุดการเรียนรู้จะมี 4 ชุด และแต่ละชุดนั้นจะมีค่าเวคเตอร์ 44,400 ค่าเรียงต่อกัน ดังนี้

75	72	81	109
73	71	79	112
71	72	75	110
...	...	...	...
255	0	213	211
255	0	214	211
255	0	213	211

รูปที่ 3.8 แสดงตัวอย่างการเก็บภาพขนาดหนึ่งแถว

หลังจากการคำนวณหาเวคเตอร์จากรูปภาพแล้ว จะทำการคำนวณหาภาพใบหน้าเฉลี่ย(Mean image ,M) จากชุดของรูปภาพที่ถูกแปลงเป็นเวคเตอร์แล้วเรียบร้อย

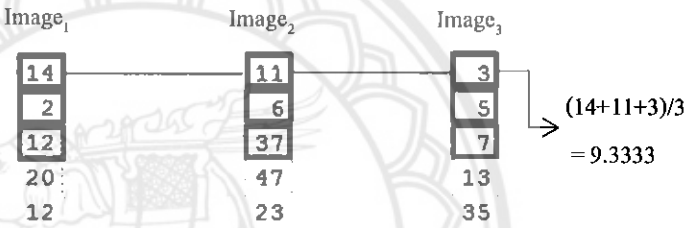
$$M = \frac{1}{L}\sum_{i=1}^{L} X_i$$

เนื่องจากชุดค่าเวคเตอร์ของรูปในชุดการเรียนรู้มีจำนวนมาก จึงขอยกตัวอย่างด้วยค่าสมมุติโดยให้ภาพมีขนาด 5 เวกเตอร์จำนวน 3 ภาพ เพื่อเป็นตัวอย่างในการคำนวณหาค่าเฉลี่ยได้ดังนี้

$Image_1$	$Image_2$	$Image_3$
14	11	3
2	6	5
12	37	7
20	47	13
12	23	35

รูปที่ 3.9 ตัวอย่าง x_i จำนวน 3 ภาพ

จากรูปที่ 3.9 จะเห็นค่าเวคเตอร์ของ $Image_1$, $Image_2$ และ $Image_3$ จากนั้นจะนำค่าเวคเตอร์ของแต่ละตำแหน่งของ $Image_1$, $Image_2$ และ $Image_3$ มาบวกกันแล้วหารด้วยจำนวนภาพทั้งหมดนั่นคือ 3 ภาพ จะได้รูปดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.10 แสดงลักษณะการนำเวกเตอร์แต่ละตำแหน่งมากระทำกันเพื่อหาค่าเฉลี่ย

ต่อไปจะเป็นการแสดงการคำนวณของรูปที่ 3.10

(14+11+3)/3 = 9.3333

(2+6+5)/3 = 4.3333

(12+37+7)/3 = 18.6667

(20+47+3)/3 = 26.6667

(12+23+35)/3 = 23.3333

จะได้ค่าเฉลี่ยของภาพทั้ง 3 ภาพคือรูปที่ 3.10 นั่นเอง

$$\begin{bmatrix} 9.3333 \\ 4.3333 \\ 18.6667 \\ 26.6667 \\ 23.3333 \end{bmatrix}$$

รูปที่ 3.11 แสดงผลลัพธ์ค่าเฉลี่ยที่ได้

ต่อมาทำการหาค่าความแตกต่างระหว่างค่าภาพทั้ง3ภาพ กับ ค่าเฉลี่ยนั่นคือ

$$A_i = Image_i - \text{ค่าเฉลี่ย}$$

จากสมการข้างต้นเราจะนำค่าเวคเตอร์ของ $Image_i$ มาลบกับค่าเฉลี่ยที่ได้นั่นเอง โดยจะได้ค่าความแตกต่างของภาพเป็นค่า A_i ดังนี้ต่อไปนี้

$$A_1 = Image_1 - \text{ค่าเฉลี่ย}$$

$$\underset{Image_1}{\begin{bmatrix} 14 \\ 2 \\ 12 \\ 20 \\ 12 \end{bmatrix}} - \underset{\text{ค่าเฉลี่ย}}{\begin{bmatrix} 9.3333 \\ 4.3333 \\ 18.6667 \\ 26.6667 \\ 23.3333 \end{bmatrix}} = \underset{A_1}{\begin{bmatrix} 4.6667 \\ -2.3333 \\ -6.6667 \\ -6.6667 \\ -11.3333 \end{bmatrix}}$$

$$A_2 = Image_2 - \text{ค่าเฉลี่ย}$$

$$\underset{Image_2}{\begin{bmatrix} 11 \\ 6 \\ 37 \\ 47 \\ 23 \end{bmatrix}} - \underset{\text{ค่าเฉลี่ย}}{\begin{bmatrix} 9.3333 \\ 4.3333 \\ 18.6667 \\ 26.6667 \\ 23.3333 \end{bmatrix}} = \underset{A_2}{\begin{bmatrix} 1.6667 \\ 1.6667 \\ 18.3333 \\ 20.3333 \\ -0.3333 \end{bmatrix}}$$

$A_3 = Image_3 - ค่าเฉลี่ย$

$$\underset{Image_3}{\begin{pmatrix} 3 \\ 5 \\ 7 \\ 13 \\ 35 \end{pmatrix}} - \underset{ค่าเฉลี่ย}{\begin{pmatrix} 9.3333 \\ 4.3333 \\ 18.6667 \\ 26.6667 \\ 23.3333 \end{pmatrix}} = \underset{A_3}{\begin{pmatrix} -6.3333 \\ 0.6667 \\ -11.6667 \\ -13.6667 \\ 11.6667 \end{pmatrix}}$$

รูปที่ 3.12 การหาค่าความแตกต่างระหว่างค่าเวคเตอร์อินพุตกับค่าเฉลี่ย

ตอนนี้ได้ค่า A_i จากการคำนวณ ของทั้ง 3 ภาพ ต่อมาจะทำการหาค่าความแปรปรวนของเมทริกซ์(Covariance Matrix)โดยใช้อักษรย่อ C ตามขั้นตอนต่อไปนี้

$$C_i = A_i A_i^T$$

จากสมการเราจะนำค่าเวคเตอร์ของ A_i มาคูณกับค่าเวคเตอร์ส่วนกลับของ A หรือ A_i transpose จะได้ค่าที่ถูกปรับความแปรปรวนออกมาดังต่อไปนี้

$$C_1 = A_1 A_1^T$$

$$\underset{A_1}{\begin{pmatrix} 4.6667 \\ -2.3333 \\ -6.6667 \\ -6.6667 \\ -11.3333 \end{pmatrix}} X \underset{A_1^T}{\begin{pmatrix} 4.6667 & -2.3333 & -6.6667 & -6.6667 & -11.3333 \end{pmatrix}}$$

$$= \underset{C_1}{\begin{pmatrix} 21.7778 & -10.8889 & -31.1111 & -31.1111 & -52.8889 \\ -10.8889 & 5.4444 & 15.5556 & 15.5556 & 26.4444 \\ -31.1111 & 15.5556 & 44.4444 & 44.4444 & 75.5556 \\ -31.1111 & 15.5556 & 44.4444 & 44.4444 & 75.5556 \\ -52.8889 & 26.4444 & 75.5556 & 75.5556 & 128.4444 \end{pmatrix}}$$

$$C_2 = A_2 A_2^T$$

$$A_2 = \begin{pmatrix} 1.6667 \\ 1.6667 \\ 18.3333 \\ 20.3333 \\ -0.3333 \end{pmatrix} \quad X \quad A_2^T = \begin{pmatrix} 1.6667 & 1.6667 & 18.3333 & 20.3333 & -0.3333 \end{pmatrix}$$

$$= C_2 = \begin{pmatrix} 2.7778 & 2.7778 & 30.5556 & 33.8889 & -0.5556 \\ 2.7778 & 2.7778 & 30.5556 & 33.8889 & -0.5556 \\ 30.5556 & 30.5556 & 336.1111 & 372.7778 & -6.1111 \\ 33.8889 & 33.8889 & 372.7778 & 413.4444 & -6.7778 \\ -0.5556 & -0.5556 & -6.1111 & -6.7778 & 0.1111 \end{pmatrix}$$

$$C_3 = A_3 A_3^T$$

$$A_3 = \begin{pmatrix} -6.3333 \\ 0.6667 \\ -11.6667 \\ -13.6667 \\ 11.6667 \end{pmatrix} \quad X \quad A_3^T = \begin{pmatrix} -6.3333 & 0.6667 & -11.6667 & -13.6667 & 11.6667 \end{pmatrix}$$

$$= C_3 = \begin{pmatrix} 40.1111 & -4.2222 & 73.8889 & 86.5556 & -73.8889 \\ -4.2222 & 0.4444 & -7.7778 & -9.1111 & 7.7778 \\ 73.8889 & -7.7778 & 136.1111 & 159.4444 & -136.1111 \\ 86.5556 & -9.1111 & 159.4444 & 186.7778 & -159.4444 \\ -73.8889 & 7.7778 & -136.1111 & -159.4444 & 136.1111 \end{pmatrix}$$

รูปที่ 3.13 แสดงการวิธีการหาค่าความแปรปรวนของเมทริกซ์

หลังจากนั้นเราสามารถทำการวิเคราะห์แยกส่วนค่าไอเกนและไอเกนเวกเตอร์ได้จากฟังก์ชันที่มีใน MATLAB

$$[V\ D] = eig(C_i)$$

โดยที่ V คือ ไอเกนเวกเตอร์

D คือ ค่าไอเกน

C_i คือ ค่าความแปรปรวนของเมทริกซ์

การทำไอเกนนั้นจะได้ค่า 2 ค่า คือ ค่าไอเกนและไอเกนเวกเตอร์ และจากสมการจะนำค่า C_i หรือ ค่าความแปรปรวนของเมทริกซ์ของแต่ละรูปมาหาค่า eigenโดยใช้ Function ของโปรแกรม MATLAB คือ cig() นั่นเอง ซึ่งได้แสดงการคำนวณในบทที่ 2 ดังนั้นค่าของ V และ D ของแต่ละรูปภาพจะมีค่าเท่ากับดังต่อไปนี้

$eig(C_1)$

V_1

-0.6926	0.4785	0.4472	0.0470	-0.2984
0.3463	-0.2393	0.8944	-0.0235	0.1492
0.3612	0.8073	-0.0000	-0.1897	0.4263
-0.3962	-0.2310	0.0000	-0.7797	0.4263
-0.3359	-0.0927	0	0.5944	0.7247

D_1

-0.0000	0	0	0	0
0	-0.0000	0	0	0
0	0	0.0000	0	0
0	0	0	0.0000	0
0	0	0	0	244.5556

$eig(C_2)$

V_2

-0.1352	-0.2569	0.9542	0.0391	-0.0606
0.9695	0.1495	0.1709	0.0691	-0.0606
-0.0769	-0.0124	-0.0868	0.7358	-0.6671
0.0041	0.0043	-0.0177	-0.6725	-0.7399
0.1892	-0.9547	-0.2290	-0.0123	0.0121

D_2

-0.0000	0	0	0	0
0	-0.0000	0	0	0
0	0	0.0000	0	0
0	0	0	0.0000	0
0	0	0	0	755.2222

$eig(C_3)$

V_3

0.1129	-0.0124	0.9357	0.1767	-0.2834
-0.0314	0.9938	0.0068	0.1020	0.0298
0.6002	0.0956	-0.1184	-0.5867	-0.5220
0.1035	-0.0489	-0.3322	0.7090	-0.6115
0.7844	-0.0252	0	0.3340	0.5220

D_3

-0.0000	0	0	0	0
0	-0.0000	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0.0000	0
0	0	0	0	499.5556

รูปที่ 3.14 แสดงผลลัพธ์ค่าไอเกนของค่าความแปรปรวนของเมทริกซ์

ค่าไอเกนและไอเกนเวกเตอร์นั้นเป็นค่าที่ได้จากค่าความแปรปรวนของเมทริกซ์โดยที่ค่าความแปรปรวนของเมทริกซ์ได้ผลลัพธ์มาจากค่าเวกเตอร์ A_i

และค่าที่เรานำมาใช้นั่นคือ ค่าไอเกนเวกเตอร์ ซึ่งนำไปคูณกับค่าเวกเตอร์ของภาพแล้วจะได้เป็นค่าลักษณะเฉพาะของใบหน้า($Eigenfaces_i$)

$$Eigenfaces_i = V_i \times A_i$$

ดังนั้นค่าลักษณะเฉพาะของใบหน้า Eigenfaces ของทั้ง 3 รูปจะมีค่าดังต่อไปนี้

$$Eigenfaces_1 = V_1 \times A_1$$

$$V_1 = \begin{pmatrix} -0.6926 & 0.4785 & 0.4472 & 0.0470 & -0.2984 \\ 0.3463 & -0.2393 & 0.8944 & -0.0235 & 0.1492 \\ 0.3612 & 0.8073 & -0.0000 & -0.1897 & 0.4263 \\ -0.3962 & -0.2310 & 0.0000 & -0.7797 & 0.4263 \\ -0.3359 & -0.0927 & 0 & 0.5944 & 0.7247 \end{pmatrix} \quad A_1 = \begin{pmatrix} 4.6667 \\ -2.3333 \\ -6.6667 \\ -6.6667 \\ -11.3333 \end{pmatrix}$$

$$Eigenfaces_1 = \begin{pmatrix} -4.2616 \\ -5.3228 \\ -3.7648 \\ -0.9433 \\ -13.5277 \end{pmatrix}$$

$$Eigenfaces_2 = V_2 \times A_2$$

$$V_2 = \begin{pmatrix} -0.1352 & -0.2569 & 0.9542 & 0.0391 & -0.0606 \\ 0.9695 & 0.1495 & 0.1709 & 0.0691 & -0.0606 \\ -0.0769 & -0.0124 & -0.0868 & 0.7358 & -0.6671 \\ 0.0041 & 0.0043 & -0.0177 & -0.6725 & -0.7399 \\ 0.1892 & -0.9547 & -0.2290 & -0.0123 & 0.0121 \end{pmatrix} \quad A_2 = \begin{pmatrix} 1.6667 \\ 1.6667 \\ 18.3333 \\ 20.3333 \\ -0.3333 \end{pmatrix}$$

$$Eigenfaces_2 = \begin{pmatrix} 17.6554 \\ 6.4227 \\ 13.4434 \\ -13.7381 \\ -5.7272 \end{pmatrix}$$

$$Eigenfaces_3 = V_3 \times A_3$$

$$V_3 = \begin{pmatrix} 0.1129 & -0.0124 & 0.9357 & 0.1767 & -0.2834 \\ -0.0314 & 0.9938 & 0.0068 & 0.1020 & 0.0298 \\ 0.6002 & 0.0956 & -0.1184 & -0.5867 & -0.5220 \\ 0.1035 & -0.0489 & -0.3322 & 0.7090 & -0.6115 \\ 0.7844 & -0.0252 & 0 & 0.3340 & 0.5220 \end{pmatrix} \quad A_3 = \begin{pmatrix} -6.3333 \\ 0.6667 \\ -11.6667 \\ -13.6667 \\ 11.6667 \end{pmatrix}$$

$$Eigenfaces3 = \begin{pmatrix} -17.3613 \\ -0.2633 \\ -0.4280 \\ -13.6352 \\ -3.4596 \end{pmatrix}$$

รูปที่ 3.15 แสดงลักษณะการนำเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ(V)ของแต่ละภาพมาคูณกับค่า A_i

เมื่อได้ค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า (Eigenfaces) ของทุกภาพออกมาแล้ว จะจัดเก็บค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าเข้าชุดข้อมูล(Array)เพื่อเก็บเป็นชุดข้อมูลของค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าดังต่อไปนี้

$$Eigenfaces = [Eigenfaces_1 \ Eigenfaces_2 \ Eigenfaces_3]$$

$$Eigenfaces = \begin{matrix} Eigenfaces_1 & Eigenfaces_2 & Eigenfaces_3 \end{matrix} \begin{pmatrix} -4.2616 & 17.6554 & -17.3613 \\ -5.3228 & 6.4227 & -0.2633 \\ -3.7648 & 13.4434 & -0.4280 \\ -0.9433 & -13.7381 & -13.6352 \\ -13.5277 & -5.7272 & -3.4596 \end{pmatrix}$$

รูปที่ 3.16 แสดงลักษณะการจัดเก็บค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าในชุดข้อมูล(Array)

การที่เราเก็บค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าของแต่ละภาพเข้าสู่ชุดข้อมูลนั้นเมื่อเรานำส่วนกลับของค่าลักษณะเฉพาะของใบหน้าไปคูณกับภาพ จะทำให้แต่ละภาพเกิดความเกี่ยวเนื่องกันกับค่าลักษณะเฉพาะในแต่ละภาพที่ทำการคูณเข้าไป ดังต่อไปนี้

$$\text{Eigenface_Image}_i = \text{Eigenfaces}^T \times A_i$$

$$\text{Eigenface_Image}_1 = \text{Eigenfaces}^T \times A_1$$

Eigenfaces^T

$$\begin{pmatrix} 10.8765 & 2.0153 & -2.3529 & -9.8712 & -4.3840 \\ 17.2440 & 9.0927 & 13.5029 & -13.8862 & -0.1975 \\ -17.3613 & -0.2633 & -0.4280 & -13.6352 & -3.4596 \end{pmatrix} \mathbf{X} \begin{pmatrix} 4.6667 \\ -2.3333 \\ -6.6667 \\ -6.6667 \\ -11.3333 \end{pmatrix}$$

