ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

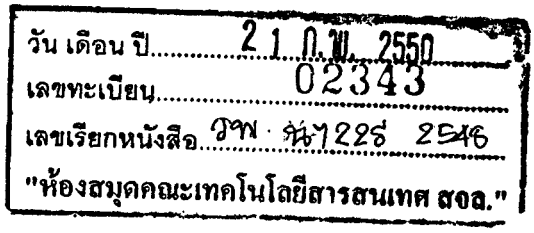
ระบบรู้จำหน้าบุคคลจากวีดีทัศน์

Face Recognition from Video

โดย

นุกูล ชุนหะศรี

รหัสประจำตัว 46066818



อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. ธนารัตน์ ชลิดาพงศ์

b11707240
i1148478896

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการพัฒนาระบบงาน
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อหัวข้อ	ระบบรู้จำหน้าบุคคลจากวีดีทัศน์
นักศึกษา	นาย นุกูล ชุนหะศรี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. ธนารัตน์ ชลิดาพงศ์
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	วิทยาการสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2548

บทคัดย่อ

จากการศึกษาระบบตรวจหาใบหน้าบุคคล(Face Detection) และระบบรู้จำใบหน้าของบุคคล (Face Recognition) ทำให้เกิดแนวคิดที่จะนำหลัก การทำงานของทั้ง 2 ระบบมาพัฒนาเป็นโปรแกรมประยุกต์ใช้ในการรู้จำใบหน้าบุคคล เพื่อนำไปประยุกต์ในงานด้านต่างๆ อย่างเช่น การออกแบบระบบรักษาความปลอดภัย โดยการประยุกต์ใช้ภาพวีดีทัศน์ มาช่วยในการตรวจสอบบุคคลเข้าออก ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์นี้ ได้ศึกษาหลักการทางด้าน Computer Vision ในเรื่องของการรู้จำใบหน้าบุคคล และอาศัยการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาจาวาซึ่งเป็นภาษาเชิงวัตถุเพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ ที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง

Title	Face Recognition from Video
Student	Mr. Nukul Chunhasri
Advisor	Dr. Thanarat Chalidabhongse
Level of Study	Master of Science in Information Technology
Major	Information Science
Academic Year	2005

ABTRACT

This project is a result of a study of face detection and face recognition systems. After learning the theories and techniques for these system. We developed a program that is used to detect and recognize people face. The program can be extended to use in many applications such as security systems. The development was done using Java as a programming language as well as some libraries such as JME (Java Medias Framework) and Colt API.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพัฒนาระบบนี้ ประสบความสำเร็จไปได้ ด้วยความช่วยเหลือของบุคคลหลายๆ ท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขอขอบพระคุณ ดร. ธนารัตน์ ชลิดาพงศ์ ที่เป็นผู้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ถึงขั้นตอน วิธีต่างๆ ในโครงการพัฒนาระบบงาน

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ คุณแม่ คุณพ่อ ที่ช่วยให้กำลังใจในการพัฒนา และช่วยนำส่งเอกสารต่างๆ เกี่ยวกับโครงการพัฒนาระบบนี้ เพราะผู้เขียนประสบอุบัติเหตุ ไม่สามารถเดินได้ นอกจากนี้ ผู้เขียนขอขอบคุณ คุณพิศมัย ที่ช่วยให้กำลังใจในการพัฒนาโครงการพัฒนาระบบนี้ และขอขอบคุณ คุณภูวดล และ คุณรณชัย เพื่อนที่ทำงานที่ช่วยทดสอบการทำงานในขั้นตอนการพัฒนาจนสามารถพัฒนาระบบได้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงการพัฒนาระบบ นี้จะเป็นประโยชน์ต่อนักศึกษาที่สนใจ โดยหากว่าการพัฒนาระบบนี้มีข้อผิดพลาดประการใดผู้เขียนขอน้อมรับเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้สมบรูณ์ยิ่งขึ้น

นุกูล ชุนหะศรี

กันยายน 2548

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญรูป VI
สารบัญตาราง VII
บทที่
1. บทนำ 1
1.1ความเป็นมาของปัญหาและแนวคิดการพัฒนาระบบ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบ 2
1.3 ขอบเขตการพัฒนาระบบ 3
1.4 ขั้นตอนในการพัฒนาระบบ 3
1.5 ทรัพยากรที่ใช้ในการพัฒนาระบบ 4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
2. หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 หลักการและทฤษฎีสำหรับการตรวจหาใบหน้าบุคคลจากภาพวีดีทัศน์ 5
2.1.1 หลักการลบพื้นหลังของภาพที่ได้จากภาพวีดีทัศน์ (Background Subtraction) 5
2.1.2 หลักการตรวจหาสีผิวหนังในภาพจากวีดีทัศน์ (Skin Detection from video image) 7
2.2 หลักการและทฤษฎีสำหรับการรู้จำใบหน้าบุคคลจากภาพวีดีทัศน์ 9
2.2.1 การรู้จำโดยใช้วิธีของ Eigenface 10
2.2.1.1 ภาพรวมของอัลกอลิทึม 12
2.2.1.2 Eigenvectors and Eigenvalues 13
2.2.1.3 เทคนิคการคำนวณค่า Eigenface และขั้นตอนการทำงานของอัลกอลิทึม 13
2.3 หลักการและเทคนิคการพัฒนาระบบด้วยภาษาจาวา 17
2.3.1 การใช้ Java Media Framework (JMF) ในการรับข้อมูลภาพจากกล้องวีดีทัศน์ 18

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.3.2 การใช้ Colt API ในการช่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ 25
2.3.3 การใช้ Java Image Processing API ในการจัดการข้อมูลภาพ 27
3. ขั้นตอนการประมวลผลของระบบ 29
4. การทดสอบและผลการทดสอบ 32
4.1 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทดสอบระบบ 32
4.2 การทดสอบระบบ 32
4.2.1 การทดสอบการตรวจหาใบหน้าบุคคลจากภาพวีดีทัศน์ 32
4.2.2 การทดสอบการรู้จำใบหน้าบุคคลจากภาพวีดีทัศน์ 36
4.3 การทดลองและผลการทำงานของระบบ 38
4.4 สรุปผลการทดสอบระบบ 39
4.4.1 ความสามารถในการตรวจหาใบหน้าบุคคล 40
4.4.2 ความสามารถในการจำแนกบุคคลในระบบรู้จำใบหน้าบุคคล 40
5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ 42
5.1 บทสรุปของโครงการพัฒนาระบบ 42
5.2 ปัญหาและข้อจำกัดในการพัฒนาระบบ 42
5.3 ข้อเสนอแนะจากการพัฒนาระบบรู้จำใบหน้าบุคคลจากกล้องวีดีทัศน์ 43
บรรณานุกรม 45
ประวัติผู้เขียน 46

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 ภาพฉากพื้นหลังและ ภาพที่เกิดจากการลบฉากพื้นหลังแล้ว 6
2.2 ตัวอย่างภาพ RGB format ดั่งเดิมก่อนทำ Skin detection 8
2.3 ภาพRGB format หลังจากทำ Skin detection 9
2.4 ลักษณะของ Eigenface 12
2.5 ขั้นตอนการคำนวน Eigenface 14
2.6 แสดงลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้ระบบ 15
2.7 แสดงข้อมูลภาพใหม่ที่ไม่ได้อยู่ในระบบ 17
2.8 แสดงโค๊ดที่ใช้ในการดึงข้อมูลภาพจากกล้องวีดีทัศน์ 21
2.8 (ต่อ) แสดงโค๊ดที่ใช้ในการดึงข้อมูลภาพจากกล้องวีดีทัศน์ 22
2.8 (ต่อ) แสดงโค๊ดที่ใช้ในการดึงข้อมูลภาพจากกล้องวีดีทัศน์ 23
2.9 แสดงตัวอย่างโค๊ดในการเซตให้โปรแกรมติดต่อกับอุปกรณ์ 24
2.10 แสดงการหารูปแบบของข้อมูลจากกล้องวีดีทัศน์ 24
2.11 แสดงMethods ที่ทำหน้าที่ดึงข้อมูลภาพจากกล้องวีดีทัศน์ 25
2.12 แสดงตัวอย่างโค๊ดที่ใช้สำหรับจัดการกับข้อมูลภาพประเภทRGB 28
3.1แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ 29
4.1 ภาพตัวอย่างในการทำงานของระบบ 33
4.2 การทำงานของระบบ 34
4.3 ภาพขั้นตอนการตรวจหาหน้าบุคคลในภาพ 35
4.4 การทำงานของระบบ 37
4.5 ภาพผลการทำงานในขั้นตอนการรู้จำใบหน้า 38
4.6 ฐานข้อมูลภาพที่ใช้สร้างการเรียนรู้ระบบ 38

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 ผลการทดลองความถูกต้องของการทำงานของระบบ.....39

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหาและแนวคิดการพัฒนาระบบ

ในการศึกษาการพัฒนา การรู้จำใบหน้าบุคคล(Face Recognition) และการค้นหาภาพใบหน้าจากภาพวีดีทัศน์ (Face Detection) ทำให้เกิดแนวคิดในการพัฒนาระบบรู้จำใบหน้าบุคคล (Face Recognition) เป็นระบบการรู้จำใบหน้าบุคคล เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในงานด้านต่างๆ เช่นการนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านการตรวจสอบบุคคล เพื่อยืนยัน และรักษาความปลอดภัย ซึ่งระบบจะตรวจสอบใบหน้าบุคคลที่ผ่านเข้าออกสถานที่ (Access Control) ใช้ร่วมกับการตรวจสอบบุคคลสำหรับเครื่องเบิกเงินอัตโนมัติ (ATM) หรือใช้กับงานตรวจสอบบุคคลที่สูญหายจากภาพถ่าย ซึ่งการใช้การรู้จำใบหน้าบุคคล มาช่วยในการตรวจสอบยืนยันบุคคล จะช่วยอาจลดความสำคัญของการใช้รหัสส่วนตัวในการช่วยยืนยันบุคคลสำหรับงานบางประเภทเช่น การใช้ระบบรู้จำใบหน้า มาช่วยในงานตรวจสอบบุคคลสำหรับเครื่องเบิกเงินอัตโนมัติ ที่จำเป็นต้องใช้รหัส 4 หลัก(PINs) ในการยืนยันบุคคล ก็อาจสามารถใช้กล้องที่ส่วนใหญ่ได้ถูกติดตั้งไว้กับเครื่องเบิกเงินอัตโนมัติอยู่แล้ว ช่วยในการยืนยันตรวจสอบบุคคลอีกวิธีทางหนึ่ง ซึ่งการพัฒนาระบบรู้จำใบหน้าบุคคล (Face Recognition) อาศัยการทำงานของกล้องวีดีทัศน์ และเครื่องคอมพิวเตอร์ ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ เพื่อใช้ประโยชน์