A_1

Eigenface_Image_1

$$= \begin{pmatrix} 177.2338 \\ 64.0492 \\ 52.5578 \end{pmatrix}$$

$$\text{Eigenface_Image}_2 = \text{Eigenfaces}^T \times A_2$$

Eigenfaces^T

$$\begin{pmatrix} 10.8765 & 2.0153 & -2.3529 & -9.8712 & -4.3840 \\ 17.2440 & 9.0927 & 13.5029 & -13.8862 & -0.1975 \\ -17.3613 & -0.2633 & -0.4280 & -13.6352 & -3.4596 \end{pmatrix} \mathbf{X} \begin{pmatrix} 1.6667 \\ 1.6667 \\ 18.3333 \\ 20.3333 \\ -0.3333 \end{pmatrix}$$

A_2

Eigenface_Image_2

$$= \begin{pmatrix} -220.9046 \\ 9.1604 \\ -313.3165 \end{pmatrix}$$

$$Eigenface_Image_3 = Eigenfaces^T \times A_3$$

$$Eigenfaces^T = \begin{pmatrix} 10.8765 & 2.0153 & -2.3529 & -9.8712 & -4.3840 \\ 17.2440 & 9.0927 & 13.5029 & -13.8862 & -0.1975 \\ -17.3613 & -0.2633 & -0.4280 & -13.6352 & -3.4596 \end{pmatrix} \quad A_3 = \begin{pmatrix} -6.3333 \\ 0.6667 \\ -11.6667 \\ -13.6667 \\ 11.6667 \end{pmatrix}$$

$$Eigenface_Image_3 = \begin{pmatrix} 43.6709 \\ -73.2096 \\ 260.7586 \end{pmatrix}$$

รูปที่ 3.17 แสดงการนำค่าส่วนกลับของค่าลักษณะเฉพาะใบหน้ามาคูณกับค่าความแตกต่างระหว่างรูปภาพแต่ละภาพกับค่าเฉลี่ย เพื่อให้เกิดความเกี่ยวเนื่องกันของรูปภาพทั้งหมด

3.3.2 ขั้นตอนการรู้จำ

ขั้นตอนการรู้จำประกอบไปด้วยขั้นตอนดังนี้ นำรูปอินพุตไปหาค่าความแตกต่างระหว่างรูปอินพุตกับค่าเฉลี่ยของรูปภาพในชุดการเรียนรู้ จากนั้นนำค่าความแตกต่างที่ได้ไปคูณกับค่าส่วนกับ(Transpose) ของค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า(Eigenfaces) ในชุดการเรียนรู้(Training Set) จะได้ค่าลักษณะเฉพาะของใบหน้าอินพุตที่มีความเชื่อมโยงกับค่าลักษณะเฉพาะของใบหน้าในชุดข้อมูล

ตัวอย่าง นำรูปที่ต้องการทดสอบการรู้จำมาแปลงตามวิธีการในข้อที่ 3.2 เราจึงสมมุติค่าของรูปเพิ่มมาอีก 1 รูป เพื่อเป็นรูปอินพุต และนำไปทำกระบวนการรู้จำต่อไป

$$Image_{input} = \begin{pmatrix} 4 \\ 5 \\ 7 \\ 13 \\ 36 \end{pmatrix}$$

รูปที่ 3.18 ตัวอย่างอินพุตที่จะมาใช้ในการคำนวณ

จากรูปที่ 3.18 นั้น เราจะนำค่าเวคเตอร์สมมุติของรูปอินพุตมา ลบกับค่าเฉลี่ย (A_{input})

$A_{input} = Image_{input}$ - ค่าเฉลี่ย

$Image_{input}$ − ค่าเฉลี่ย = A_{input}

$$\begin{pmatrix} 4 \\ 5 \\ 7 \\ 13 \\ 36 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 9.3333 \\ 4.3333 \\ 18.6667 \\ 26.6667 \\ 23.3333 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -5.3333 \\ 0.6667 \\ -11.6667 \\ -13.6667 \\ 12.6667 \end{pmatrix}$$

รูปที่ 3.19 แสดงตัวอย่างการคำนวณของค่าอินพุตกับค่าเฉลี่ย(A_{input})

แล้วนำค่าลักษณะเฉพาะของใบหน้ามาคูณกับค่าเวคเตอร์ของรูปอินพุต เพื่อให้ได้ค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าของรูปอินพุตที่จะนำไปเปรียบเทียบกันกับค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าในแต่ละรูปในชุดรู้จำ ดังต่อไปนี้ โดยจะนำค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าของชุดการเรียนรู้ที่ได้จากการคำนวณข้างต้นมาใช้คำนวณ

$Eigenface_Image_{input} = Eigenfaces^{T} \times A_{input}$

$Eigenfaces^{T}$ A_{input}

$$\begin{pmatrix} 10.8765 & 2.0153 & -2.3529 & -9.8712 & -4.3840 \\ 17.2440 & 9.0927 & 13.5029 & -13.8862 & -0.1975 \\ -17.3613 & -0.2633 & -0.4280 & -13.6352 & -3.4596 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} -5.3333 \\ 0.6667 \\ -11.6667 \\ -13.6667 \\ 12.6667 \end{pmatrix}$$

$Eigenface_Image_{input}$

$$= \begin{pmatrix} 50.1634 \\ -56.1631 \\ 239.9377 \end{pmatrix}$$

รูปที่ 3.20 แสดงตัวอย่างการนำค่าใบหน้า(Eigenfaces) มาคูณกับค่าอินพุต

ขั้นตอนต่อมาจะหาว่ารูปใดในชุดการเรียนรู้มีความใกล้เคียงกับรูปอินพุตมากที่สุดโดยการหาค่าผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Sum Square Error)

$$E = \sum |O - O_i|^2$$

หรือเข้า function MATLAB

$$sse(Eigenface_Image_{input} - Eigenface_Image_i)$$

$$sse(Eigenface_Image_{input} - Eigenface_Image_1) = 6.5709e+04$$

$$sse(Eigenface_Image_{input} - Eigenface_Image_2) = 3.8384e+05$$

$$sse(Eigenface_Image_{input} - Eigenface_Image_3) = 766.2453$$

ซึ่งผลลัพธ์ที่ออกมานั้น คือค่าความผิดพลาด(Error) ระหว่างรูปอินพุตกับรูปในชุดการเรียนรู้ โดยค่าที่มีความผิดพลาดน้อยที่สุดคือภาพที่มีความใกล้เคียงกับรูปอินพุตมากที่สุด และในตัวอย่างข้างต้นรูปที่มีความใกล้เคียงกับรูปอินพุตมากที่สุดคือ $Image_3$

3.4 ขั้นตอนการแบ่งประเภทบุคคลภายในหรือบุคคลภายนอกห้องวิจัยทัศนศาสตร์ฯ

ในส่วนนี้จะนำค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดที่ได้ไปพิจารณากับค่าขีดแบ่งว่าผู้ใดเป็นบุคคลภายในหน่วยวิจัยด้านเทคโนโลยีทัศนศาสตร์ฯหรือบุคคลภายนอก

โดยค่าขีดแบ่งที่กำหนดคือ

$$\text{Threshold} \begin{cases} \text{Yes if sse} < 6.5e+15 \\ \text{No if sse} > 6.5e+15 \end{cases}$$

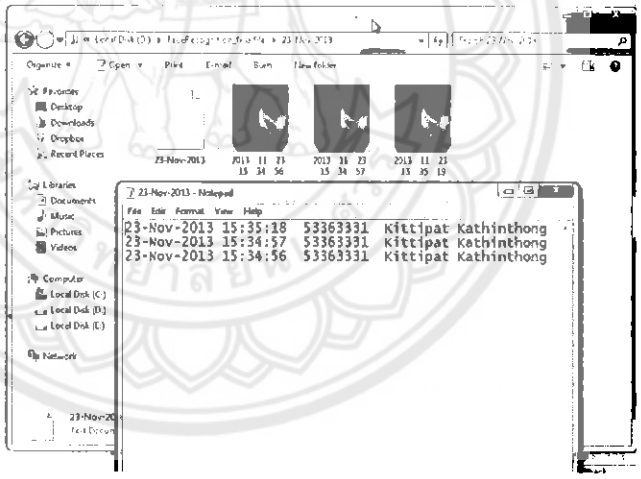
ซึ่งค่าขีดแบ่งที่ได้นี้ได้มาจากการทดลองนำบุคคลทั้งในและนอกห้องวิจัยทัศนศาสตร์ฯมาทดสอบกับตัวโปรแกรมเพื่อหาค่าที่เหมาะสมมากที่สุด

ถ้าหากค่าความผิดพลาดมีค่าน้อยกว่า 6.5e+15 แสดงว่าเป็นบุคคลที่อยู่ในห้องวิจัยทัศนศาสตร์ฯ แต่ถ้าค่าความผิดพลาดมีค่ามากกว่า 6.5e+15 แสดงว่าไม่ได้เป็นบุคคลที่อยู่ในห้องวิจัยทัศนศาสตร์ฯ

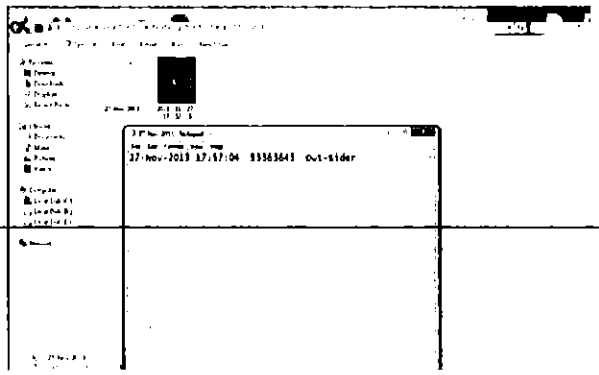
โดยถ้าหากมีความผิดพลาดเกิดขึ้นภายในโปรแกรม กลายเป็นว่าบุคคลภายในกลายเป็นบุคคลภายนอกนั้น มีแนวทางการป้องกันคือการจัดเก็บรหัสนิสิตที่กรอกในตอนต้นและรูปภาพใบหน้าอินพุตที่จะอธิบายอยู่ในหัวข้อ 3.5

3.5 การจัดเก็บข้อมูลลงในแฟ้มข้อมูล

ในส่วนการจัดเก็บแฟ้มข้อมูลของโครงงานนั้นจะทำการจัดเก็บข้อมูลการเข้าใช้ภายในห้องวิจัยทัศนศาสตร์ฯ โดยจะจัดเก็บวันเวลาที่เข้าใช้งาน และ รายชื่อขอผู้เข้าใช้ห้องวิจัยทัศนศาสตร์ฯ ว่าเป็นบุคคลภายในหรือไม่ ถ้าหากเป็นบุคคลภายในจะจัดเก็บเป็นชื่อ รหัสนิสิตที่ตรงกับใบหน้าบุคคลนั้นๆ แต่ถ้าหากไม่ใช่จะจัดเก็บรหัสนิสิตที่กรอกในตอนต้น โดยข้อมูลที่จะจัดเก็บนี้จะจัดเก็บไว้ในแฟ้มข้อความ(Text File) และยังจัดเก็บไฟล์รูปภาพของบุคคลที่เข้าใช้ห้องวิจัยทัศนศาสตร์ฯ ไว้ในโฟลเดอร์อีกด้วย



รูปที่ 3.21 แสดงแฟ้มบันทึก(Text File) และรูปภาพใบหน้าบุคคล ที่อยู่ภายในห้องวิจัยทัศนศาสตร์

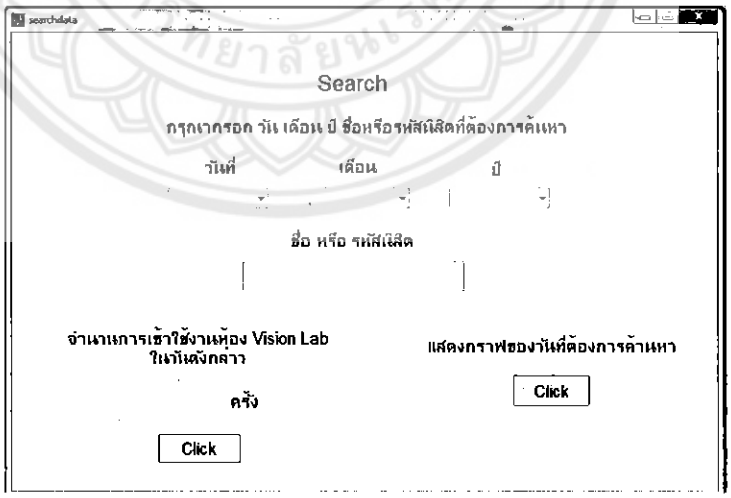


รูปที่ 3.22 แสดงแฟ้มบันทึก(Text File) และรูปภาพใบหน้าบุคคล ที่อยู่ภายนอกห้องวิจัยทัศนศาสตร์

โดยชื่อแฟ้มบันทึก(Text File) และชื่อโฟลเดอร์ที่จัดเก็บรูปและแฟ้มบันทึกไว้จะทำการตั้งชื่อเป็นวันเวลาที่ตรงกับวันนั้นๆที่เข้าใช้ห้องวิจัยทัศนศาสตร์ฯ

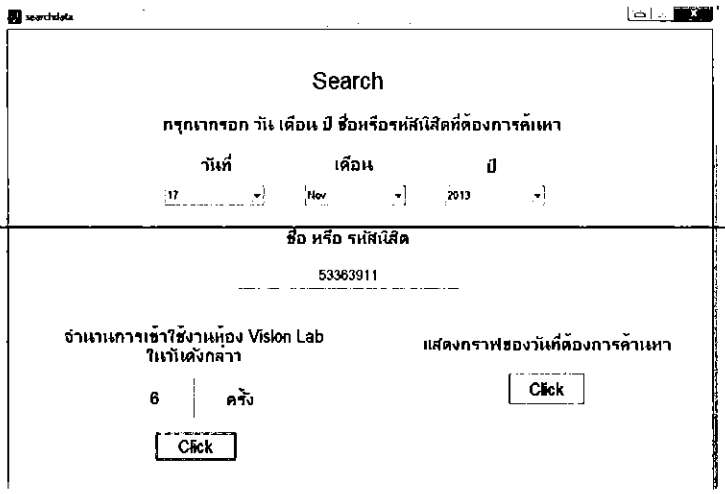
3.5.1 การค้นหาข้อมูลผู้ที่เข้าใช้ห้องวิจัยทัศนศาสตร์

ได้มีการเพิ่มลูกเล่นในตัวโปรแกรมขึ้นส่วนหนึ่งซึ่งก็คือการค้นหาข้อมูลการเข้าใช้ห้องวิจัยทัศนศาสตร์ฯของแต่ละคน



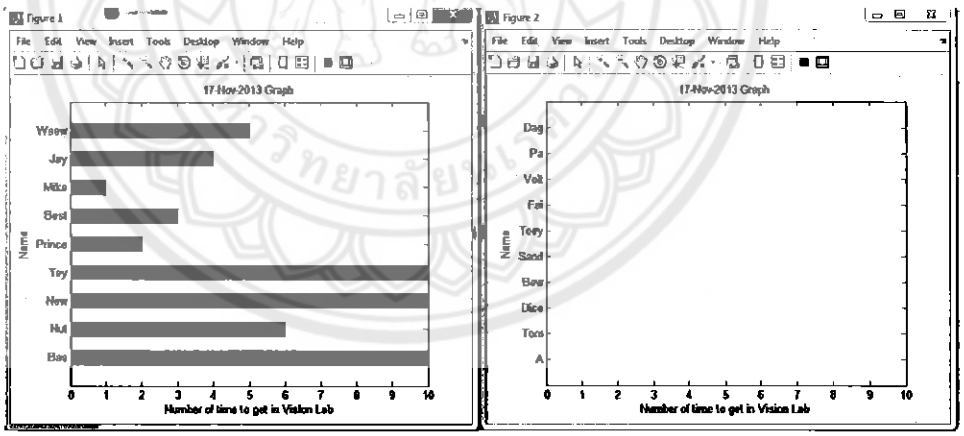
รูปที่ 3.23 แสดงหน้าต่างแสดงผลสำหรับการค้นหา

โดยสามารถใส่ชื่อหรือรหัสประจำตัวนิสิตลงไปเพื่อค้นหาว่ามีบุคคลนั้นๆเข้ามาใช้ห้องวิจัยทัศนศาสตร์ฯกี่ครั้งโดยสามารถเลือกดู วัน เดือน ปี ได้



รูปที่ 3.24 แสดงตัวอย่างการค้นหาข้อมูลผู้เข้าใช้ห้องวิจัยทัศนศาสตร์

จากรูปที่ 3.24 เมื่อใส่ข้อมูลที่ต้องการค้นหาลงไปแล้วกดปุ่ม Click ทางซ้ายมือจะขึ้นเป็นจำนวนครั้งของผู้ที่มีรหัสนิสิต 53363911 จำนวน 6 ครั้ง และทางขวามือนั้นเป็นการแสดงกราฟของผู้เข้าใช้ทั้งหมดของวัน เดือน ปี ที่ได้กรอกไป

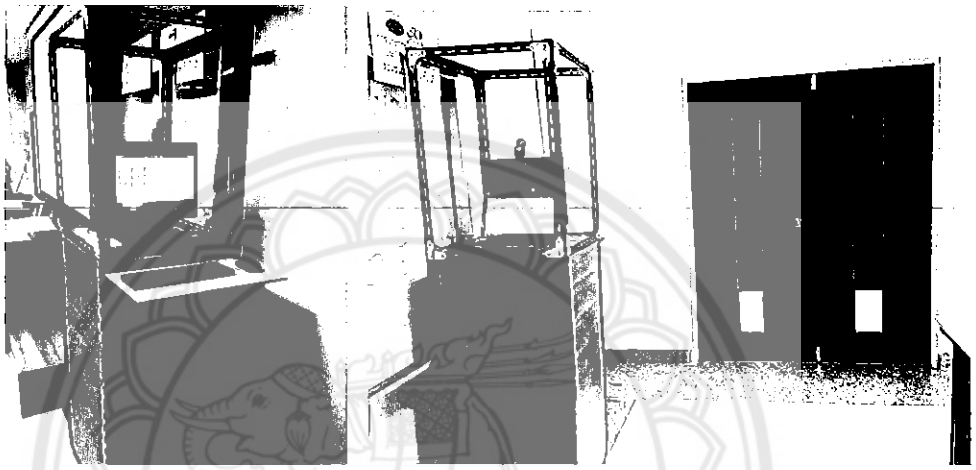


รูปที่ 3.25 แสดงตัวอย่างกราฟสถิติผู้ที่เข้าใช้ห้องวิจัยทัศนศาสตร์ฯในวันที่ 17 Nov 2013

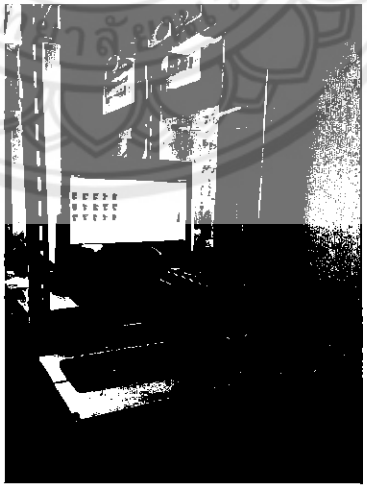
โดยกราฟจะแสดงชื่อของบุคคลที่อยู่ภายในห้องวิจัยทัศนศาสตร์ฯทั้งหมด แล้วแสดงสถิติของบุคคลนั้นๆว่าในวัน เดือน ปี นี้ได้เข้ามาใช้ห้องวิจัยทัศนศาสตร์ฯเป็นจำนวนเท่าไหร่

3.6 รูปแบบเครื่องรู้จำใบหน้า

การจัดทำเครื่องรู้จำใบหน้านี้คณะผู้จัดทำทำขึ้นเพื่อความสะดวกและสามารถนำไปใช้ได้จริง โดยจัดตั้งไว้บริเวณที่ได้ทำการถ่ายรูปที่จะนำมาใช้สำหรับการเรียนรู้และรู้จำ เพื่อความถูกต้องของความสว่าง ระยะห่างระหว่างบุคคลและตัวกล้องเว็บแคม ซึ่งคือบริเวณด้านหน้าประตูทางเข้าห้องวิจัยทัศนศาสตร์ฯ



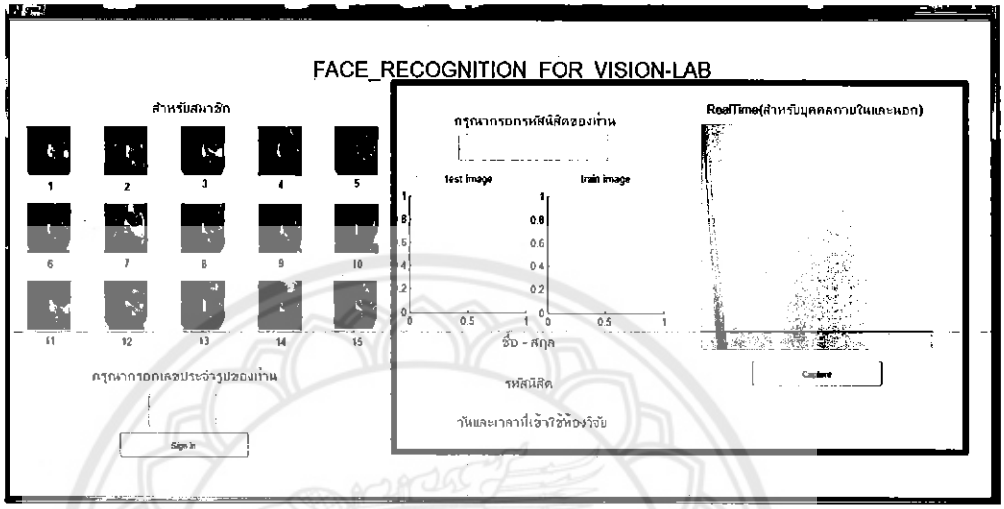
รูปที่ 3.26 แสดงสถานที่ที่จัดวางตัวเครื่องรู้จำใบหน้า



รูปที่ 3.27 แสดงลักษณ์การติดตั้งกล้องและหน้าจอแสดงผล

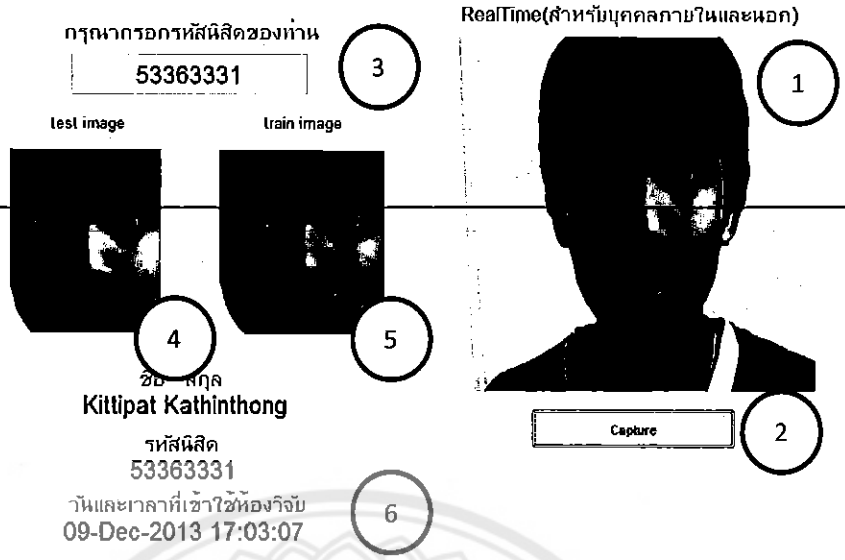
3.7 หน้าต่างแสดงผลของโปรแกรม (GUI)

ในส่วนนี้จะอธิบายส่วนต่างๆของหน้าต่างแสดงผลของโปรแกรมรู้จำใบหน้า (GUI) รวมถึงวิธีการใช้งานเบื้องต้น



รูปที่ 3.28 แสดงกรอบสีแดงบนหน้าต่างแสดงผล(GUI)ที่จะอธิบายในส่วนของภาพอินพุตจากกล้องเว็บแคมขณะนั้น(Present-time)

ตรงส่วนที่ตีกรอบสีแดงไว้คือส่วนแสดงผลทั้งหมดของการรับภาพอินพุตโดยถ่ายภาพจากกล้องเว็บแคม



รูปที่ 3.29 แสดงผลเมื่อรับภาพอินพุตแล้วในส่วนของข้อมูล
โดยถ่ายภาพจากกล้องเว็บแคมขณะนั้น(Present-time)

หมายเลข1 แสดงหน้าวีดีโอภาพจากกล้องเว็บแคม

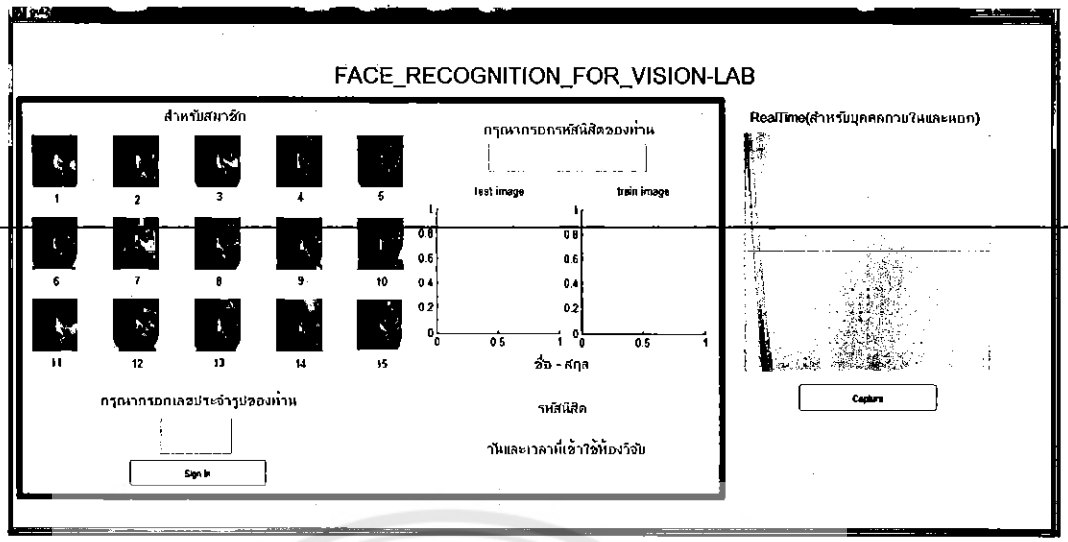
หมายเลข2 ปุ่ม Capture เพื่อกดถ่ายภาพจากกล้องเว็บแคมเพื่อนำไปเป็นภาพอินพุต

หมายเลข3 ช่องกรอกรหัสนิสิตเพื่อยืนยันตัวบุคคล เพื่อป้องกันการเกิดข้อผิดพลาดในการรู้จำใบหน้า เช่น ให้ผลลัพธ์ว่าบุคคลภายในห้องวิจัยทัศนศาสตร์ฯเป็นบุคคลภายนอก

หมายเลข4 คือภาพอินพุตที่มาจากการถ่ายภาพจากกล้องเว็บแคมโดยผ่านกระบวนการตรวจจับใบหน้า(Face Detection)ของไลบารี่ในโปรแกรม MATLAB

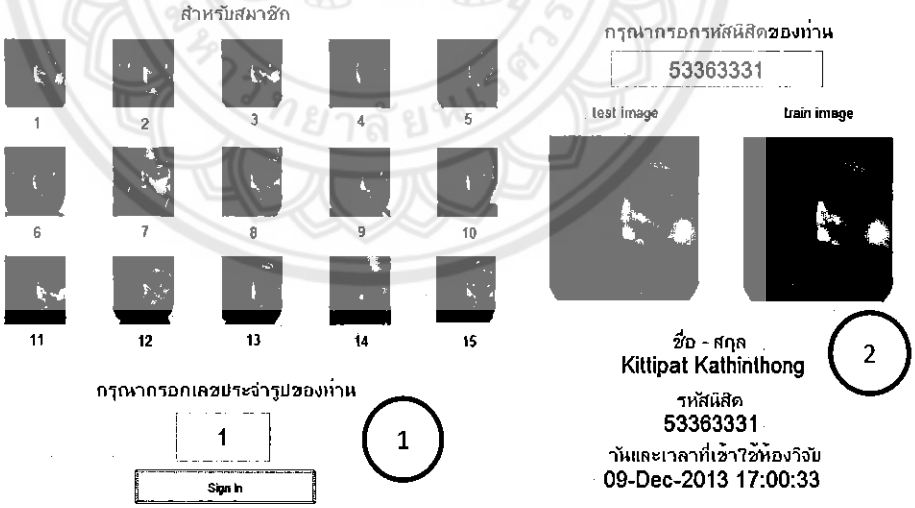
หมายเลข5 คือรูปภาพผลลัพธ์จากการรู้จำใบหน้า ซึ่งผลลัพธ์นี้จะดึงภาพที่เหมือนภาพอินพุตมากที่สุดจากชุดรูปภาพการเรียนรู้

หมายเลข6 แสดงข้อมูลของ ชื่อ-นามสกุล รหัสนิสิต และวันเวลาที่เข้าใช้ห้องวิจัยทัศนศาสตร์ฯ



รูปที่ 3.30 แสดงหน้าต่างแสดงผล(GUI)ที่จะอธิบายในส่วนของภาพอินพุตจาก**รูปภาพที่ถ่ายไว้แล้ว**

ตรงส่วนที่ตีกรอบสีแดงไว้คือส่วนแสดงผลทั้งหมดของการรับภาพอินพุต**โดยภาพถ่ายที่ถ่าย**ไว้ก่อนแล้วพร้อมกันกับรูปภาพในชุดการเรียนรู้ โดยภาพที่เลือกมานี้ไม่ได้**อยู่ในชุดรูปภาพการเรียนรู้** ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นการลงชื่อเข้าใช้ของสมาชิกในหน่วยวิจัยทัศนศาสตร์ฯ**เท่านั้น**



รูปที่ 3.31 แสดงผลลัพธ์เมื่อรับภาพอินพุตจากชุดภาพอินพุตที่ถ่ายไว้ก่อนแล้ว

หมายเลข 1 คือการเลือกภาพอินพุตที่ชุดรูปภาพที่ถ่ายเก็บไว้ก่อนแล้วพร้อมกับรูปภาพในชุดการเรียนรู้ โดยรู้ภาพที่เลือกมาใช้นั้นจะไม่ได้ถูกจัดเก็บไว้ในชุดการเรียนรู้ เมื่อกรอกรหัสนิสิตประจำตัวเสร็จแล้วให้เลือกรูปภาพใบหน้าจากชุดที่แสดงบนหน้าต่างแสดงผล แล้วนำหมายเลขของรูปภาพนั้นมาใส่ตรงช่องกรอกเลขประจำภาพใบหน้า จากนั้นกดปุ่ม Sign in เพื่อทำการประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลการเข้าใช้ห้องวิจัยทัศนศาสตร์ฯ

หมายเลข 2 คือหน้าต่างแสดงผลของภาพอินพุตและเอาต์พุต รวมทั้งชื่อ-นามสกุล รหัสนิสิต และวันเวลาที่เข้าใช้ ซึ่งได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

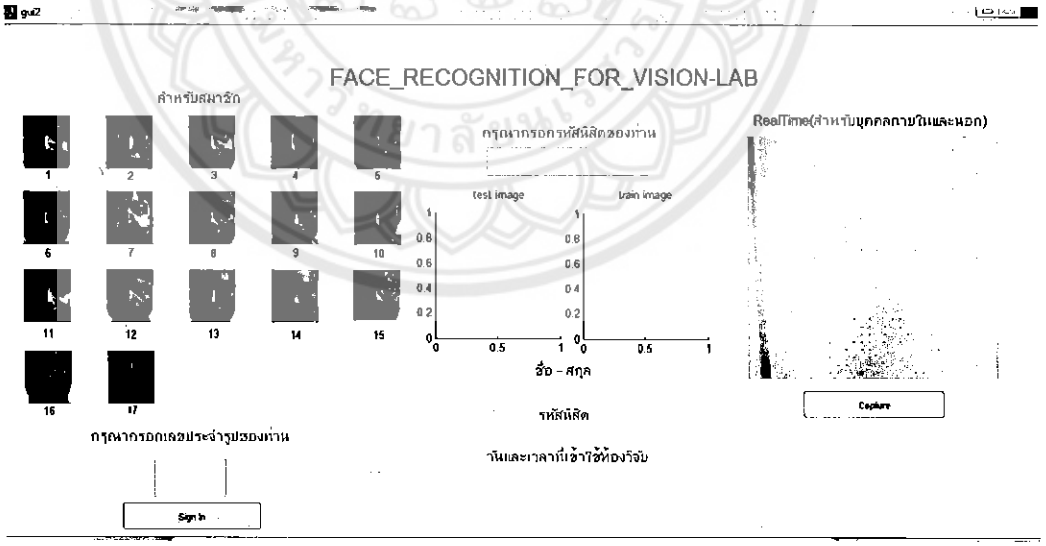
บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงตัวอย่างการในทำงานของโปรแกรม และผลการทดสอบของตัวโปรแกรมรู้จำใบหน้าโดยจะแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ 1.ผลการทดลองการรู้จำใบหน้าด้วยหลักการหาค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า(Eigenfaces) โดยรับภาพจากกล้องเว็บแคม และ 2.ผลการทดลองการรู้จำใบหน้าด้วยหลักการหาค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า(Eigenfaces) โดยรับภาพนิ่งจากรูปที่กำหนด