และในปัจจุบันการรู้จำใบหน้าบุคคลเริ่มเป็นที่ยอมรับ กันในหลายๆหน่วยงาน ทำให้มีการพัฒนาเทคนิคในการตรวจหาใบหน้า(Face detection) และการรู้จำใบหน้าจากวีดีทัศน์ (Face Recognition) ให้มีความสามารถที่ดีขึ้นคือ มีการพัฒนาเทคนิคต่างๆให้มีความรวดเร็ว และมีการใช้ทรัพยากรของคอมพิวเตอร์อย่างประหยัด เพื่อให้ตอบสนองระบบการรู้จำใบหน้าบุคคลแบบทันทีทันใด (Real time Face Recognition) เพราะภาพในแต่ละเฟรมของวีดีทัศน์นั้นมีความต่อเนื่องกัน ดังนั้นการพัฒนาเทคนิค ที่ใช้ในการตรวจสอบและรู้จำใบหน้าจึงต้องสามารถตรวจสอบและประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากภาพจากวีดีทัศน์ มีการเคลื่อนไหวของวัตถุอย่างรวดเร็ว และมีการเคลื่อนไหวต่อเนื่องตลอดเวลา ทำให้การพัฒนาระบบรู้จำใบหน้าและตรวจหาใบหน้าบุคคลจะต้องทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และรวดเร็ว เพื่อให้ตอบสนอง ความ

เปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วของแต่ละเฟรมของภาพวีดีทัศน์ อีกทั้งตัวแปรภายนอกต่างๆที่จะมีผลต่อการวิเคราะห์ภาพ และการหาตำแหน่งของภาพ ทำให้ภาพที่นำเข้ามาจากวีดีทัศน์ ที่นำเข้ามาวิเคราะห์อาจไม่เหมาะสมต่อการวิเคราะห์ หรืออาจทำให้เกิดความผิดพลาดของการทำงานของระบบรู้จำและตรวจสอบใบหน้า ซึ่งตัวแปรในเรื่องขององค์ประกอบภายนอกเหล่านี้ จะต้องอาศัยการพัฒนาเทคนิคการตรวจหา และการรู้จำใบหน้าบุคคล ที่มีประสิทธิภาพ และควรจะมีความผิดพลาดน้อยเมื่อต้องทำงานร่วมกับ ภาพวีดีทัศน์ที่ ให้ภาพที่มีเฟรมที่ต่อเนื่อง และมีตัวแปรรบกวนอื่นๆ ที่อาจเกิดขึ้นขณะที่ใช้กล้องวีดีทัศน์จับภาพเข้าสู่ระบบ กล่าวคือใบหน้าที่ระบบจับภาพได้เพื่อนำเข้าสู่ระบบ อาจอยู่ในลักษณะที่ไม่เหมาะสมสำหรับให้ระบบสามารถวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเทคนิควิธีการที่เลือกใช้สำหรับการตรวจสอบและการรู้จำใบหน้าบุคคล ควรจะยังคงสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ดี เพื่อความถูกต้องของระบบรู้จำใบหน้าที่พัฒนาขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบ

1.2.1 ศึกษากระบวนการจัดการภาพ (Image Processing) โดยอาศัยเทคโนโลยีของจาวา (Java Technology) และศึกษาการใช้งานของ JMF ซึ่งเป็น API (Application program interface) ที่ใช้สำหรับทำงาน ร่วมกับสื่อมัลติมีเดียต่างๆ Java Image Processing API เป็นจาวาแพกเกต ที่ใช้สำหรับที่ใช้ในการจัดการกับภาพ (Image Operation) และColt ซึ่งเป็น API ที่ใช้สำหรับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อย่างเช่น เมทริกซ์ (Matrix)

1.2.2 ศึกษาทฤษฎีการทำงานและหลักการทาง Computer Vision ในด้านการตรวจสอบและการรู้จำใบหน้าของบุคคลจากภาพเช่น จากภาพวีดีทัศน์

1.2.3 เพื่อนำความรู้จากหลักการของการตรวจสอบและ การรู้จำใบหน้าบุคคล มาสร้างเป็นโปรแกรมประยุกต์ ที่รับภาพจากวีดีทัศน์ มาประมวลผลในลักษณะแบบทันทีทันใด(Real Time) และนำภาพที่ได้มาประมวลผล เพื่อหาใบหน้า และเปรียบเทียบหน้าที่ได้กับภาพใบหน้าที่เก็บไว้ในระบบ

1.3 ขอบเขตการพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาระบบรู้จำใบหน้า ที่ได้พัฒนาขึ้นมานี้จะมีขอบเขตของการศึกษาและพัฒนาระบบดังต่อไปนี้

1.3.1 ระบบที่พัฒนาขึ้นจะรับภาพจากกล้องวีดีทัศน์ ชนิดเว็บแคม (Web Cam) ที่ให้รูปแบบของสัญญาณออก (Video Format Output) อยู่ในรูปแบบของ RGB เท่านั้น

1.3.2 ระบบที่พัฒนาขึ้นจะต้องทำงานภายใต้ Java Runtime Environmentsเวอร์ชัน 1.5.0 (JRE 1.5.0) ขึ้นไปเท่านั้น และจะต้องติดตั้ง Java Medias Framework (JMF)

1.4 ขั้นตอนในการพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบรู้จำใบหน้าบุคคลจากภาพวีดีทัศน์ มีขั้นตอนในการพัฒนาระบบโดยสรุปดังนี้

1.4.1 ศึกษาทฤษฎี และแนวทางที่ใช้ในการพัฒนาระบบรู้จำใบหน้าบุคคล (Face Recognition)

1.4.2 พัฒนาโปรแกรมระบบรู้จำใบหน้าบุคคลจากภาพวีดีทัศน์ โดยอาศัยจาวาแพคเกตและAPI (Application Program Interface) ต่างๆ

1.4.3 ทดสอบและแก้ไขปรับปรุงโปรแกรมระบบรู้จำใบหน้าบุคคลจากภาพวีดีทัศน์

1.4.4 สรุปผลการพัฒนาโปรแกรมระบบรู้จำใบหน้าบุคคลจากภาพวีดีทัศน์ และประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น

1.5 ทรัพยากรที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

1.5.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยประมวลผลกลาง 1.7 GHz และมีหน่วยความจำอย่างน้อย 512 MB

1.5.2 ติดตั้ง Java 2 Platform Standard Editions เวอร์ชัน1.5.0 ขึ้นไป และติดตั้งโปรแกรม Java Media Framework (JMF)

1.5.3 ติดตั้งกล้องสำหรับนำภาพบุคคลเข้าสู่ระบบ โดยอาจจะเป็น Webcams หรือ PC Camera ที่ให้ภาพอยู่ในรูปแบบวีดีทัศน์ (Video Format) อยู่ในรูปแบบของ RGB

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 โปรแกรมระบบรู้จำใบหน้าบุคคลจากภาพวีดีทัศน์

1.6.2 ได้รับความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับงานด้าน Computer Vision และหลักการต่างๆทางด้านการรู้จำใบหน้าบุคคลจากภาพวีดีทัศน์

1.6.3 นำเอาโปรแกรมระบบการรู้จำใบหน้าบุคคลจากภาพวีดีทัศน์ ไปพัฒนา ให้เหมาะสมกับงานด้านต่างๆ

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

หลักการและทฤษฎีที่ใช้สำหรับพัฒนาระบบรู้จำใบหน้าบุคคล ที่จะกล่าวถึงในบทนี้จะเสนอเทคนิค และหลักการที่ใช้สำหรับระบบรู้จำใบหน้าบุคคล จากภาพวีดีทัศน์ ซึ่งหลักการที่สำคัญของระบบรู้จำใบหน้าบุคคลมีอยู่ 2 เทคนิคหลักคือ การตรวจหาใบหน้าบุคคล และการรู้จำใบหน้าบุคคล นอกจากกระบวนทางด้านการรู้จำใบหน้าบุคคลแล้ว ในบทนี้จะเสนอเทคนิควิธีการที่ใช้ในการพัฒนาระบบ โดยระบบได้ออกแบบ และพัฒนาภายใต้รูปแบบการทำงาน (Framework) ของจาวา (Java) ซึ่งจาวาเองก็ได้ให้บริการ API ที่มีไว้สำหรับจัดการกับข้อมูลมัลติมีเดีย (Multimedia) และ API สำหรับการคำนวณค่าแบบเมทริกซ์ และกระบวนการทางภาพ (Image Processing)

2.1 หลักการและทฤษฎีสำหรับการตรวจหาใบหน้าบุคคลจากภาพวีดีทัศน์

ภาพที่ได้จากกล้องวีดีทัศน์ เป็นภาพที่เกิดขึ้นในทันที ทันใด ทำให้ไม่สามารถนำเฟรมที่ได้จากกล้องวีดีทัศน์มาวิเคราะห์ได้ทันที กล่าวคือในแต่ละเฟรมจากกล้องวีดีทัศน์นั้น อาจมีภาพของใบหน้าบุคคลปรากฏขึ้นมาในตำแหน่งใดๆ บนเฟรมที่ได้

2.1.1 หลักการลบพื้นหลังของภาพที่ได้จากภาพวีดีทัศน์ (Background Subtraction)

สำหรับหลักการในการสร้างระบบเพื่อใช้ในการลบภาพพื้นหลัง(Background Subtraction) เป็นส่วนที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาระบบการรู้จำใบหน้าบุคคลจากภาพวีดีทัศน์ ซึ่งในส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการแยกองค์ประกอบของภาพ ในแต่ละเฟรมที่ได้รับจากกล้องวีดีทัศน์มาทำการแยกองค์ประกอบของภาพ ซึ่งจะทำการเปรียบเทียบกับภาพพื้นหลังที่ได้ทำการบันทึกเอาไว้ในระบบโดย กลไกในส่วนของการลบภาพพื้นหลังจะช่วยในการแยกวัตถุที่เป็นสิ่ง

แปลกปลอมที่เข้ามาอยู่ในภาพได้ ทั้งนี้การทำงานจะต้องอยู่ภาพใต้สมมุติฐานที่ว่า ภาพพื้นหลังจะต้องเป็นภาพที่คงที คือจะต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงขององประกอบในภาพ

หลักการทำงานของระบบลบภาพพื้นหลังจากเฟรมของภาพวีดีทัศน์ จะมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. เก็บภาพพื้นหลัง จากกล้องวีดีทัศน์เอาไว้จำนวนหนึ่งคือประมาณ 5 – 10 เฟรมโดยจะต้องเก็บภาพในลักษณะที่พื้นหลังมีลักษณะคงที่

2. หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน (standard deviation, SD) ของแต่ละพิกเซลในกลุ่มภาพพื้นหลังตัวอย่าง (อุมาพร จันทศร. 2541:8)

ค่า $\overline{X} = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$

ค่า $SD = \sqrt{\dfrac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \overline{X})^2}{(n-1)}}$

3. นำเฟรมของภาพที่ต้องการทำการลบพื้นหลัง(X) ทำทำการคำนวณเพื่อลบภาพพื้นหลังโดยคำนวณจาก

ถ้า $\left|X - \overline{X}\right| \le a(SD)$ ให้มีค่าเป็นศูนย์

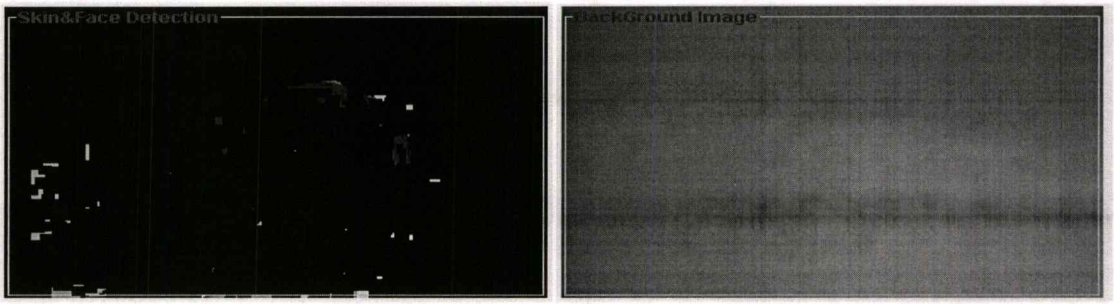
โดยที่ X เป็นค่าของพิกเซลนั้น

$\overline{X}$ เป็นค่าเฉลี่ยของพิกเซลของภาพที่ถูกเก็บเป็นพื้นหลัง

a เป็นค่าคงที่ใดๆ

SD เป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐานที่ตำแหน่งพิกเซล

หลังจากการทำขบวนการทางภาพ(Image Processing) แล้วจะได้ภาพในเฟรมที่นำพิจารณาลบภาพพื้นหลังเป็นภาพที่ได้ทำการลบพื้นหลังเรียบร้อยแล้ว



รูปที่2.1 แสดงภาพฉากพื้นหลังทางด้านขวาและ ภาพที่เกิดจากการลบฉากพื้นหลังแล้วทางด้านซ้าย

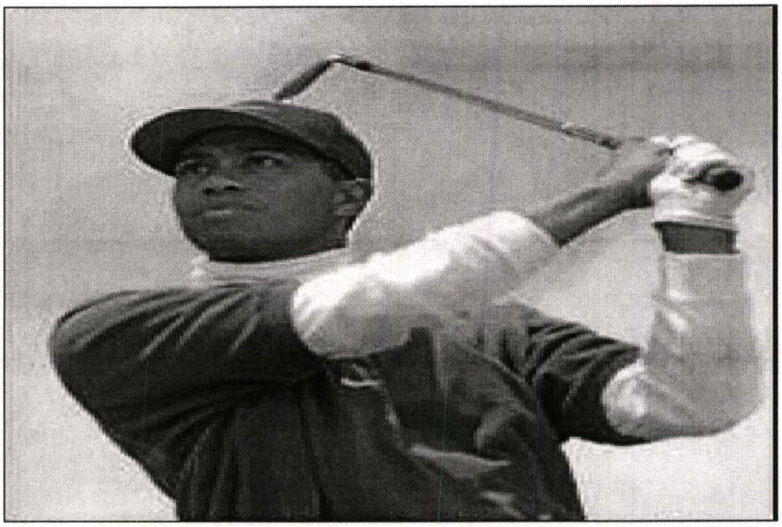
2.1.2 หลักการตรวจหาสีผิวหนังในภาพจากวีดีทัศน์ (Skin Detection from video image) (Kapur.1997)

การตรวจหาผิวหนังเป็นเทคนิคที่ทำงานบนพื้นฐานของการตรวจหาสีผิวของใบหน้า หรือสิ่งอื่นๆ ในร่างกายที่มีลักษณะของสีผิวคงที่ แม้ว่าการตรวจหาสีผิวที่ได้จากวีดีทัศน์ อาจมีความผิดพลาดเนื่องจากปริมาณของแสงจากสิ่งแวดล้อมที่อาจมีผลกระทบต่อการตรวจหาสีผิวหนัง(Skin Detection) อย่างไรก็ตามสีผิวหนังอาจไม่เพียงพอสำหรับการตรวจหาใบหน้าในภาพวีดีทัศน์

สีผิวของบุคคลเกิดจากองค์ประกอบของสีเลือด(สีแดง) และสีเมลานิน(Melanin) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของสีเหลืองและ สีน้ำตาล โดยที่สีผิวของบุคคลจะมีข้อจำกัดของช่วงความมืดและความสว่างของสี และความไม่อิ่มของสีผิว เพราะว่าความลึกและความอิ่มของสีผิวจะขึ้นกับการเพิ่มสีเมลานิน และขอบเขตของพื้นผิวที่จะเป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ที่ได้รับการสนใจ ซึ่งการคัดกรองพื้นที่ผิวหนัง จะอาศัยการจำกัดคัดกรองพื้นที่ผิวหนังจากในภาพ ทำให้ยากที่จะทำการค้นหาตรวจหาผิวหนังบุคคล และการสะท้อนของผิวหนังของบุคคลจะมีความสำคัญต่อองค์ประกอบของ non – Lambertian ความสว่างของสีจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อยจากภาพต่อภาพ ซึ่งขอบเขตของพื้นที่ผิวบางส่วนจะปรากฏเป็นสีฟ้าขาว หรือเขียวขาว และในภาพทั่วๆไปที่เราพบเห็นจะแสดงให้เห็นความบิดเบือนอย่างมากของผิวหนังที่เกิดจากความมืดหรือความสว่างของภาพ

กระบวนการของสีและองค์ประกอบที่ใช้ในการเลือกคัดกรองสีผิวหนังบุคคล เริ่มจากการลบพื้นที่ ที่ไม่ตอบสนองกับภาพที่ได้จากกล้อง นั่นคือพื้นที่ๆ เป็นสีดำ และพิจารณาองค์ประกอบของสีทั้งสามสีคือ สีแดง(Red), สีเขียว (Green), สีน้ำเงิน (Blue) ซึ่งองค์ประกอบของสีทั้ง 3 สี ที่รวมเป็นองค์ประกอบของข้อมูลภาพที่ได้รับจากกล้องวีดีทัศน์ ซึ่งในพื้นที่ของ RGB จะเป็นองค์ประกอบของ องค์ประกอบ 3 ส่วน ที่ไม่ได้รวมเฉพาะข้อมูลของสี เท่านั้นแต่ยังรวมองค์ประกอบของความสว่างของภาพเข้าไปด้วย

ในการพัฒนาระบบในส่วนของการตรวจหาผิวหนังบุคคลที่ใช้ในการพัฒนาระบบจะอาศัยข้อมูลภาพสีที่ได้จากกล้องวีดีทัศน์ในรูปแบบ RGB ซึ่งแต่ละสีจะมีค่าของสีอยู่ระหว่าง 0 – 255 เมื่อภาพได้ถูกเปลี่ยนแปลงจาก RGB เป็น IRgBy ค่าความหนาแน่นที่เล็กที่สุดจะมีค่ามากกว่า 10 พิกเซล ซึ่งจะเป็นค่า zero-response ของภาพ จะใช้ค่านี้ลบออกจากค่าของพื้นที่สีทั้งสามสี



รูปที่2.2 ตัวอย่างภาพ RGB format ดั่งเดิมก่อนทำ Skin detection

ค่าของภาพ RGB จะถูกแปลงให้อยู่ในรูป IRgBy และจากค่าขององค์ประกอบความมืดหรือสว่างที่คำนวณได้จะเป็นไปตามสูตร

$$I = [L(R) + L(B) + L(G)]/3$$
$$Rg = L(R) - L(G)$$
$$By = L(B) - [L(G) + L(R)]/2$$

โดยที่ค่า $L(x) = 105 \times \log 10(x+1)$ ค่าเมทริกซ์ Rg และ By เป็นค่าที่ได้จากการผ่านการคำนวณค่ากลาง (median) กับค่าขนาดของ 4 x Scale และค่า Scale สามารถคำนวณได้จาก (Width + Height)/320

ภาพของผิวหนังบุคคลที่มีในภาพสามารถหาได้จากแนวโน้มของโครงสร้างที่สมบูรณ์ของภาพและจะสามารถหาขอบเขตของผิวหนังได้จาก เมทริกซ์ I ตามสูตรที่แสดงอยู่ข้างต้น โดยพิจารณาค่าของขอบเขตได้จากการหาค่าHue และ ค่า Saturation โดยการแปลงค่าเป็น Hue ที่มีค่า Hue = arc tan (Rg,By) และค่า Saturation = sqrt(Rg^2+By^2) ซึ่งค่าของขอบเขตของผิวหนังบุคคลสามารถพิจารณาขอบเขตของผิวหนังได้โดย ค่าที่เป็นพื้นที่ของผิวหนังจะเป็นค่า $110 \le hue \le 180$ และมีค่า $0 \le \text{saturation} \le 130$

ในการพิจารณาขอบเขตด้วยวิธีนี้อาจทำงานได้อย่างไม่สมบูรณ์แบบ อาจเนื่องมาจากภาพที่ประกอบด้วยองค์ประกอบของสีแดง(Red) และสีเหลือง (Yellow) ทำให้การตรวจหาใบหน้าใน

ภาพ ซึ่งมีองค์ประกอบของทั้ง 2 สีนี้สูงอาจมีความคาดเคลื่อนได้

รูปที่2.3 ภาพRGB format หลังจากทำ Skin detection

2.2 หลักการและทฤษฎีสำหรับการรู้จำใบหน้าบุคคลจากภาพวีดีทัศน์

การรู้จำใบหน้าได้รับความสนใจในกลุ่มของนักวิจัยในสาขาคอมพิวเตอร์วิชั่น เป็นเวลาหลายปีมาแล้วโดยมีการศึกษาในพื้นฐานสองแบบของการรู้จำใบหน้าบุคคล คือ สิ่งแรกพื้นฐานของพารามิเตอร์ และสิ่งที่สองคือพื้นฐานของเทมเพลต