4.1 ตัวอย่างการทำงานของโปรแกรม

ในส่วนนี้จะแสดงตัวอย่างการทำงานของโปรแกรมและผลลัพธ์ที่ได้ของแต่ละขั้นตอนในการดำเนินการรู้จำใบหน้า ดังนี้



รูปที่ 4.1 แสดงหน้าต่างแสดงผล(GUI)เริ่มต้น

เมื่อเปิดโปรแกรมขึ้นมาโปรแกรมจะทำการประมวลผลรูปภาพในชุดการเรียนรู้ โดยจะมีขั้นตอนและได้ค่าแต่ละค่าที่ใช้ในการประมวลผล ดังนี้

- แปลงข้อมูลภาพ 2 มิติ ขนาด 222x200 พิกเซลเป็นเวกเตอร์ขนาด 1 แถว

133	125	118	0	0	4	0	135	129	137	137	137	142	131	136
132	127	115	0	0	2	0	134	129	138	138	138	144	133	137
132	128	114	0	0	0	0	133	130	139	138	141	146	133	137
133	127	114	0	0	1	0	132	132	140	138	143	148	131	136
132	125	114	0	0	1	0	131	133	139	138	144	140	136	141
127	127	111	0	0	0	0	130	135	139	140	143	135	136	140
128	124	116	0	0	0	0	129	137	139	142	141	162	137	141
134	120	112	0	0	0	0	128	139	140	142	143	202	138	144
131	116	110	0	0	1	0	128	141	141	142	145	215	139	148
132	110	110	0	0	1	0	130	142	143	144	147	213	139	150
128	107	109	0	0	1	0	133	143	145	147	147	219	138	151
119	109	112	0	0	0	0	134	143	146	149	147	227	138	150
118	111	117	0	0	0	0	135	145	147	152	154	228	138	152
103	93	96	0	0	0	0	136	146	148	151	155	228	138	151
122	141	42	0	0	0	0	138	144	149	151	153	228	138	150
129	123	9	0	0	0	0	140	144	149	152	151	228	134	149
46	23	7	0	0	0	0	141	143	149	152	152	228	135	147
3	4	22	0	0	0	0	142	143	149	150	154	228	137	145
4	5	61	0	0	0	0	143	143	148	146	150	228	135	144
28	19	159	0	0	0	0	143	142	148	142	142	228	139	144
98	4	204	0	0	0	0	140	140	149	142	145	228	145	144
231	6	213	0	0	0	0	139	138	143	137	189	228	143	142
242	4	212	0	0	0	0	137	138	139	145	238	226	143	140
201	10	215	0	0	0	0	137	140	143	143	214	229	143	144
209	1	215	0	0	0	0	137	141	140	126	212	239	143	150
219	1	206	0	0	0	0	139	142	132	155	226	230	142	148
191	3	203	0	1	0	0	142	147	123	164	230	230	141	132
204	47	201	0	1	0	0	144	154	149	227	222	230	140	145

รูปที่ 4.2 แสดงค่าเวกเตอร์ของแต่ละภาพ

- เมื่อได้เวกเตอร์ของภาพแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของทุกภาพ

95.2520
97.4187
97.0163
97.3049
96.9350
97.0488
97.9024
98.6399
100.2398
103.3252
105.9837
108.9350
109.9715
110.1951
110.3689
111.0554
111.4593
111.7073
113.5813
116.0366
117.6585
119.2398
120.6016
122.6374
125.6837
126.7846

fx >> |

รูปที่ 4.3 แสดงค่าฉลี่ย(Mean)ของทุกภาพ

- หาค่าความแตกต่างระหว่างค่าเวกเตอร์ของภาพในชุดการเรียนรู้กับค่าเฉลี่ย

40.7480	39.7480	42.7480	47.7480	34.7480	38.7480
42.5813	40.5813	45.5813	50.5813	33.5813	40.5813
41.9837	40.9837	46.9837	42.9837	38.9837	43.9837
41.6951	42.6951	45.6951	37.6951	38.6951	42.6951
42.0650	45.0650	44.0650	65.0650	40.0650	44.0650
42.9512	44.9512	45.9512	104.9512	40.9512	46.9512
43.0976	44.0976	47.0976	117.0976	41.0976	50.0976
44.5810	45.5810	48.5810	114.5810	40.5810	51.5810
44.7602	46.7602	46.7602	118.7602	37.7602	50.7602
42.6748	45.6748	43.6748	123.6748	34.6748	46.6748
41.0163	46.0163	48.0163	122.0163	27.0163	46.0163
39.0650	42.0650	46.0650	119.0650	24.0650	42.0650
39.0285	41.0285	43.0285	116.0285	23.0285	40.0285
38.8049	41.8049	40.8049	117.8049	23.8049	38.8049
38.6911	41.6911	41.6911	117.6911	26.6911	36.6911
37.9146	38.9146	42.9146	116.9146	25.9146	33.9146
36.5407	34.5407	38.5407	116.5407	26.5407	32.5407
36.2927	30.2927	90.2927	116.2927	27.2927	32.2927
35.4187	28.4187	31.4187	114.4187	29.4187	30.4187
26.9634	20.9634	72.9634	111.9634	26.9634	25.9634
31.3415	27.3415	100.3415	110.3415	25.3415	30.3415
23.7602	23.7602	94.7602	109.7602	23.7602	24.7602
19.3984	9.3984	91.3984	108.3984	22.3984	29.3984
9.1626	10.1626	102.1626	107.1626	19.1626	25.1626
-2.4837	38.5163	104.5163	104.5163	15.5163	6.5163
22.2154	100.2154	95.2154	103.2154	13.2154	18.2154

fx >>

รูปที่ 4.4 แสดงค่าความแตกต่างระหว่างค่าเวกเตอร์ของภาพในชุดการเรียนรู้กับค่าเฉลี่ย

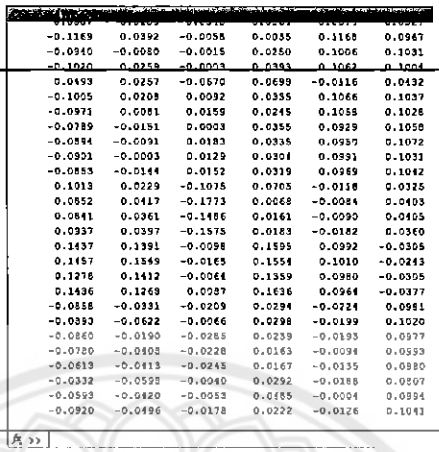
- เมื่อได้ค่าความแตกต่างระหว่างค่าเวกเตอร์ของภาพในชุดการเรียนรู้กับค่าเฉลี่ย แล้วนำค่าไปปรับค่าความเบี่ยงเบน(Covariance Matrix)เพื่อลดความแปรปรวนภาพ

0.5015	0.5223	0.5051	0.2965	0.5378	0.5329
0.5226	0.5376	0.5159	0.3582	0.6310	0.5723
0.4665	0.5019	0.4881	0.3644	0.5460	0.5242
0.2525	0.2065	0.1595	0.1924	0.2661	0.2209
0.5208	0.5406	0.5239	0.3631	0.5861	0.5722
0.4973	0.5243	0.5038	0.3726	0.5687	0.5570
0.5158	0.5398	0.5277	0.4438	0.5867	0.5699
0.5306	0.5493	0.5308	0.4084	0.6200	0.5898
0.4884	0.5136	0.4963	0.3917	0.5547	0.5432
0.4551	0.5114	0.4937	0.4251	0.5707	0.5483
0.1763	0.1629	0.1654	0.1464	0.2215	0.1931
0.2226	0.2042	0.2131	0.1672	0.2115	0.2234
0.1974	0.1838	0.1985	0.1265	0.2166	0.2156
0.1676	0.1559	0.1680	0.1190	0.1605	0.1762
-0.2497	-0.2485	-0.2374	-0.2125	-0.1328	-0.2567
-0.2454	-0.2484	-0.2355	-0.2231	-0.1413	-0.2569
-0.2546	-0.2556	-0.2489	-0.2199	-0.1664	-0.2691
-0.2653	-0.2932	-0.2857	-0.2361	-0.1566	-0.2953
0.7364	0.7022	0.6405	0.4205	0.7311	0.7624
0.7400	0.7620	0.7142	0.5070	0.6902	0.8226
0.8321	0.7605	0.6985	0.4478	0.6920	0.7900
0.7605	0.8337	0.7696	0.5018	0.6501	0.8110
0.6955	0.7696	0.6008	0.4958	0.6050	0.7447
0.4478	0.5018	0.4958	0.8332	0.4225	0.5120
0.6920	0.6501	0.6050	0.4225	0.8337	0.7088
0.7900	0.8110	0.7447	0.5120	0.7088	0.8851

fx >>

รูปที่ 4.5 แสดงค่าที่ปรับค่าความเบี่ยงเบน(Covariance Matrix)

- เมื่อได้ค่าที่ปรับค่าความเบี่ยงเบนแล้วนำค่ามาเข้าฟังก์ชัน eig()ในMATLABเพื่อหาค่าเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ

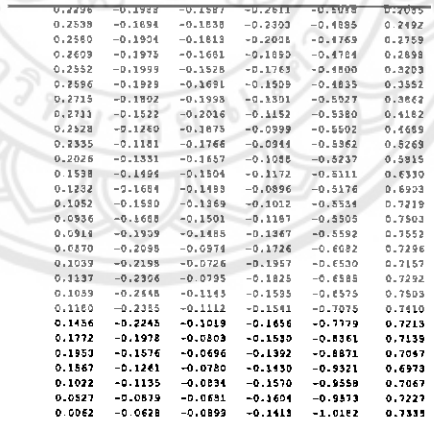


-0.1169	0.0392	-0.0058	0.0035	0.1168	0.0967
-0.0940	-0.0080	-0.0015	0.0250	0.1006	0.1031
-0.1020	-0.0259	-0.0003	0.0393	0.1062	0.1004
0.0493	0.0257	-0.0570	0.0699	-0.0116	0.0432
-0.1005	0.0208	0.0092	0.0355	0.1066	0.1037
-0.0971	0.0081	0.0159	0.0245	0.1058	0.1026
-0.0789	-0.0151	0.0003	0.0355	0.0929	0.1058
-0.0884	-0.0091	0.0183	0.0336	0.0957	0.1072
-0.0901	-0.0003	0.0129	0.0304	0.0991	0.1031
-0.0853	-0.0144	0.0152	0.0319	0.0969	0.1042
0.1013	0.0229	-0.1076	0.0705	-0.0118	0.0325
0.0852	0.0417	-0.1773	0.0068	-0.0084	0.0403
0.0841	0.0361	-0.1486	0.0161	-0.0090	0.0405
0.0937	0.0397	-0.1575	0.0183	-0.0182	0.0360
0.1437	0.1391	-0.0098	0.1595	0.0992	-0.0305
0.1457	0.1569	-0.0165	0.1554	0.1010	-0.0243
0.1278	0.1412	-0.0064	0.1359	0.0980	-0.0355
0.1436	0.1269	0.0087	0.1636	0.0964	-0.0377
-0.0858	-0.0331	-0.0209	0.0294	-0.0724	0.0981
-0.0393	-0.0622	-0.0066	0.0298	-0.0199	0.1020
-0.0860	-0.0190	-0.0285	0.0259	-0.0193	0.0977
-0.0780	-0.0403	-0.0228	0.0163	-0.0098	0.0993
-0.0613	-0.0413	-0.0245	0.0167	-0.0135	0.0880
-0.0332	-0.0595	-0.0040	0.0292	-0.0188	0.0807
-0.0593	-0.0420	-0.0053	0.0185	-0.0004	0.0894
-0.0920	-0.0496	-0.0178	0.0222	-0.0126	0.1041

>>

รูปที่ 4.6 แสดงค่าเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ

- นำค่าเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะไปคูณกับค่าความแตกต่างระหว่างค่าเวกเตอร์ของภาพในชุดการเรียนรู้กับค่าเฉลี่ย จะได้ค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า(Eigenfaces)

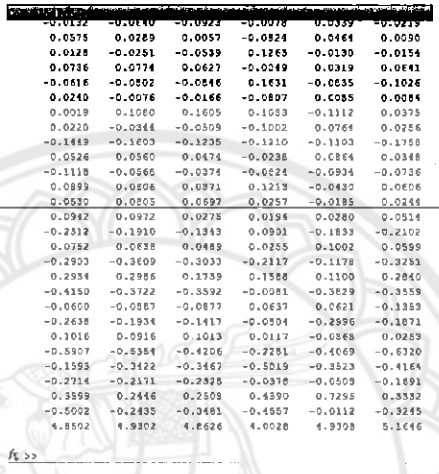


0.2596	-0.1988	-0.1587	-0.2611	-0.5018	0.7055
0.2539	-0.1694	-0.1838	-0.2300	-0.4885	0.7492
0.2580	-0.1904	-0.1818	-0.2008	-0.4769	0.7759
0.2609	-0.1975	-0.1601	-0.1890	-0.4784	0.7698
0.2552	-0.1999	-0.1528	-0.1763	-0.4800	0.7203
0.2596	-0.1929	-0.1691	-0.1509	-0.4835	0.7552
0.2715	-0.1902	-0.1998	-0.1501	-0.5027	0.7862
0.2711	-0.1522	-0.2016	-0.1152	-0.5380	0.8182
0.2528	-0.1260	-0.1675	-0.0999	-0.5502	0.8089
0.2335	-0.1181	-0.1766	-0.0944	-0.5362	0.8269
0.2026	-0.1331	-0.1657	-0.1088	-0.5217	0.8015
0.1538	-0.1496	-0.1504	-0.1172	-0.5111	0.6330
0.1282	-0.1684	-0.1498	-0.0896	-0.5176	0.6903
0.1052	-0.1580	-0.1369	-0.1012	-0.5534	0.7219
0.0936	-0.1668	-0.1501	-0.1167	-0.5505	0.7503
0.0914	-0.1959	-0.1485	-0.1367	-0.5592	0.7552
0.0870	-0.2098	-0.0974	-0.1726	-0.6082	0.7296
0.1039	-0.2198	-0.0726	-0.1957	-0.6530	0.7157
0.1137	-0.2306	-0.0795	-0.1825	-0.6588	0.7292
0.1059	-0.2648	-0.1145	-0.1535	-0.6575	0.7503
0.1160	-0.2385	-0.1112	-0.1541	-0.7075	0.7410
0.1456	-0.2245	-0.1019	-0.1656	-0.7779	0.7213
0.1772	-0.1978	-0.0803	-0.1539	-0.8361	0.7139
0.1953	-0.1576	-0.0696	-0.1392	-0.8871	0.7067
0.1567	-0.1241	-0.0780	-0.1430	-0.9321	0.6973
0.1022	-0.1135	-0.0834	-0.1570	-0.9559	0.7067
0.0527	-0.0819	-0.0681	-0.1604	-0.9873	0.7227
0.0062	-0.0628	-0.0899	-0.1413	-1.0182	0.7335

>>

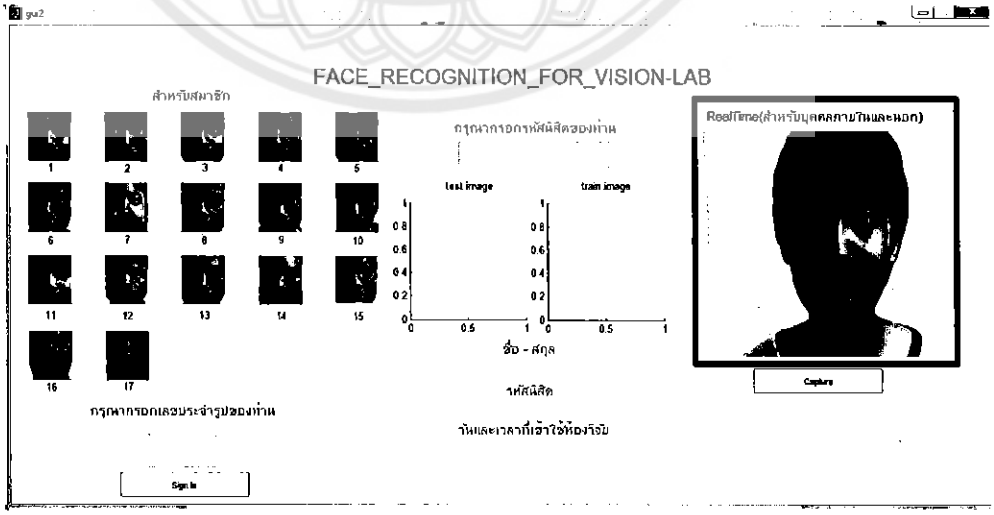
รูปที่ 4.7 แสดงค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า(Eigenfaces)แบบไม่มีความเกี่ยวเนื่องกันในชุดการเรียนรู้