สำหรับการรู้จำบนพื้นฐานของพารามิเตอร์นั้น เป็นการวิเคราะห์ภาพที่เกี่ยวกับใบหน้าและการลดจำนวนของพารามิเตอร์ให้เล็กลงจะช่วยระบุองค์ประกอบสำคัญของใบหน้าเช่น ตำแหน่งของจมูก ขนาดของตา ความโค้งของแก้มได้ โครงสร้างการรู้จำแบบพื้นฐานของพารามิเตอร์พยายามที่จะพัฒนาประสิทธิภาพให้สามารถใช้ส่วนที่โดดเด่นของแต่ละคน ขณะที่ฐานข้อมูลภาพที่จะใช้ค้นหาและทำการเปรียบเทียบกับการรู้จำแบบพื้นฐานของพารามิเตอร์ สำหรับการดำเนินการกับภาพต้องการที่จะตัดทอนองค์ประกอบที่ ทำให้เกิดการคำนวณที่ซับซ้อน และทำการคัดเลือกอย่างระมัดระวังขององค์ประกอบบนใบหน้าที่จะไม่คลุมเครือในการบ่งบอกถึงใบหน้าบุคคล

การรู้จำแบบพื้นฐานของรูปแบบ เป็นการหาขอบเขตที่โดดเด่นของภาพใบหน้าบุคคลที่ถูกตัดทอนบางส่วนและทำการเปรียบเทียบแบบพิกเซลต่อพิกเซลกับภาพในฐานข้อมูลของแต่ละ

บุคคล โดยขบวนการทางภาพค่อนข้างเป็นเรื่องง่าย โดยจะทำการค้นหา และทำการเปรียบเทียบสำหรับการรู้จำแบบเทมเพลตจะสามารถคำนวณค่อนข้างยุ่งยาก ตั้งแต่การกำหนดขอบเขตของภาพจนกระทั่งกำหนดปัจจัยต่างๆ สำหรับการเปรียบเทียบ

วิธีการรู้จำใบหน้าบุคคลจะต้องมีฐานข้อมูลใบหน้าเริ่มต้นสำหรับการตรวจหาใบหน้าจำนวนหนึ่ง โดยขั้นตอนแรกของระบบรู้จำใบหน้าบุคคลเป็นการเรียนรู้ภาพใบหน้าบุคคลจากฐานข้อมูลที่มีอยู่ และขั้นต่อมาเป็นการเปรียบเทียบ

ระบบรู้จำใบหน้าที่จะพัฒนาขึ้นจะแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ โดยส่วนแรกจะทำหน้าที่ตัดทอนส่วนที่เป็นใบหน้าของบุคคลออกจากภาพ และส่วนต่อมาเป็นการจำแนกส่วนที่เป็นตา หรือระบุตำแหน่งต่างๆ บนใบหน้า สำหรับใบหน้าที่จะจำแนก จะรวบรวมสีต่างๆ และองค์ประกอบของการเคลื่อนไหว โดยการเคลื่อนไหวที่เปลี่ยนแปลงนำไปร่างลงในระบบตรวจหาใบหน้าโดยนำลำดับของภาพมาเปรียบเทียบความแตกต่างกัน มีหลายๆเทคนิคที่ศึกษาการรู้จำใบหน้า ตัวอย่างของอัลกอลิทึมที่เลือกมาศึกษาและพัฒนาจะแสดงในหัวข้อถัดไป

การพัฒนาระบบการรู้จำใบหน้าบุคคล (Face recognition) ได้พัฒนาและศึกษาภายใต้เทคนิค Eigenface ในการพัฒนาระบบการรู้จำใบหน้าบุคคลนี้ อาศัยการเปรียบเทียบใบหน้าจากโครงสร้างของใบหน้าจากภาพบุคคลในฐานข้อมูลภาพ โดยระบบจะสร้าง Eigenface ของภาพในฐานข้อมูล เมื่อมีภาพใหม่ที่ไม่ได้อยู่ในฐานข้อมูลภาพเข้ามาในระบบ ระบบจะใช้กระบวนการเช่นเดียวกันภาพในฐานข้อมูลภาพเพื่อวิเคราะห์ภาพใหม่ว่ามีองค์ประกอบ เช่นเดียวกับภาพที่อยู่ในฐานข้อมูลหรือไม่

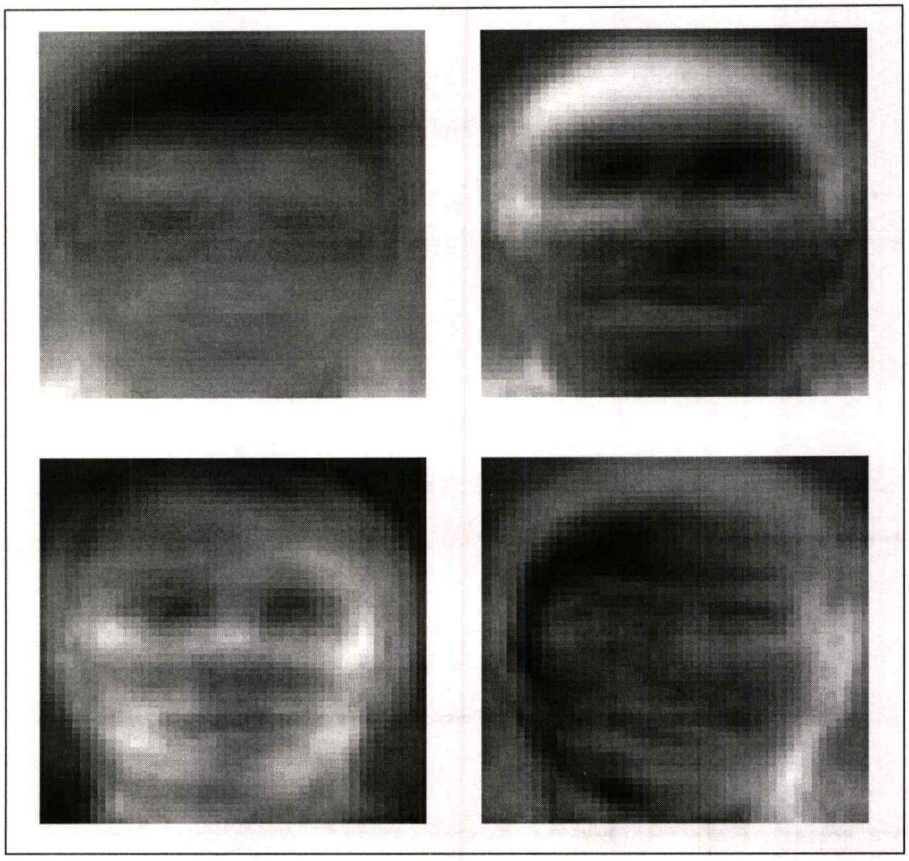
2.2.1 การรู้จำโดยใช้วิธีของ Eigenface (Turk and Pentland. 1991 ; Tou and Gonzalez. 1979)

การทำ Face Recognition เป็นการศึกษาความแตกต่างของข้อมูลภาพที่เข้ามาในระบบเปรียบเทียบกับภาพอื่นๆ โดยที่ภาพที่นำเข้ามาสู่ระบบอาจที่ องค์ประกอบที่ทำให้เกิดความแปรปวน ของภาพหรือ (Noise) ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของแสง หรือตำแหน่งของวัตถุในภาพ ที่อาจทำให้เกิดความไม่สมบูรณ์ หรือความแตกต่างของข้อมูลภาพที่นำเข้าสู่ระบบ ซึ่งระบบเองจะต้องสามารถพิจารณาองค์ประกอบที่สำคัญที่จะแสดงถึง ส่วนต่างของวัตถุที่พิจารณาเช่น ตา, จมูก, ปาก ในต่างละหน้าที่จะมีความสัมพันธ์ กับแต่ละใบหน้า ซึ่งคุณลักษณะต่างๆของใบหน้าที่เรียกว่า Eigenface ในการรู้จำองค์ประกอบใบหน้า โดยเราสามารถที่จะตัดทอนองค์ประกอบต่างๆ

ออกจากข้อมูลภาพ โดยใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยทางคณิตศาสตร์ ที่เรียกว่า Principal Component Analysis(PCA)

ค่าเฉลี่ยต่างๆที่หาได้มาจากการแปลงข้อมูลภาพดั้งเดิมที่เข้าสู่ระบบในช่วงของการทำการเรียนรู้ระบบที่จะอยู่ในลักษณะของ Eigenface ในทุกๆค่าของ Eigenface จะเฉพาะส่วนที่ชัดเจนขององค์ประกอบของหน้า ที่อาจจะมีหรือไม่มีอยู่ในภาพที่นำมาให้ระบบเรียนรู้ก็ได้ ซึ่งถ้าหากว่าในภาพมีองค์ประกอบของหน้าก็จะทำให้มีระดับความสำคัญสูง ทำให้การรวมกันของค่า Eigenface จะมีค่าสูง ในทางตรงกันข้าม ถ้าหากว่าไม่ปรากฏองค์ประกอบของหน้าเลยภาพ ภายในภาพ ค่าของ Eigenface ที่คำนวณได้จะมีค่าน้อย ดังนั้นการสร้างโครงสร้างของใบหน้าจากค่าของ Eigenface จากการถ่วงน้ำหนักของผลรวมของทุกๆค่าของ Eigenface จะทำให้ได้ค่าของรูปภาพที่นำเข้าสู่ระบบมีค่าเท่ากับค่าของผลรวมของทุกๆ Eigenface ที่แต่ละค่าของ Eigenface ได้รับการถ่วงน้ำหนัก แล้วโดยค่ารายละเอียดของการถ่วงน้ำหนักจะเป็นระดับของโครงสร้างใบหน้าที่แสดงอยู่ในภาพของรูปที่นำเข้าสู่ระบบ ถ้าเราเอาทุกๆค่าของ Eigenface ของภาพที่นำเข้าสู่ระบบ

หลักการรู้จำใบหน้าบุคคลด้วยวิธีของ Eigenface พัฒนาโดยมีแนวคิดที่ว่าภาพที่นำเข้ามาให้ระบบเรียนรู้สามารถจัดแสดงให้อยู่ในรูปของ Principle Component โดยจะให้ค่าน้ำหนักขององค์ประกอบของแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน จึงต้องหาค่า Eigenvector ของ Covariance matrix ของภาพเหล่านั้น และค่าEigenvector จะเป็นลักษณะเฉพาะที่จะแสดงคุณสมบัติต่างๆ ของรูปแบบในแต่ละใบหน้า ซึ่ง Eigenvector ก็คือค่า Eigenface นั่นเอง ค่าของแต่ละ Eigenface นั้นไม่เกี่ยวข้องกันเลย โดยที่เป็นไปได้จะมีค่ามากที่สุดเท่ากับ จำนวนภาพที่นำเข้าสู่ระบบเพื่อการเรียนรู้ ในการนำไปใช้งานจะเลือกค่า Eigenface ที่มีค่าสูงๆ



รูปที่2.4 แสดงลักษณะของ Eigenface

2.2.1.1 ภาพรวมของอัลกอลิทึม

อัลกอลิทึมสำหรับระบบรู้จำใบหน้าบุคคลที่ใช้วิธี Eigenface เป็นวิธีพื้นฐานที่สามารถอธิบายได้ดังนี้

- ภาพที่ใช้สำหรับเรียนรู้ของระบบจะถูกแปลงรูปให้อยู่ในรูปของเซตของ Eigenface (E)

- ค่าถ่วงน้ำหนักคำนวนได้จากแต่ละภาพที่นำมาให้ระบบเรียนรู้ และเก็บอยู่ในเซตของ W

ถ้าหากว่าภาพใหม่ที่เข้ามาสู่ระบบ (X) จะทำการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักของภาพนั้นๆ และเก็บไว้ในเวกเตอร์ W_x ต่อจากนั้นเอาค่าของ W_x มาเปรียบเทียบกับค่าถ่วงน้ำหนักของภาพที่ทราบแน่นอนว่าเป็นภาพใบหน้าอย่างแน่นอน

2.2.1.2 Eigenvectors and Eigenvalues

ค่า Eigenvectors ของเมทริกซ์เป็นค่าเวกเตอร์ ถ้าเอาค่านี้คูณเข้ากับเมทริกซ์ จะได้ผลลัพธ์เป็นค่าจำนวนเต็มของเวกเตอร์ ซึ่งค่าของจำนวนเต็มที่ได้นี้ จะเป็นค่าของ Eigenvalues ของ Eigenvector นั้นโดยความสัมพันธ์นี้สามารถแสดงได้จากสมการ

$$M \times \mu = \lambda \times \mu$$

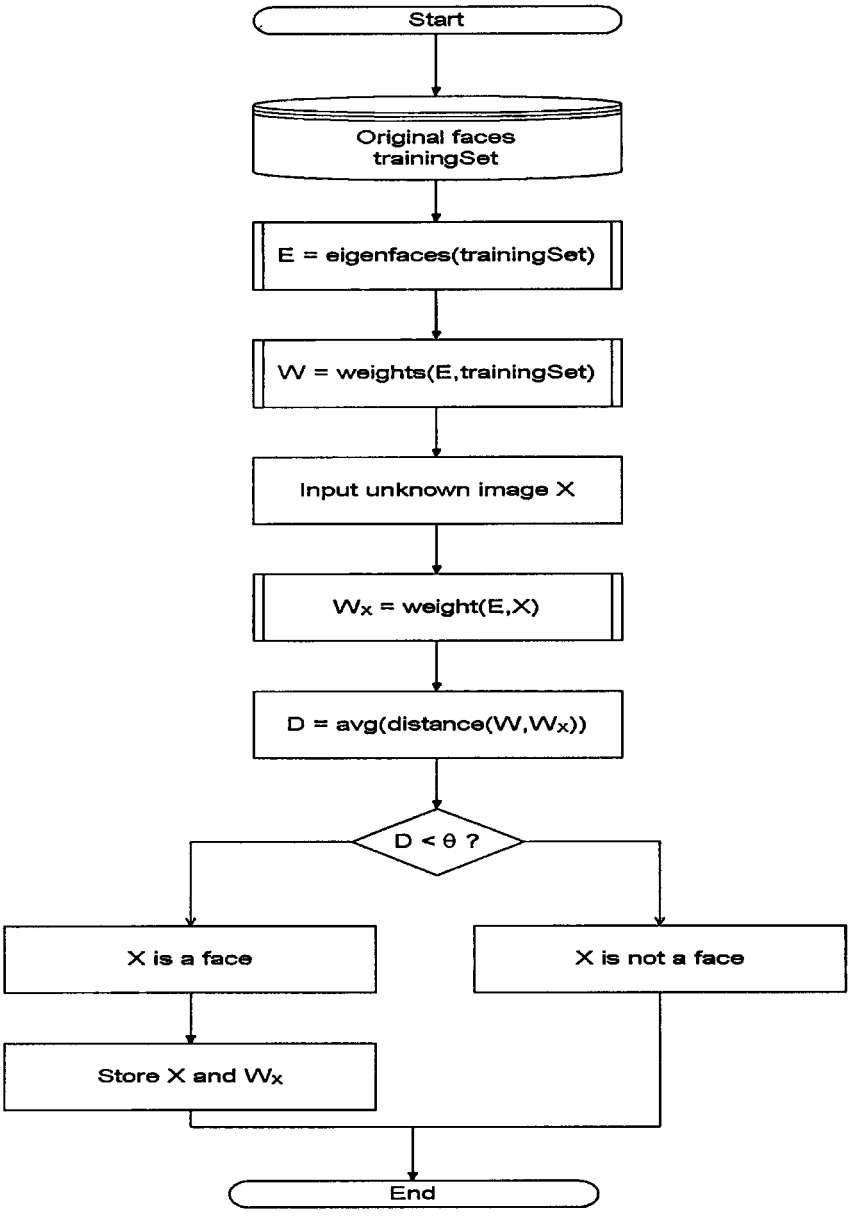
โดยที่ μ คือ Eigenvector ของเมทริกซ์ M และค่า λ เป็นค่า Eigenvalue

ค่า Eigenvectors มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- เราจะพิจารณาค่าจากเฉพาะเมทริกซ์จตุรัสเท่านั้น
- จะได้ค่า n ค่า Eigenvectors สำหรับ n x n เมทริกซ์
- ทุกๆค่าของ Eigenvectors จะเป็น perpendicular

2.2.1.3 เทคนิคการคำนวณค่า Eigenface และขั้นตอนการทำงานของอัลกอลิทึม (PISSARENKO. 2003)

ในการพัฒนาระบบการรู้จำใบหน้าบุคคล(Face recognition) ที่ได้พัฒนานี้ ได้ทำการศึกษาและพัฒนาระบบอัลกอริทึมที่ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้าบุคคลแบบ Eigenface สามารถอธิบายการขั้นตอนการคำนวณค่าและการเปรียบเทียบตามรูปที่2.1

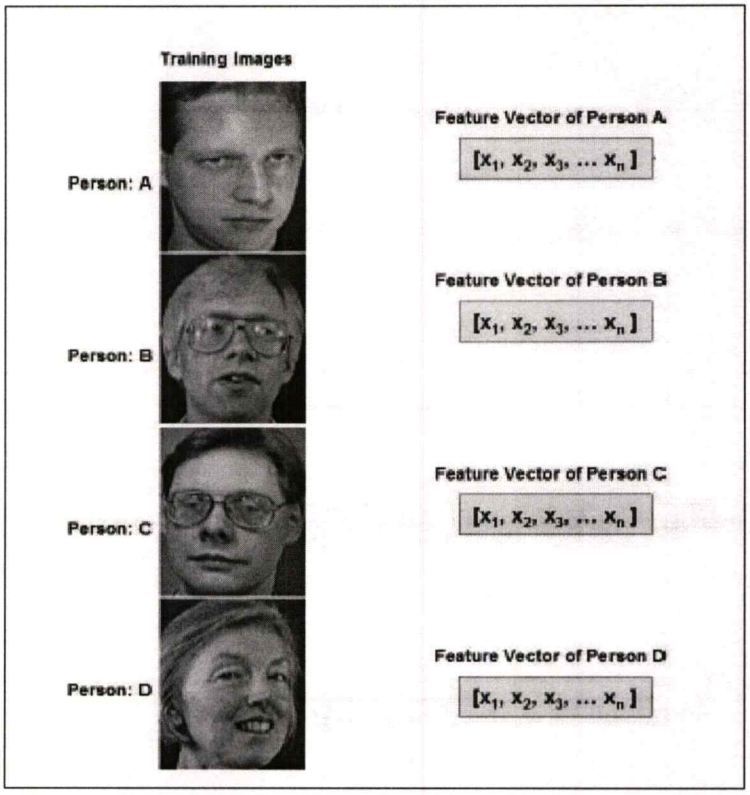


รูปที่2.5 ขั้นตอนการคำนวน Eigenface

รายละเอียดและขั้นตอนการคำนวณ สำหรับระบบการรู้จำใบหน้าบุคคลจากภาพวีดีทัศน์ สามารถแสดงรายละเอียดและขั้นตอนการคำนวณได้ดังนี้

I. การจัดเตรียมข้อมูล

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการจัดเตรียมเซตของภาพใบหน้าที่จะใช้สำหรับการเรียนรู้ระบบ (Γ_i)



รูปที่2.6 แสดงลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้ระบบ

II. การหาค่าผลลบจากค่าเฉลี่ย

คำนวณหาค่าเฉลี่ยของเมทริกซ์ ψ และเอาค่าเฉลี่ยของเมทริกซ์ที่ได้ลบค่าจากภาพใบหน้าในแต่ละหน้า (Γ_i) และผลลัพธ์จะเก็บไว้ในตัวแปร Φ_i

$$\psi = \frac{1}{\mathrm{M}} \sum_{n-1}^{\mathrm{M}} \Gamma_n$$

$$\Phi_i = \Gamma_i - \psi$$

III. การหาค่า Covariance ของเมทริกซ์

ขั้นตอนต่อมาเป็นการหาค่า Covariance ของเมทริกซ์ที่สามารถคำนวณได้จาก

$$C = \frac{1}{\mathrm{M}} \sum_{n-1}^{\mathrm{M}} \Phi_n \Phi_n^T = \mathrm{AA}^T$$

IV. การหาค่า Eigenvectors, Eigenvalues ของ Covariance เมทริกซ์

ในขั้นตอนนี้ค่า Eigenvectors (Eigenface) μ_i และสัมพันธ์กับค่า Eigenvalues λ_i ที่คำนวณได้ ค่าของ Eigenface จะต้องทำการปรับปรุงรูปแบบมาตราฐาน โดยอัลกอลิทึมจะพิจารณาค่า Eigenvalues และ ค่า Eigenvector ทุกๆค่า

V. การเลือกองค์ประกอบที่สำคัญ

จากค่า M Eigenvectors (Eigenface) μ_i สำหรับค่า M' ที่ควรจะถูกเลือกที่มีค่าของ Eigenvalues ซึ่งจะแสดงถึงคุณสมบัตินัยสำคัญมากของใบหน้า ที่สามารถอธิบายได้ด้วยองค์ประกอบของ Eigenvectors และสำหรับภาพที่มีค่า Eigenvalues น้อยสามารถที่จะตัดทิ้งได้ หลังจาก M' Eigenface μ_i ได้รับการพิจารณาในช่วงที่ทำการเรียนรู้ระบบ