- นำค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า(Eigenfaces)ของทุกภาพเก็บไว้ในชุดข้อมูล(Array) เพื่อนำไปทำค่าส่วนกลับของชุดข้อมูลของค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า คูณกับค่าความแตกต่างระหว่างค่าเวกเตอร์ของภาพในชุดการเรียนรู้กับค่าเฉลี่ยจะได้จะได้ค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าที่มีความเกี่ยวเนื่องกัน



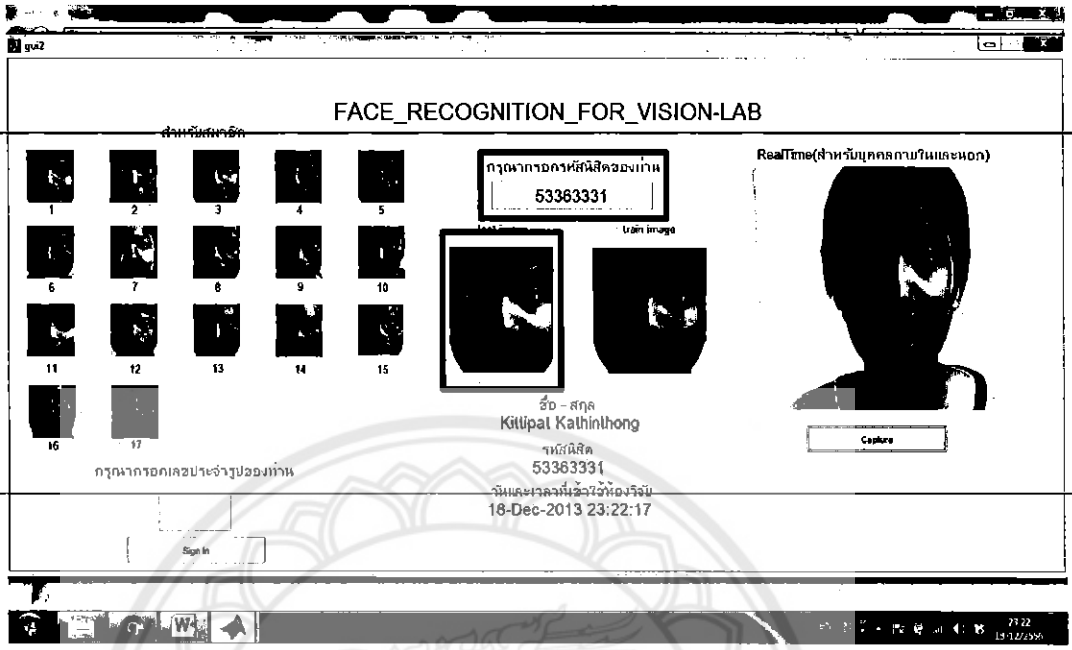
รูปที่ 4.8 แสดงค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า(Eigenfaces)แบบมีความเกี่ยวเนื่องกันในชุดการเรียนรู้

ต่อมาจะเป็นการรับภาพอินพุตจากกล้องเว็บแคม



รูปที่ 4.9 แสดงรูปใบหน้าอินพุต

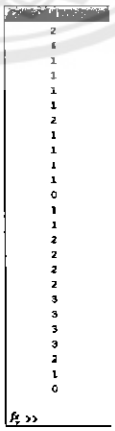
จากนั้นกรอกรหัสนิสิตและกดปุ่มถ่ายภาพ เพื่อรับภาพอินพุต



รูปที่ 4.10 แสดงรูปใบหน้าอินพุต หลังจากกรอกรหัสนิสิต และกดปุ่มถ่ายภาพ

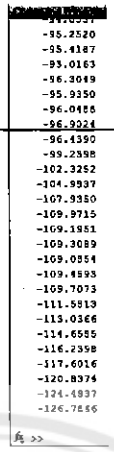
หลังจากกดปุ่มถ่ายภาพแล้วโปรแกรมจะทำการเรียนรู้ข้อมูลภาพอินพุตและรู้จำใบหน้าด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

- แปลงภาพอินพุต 2 มิติ ขนาด NxMพิกเซลเป็นเวกเตอร์ขนาด 1 แถว



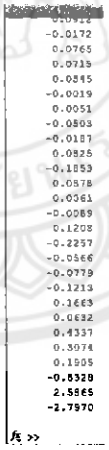
รูปที่ 4.11 แสดงค่าเวกเตอร์ของภาพอินพุต

- นำค่าเวกเตอร์ของอินพุตไปลบกับค่าเฉลี่ยที่ได้ในตอนต้น



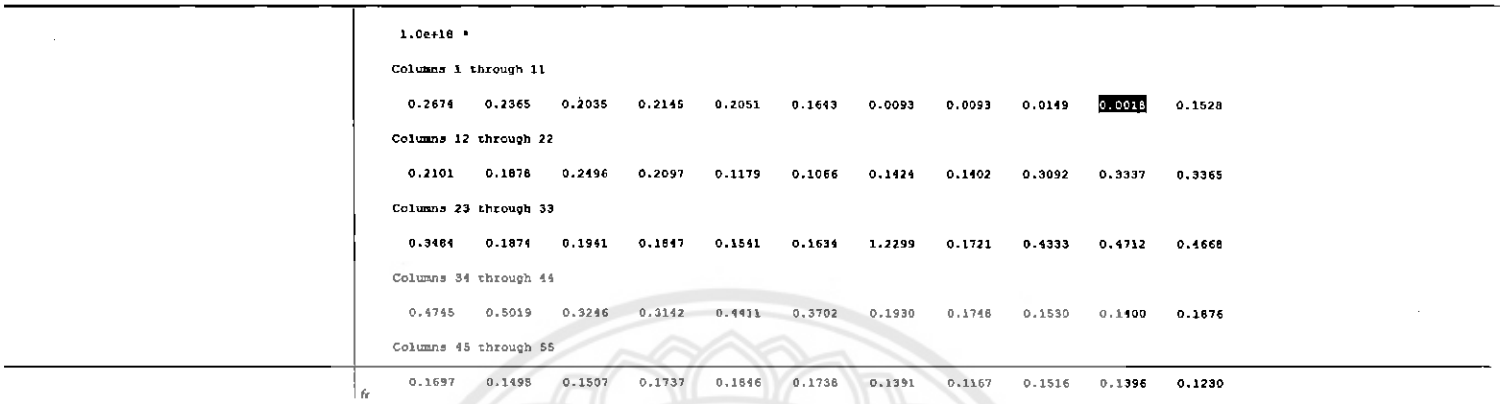
รูปที่ 4.12 แสดงค่าความแตกต่างระหว่างค่าเวกเตอร์ของภาพอินพุตกับค่าเฉลี่ย

- นำค่าส่วนกลับของชุดข้อมูลของค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า คูณกับค่าความแตกต่างระหว่างค่าเวกเตอร์ของภาพอินพุตกับค่าเฉลี่ย



รูปที่ 4.13 แสดงค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า(Eigenfaces)แบบมีความเกี่ยวเนื่องกันในชุดการเรียนรู้

- ขั้นตอนในการรู้จำนั้นใช้ค่าผลบวกของค่าความผิดพลาดกำลังสอง(Sum square of error)ของค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าอินพุตกับค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าของชุดภาพการเรียนรู้และนำไปหาค่าที่น้อยที่สุดเพื่อนำไปแสดงผล

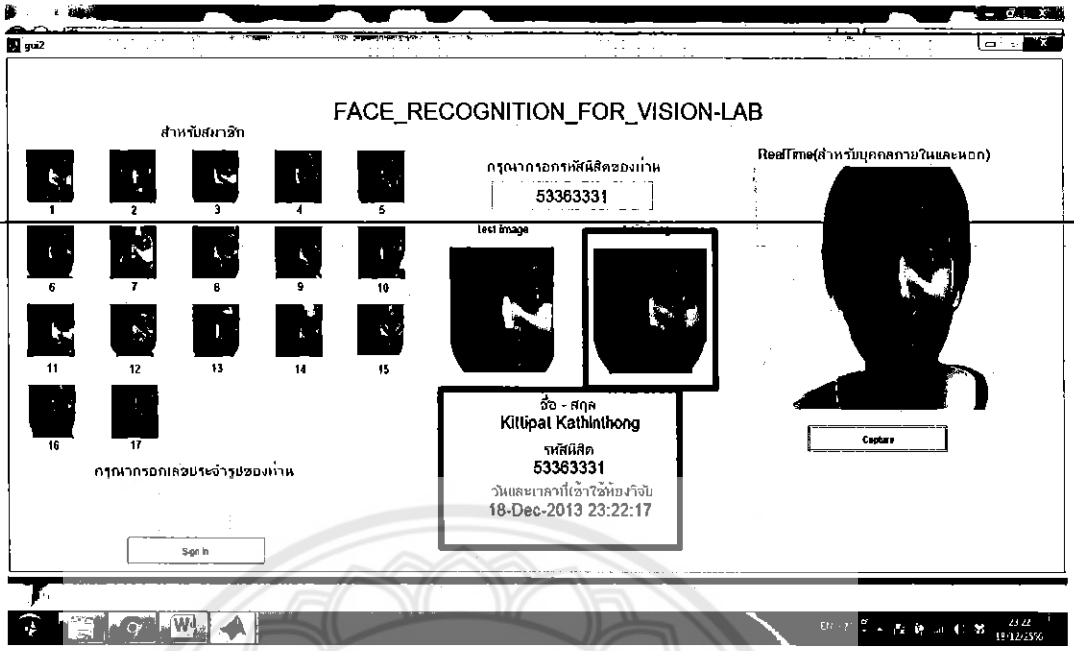


```
1.0e+18 *

Columns 1 through 11

  0.2674   0.2365   0.2035   0.2145   0.2051   0.1643   0.0093   0.0093   0.0149   0.0018   0.1528

Columns 12 through 22

  0.2101   0.1878   0.2496   0.2097   0.1179   0.1066   0.1424   0.1402   0.3092   0.3337   0.3365

Columns 23 through 33

  0.3464   0.1874   0.1941   0.1847   0.1541   0.1634   1.2299   0.1721   0.4333   0.4712   0.4668

Columns 34 through 44

  0.4745   0.5019   0.3246   0.3142   0.4431   0.3702   0.1930   0.1748   0.1530   0.1400   0.1876

Columns 45 through 55

  0.1697   0.1498   0.1507   0.1737   0.1846   0.1738   0.1391   0.1167   0.1516   0.1396   0.1230
```

รูปที่ 4.14 แสดงค่าความผิดพลาดกำลังสอง(Sum square of error)ของภาพอินพุตกับชุดภาพการเรียนรู้

```
1.7592e+15

>>
```

รูปที่ 4.15 แสดงค่าความผิดพลาดกำลังสอง(Sum square of error)ที่น้อยที่สุด



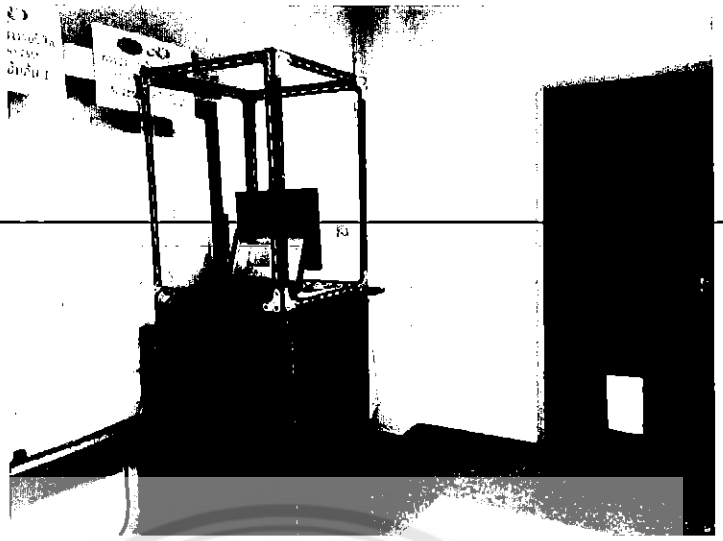
รูปที่ 4.16 แสดงรูปที่มีค่าความผิดพลาดกำลังสอง(Sum square of error)ที่น้อยที่สุด และชื่อ-นามสกุล รหัสนิสิต และวันเวลาในการเข้าใช้ห้องวิจัยทัศนศาสตร์

4.2 ผลการทดลองการรู้จำใบหน้าด้วยหลักการหาค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า(Eigenfaces) โดยรับภาพจากกล้องเว็บแคม

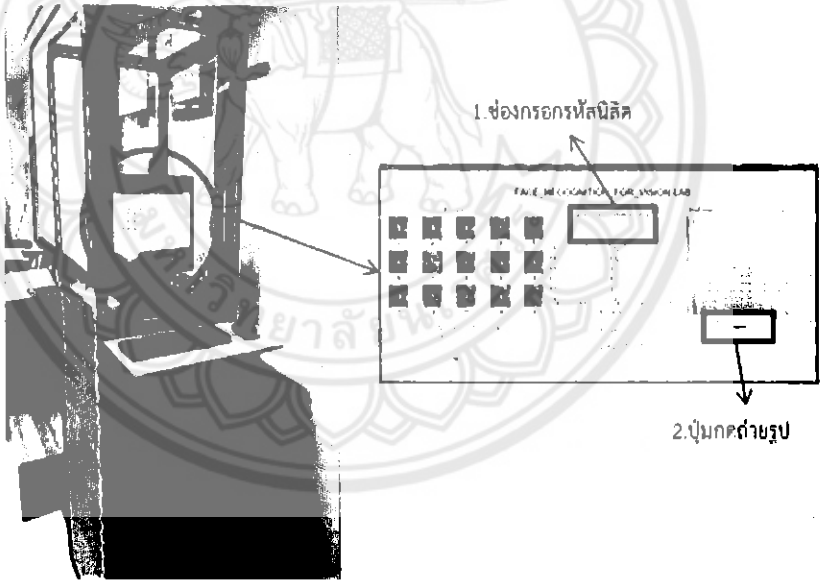
ในขั้นตอนการรู้จำใบหน้าด้วยค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าโดยรับภาพจากกล้องเว็บแคมนั้นมีข้อจำกัดอยู่หลายอย่างเนื่องจากว่าในการเก็บค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า(Eigenfaces)นั้นจะเป็นการเก็บข้อมูลของภาพใบหน้าทั้งภาพคือการคิดคำนวณทุกพิกเซล แล้วนำมาเปรียบเทียบกับภาพอินพุตที่ได้รับเข้ามาจึงเกิดข้อจำกัดในเรื่องของ แสง ,สถานที่ ,ระยะห่างระหว่างกล้อง เป็นต้น

ซึ่งในการทดลองทั้งหมดนี้ได้ใช้

- กล้องเว็บแคมที่มีขนาด 640x480 พิกเซล ซึ่งตัวกล้องมีอินฟาเรดในตัวและมีการปรับสมดุลความสว่างอัตโนมัติ(Auto White Balance)
- บริเวณที่ตั้งเครื่องรู้จำในการทดลองคือหน้าห้องวิจัยทัศนศาสตร์
- ความสว่างที่ใช้คือความสว่างจากหลอดฟลูออเรสเซนต์จำนวน 12 หลอด



รูปที่ 4.17 แสดงบริเวณที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 4.18 แสดงวิธีการใช้งานเครื่องรู้จำใบหน้าโดยรับภาพจากกล้องเว็บแคม

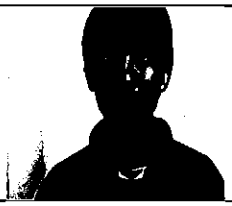
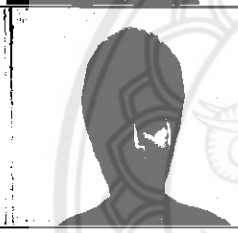
จากรูปที่ 4.18 เป็นวิธีการใช้งานเครื่องรู้จำใบหน้าในส่วนของการรู้จำใบหน้าด้วยหลักการหาค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า(Eigenfaces) ด้วยการรับภาพจากกล้องเว็บแคมโดยช่องกรอกรหัสนิสิตนั้นบุคคลภายนอกทุกคนจำเป็นต้องกรอกรหัสนิสิตทุกครั้งในการเข้าใช้งานห้องวิจัยทัศนศาสตร์แต่สำหรับบุคคลภายในนั้นสามารถกรอกหรือไม่กรอกรหัสนิสิตได้ เนื่องจากบุคคลภายในนั้นมีชุดภาพการเรียนรู้อยู่ในเครื่องรู้จำใบหน้าแล้วนั่นเอง จากนั้นกดปุ่มถ่ายภาพ(Capture) เพื่อทำการประมวลผลโปรแกรม

ในหัวข้อนี้เราจะแสดงผลการทดลองถึงข้อจำกัดต่างๆของกระบวนการรู้จำใบหน้าด้วยหลักการหาค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าดังนี้