VI. การจัดกลุ่มจำแนกใบหน้า

การจัดกลุ่มเพื่อจำแนกภาพใบหน้าใหม่ที่ยังไม่อยู่ในระบบ Γ_{new} มีขบวนการทำงานอยู่ 2 ขั้นตอน

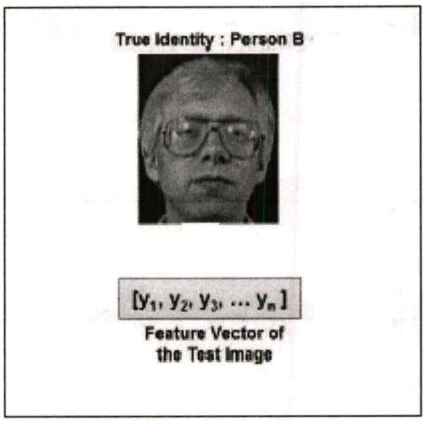
1. ภาพใหม่จะถูกแปรรูปให้อยู่ในรูปแบบขององค์ประกอบของ Eigenface ซึ่งเป็นผลจากการถ่วงน้ำหนักจากน้ำหนักของเวกเตอร์ Ω_{new}^T

$$\omega_k = \mu_k^T(\Gamma_{new} - \psi) \quad k = 1 \ldots M'$$

$$\Omega_{new}^T = [\omega_1 \omega_2 \ldots\ldots\ldots \omega_{M'}]$$

2. ค่า Euclidean distance ระหว่าง2 ค่าของการถ่วงน้ำหนักของเวกเตอร์ $d(\Omega_i, \Omega_j)$ ที่จะแสดงการวัดส่วนที่คล้ายกันของขององค์ประกอบของภาพ i และ j ถ้าหากว่าค่า Euclidean distance ระหว่าง Γ_{new} และ หน้าอื่นๆ มีค่ามากกว่า ศูนย์ สามารถสรุปได้ว่า Γ_{new} ไม่ใช่ใบหน้า

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.



รูปที่2.7 แสดงข้อมูลภาพใหม่ที่ไม่ได้อยู่ในระบบ

การคำนวณค่า Euclidean distance สามารถหาได้โดย การคำนวณค่า x จาก

$$x = [a_1(x), a_2(x), \ldots, a_n(x)]$$

โดยที่ $a_r(x)$ แสดงถึงค่าของ คุณลักษณะที่ r ของตัวอย่าง x โดยให้ระยะระหว่าง x_i และ x_j อธิบายได้โดย $d(x_i, x_j)$

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{r=1}^{n} (a_r(x_i) - a_r(x_j))^2}$$

2.3 หลักการและเทคนิคการพัฒนาระบบด้วยภาษาจาวา

แนวทางในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ในปัจจุบันเป็นลักษณะการพัฒนาโปรแกรมเชิงวัตถุ โดยขบวนการพัฒนาโปรแกรมเชิงวัตถุได้นำโครงสร้างข้อมูลและฟังก์ชันสำหรับการจัดการข้อมูล มารวมเข้าไว้ด้วยกันเป็นองค์ประกอบส่วนเดียวกันรวมเรียกว่า อ็อบเจ็ค(Object) และใช้วิธีการส่งเมสเซส (Message) ไปยังอ็อบเจ็คต่างๆเพื่อให้อ็อบเจ็ค (Object) สนองตอบความต้องการของตน

การพัฒนาโปรแกรมเชิงวัตถุมีสิ่งสำคัญสองประการคือ คลาส(Class) และคุณสมบัติของการสืบทอดคุณสมบัติ (Inheritance) โปรแกรมไม่ได้ถูกเขียนเพื่อสำหรับ อ็อปเจ็คแต่ละตัว แต่เขียนสำหรับคลาสที่เปรียบเสมือนคุณสมบัติสำหรับทุกๆอ็อปเจ็ค (Ackstein,Loy,Wood. 1998:8)

การพัฒนาระบบรู้จำใบหน้าบุคคล สำหรับการพัฒนาระบบในการศึกษานี้ ได้เลือกพัฒนาระบบด้วยภาษาจาวา(Java) โดยภาษาจาวา เองเป็นเป็นภาษาที่พัฒนาในเชิงวัตถุ ซึ่งภาษาเชิงวัตถุเองมีคุณสมบัติเด่นที่ดีอย่างเช่น

- คุณสมบัติการนำมาใช้ใหม่(Reusable)
- คุณสมบัติการถ่ายทอด (Inheritance)
- คุณสมบัติการเข้ากันได้กับระบบปฏิบัติการใดๆ(Portable)

2.3.1 การใช้ Java Media Framework (JMF) ในการรับข้อมูลภาพจากกล้องวีดีทัศน์

Java Media Framework (JMF) เป็นโปรแกรมประยุกต์สำหรับการเชื่อมต่อ (API) ที่มีขนาดใหญ่และมีประโยชน์หลากหลาย ที่ใช้สำหรับจัดการกับมัลติมีเดีย ในปัจจุบัน JMF อยู่ในเวอร์ชัน 2.1 ซึ่งเป็นโปรแกรม จาวา ที่ทำงานกับมัลติมีเดียที่ทำงานบนพื้นฐานของเวลา โดย JMF ในปัจจุบันอยู่ภายใต้ Sun Community Source Licensing Program (SCSL) โดย JMF จะทำหน้าที่จัดการภาพและมัลติมีเดีย ซึ่ง JMF มีความสามารถดังนี้

- สามารถพัฒนาโปรแกรมประยุกต์และApplet เล่นมัลติมีเดียในรูปแบบต่างๆ โดยรูปแบบของมัลติมีเดียที่สนับสนุนเช่น AU, AVI, MIDI, MPEG, QuickTime, WAV
- สามารถเล่นมัลติมีเดียแบบ Streaming ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เนตได้
- สามารถจับภาพและเสียงจากอุปกรณ์เช่น กล้องวีดีทัศน์ และสามารถเก็บมัลติมีเดียในรูปแบบที่โปรแกรมนั้นสนับสนุน
- สามารถจัดการมัลติมีเดียบนพื้นฐานของเวลา และสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบของมัลติมีเดียนั้น
- สามารถส่งมัลติมีเดียทั้งภาพและเสียงผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เนต
- สามารถออกอากาศภาพและเสียงผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เนต

2.3.1.1 สถาปัตยกรรมของ JMF

การทำความเข้าใจสำหรับสถาปัตยกรรมของ JMF โดยการทำงานของ JMF จะช่วยให้สามารถจับข้อมูลที่เป็นทั้งภาพและเสียงจากอุปกรณ์ โดยไมโครโฟนจะช่วยในการจับข้อมูลของเสียง กล้องวีดีทัศน์จะช่วยจับข้อมูลภาพ และในส่วนของ JMF เองมีรูปแบบของส่วนต่างๆดังนี้

- Data Source ในJMF อาศัย Data Source ในการแสดงถึงอ็อปเจ็คมัลติมีเดียโดย Data Source จะสามารถอ้างถึงแฟ้มข้อมูลมัลติมีเดียหรือ ข้อมูลมัลติมีเดียจากอุปกรณ์ กล้องวีดีทัศน์ และจากอินเทอร์เนต โดย Data Source จะใช้อ้างถึงข้อมูลและป้อนข้อมูลให้กับ Player เพื่อทำการแสดงผลต่อไป

- Capture Device ใน JMF จะแสดงถึงอุปกรณ์ที่เราใช้สำหรับเก็บข้อมูลอย่างเช่น ไมโครโฟน หรือ กล้องวีดีทัศน์ ในการจับสัญญาณข้อมูลมัลติมีเดียเพื่อป้อนให้กับ Player ในการแสดงผลต่อไป

- Player จะทำหน้าที่จัดการข้อมูลนำเข้า(Input Stream) และนำเสนอข้อมูลนั้นๆออกทางอุปกรณ์อย่างเช่นลำโพง หรือจอภาพ

- Processor เป็นชนิดของ Player ใน JMF API ส่วนของProcessor เป็นอินเทอร์เฟส (interface) ที่ขยายการทำงาน(Extends) มาจาก Player โดย Processor จะสนับสนุนการนำเสนอคล้ายๆกับ Player

- Data Sink เป็นอินเทอร์เฟสพื้นฐานของอ็อปเจ็ค(Object)ที่ใช้ในการอ่านข้อมูลมัลติมีเดียที่ถูกส่งโดย Data Source และนำเสนอข้อมูลที่ปลายทาง

- Format อ็อปเจ็ค(Object) ที่แสดงถึงอ็อปเจ็คของมีเดีย(Media) ในรูปแบบที่ต้องการ โดยมันจะบอกถึงรูปร่างของข้อมูล ชื่อของรูปแบบมัลติมีเดียที่ต้องการ Format เป็นคลาสย่อยที่รวมเอา รูปแบบของเสียง และรูปแบบของวีดีทัศน์ โดยรูปแบบวีดีทัศน์ (VideoFormat) ประกอบไปด้วยคลาสย่อย 6 คลาสย่อยคือ
    - H261Format

- H263Format
- IndexedColorFormat
- JPEGFormat
- RGBFormat
- YUVFormat

- Manager เป็นอ็อปเจ็คตัวกลางและJMF จะนำเสนอใน 4 Managers คือ

  - Manager ใช้ในการสร้าง Players, Processors, Data Sinks และ Data Source
  - Package Manager เป็นManagerที่บรรจุ รีจีสทรี(registry) ของแพกเกตที่บรรจุคลาสของ JMF
  - CaptureDeviceManager เป็นManager ที่ทำหน้าที่จัดการ รีจีสทรี(registry) ของอุปกรณ์ จับภาพ
  - PlugInManager เป็นManager ที่ทำหน้าที่ในการจัดการรีจีสทรี(registry)ของ JMF ปลั๊กอิน(Plug In) Component