4.2.1 ผลการทดลองการรู้จำใบหน้าในสภาพความสว่างแตกต่างกัน

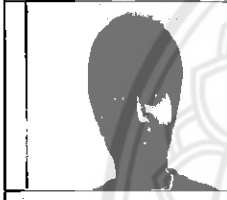
ในการทดลองนี้เพื่อพิสูจน์ว่าค่าลักษณะเฉพาะใบหน้านั้นได้รับผลกระทบจากแสงสว่างโดยตรงหรือไม่ มากน้อยแค่ไหน โดยจะทำการทดลองด้วยภาพใบหน้าของบุคคลภายในห้องวิจัยจำนวน3 คน และบุคคลภายนอกจำนวน2คน ซึ่งจะการทดสอบเกี่ยวกับแสงนั้นมีทั้งหมดสามระดับคือ ความสว่างปกติตรงกับรูปภาพที่ใช้ในชุดข้อมูลการเรียนรู้,ความสว่างมากกว่ารูปภาพที่ใช้ในการเรียนรู้ และ ความสว่างต่ำมากกว่ารูปภาพที่ใช้ในการเรียนรู้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ความสว่างเท่ากับรูปภาพที่ใช้ในชุดข้อมูลการเรียนรู้

ลักษณะภาพใบหน้า	จำนวนครั้งที่ทดสอบ	จำนวนครั้งที่ตรวจจับได้	จำนวนครั้งที่ตรวจจับไม่ได้	ร้อยละความถูกต้อง
	20	20	0	100
	20	18	2	90
	20	19	1	95
	20	20	0	100
	20	20	0	100

จากตารางแสดงผลการทดลองรู้จำใบหน้าด้วยหลักการหาค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าในสภาพความสว่างที่ตรงกับแสงในรูปภาพที่เรียนรู้ไว้ ซึ่งแสงใต้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์โดยภายในห้องมีแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ทั้งหมด 12 หลอด ผลความถูกต้องของทั้งบุคคลภายในห้องวิจัยทัศนศาสตร์และบุคคลภายนอกที่ได้คือร้อยละ95

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ความสว่างมากกว่ารูปภาพที่ใช้ในชุดข้อมูลการเรียนรู้

ลักษณะภาพใบหน้า	จำนวนครั้งที่ทดสอบ	จำนวนครั้งที่ตรวจจับได้	จำนวนครั้งที่ตรวจจับไม่ได้	ร้อยละความถูกต้อง
	20	5	15	20
	20	5	15	20
	20	4	16	20
	20	20	0	100
	20	20	0	100

จากผลการทดลองจากผลการทดลองการรู้จำใบหน้าด้วยหลักการหาค่าลักษณะเฉพาะในสภาพความสว่างที่ไม่ตรงกับภาพที่เรียนรู้ไว้โดยเปิดไฟฟลูออเรสเซนต์ทั้ง 12 หลอด และฉายไฟแฟลชจากโทรศัพท์มือถือใส่ใบหน้า ทำให้ภาพมีความสว่างมากกว่ารูปภาพที่เรียนรู้ไว้มากจึงทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความคลาดเคลื่อนไปอย่างมากโดยสำหรับบุคคลภายในห้องวิจัยทัศนศาสตร์ทั้งสามคนรวมแล้วคิดเป็นร้อยละ 23.34 และสำหรับบุคคลภายนอกห้องวิจัยนั้นร้อยละความถูกต้องยังคงที่ร้อยละ100เนื่องจากค่าขีดแบ่ง(Threshold)ที่ตั้งไว้ยังมีความสามารถเรื่องการตัดช่วงอยู่จึงยังทำให้บุคคลภายนอกยังคงมีความถูกต้องร้อยละ100

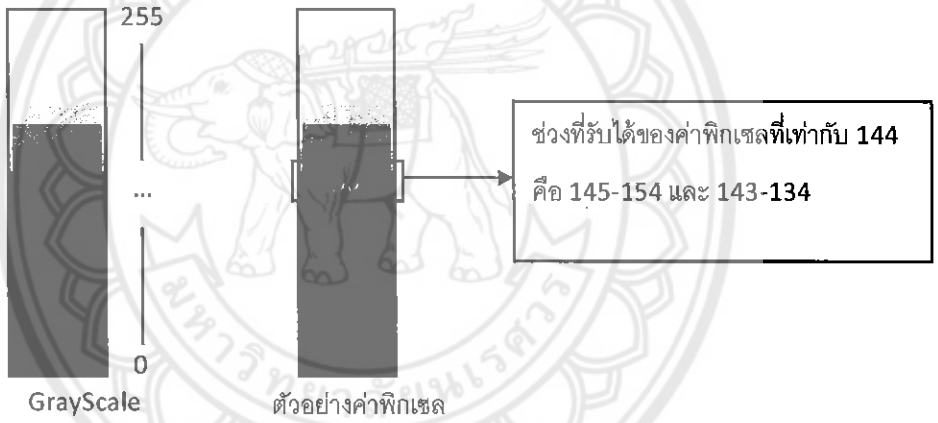
ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ความสว่างต่ำกว่ารูปภาพในชุดข้อมูลการเรียนรู้

ลักษณะภาพใบหน้า	จำนวนครั้งที่ทดสอบ	จำนวนครั้งที่ตรวจจับได้	จำนวนครั้งที่ตรวจจับไม่ได้	ร้อยละความถูกต้อง
	20	0	20	0
	20	2	18	10
	20	0	20	0
	20	20	0	100
	20	20	0	100

จากผลการทดลองการรู้จำใบหน้าด้วยหลักการหาค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าในสภาพความสว่างที่ไม่ตรงกับภาพที่เรียนรู้ไว้โดยทำการปิดไฟฟลูออเรสเซนต์ภายในห้องวิจัยทัศนศาสตร์ทั้งหมดแต่จะมีแสงจากหน้าจอคอมพิวเตอร์อยู่เล็กน้อยทำให้ผลลัพธ์ความถูกต้องที่ได้มีความผิดพลาดอย่างเห็นได้ชัดสำหรับบุคคลภายในห้องวิจัยทัศนศาสตร์คือร้อยละ 3.34 แต่สำหรับบุคคลที่อยู่ภายนอกห้องวิจัยนั้นยังคงมีร้อยละความถูกต้องเท่ากับร้อยละ100

ในส่วนร้อยละความผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับการทดลองที่ระดับแสงปกตินั้นเนื่องจากในการจับใบหน้าด้วยอัลกอลิทึมของ Viola-Jones อาจจะตรวจจับใบหน้าได้ไม่ดีนัก เนื่องจากผู้ใช้ระบบรู้จำทำการถ่ายภาพโดยใบหน้าไม่ใช่ใบหน้าตรง อาจจะเอียงคอหรือเอียงหน้าซึ่งไม่ตรงกับรูปที่รู้จำและรวมถึงตัวกล้องที่มีการปรับสมดุลความสว่างอัตโนมัติซึ่งมีผลอย่างมากกับความถูกต้องของภาพเช่น การถ่ายภาพผู้ใช้ในขณะที่ทำนั้นใส่เสื้อสีขาวมาทำให้กล้องปรับแสงอัตโนมัติให้สว่างขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่ตอนใช้ระบบรู้จำจริงใส่เสื้อสีดำมาทำให้กล้องปรับสมดุลความสว่างอัตโนมัติให้สว่างขึ้นมากทำให้เกิดการเปลี่ยนไปของค่าในพิกเซล

จากการทดลองสรุปได้ว่าช่วงที่รับได้คือ ช่วงที่แสงปกติจากค่าความสว่างในพิกเซลของรูปภาพที่ใช้ในการเรียนรู้ จนถึงค่าความสว่างในพิกเซลของภาพเพิ่มขึ้นและลดลงได้ 10 ระดับ จึงจะได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องตามเดิม



รูปที่ 4.19 แสดงตัวอย่างของค่าพิกเซลที่สามารถเพิ่มและลดได้ 10 ระดับ

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าผลจากความสว่างที่แตกต่างกันกับรูปภาพที่ใช้ในการเรียนรู้ไว้นั้นมีผลต่อผลลัพธ์ความถูกต้องอย่างมากเนื่องจากการคำนวณหาค่าความแตกต่างระหว่างค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าของแต่ละภาพนั้นจะใช้ทั้งภาพในการคิดคำนวณ แสงที่เปลี่ยนไปจึงทำให้ค่าของแต่ละพิกเซลในรูปภาพอินพุตเปลี่ยนไป ด้วยเหตุนี้ทำให้ค่าลักษณะเฉพาะที่คำนวณได้ก็จะเปลี่ยนไป ซึ่งมีความแตกต่างจากค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าของรูปภาพที่ใช้ในชุดการเรียนรู้อย่างมาก เป็นผลทำให้ผลลัพธ์มีความผิดพลาด

4.2.2 ผลการทดลองการรู้จำใบหน้าในขณะที่ระยะห่างระหว่างจุดยืนกับกล้องแตกต่างกัน

ในการทดลองนี้เพื่อพิสูจน์ข้อสงสัยที่ว่าระยะห่างระหว่างใบหน้ากับกล้องเว็บแคมที่มีผลทำให้ขนาดของภาพเล็กลงนั้นจะมีผลทำให้ค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าที่ได้มีความผิดพลาดไปจากเดิมหรือไม่ โดยเราทำการทดลองด้วยภาพใบหน้าของบุคคลภายในห้องวิจัยจำนวน 3 คน และบุคคลภายนอกจำนวน 2 คนโดยจะทำงานทดลองจากระยะห่างที่ปกติระหว่างใบหน้าบุคคลกับกล้องเว็บแคมคือ60เซนติเมตร 80 เซนติเมตร 100 เซนติเมตร และระยะที่ใกล้มากๆ

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ระยะห่างจากกล้อง 60 เซนติเมตร ตรงกับรูปภาพที่ใช้ในการเรียนรู้

ลักษณะใบหน้า	จำนวนครั้งที่ทดสอบ	จำนวนครั้งที่ตรวจจับได้	จำนวนครั้งที่ตรวจจับไม่ได้	ร้อยละความถูกต้อง
	20	20	0	100
	20	18	2	90
	20	19	1	95
	20	20	0	100
	20	20	0	100

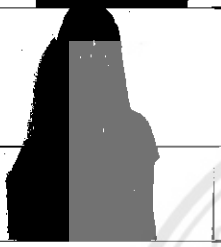
จากตารางแสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ระยะห่างระหว่างใบหน้ากับกล้องเว็บแคมเท่ากับ 60 เซนติเมตรนั้นได้ผลลัพธ์ร้อยละ95เนื่องจากระยะห่างระหว่างใบหน้าบุคคลกับกล้องเว็บแคมที่ทำการทดลองกับในรูปภาพที่ใช้ในชุดการเรียนรู้มีระยะที่เท่ากันทำให้ความละเอียดของภาพมีความใกล้เคียงกันเมื่อนำภาพอินพุตที่ได้ไปปรับปรุงให้มีขนาด 200x222 พิกเซล

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ระยะห่างจากกล้อง 80เซนติเมตร

ลักษณะใบหน้า	จำนวนครั้งที่ทดสอบ	จำนวนครั้งที่ตรวจจับได้	จำนวนครั้งที่ตรวจจับไม่ได้	ร้อยละความถูกต้อง
	20	10	10	50
	20	11	9	55
	20	13	7	65
	20	20	0	100
	20	20	0	100

จากตารางแสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ระยะห่างระหว่างใบหน้ากับกล้องเว็บแคมเท่ากับ 80เซนติเมตรนั้นได้ผลลัพธ์ร้อยละ 56.67 ซึ่งมีความไกลออกมาจากระยะที่ตรงกับรูปภาพที่ใช้ในชุดการเรียนรู้ถึง 20 เซนติเมตร ทำให้ภาพใบหน้าที่แคบได้มีขนาดเล็กลงและเป็นผลให้รายละเอียดของภาพลดลงจึงทำให้ผลลัพธ์ความถูกต้องที่ได้ลดลง

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ระยะห่างจากกล้อง 100เซนติเมตร

ลักษณะใบหน้า	จำนวนครั้งที่ทดสอบ	จำนวนครั้งที่ตรวจจับได้	จำนวนครั้งที่ตรวจจับไม่ได้	ร้อยละความถูกต้อง
	20	0	20	0
	20	0	20	0
	20	1	19	5
	20	20	0	100
	20	20	0	100

จากตารางแสดงผลการทดลองที่4.6การรู้จำใบหน้าขณะที่ระยะห่างระหว่างใบหน้ากับกล้องเว็บแคมเท่ากับ 100 เซนติเมตรนั้นได้ผลลัพธ์ร้อยละ1.67ซึ่งมีความไกลออกมาจากระยะที่ตรงกับรูปภาพที่ใช้ในชุดการเรียนรู้ถึง 40 เซนติเมตร ทำให้ภาพใบหน้าที่ตรวจจับได้มีขนาดเล็กลงมาและทำให้รายละเอียดของภาพลดลงจึงทำให้ผลลัพธ์ความถูกต้องที่ได้คลาดเคลื่อนอย่างเห็นได้ชัด

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ระยะใกล้กล้องมากๆ

ลักษณะใบหน้า	จำนวนครั้งที่ทดสอบ	จำนวนครั้งที่ตรวจจับได้	จำนวนครั้งที่ตรวจจับไม่ได้	ร้อยละความถูกต้อง
	20	0	20	0
	20	0	20	0
	20	0	20	0
	20	20	0	100
	20	20	0	100

จากตารางแสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ระยะห่างระหว่างใบหน้ากับกล้องเว็บแคมใกล้มากๆนั้นได้ผลลัพธ์สำหรับบุคคลภายในห้องวิจัยทัศนศาสตร์คือร้อยละ0 แต่สำหรับบุคคลที่อยู่ภายนอกห้องวิจัยนั้นยังคงมีร้อยละความถูกต้องเท่ากับร้อยละ100ซึ่งระยะที่ใกล้มากเป็นผลให้องค์ประกอบของใบหน้าเปลี่ยนไปเช่นรูปปากหาย คางหายไป ค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าที่ได้เปลี่ยนไปจากข้อมูลของภาพที่ใช้ในชุดการเรียนรู้อย่างมาก ทำให้ผลที่ได้ไม่มีความถูกต้อง

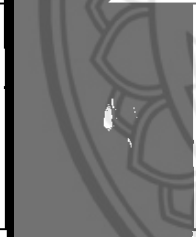
จากผลการทดลองสรุปได้ว่าในการรู้จำใบหน้าด้วยหลักการหาค่าลักษณะเฉพาะใบหน้านั้นระยะห่างจากตัวบุคคลกับตัวกล้องมีผลต่อผลลัพธ์ในการรู้จำเป็นอย่างมาก เนื่องจากในขั้นตอนการตรวจจับใบหน้านั้นเราจะนำภาพอินพุตที่ได้ไปปรับปรุงให้มีขนาด 200x222 พิกเซล ทุกครั้งเพื่อให้มีขนาดเท่ากันกับรูปภาพที่ใช้ในการเรียนรู้เนื่องจากว่ากล้องเว็บแคมที่ใช้ถ่ายภาพนั้นจะรับภาพเต็มมาขนาด640x480 พิกเซลนั่นทำให้ระยะห่างระหว่างบุคคลกับกล้องยิ่งมากก็จะทำให้ภาพอินพุตใบหน้าบุคคลมีขนาดที่เล็กลงและเมื่อนำไปปรับปรุงขนาดภาพจะทำให้ภาพไม่ชัด มีความละเอียดต่ำ จึงทำให้การรู้จำใบหน้าคลาดเคลื่อนได้

และถ้าหากเข้าใกล้กล้องเว็บแคมมากๆจะทำให้องค์ประกอบของใบหน้าเปลี่ยนไปผลของค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าก็จะเปลี่ยนไปไม่ตรงกับข้อมูลของรูปภาพที่ใช้ในการเรียนรู้เช่นเดียวกัน

4.2.3 ผลการทดลองการรู้จำใบหน้าในขณะที่ใบหน้าเอียง

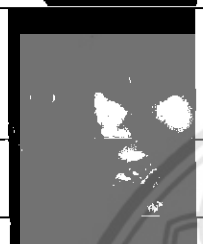
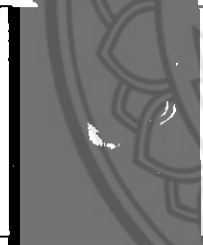
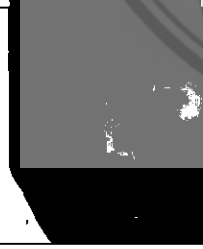
การทดลองนี้เพื่อพิสูจน์ว่าถ้าหากรูปภาพอินพุตและรูปภาพที่ใช้ในการเรียนรู้เป็นใบหน้าเอียงนั้นจะสามารถทำการรู้จำได้หรือไม่มากน้อยเพียงใด โดยเราทำการทดลองด้วยภาพใบหน้าของบุคคลภายในห้องวิจัยทัศนศาสตร์จำนวน 3 คน และบุคคลภายนอกจำนวน 2 คนโดยได้จัดเก็บใบหน้าเอียงของบุคคลในห้องวิจัยทัศนศาสตร์เหล่านี้ไว้ในชุดรูปภาพที่ใช้ในการเรียนรู้ด้วย