ตัวอย่างของการใช้ Java Media Framework (JMF) ในการรับข้อมูลภาพจากกล้องวีดีทัศน์แบบทันทีทันใดในการพัฒนาระบบในส่วนนี้จะอาศัยโปรแกรมที่เปิดเผยโค๊ต (Open Source) ที่ใช้สำหรับดึงข้อมูลที่กล้องวีดีทัศน์ สามารถเก็บข้อมูลภาพได้ในรูปแบบวีดีทัศน์เป็น RGB Format ซึ่งจะสามารถใช้โปรแกรมในส่วนนี้ทำงาน จะต้องทำการติดตั้งโปรแกรม Java Media Framework ลงในเครื่อง และจะตั้งติดตั้งกล้องวีดีทัศน์ที่จะใช้ในการเก็บข้อมูลภาพในขณะที่ทำการติดตั้งโปรแกรมเพื่อที่จะให้ในส่วนของโปรแกรมทำการ ติดตั้งรีจีสทรี(registry) ของอุปกรณ์กล้องวีดีทัศน์ชิ้นนั้นๆ เพื่อที่โปรแกรมจะสามารถเข้าถึงข้อมูลที่กล้องนั้นๆสามารถบันทึกได้

```
public class FrameGrabber implements ControllerListener {
 private String cameraDevice;
 private Dimension size;
 private int cameraDepth;
 private Object stateLock = new Object();
 private PushBufferStream camStream;
 private BufferToImage converter;
 private int framesPerSecond;
 private int skipTime = 0;

 public FrameGrabber (String cameraDevice, Dimension size, int cameraDepth) {
  CaptureDeviceInfo device = CaptureDeviceManager.getDevice(cameraDevice);

  if (device == null) {
        System.err.println ("FrameGrabber: No device found: " + cameraDevice);
  }
  RGBFormat userFormat = null;
  Format[] cfmt = device.getFormats();
  for (int i = 0; i < cfmt.length; i++) {
   if (cfmt[i] instanceof RGBFormat) {
    userFormat = (RGBFormat)cfmt[i];
    Dimension d = userFormat.getSize();
    int bitsPerPixel = userFormat.getBitsPerPixel();
    if (size.equals(d) && bitsPerPixel == cameraDepth)
     break;
    userFormat = null;
   }
  }
  if (userFormat == null) {
        System.err.println ("FrameGrabber: Requested format not supported");
  }
  MediaLocator loc = device.getLocator();
  if (loc == null) {
        System.err.println ("FrameGrabber: Unable to get MediaLocator for device");
  }
  DataSource formattedSource = null;
  try {
   formattedSource = Manager.createDataSource(loc);
  } catch (IOException ioe) {
  }
  if (!(formattedSource instanceof CaptureDevice)) {
        System.err.println ("FrameGrabber: DataSource not a CaptureDevice");
  }
  FormatControl[] fmtControls =
   ((CaptureDevice)formattedSource).getFormatControls();
  if (fmtControls == null || fmtControls.length == 0) {
        System.err.println ("FrameGrabber: No FormatControl available");
  }
  Format setFormat = null;
```

รูปที่2.8 แสดงโค๊ตที่ใช้ในการดึงข้อมูลภาพจากกล้องวีดีทัศน์

```
for (int i = 0; i < fmtControls.length; i++) {
  if (fmtControls[i] == null)
    continue;

  if ((setFormat = fmtControls[i].setFormat(userFormat)) != null)
    break;
 }

 if (setFormat == null) {
        System.err.println ("FrameGrabber: Failed to set camera format");
 }

 try {
  formattedSource.connect();
 } catch (IOException ioe) {
        System.err.println ("FrameGrabber: Unable to connect to DataSource");
 }
 Processor deviceProc = null;

 try {
  deviceProc = Manager.createProcessor(formattedSource);
 } catch (IOException ioe) {

 }

 deviceProc.addControllerListener(this);
 deviceProc.realize();

 while (deviceProc.getState() != Controller.Realized) {
  synchronized (stateLock) {
    try {
     stateLock.wait();
    } catch (InterruptedException ie) {
    }
  }
 }

 deviceProc.start();

 PushBufferDataSource source = null;

 try {
  source = (PushBufferDataSource)deviceProc.getDataOutput();
 } catch (NotRealizedError nre) {
 }

 PushBufferStream[] streams = source.getStreams();
 camStream = null;
 for (int i = 0; i < streams.length; i++) {
```

รูปที่2.8 (ต่อ) แสดงโค๊ตที่ใช้ในการดึงข้อมูลภาพจากกล้องวีดีทัศน์

```
if (streams[i].getFormat() instanceof RGBFormat) {
      camStream = streams[i];
      RGBFormat rgbf = (RGBFormat)streams[i].getFormat();
      converter = new BufferToImage(rgbf);
      break;
    }
   }

   framesPerSecond = Math.round (((VideoFormat)(camStream.getFormat())).getFrameRate());
   if (framesPerSecond<=0) framesPerSecond = 60; // Default

 }

 public Image getImage() {
  Buffer b = new Buffer();

  int skipFrames = skipTime * framesPerSecond / 1000;

  try {
          for (int i=0; i<skipFrames+1 && !camStream.endOfStream(); i++) {
            camStream.read(b);
          }
  } catch (IOException ioe) {
          System.err.println ("FrameGrabber: Unable to capture frame from camera");
          ioe.printStackTrace ();
          return null;
  }

  return converter.createImage (b);
 }

 /**
  * Setting: Skip this much time (msec) on each read, so don't fall too far behind --RJ
  */
 public void setSkipTime (int skipTime) {
  this.skipTime = skipTime;
 }

 public void controllerUpdate(ControllerEvent ce) {
  if (ce instanceof RealizeCompleteEvent) {
   System.out.println("FrameGrabber: Realize transition completed");

   synchronized (stateLock) {
    stateLock.notifyAll();
   }
  }
 }
}
```

รูปที่2.8 (ต่อ) แสดงโค๊ตที่ใช้ในการดึงข้อมูลภาพจากกล้องวีดีทัศน์

ในส่วนของโค๊ตที่แสดง นี้จะแสดงให้เห็นถึงวิธีในการบอกว่า อุปกรณ์ที่จะติดต่อมีชื่ออ้างอิงกับระบบว่าอย่างไร ดังแสดงตัวอย่างโค๊ตจะติดต่อกับกล้อง "vfw:Microsoft WDM Image Capture(Win32):0"

```
CaptureDeviceInfo device =
CaptureDeviceManager.getDevice("vfw:Microsoft WDM Image Capture (Win32):0");
RGBFormat userFormat = null;
Format[] cfmt = device.getFormats();
```

รูปที่2.9 แสดงตัวอย่างโค๊ตในการเซตให้โปรแกรมติดต่อกับอุปกรณ์

สำหรับโค๊ตในส่วนนี้จะแสดงการเลือก รูปแบบของวีดีทัศน์ที่ได้จากกล้องวีดีทัศน์ สำหรับโครงการพัฒนาระบบนี้จะสามารถทำงานกับกล้องวีดีทัศน์ ที่ให้รูปแบบของวีดีทัศน์เป็น RGB เท่านั้น

```
/* Find the format that the user has requested (if available) */
  for (int i = 0; i < cfmt.length; i++) {
   if (cfmt[i] instanceof RGBFormat) {
    userFormat = (RGBFormat)cfmt[i];
    Dimension d = userFormat.getSize();

    int bitsPerPixel = userFormat.getBitsPerPixel();

    if (size.equals(d) && bitsPerPixel == cameraDepth)
     break;

    userFormat = null;
   }
  }
```

รูปที่2.10 แสดงการหารูปแบบของข้อมูลจากกล้องวีดีทัศน์

ส่วนนี้แสดงเมทตอด(Methods) ที่ใช้สำหรับการดึงภาพในแต่เฟรมที่กล้องวีดีทัศน์สามารถเก็บบันทึกได้ ให้อยู่ในรูปแบบของ Image ของภาษาจาวา

```
public Image getImage() {
  Buffer b = new Buffer();

  int skipFrames = skipTime * framesPerSecond / 1000;

  try {
          for (int i=0; i<skipFrames+1 && ! camStream.endOfStream(); i++) {
            camStream.read(b);
          }
  } catch (IOException ioe) {
          System.err.println ("FrameGrabber: Unable to capture frame from camera");
          ioe.printStackTrace ();
          return null;
  }

  return converter.createImage (b);
}
```

รูปที่2.11 แสดงMethods ที่ทำหน้าที่ดึงข้อมูลภาพจากกล้องวีดีทัศน์

2.3.2 การใช้ Colt API ในการช่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ (CERN.1999)

แพกเกต Colt เป็นโครงการพัฒนาที่ดูแลโดย CERN และColt เป็นแพกเกตแบบเปิดเผยโค้ต (Open Source) ซึ่งพัฒนาขึ้นมาเพื่องานวิทยาศาสตร์ที่ต้องการประสิทธิภาพสูง และเทคนิคการคำนวณต่างของจาวา (java) การคำนวณที่ต้องการประสิทธิภาพสูงๆภายใต้ข้อจำกัดต่างๆเช่น ข้อจำกัดเรื่องของ Memory ซึ่งภาษาจาวาในปัจจุบันก็ได้เพิ่มและใส่ใจในเรื่องของประสิทธิภาพในการทำงาน และความใช้งานได้ง่าย

สำหรับแพกเกต Colt ในปัจจุบัน พัฒนาอยู่ในเวอร์ชัน 1.0.3 และด้วยการจัดการโครงสร้างพื้นฐานของแพกเกตให้สามารถยืดหยุ่นในการใช้งานกับงานวิทยาศาสตร์และการคำนวณที่ต้องการเทคนิคขั้นสูงสำหรับภาษาจาวา โดยแพกเกต Colt ได้ประกอบด้วยโครงสร้างข้อมูลและเทคนิค

ต่างๆที่มีประสิทธิภาพและมีประโยชน์ อย่างเช่น Linear Algebra, Multi-dimensional arrays, Statistics, Histogram, Monte Carlo Simulation เป็นต้น

แพกเกต Colt ที่แจกจ่ายนี้จะประกอบไปด้วยแพกเกตของจาวาที่ให้ฟรีหลายๆ แพกเกตรวมกันอยู่ภายใต้ชื่อ Colt โดยแพกเกต Colt จะประกอบด้วยฟังก์ชัน (function) การทำงานพื้นฐานของกระบวนการโครงสร้างข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ สำหรับข้อมูลเชิงตัวเลข, อะเรย์ (Array) ที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาด, เมทริกซ์เชิงตัวเลขที่มีหลายมิติ, พีชคณิตเชิงเส้น, ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ และสถิติที่สำคัญสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล รวบรวมเป็นแพกเกตที่ใช้สำหรับการพัฒนาโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพ คุณลักษณะเด่นที่มีใน Colt API สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