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ศีรษะเอียงไปทางขวา 30-45องศา

ลักษณะใบหน้า	จำนวนครั้งที่ทดสอบ	จำนวนครั้งที่ตรวจจับได้	จำนวนครั้งที่ตรวจจับไม่ได้	ร้อยละความถูกต้อง
	20	15	5	90
	20	13	7	65
	20	13	7	65
	20	20	0	100
	20	20	0	100

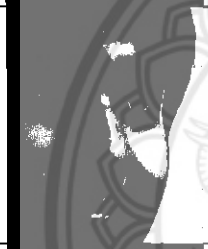
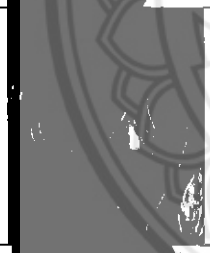
จากตารางแสดงผลการทดลองการรู้จำขณะที่ศีรษะเอียงไปทางขวา 30-45 องศา นั้น สำหรับบุคคลที่อยู่ในห้องวิจัยทัศนศาสตร์ทั้งสามคนได้ผลลัพธ์ความถูกต้องออกมาคิดเป็นร้อยละ 68.34และสำหรับบุคคลที่ไม่ได้อยู่ภายในห้องวิจัยทัศนศาสตร์ทั้งสองคนคิดเป็นร้อยละ100

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ศีรษะเอียงไปทางซ้าย 30-45 องศา

ลักษณะใบหน้า	จำนวนครั้งที่ทดสอบ	จำนวนครั้งที่ตรวจจับได้	จำนวนครั้งที่ตรวจจับไม่ได้	ร้อยละความถูกต้อง
	20	16	4	80
	20	17	3	85
	20	16	4	80
	20	20	0	100
	20	20	0	100

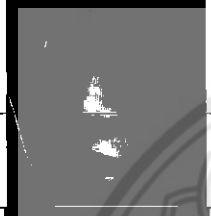
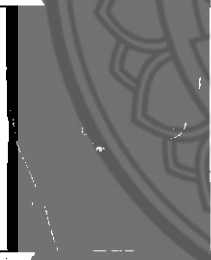
จากตารางแสดงผลการทดลองการรู้จำขณะที่ศีรษะเอียงไปทางซ้าย 30-45 องศา นั้น สำหรับบุคคลที่อยู่ในห้องวิจัยทัศนศาสตร์ทั้งสามคนได้ผลลัพธ์ความถูกต้องออกมาคิดเป็นร้อยละ 81.67 และสำหรับบุคคลที่ไม่ได้อยู่ภายในห้องวิจัยทัศนศาสตร์ทั้งสองคนคิดเป็นร้อยละ 100

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ใบหน้าหันทางขวา30-45 องศา

ลักษณะใบหน้า	จำนวนครั้งที่ทดสอบ	จำนวนครั้งที่ตรวจจับได้	จำนวนครั้งที่ตรวจจับไม่ได้	ร้อยละความถูกต้อง
	20	12	8	60
	20	14	6	70
	20	15	5	75
	20	20	0	100
	20	20	0	100

จากตารางแสดงผลการทดลองการรู้จำขณะที่ใบหน้าเอียงไปทางขวา 45 องศา นั้นสำหรับบุคคลที่อยู่ในห้องวิจัยทัศนศาสตร์ทั้งสามคนได้ผลลัพธ์ความถูกต้องออกมาคิดเป็นร้อยละ 68.34 และสำหรับบุคคลที่ไม่ได้อยู่ภายในห้องวิจัยทัศนศาสตร์ทั้งสองคนคิดเป็นร้อยละ100

ตารางที่ 4.11 แสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าขณะที่ใบหน้าหันทางซ้าย 30-45 องศา

ลักษณะใบหน้า	จำนวนครั้งที่ทดสอบ	จำนวนครั้งที่ตรวจจับได้	จำนวนครั้งที่ตรวจจับไม่ได้	ร้อยละความถูกต้อง
	20	17	3	85
	20	12	8	60
	20	14	6	70
	20	20	0	100
	20	20	0	100

จากตารางแสดงผลการทดลองการรู้จำขณะที่ใบหน้าเอียงไปทางขวา 45 องศา นั้นสำหรับบุคคลที่อยู่ในห้องวิจัยทัศนศาสตร์ทั้งสามคนได้ผลลัพธ์ความถูกต้องออกมาคิดเป็นร้อยละ 71.67 และสำหรับบุคคลที่ไม่ได้อยู่ภายในห้องวิจัยทัศนศาสตร์ทั้งสองคนคิดเป็นร้อยละ 100

ดังนั้นจึงสรุปผลการทดลองการรู้จำใบหน้าที่มีลักษณะเอียงโดยจัดเก็บรูปภาพใบหน้าเอียงทั้ง 4 รูปแบบไว้ในชุดรูปภาพที่ใช้ในการเรียนรู้นั้นสามารถทำได้และให้ผลลัพธ์ความถูกต้องค่อนข้างสูงพอสมควรจากข้อมูลที่ทดสอบทั้ง 4 ชุด และการทดสอบสำหรับบุคคลที่อยู่นอกห้องวิจัยทัศนศาสตร์ก็ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องเช่นกันและเนื่องจากการหันข้างหรือเอียงข้างนั้น การตรวจจับใบหน้าของฟังก์ชันใน MATLAB นั้นทำได้ไม่ดีเท่าการตรวจจับใบหน้าตรงจึงทำให้มีความคลาดเคลื่อนของรูปอินพุตสูง ดังนั้นจึงทำให้ร้อยละความถูกต้องของผลการทดลองใบหน้าเอียงหรือหันหน้านั้นมีค่าน้อยนั่นเอง

4.2.4 ผลการทดลองการรู้จำใบหน้าจากผู้เข้าใช้ห้องวิจัยทัศนศาสตร์ตามวีดิโอที่บันทึกในแต่ละครั้ง

ในการทดลองนี้จะสุ่มอัดวีดีโอในวันเวลาที่แตกต่างกันเพื่อตรวจสอบว่าในช่วงเวลานั้นมีผู้เข้ามาใช้ในห้องวิจัยทัศนศาสตร์ฯจำนวนเท่าไหร่และผลลัพธ์ของโปรแกรมรู้จำใบหน้ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงใดสำหรับในแต่ละครั้ง โดยจะทำการนับร้อยละความถูกต้องจากจำนวนครั้งในการใช้เครื่องระบบรู้จำใบหน้าทั้งสมาชิกในห้องวิจัยและบุคคลภายนอกห้องวิจัยด้วย ซึ่งแต่ละวีดีโอมีรายละเอียดดังนี้

-Video1 เป็นของวันที่ 19 พฤศจิกายน 2556 เวลาโดยประมาณ 21.00 น. มีผู้เข้าใช้ที่เป็นบุคลภายในห้องวิจัยทัศนศาสตร์จำนวน 3 คน และบุคคลภายนอกจำนวน 3 คน

-Video2 เป็นของวันที่ 19 พฤศจิกายน 2556 เวลาโดยประมาณ 22.00 น. มีผู้เข้าใช้ที่เป็นบุคลภายในห้องวิจัยทัศนศาสตร์จำนวน 7 คน และบุคคลภายนอกจำนวน 4 คน

-Video3 เป็นของวันที่ 14 พฤศจิกายน 2556 เวลาโดยประมาณ 19.00 น. มีผู้เข้าใช้ที่เป็นบุคลภายในห้องวิจัยทัศนศาสตร์จำนวน 4 คน และบุคคลภายนอกจำนวน 1 คน

-Video4 เป็นของวันที่ 6 ธันวาคม 2556 เวลาโดยประมาณ 16.00 น. มีผู้เข้าใช้ที่เป็นบุคลภายในห้องวิจัยทัศนศาสตร์จำนวน 5 คน และบุคคลภายนอกจำนวน 3 คน

-Video5 เป็นของวันที่ 7 ธันวาคม 2556 เวลาโดยประมาณ 16.00 น. มีผู้เข้าใช้ที่เป็นบุคลภายในห้องวิจัยทัศนศาสตร์จำนวน 2 คน และบุคคลภายนอกจำนวน 3 คน

ตารางที่ 4.12 แสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าจากวีดิโอ

ลักษณะใบหน้า	จำนวนผู้เข้าใช้เครื่องระบบรู้จำใบหน้า	จำนวนครั้งที่ทำการรู้จำ	จำนวนครั้งที่รู้จำถูกต้อง	จำนวนครั้งที่รู้จำไม่ถูกต้อง	ร้อยละความถูกต้อง
Video1	6	8	6	2	75
Video2	11	12	11	1	90.90
Video3	5	5	5	0	100
Video4	8	13	12	1	92.31
Video5	5	10	10	0	100

สรุปผลการทดลองการรู้จำใบหน้าจากชุดการรู้จำสมาชิกทั้งหมดในห้องวิจัยโดยการใช้วีดิโอในการบันทึกและนับจำนวนครั้งในการใช้แต่ละวีดิโอ จากนั้นนับความถูกต้องในการรู้จำและไม่ถูกต้องในการรู้จำแต่ละวีดิโอนำมาหาร้อยละความถูกต้อง

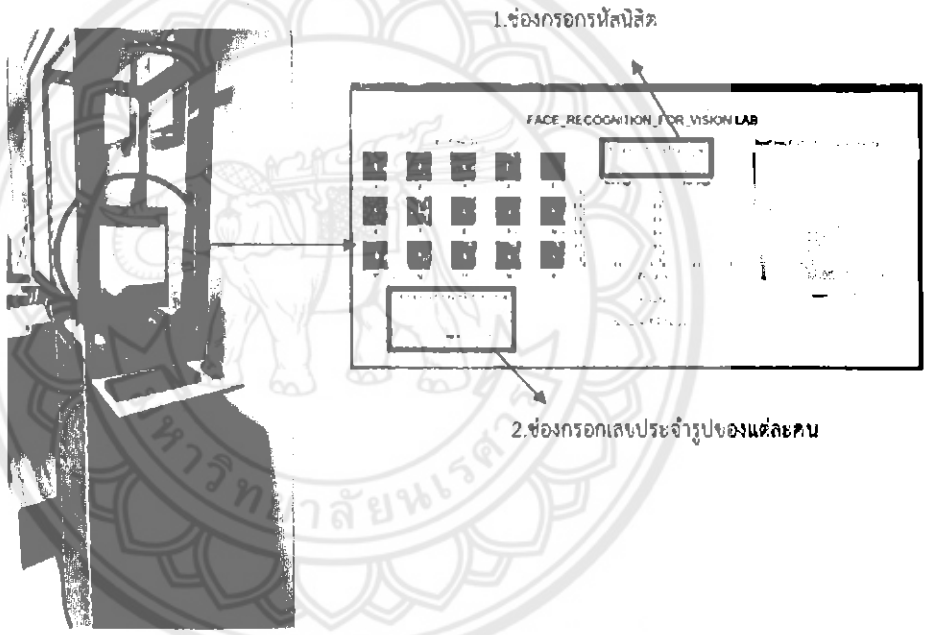
ได้ความถูกต้องร้อยละ 91.67ในการบันทึกวีดิโอแต่ละครั้ง จะเปิดไฟหลอดฟลูออเรสเซนต์ 12 ดวง ให้ผู้ใช้งานยืนห่างจากเครื่องระบบรู้จำ 60 เซนติเมตร และให้ถ่ายรูปหน้าตรงให้เหมือนกับชุดข้อมูลที่เทรนในระบบรู้จำ จะทำให้การรู้จำนั้นมีร้อยละความถูกต้องที่สูงพอสมควร แต่ถ้าผิดจากข้อจำกัดข้างต้นนั้นจะทำให้ร้อยละความถูกต้องลดลง เช่นถ้าเปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์แค่ 10 ดวง หรือ 8 ดวง จะทำให้ร้อยละความถูกต้องลดลงอย่างมาก ส่วนร้อยละความผิดพลาดที่เกิดขึ้นนั้นเรามีวิธีจัดการด้วยการให้ผู้ใช้กรอกรหัสนิสิตที่ช่องด้านบน

ถึงระบบการรู้จำใบหน้าจะผิดพลาดเนื่องจากสาเหตุต่างๆทั้งระยะการยืนของผู้ใช้กับเครื่องระบบรู้จำใบหน้า หรือแสงไฟจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ไม่เท่ากับชุดข้อมูลในฐานข้อมูล เราจะยังเก็บบันทึกข้อมูลผู้เข้ามาใช้งานในห้องวิจัยทัศนศาสตร์ฯได้อยู่เพราะการกดถ่ายรูปนั้น รูปอินพุตจะถูกจัดเก็บเข้าไปอยู่ในแฟ้มข้อมูล(Folder)พร้อมกับรหัสนิสิตที่ผู้ใช้กรอกไว้จัดเก็บอยู่ในแฟ้มข้อความของวันนั้น

4.3 ผลการทดลองการรู้จำใบหน้าด้วยหลักการหาค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าโดยรับภาพนิ่งจากรูปที่กำหนด

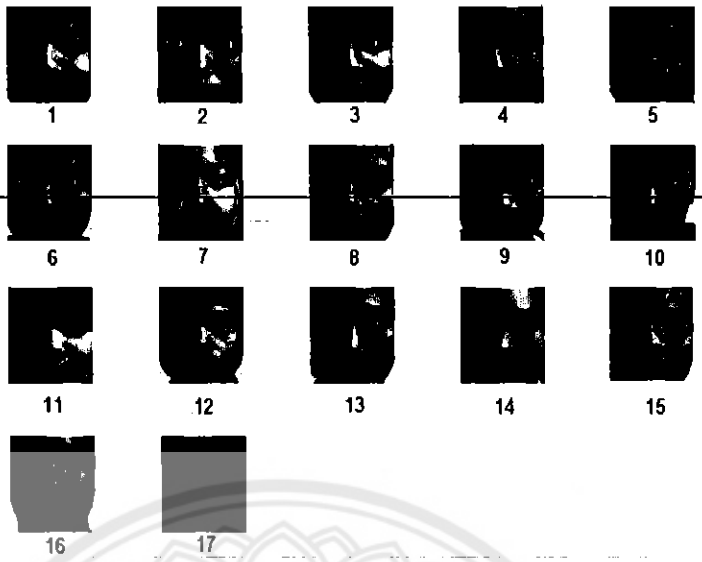
ในส่วนนี้จะเป็นการทดลองกับภาพนิ่งที่ถ่ายไว้พร้อมกับรูปภาพที่ใช้ในการเรียนรู้โดยภาพเหล่านี้นั้นไม่ได้อยู่ในชุดรูปภาพที่ใช้ในการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบว่าถ้าหากรูปอินพุตมีองค์ประกอบทุกอย่างตรงกับรูปภาพที่ใช้ในการเรียนรู้แล้วนั้นผลลัพธ์ที่ได้จะมีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด ซึ่งในการทดลองนี้ได้ใช้

- รูป 1 รูปต่อบุคคลภายใน 1 คน ที่ได้ถ่ายรูปไว้พร้อมกับชุดรูปภาพที่ใช้ในการเรียนรู้



รูปที่ 4.20 แสดงวิธีการใช้งานเครื่องรู้จำใบหน้าโดยรับภาพนิ่งจากรูปที่กำหนด

จากรูปที่ 4.3 เป็นวิธีการใช้งานเครื่องรู้จำใบหน้าในส่วนของการรู้จำใบหน้าด้วยหลักการหาค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า(Eigenfaces) ด้วยการรับภาพนิ่งจากรูปที่กำหนด โดยการทดลองนี้เป็นการทดลองเฉพาะบุคคลภายในเท่านั้น โดยบุคคลภายในทุกคนจะต้องกรอกรหัสนิสิตและกรอกเลขประจำรูปของแต่ละคนให้ครบ จากนั้นกดปุ่มลงชื่อเข้าใช้(Sign in) เพื่อทำการประมวลผลโปรแกรม



รูปที่ 4.21 แสดงลักษณะชุดรูปภาพที่ใช้เป็นภาพอินพุต

จากผลการทดลองการรู้จำด้วยหลักการหาค่าลักษณะเฉพาะโดยใช้ภาพอินพุตเป็นชุดภาพนิ่งที่กำหนดไว้ ได้ผลลัพธ์ความถูกต้องออกมาเป็นร้อยละ100

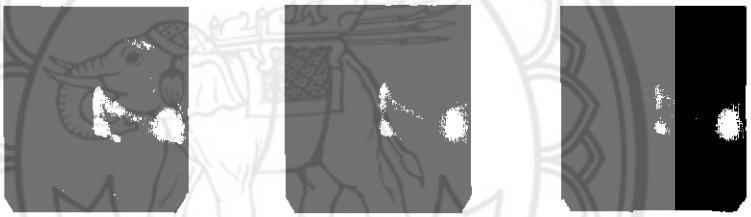
เนื่องจากชุดภาพอินพุตภาพนิ่งนี้ นั้นได้ถ่ายเก็บไว้พร้อมกันกับชุดภาพที่ใช้ในการเรียนรู้ ซึ่งมีองค์ประกอบต่างๆที่เหมือนกัน เช่น ความสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ทั้งหมด 12 หลอด ระยะห่างระหว่างใบหน้ากับกล้องเว็บแคมเท่ากับ 60 เซนติเมตร และการปรับสมดุลความสว่างของกล้องอัตโนมัติในช่วงเวลาเดียวกัน ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องทั้งหมด

ดังนั้นจึงพิสูจน์ให้เห็นว่าหากองค์ประกอบต่างๆของรูปภาพอินพุตมีความเหมือนกับรูปภาพที่ใช้ในการเรียนรู้มากเท่าไหร่ ความถูกต้องยิ่งสูงมากเท่านั้น

4.4 ผลการทดลองการรู้จำใบหน้าด้วยการเพิ่มรูปภาพที่ใช้ในการเรียนรู้เป็นภาพเบลอด้วยวิธีการเกาส์เซียนเบลอ (Gaussian blur)ระดับ3 และ ระดับ 5

ในการทดลองนี้เป็นการทดลองเพิ่มภาพเบลอของใบหน้าบุคคลภายในห้องวิจัยทัศนศาสตร์ในชุดรูปภาพที่ใช้ในการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาในเรื่องระยะห่างของผู้ใช้กับตัวกล้องเว็บแคมที่มีผลกับค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า

โดยที่ผู้ใช้ยืนห่างจากกล้องเว็บแคมมากกว่า 60 เซนติเมตร จะทำให้การทำงานของกระบวนการตรวจจับใบหน้า Paul Viola และ Michael Jones ตรวจจับใบหน้าได้ใบหน้าที่เล็กลง เพราะผู้ใช้ยืนห่างจากระยะปกติที่อยู่ในชุดภาพที่ใช้ในการเรียนรู้



ก. ข. ค.

รูปที่ 4.22 (ก.)รูปภาพปกติ (ข.)รูปภาพเบลอระดับ3 (ค.)รูปภาพเบลอระดับ5

ตารางที่ 4.13 แสดงผลการทดลองการเพิ่มรูปภาพเบลอในชุดรูปภาพที่ใช้ในการเรียนรู้

ลักษณะใบหน้า	เพิ่มรูปภาพเบลอระดับ3และระดับ5	จำนวนครั้งที่	จำนวนครั้งที่	ร้อยละความถูกต้อง
	(จำนวนครั้ง)	รู้จำถูกต้อง	รู้จำไม่ถูกต้อง	
ระยะ 60 เซนติเมตร	30	29	1	96.67
ระยะ 60-80 เซนติเมตร	30	22	1	73.33
ระยะ 80-100 เซนติเมตร	30	6	0	20

จากตารางแสดงผลการทดลองได้ผลลัพธ์ความถูกต้องที่ดีมากขึ้น คือ

- ระยะ 60 เซนติเมตร ที่ได้ผลลัพธ์ร้อยละ 95 เพิ่มขึ้นมาเป็นร้อยละ 96.67
- ระยะ 80 เซนติเมตรที่ได้ผลลัพธ์ร้อยละ 56.69 เพิ่มขึ้นมาเป็นร้อยละ 73.33
- ระยะ 100 เซนติเมตรที่ได้ผลลัพธ์ ร้อยละ 1.67 เพิ่มขึ้นมาเป็นร้อยละ 20

จะเห็นว่าได้ผลลัพธ์ความถูกต้องดีขึ้นมาก เนื่องจากเหตุผลที่ได้ระบุในตอนต้นการทดลองว่ารูปภาพที่ได้จากกล้องเว็บแคมจะมีขนาด 640x480 พิกเซล เมื่อภาพที่ผ่านกระบวนการตรวจจับใบหน้าจะได้ภาพขนาด 200x220 พิกเซล ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสม แต่เมื่อยืนอยู่ในระยะที่ไกลออกจากตัวกล้องมากจะได้รูปที่มีขนาดเล็กลงทำให้ตอนขยายขนาดภาพเป็น200x220 พิกเซลจะทำให้รูปภาพไม่ชัดและมีความเบลอ แต่เมื่อทำภาพที่มีความเบลอระดับ3 และระดับ5 ใส่ลงไปในชุดรูปภาพที่ใช้ในการเรียนรู้จึงทำให้มีผลลัพธ์ความถูกต้องเพิ่มขึ้นโดยภาพระยะไกลที่ตรวจจับได้จะตรงกับรูปภาพเบลอที่อยู่ในชุดรูปภาพที่ใช้ในการเรียนรู้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

บทนี้กล่าวถึงผลการทดลองของโครงงาน ปัญหาที่พบขณะทำโครงงาน และข้อเสนอแนะของโครงงาน "การรู้จำใบหน้าสำหรับห้องวิจัยทัศนศาสตร์" (Face Recognition for Vision Lab) เพื่อเพิ่มความเข้าใจในการใช้งานและการทำงานของโปรแกรมมากยิ่งขึ้น

5.1 สรุปผลการทดลอง

โครงงานนี้จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาระบบการรู้จำใบหน้า(Face Recognition) เพื่อสร้างโปรแกรมที่นำมาใช้ประโยชน์ในเรื่องของการเข้าใช้ห้องวิจัยทัศนศาสตร์ฯ โดยสามารถระบุตัวบุคคลว่าเป็นบุคคลภายในห้องวิจัยทัศนศาสตร์ฯหรือไม่ และยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการเช็คชื่อเข้าชั้นเรียนหรือการลงชื่อเข้าใช้ห้องวิจัยต่างๆได้อีกด้วย โดยโปรแกรมจะทำการรับภาพใบหน้าจากกล้องแวบแคมและครอบตัดส่วนของใบหน้าออกมาเมื่อผู้ใช้กดใช้งานที่หน้าต่างแสดงผล(GUI)จากนั้นโปรแกรมจะทำการหาค่าไอเกนเฟซเพื่อเข้าสู่กระบวนการรู้จำ จะแสดงผลการรู้จำที่ได้ทางหน้าต่างแสดงผล รวมถึงข้อมูลชื่อ-นามสกุล รหัสนิสิต และวันเวลาที่เข้าใช้งาน และจัดเก็บข้อมูลลงแฟ้มบันทึก(Text File) รวมทั้งภาพใบหน้าอินพุตที่ตรวจจับได้

จากการผลการทดลองสามารถสรุปผลได้ว่า ค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า(Eigenfaces) ได้รับผลกระทบจากอะไรบ้างที่ทำให้ค่าเปลี่ยนแปลงไป ดังนี้

1. แสงสว่างที่มากขึ้นหรือลดลงมีผลทำให้ค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าของรูปภาพอินพุตมีคลาดเคลื่อนไปจากค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าของภาพที่ใช้ในการเรียนรู้ ผลลัพธ์ที่ได้จึงมีความผิดพลาด

2. ระยะห่างของบุคคลกับกล้องเว็บแคมของภาพที่ใช้ในการเรียนรู้มีความแตกต่างกับระยะห่างของบุคคลกับกล้องเว็บแคมของภาพอินพุตมากเท่าไหร่ เมื่อนำไปเปรียบเทียบค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าแล้วจะให้ผลลัพธ์ที่ผิดพลาดมากขึ้นเท่านั้น

5.2 ปัญหาที่พบระหว่างการทำโครงงาน

จากการทดลองจะพบปัญหาหลักๆที่พบในการจัดทำโครงงาน มีดังนี้

1. ปัญหาเกี่ยวกับการศึกษาทฤษฎีค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า(Eigenfaces) ที่มีความซับซ้อนทำให้ใช้เวลาในการศึกษาเป็นเวลานานเป็นผลให้การทำงานในส่วนถัดไปล่าช้า

2. ปัญหาเกี่ยวกับแสงสว่างที่มีผลกับความถูกต้องของผลลัพธ์เป็นอย่างมาก เนื่องจากแสงที่เปลี่ยนไปมีผลทำให้ค่าพิกเซลของรูปภาพเปลี่ยนไป จึงทำให้ได้ค่าลักษณะเฉพาะใบหน้าของภาพอินพุตคลาดเคลื่อนไปจากค่าของภาพที่ใช้ในการเรียนรู้

3. ปัญหาเรื่องระยะห่างจากใบหน้าบุคคลกับกล้องเว็บแคมต้องใกล้เคียงกับรูปภาพที่ใช้ในการเรียนรู้ เพราะถ้าใกล้หรือไกลจากระยะปกติจะเกิดความคลาดเคลื่อนของค่าลักษณะเฉพาะใบหน้า ผลลัพธ์ที่ได้จึงไม่ถูกต้องตามเดิม

4. กล้องเว็บแคมมีการปรับแสงอัตโนมัติทำให้เกิดค่าผลลัพธ์ที่ผิดเพี้ยนไปถึงแม้ว่าองค์ประกอบทุกอย่างถูกต้องตามที่กำหนดก็ตาม

5.3 แนวทางการแก้ไขและข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาข้อมูลจากหลายๆที่เพื่อเพิ่มความเข้าใจให้มากขึ้น

2. พัฒนาอัลกอริทึมที่สามารถปรับแสงสว่างได้อย่างอัตโนมัติ เพื่อลดปัญหาในเรื่องของแสงที่สว่างไม่เท่ากับรูปภาพที่ใช้ในการเรียนรู้

3. กำหนดระยะห่างระหว่างใบหน้าของบุคคลกับกล้องเว็บแคมไว้ให้ชัดเจน เช่น กำหนดจุดยืนไว้ เพื่อผู้ใช้งานจะได้ยืนในจุดที่ถูกต้อง

4. ใช้กล้องเว็บแคมแบบเฉพาะที่ไม่มีการปรับแสงอัตโนมัติ เพื่อให้ได้ภาพที่ตรงองค์ประกอบจริง

5.4 แนวทางการพัฒนาในอนาคต

1. ปรับปรุงโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยสามารถใช้ได้ในข้อจำกัดที่ลดลง เช่น สามารถใช้ข้อมูลชุดเรียนรู้เดิมกับสถานที่อื่นนอกเหนือจากห้องวิจัยทัศนศาสตร์ฯได้

2. ปรับปรุงโปรแกรมให้มีความรวดเร็วในการประมาณผลที่ดีมากยิ่งขึ้น

3. ปรับปรุงหน้าจอแสดงผลและตู้เคลื่อนที่ให้มีรูปร่างหน้าตาที่สวยงามมากยิ่งขึ้นเพื่อให้ความน่าใช้งานมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] การประมวลผลภาพดิจิทัล (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 1 กรกฎา 2556. สืบค้นจาก : http://th.wikipedia.org/wiki/การประมวลผลดิจิทัล

[2] **รูปร่างของภาพ (Image Shape) : ภาพ Grayscale** (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 1 กรกฎาคม 2556. สืบค้นจาก : http://www.bloggang.com/viewblog.php?id=hin-kmitnb&date=24-04-2010&group=1&gblog=3

[3] **รูปร่างของภาพ (Image Shape) : ภาพ Binary** (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 1 กรกฎาคม 2556. สืบค้นจาก : http://www.bloggang.com/viewblog.php?id=hin-kmitnb&date=24-04-2010&group=1&gblog=4

[4] **ระบบสี (Color Model)** (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 1 กรกฎาคม 2556. สืบค้นจาก : https://sites.google.com/site/wbicomputergraphics/rabb-si-color-model

[5] **Eigenfaces** (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 30 กรกฎาคม 2556. สืบค้นจาก : http://en.wikipedia.org/wiki/Eigenface

[6] **Finding Eigenvalues and Eigenvevtors** (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 7 สิงหาคม 2556. สืบค้นจาก : https://www.scss.tcd.ie/Rozenn.Dahyot/CS1BA1/SolutionEigen.pdf

[7] **Sum Square of Error** (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 11 พฤศจิกายน 2556. สืบค้นจาก : http://hlab.stanford.edu/~brian/error_sum_of_squares.html

[8] **ค่าเฉลี่ยเลขคณิต** (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 11 พฤษจิกายน 2556. สืบค้นจาก : http://pibul2.psru.ac.th/~buncha/Chp1_5.htm

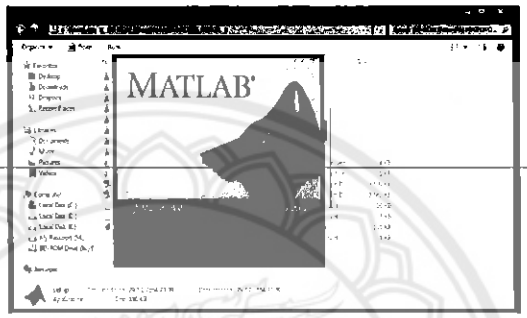
[9] **Face Recognition** (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 30 กรกฎาคม 2556. สืบค้นจาก : http://www.bantronix.com/2011/10/face-recognition.html

ภาคผนวก ก

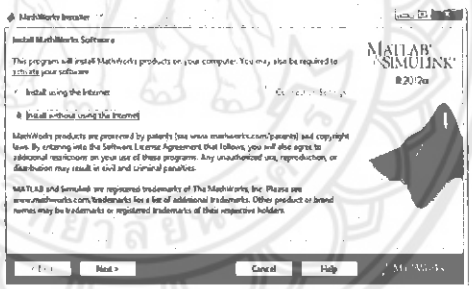
ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม MATLAB R2012a

ก.1 การติดตั้งโปรแกรม MATLAB R2012a

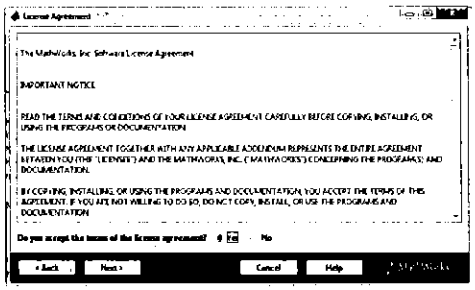
เปิดตัว setup file



เลือก Install without using the Internet แล้วกด Next >

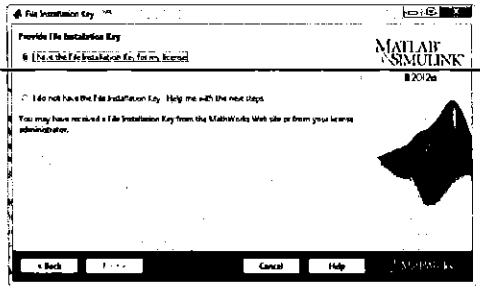


เลือก Yes แล้วกด Next >



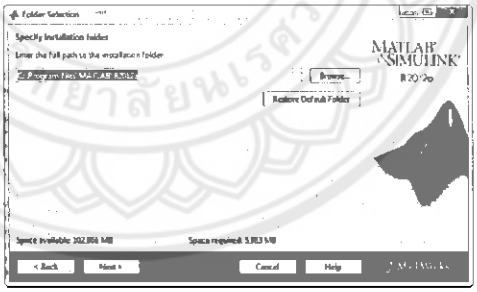
เลือก I have the Installation Key for my license

กรอก License Key ลงในช่องแล้วกด Next >

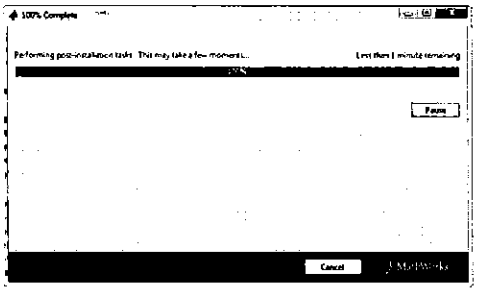


เลือก Typical แล้วกด Next >

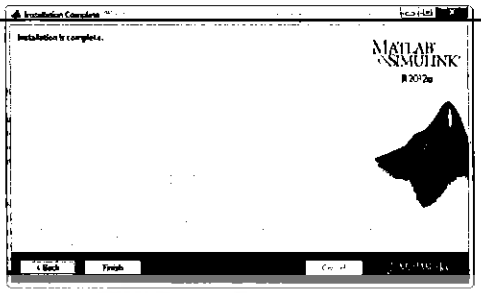
กด Browse เพื่อเลือก Directory ที่ต้องการ Install MATLAB



จากนั้น รอจนการลงเสร็จสมบูรณ์



เลือก Finish



เมื่อการ Install เสร็จสมบูรณ์แล้ว

ตัว Run MATLAB R2012a จะอยู่ใน "……\MATLAB\R2012a\bin"

หน้าต่างการใช้งาน MATALAB

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายกิตติพัฒน์ กะฐินทอง

ภูมิลำเนา 335/38 หมู่ 7 ต. ท่าโพธิ์ อ. เมือง

จ.พิษณุโลก 65000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม จังหวัดพิษณุโลก
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: bas_pong@hotmail.com

ชื่อ นางสาววรรษา เงินดี

ภูมิลำเนา 66/6 หมู่ 6 ต. ไม้งาม อ. เมือง จ. ตาก 63000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนผดุงปัญญา จังหวัดตาก
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: nut.wansa@gmail.com