- Templated Lists and Maps แพกเกต Colt ช่วยในการจัดการกับข้อมูลประเภทลิสล์ (list) ให้มีขนาดที่สามารถยืดหยุ่นได้ และยังช่วยในการจัดการกับประเภทของข้อมูลแบบดั่งเดิม (primitive data type)
- Templated Multi-dimensional matrices แพกเกตColt จะช่วยในการจัดการข้อมูลที่มีรูปแบบเป็นเมทริกซ์ ที่มีขนาดของมิติต่างๆ ให้สามารถเก็บข้อมูล อ็อปเจ็ค(object) หรือข้อมูลที่มีชนิดของข้อมูลแบบต่างๆ
- Linear Algebra จะให้การคำนวณและ การจัดการทางคณิตศาสตร์ สำหรับเมทริกซ์ อย่างเช่น Eigenvalues ,Singular value
- Histogramming เป็นส่วนที่ใช้ในการคำนวณ และจัดการในด้านของ Histogramming
- Mathematics เป็นเครื่องมือประยุกต์สำหรับการคำนวณทางคณิตศาสตร์ เช่น พีชคณิต, Polynomial เป็นต้น
- Statistics เป็นเครื่องมือที่ใช้ช่วยในการคำนวณทางสถิติเช่น ความน่าจะเป็น การกระจายต่างๆ และฟังก์ชันทางสถิติพื้นฐาน
- Random Number และ Random Sampling
- รวม Java Algorithm Library(JAL) รวมรวมฟังก์ชันการทำงานต่างๆ ของ JAL เอาไว้
- util.concurrent มีฟังก์ชันต่างๆที่ช่วยในการคำนวณแบบขนานอย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.3 การใช้ Java Image Processing API ในการจัดการข้อมูลภาพ (Rusås . 2003)

การจัดการข้อมูลภาพที่ได้จากกล้องวีดีทัศน์ สามารถใช้ API ที่ให้บริการจัดการข้อมูลภาพ ซึ่งในการพัฒนาระบบการรู้จำใบหน้าบุคคลจากกล้องวีดีทัศน์ครั้งนี้ เลือกใช้ Java Image Processing API ซึ่งในปัจจุบัน ได้รับการพัฒนามาจนถึงเวอร์ชันที่ 2 ซึ่งผู้ที่พัฒนา Java Image Processing เป็นกลุ่มนักศึกษาที่ Høgskolen i Østfold (Østfold College) ที่ได้รวบรวมฟังก์ชันการทำงานพื้นฐานเพื่อใช้ในการจัดการข้อมูลภาพ

ในการใช้งานของ Java Image Processing API จะประกอบด้วยคลาสพื้นฐานเพื่อการใช้งานในการจัดการข้อมูลภาพ คือ

- RGBImage เป็นinstance ของ BufferedImage ที่ใช้ในการจัดการเรื่องการเปิด การบันทึกและการเขียนข้อมูลภาพ โดยRGBImage เป็นคลาสที่สามารถใช้งานได้ง่ายและยังมีMethods ที่ใช้สำหรับการสร้าง BufferedImage รวมถึงการจัดการข้อมูลภาพในแต่ละพิกเซล โดยMethod จะสร้างข้อมูลเมทริกซ์จาก ข้อมูลภาพ
- IntensityImage เป็นคลาสที่จะสามารถจัดการข้อมูลภาพที่เป็น gray scale และให้ข้อมูลภาพที่เป็นอะเรย์ของเมทริกซ์ในแต่ละพิกเซล
- BinaryImage เป็นคลาสที่จะสามารถจัดการข้อมูลภาพที่เป็น Binary(ภาพขาว-ดำ)
- HSIImage เป็นคลาสที่จะสามารถในการจัดการข้อมูลภาพที่เป็นองค์ประกอบของ hue, saturation และ intensity และมี Method ที่ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของข้อมูลระหว่าง HIS และ RGB
- HSVImage เป็นคลาสที่จะสามารถในการจัดการข้อมูลภาพที่เป็นองค์ประกอบของ hue, saturation และ intensity แต่ข้อแตกต่างของHSV กับ HIS คือแต่ละองค์ประกอบมีความหลากหลายและเป็นอิสระ

การใช้ Java Image Processing กับการจัดการข้อมูลภาพช่วยให้สามารถจัดการกับข้อมูลในแต่พิกเซลได้ง่ายขึ้น ดังตัวอย่างรูปที่2.12 จะเห็นว่า สามารถที่จะอ่านข้อมูลภาพในแต่ละพิกเซลมาเก็บไว้ในอะเรย์ (array) จึงสะดวกต่อการนำไปคำนวณเปรียบเทียบ จากตัวอย่างดังรูป original เป็นinstance ของคลาส RGBImage ซึ่งจะทำการโหลดข้อมูลภาพ k.bmp เข้ามาในระบบและ ค่าของ short [][] red = original.getRed() เป็นตัวอย่างของการเก็บค่าของพิกเซลสีแดงเอาไว้ในอะเรย์ red และสำหรับค่าของพิกเซลสีอื่นๆก็มีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกันดังรูปที่ 2.12

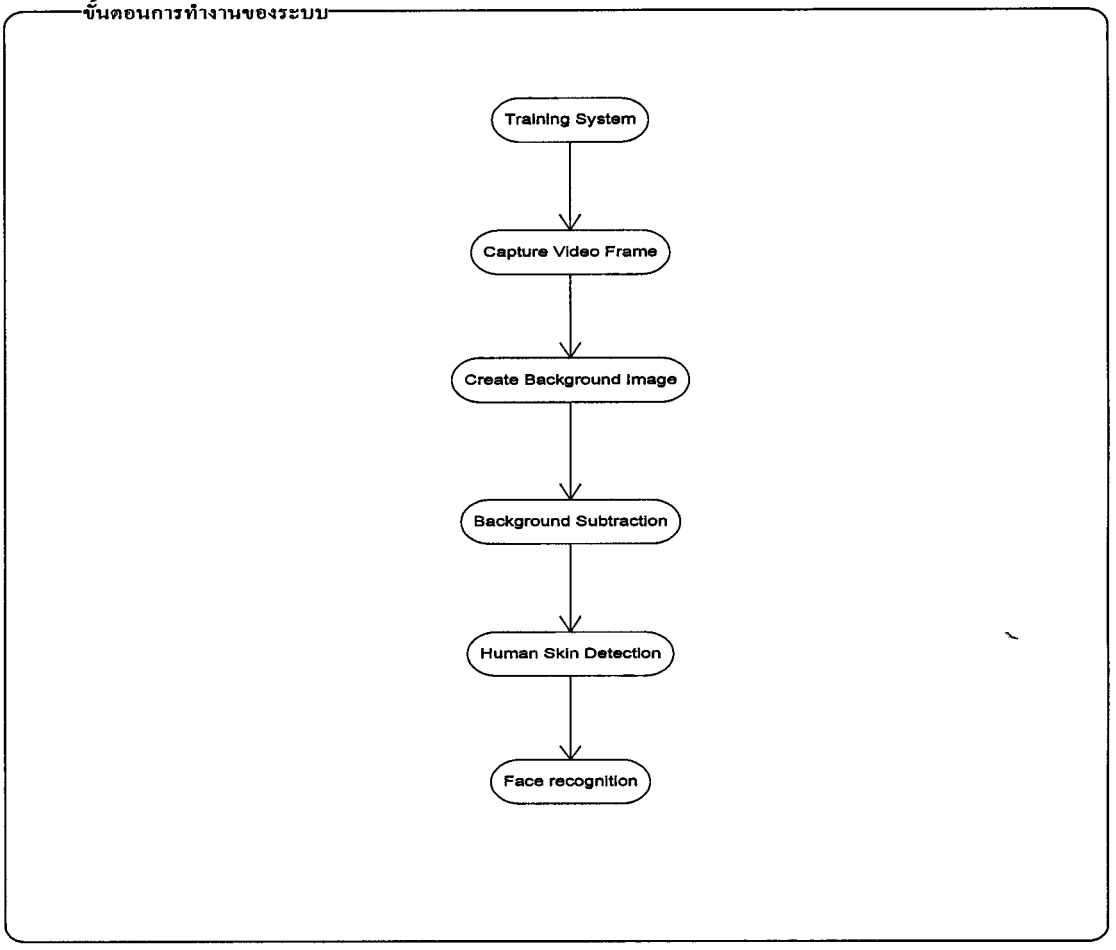
```
original = new RGBImage("k.bmp");
        // Red, green and blue matrices
        short[][] red = original.getRed();
        short[][] green = original.getGreen();
        short[][] blue = original.getBlue();
        int rows = original.getHeight();
        int cols = original.getWidth();
        // Mark red where blue is the dominating color
for (int row = 0; row < rows; row++){
          for (int col = 0; col < cols; col++)                    {
                if (red[row][col] <= blue[row][col]|| red[row][col] <= green[row][col] &&
                        blue[row][col] <= green[row][col])                    {
                        red[row][col] = 0;
                        blue[row][col] = 0;
                        green[row][col] = 0;
                }//If condition
          }//loop col
        }//loop row
```

รูปที่ 2.12 แสดงตัวอย่างโค๊ตที่ใช้สำหรับจัดการกับข้อมูลภาพประเภทRGB

บทที่ 3

ขั้นตอนการประมวลผลของระบบ

ขั้นตอนการประมวลผลของระบบการรู้จำใบหน้าบุคคลจากภาพวีดีทัศน์ จะสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานหลักๆ ได้เป็น 2 ส่วนหลักคือ การตรวจหาใบหน้าบุคคลจากกล้องวีดีทัศน์ ซึ่งในส่วนนี้จะรวมเอาการทำการตรวหาภาพผิวหนังบุคคลเข้าไว้ด้วย และส่วนที่สองคือการรู้จำใบหน้าบุคคล สามารถแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่3.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ

ขั้นตอนการประมวลผลของระบบที่แสดงดังรูปที่ 3.1 สามารถอธิบายการทำงานในแต่ละขั้นตอนได้ดังนี้

- Training System ขั้นตอนการ Training System เป็นส่วนที่สร้างการเรียนรู้ของระบบการรู้จำใบหน้าบุคคล โดยระบบจะให้เลือก Folder ที่เป็นที่เก็บฐานข้อมูลภาพในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยระบบ จะอ่านข้อมูล ตามวิธีของ Eigenface เพื่อสร้างข้อมูลการเรียนรู้ของระบบ

- Capture Video Frame ขั้นตอนการ Capture Video Frame จะทำหน้าที่สร้างการเชื่อมต่อข้อมูลจากกล้องวีดีทัศน์ เพื่อนำข้อมูลภาพเข้าสู่ระบบ ซึ่งภาพในแต่ละเฟรมจะถูกนำมาประมวลผลในขั้นตอนต่อๆไป

- Create Background Image ขั้นตอนการ Create Background Image จะนำภาพที่รับจากกล้องวีดีทัศน์ในแต่ละ เฟรมที่เลือกเป็นภาพพื้นฉากหลัง มาสร้างเป็นเป็นภาพพื้นฉากหลัง เพื่อใช้ในการลบภาพฉากหลังของระบบ

- Background Subtraction ขั้นตอนการ Background Subtraction จะนำภาพฉากหลังที่ได้จากขั้นตอน การสร้างภาพ Background มาลบข้อมูลภาพที่ได้รับจากกล้องวีดีทัศน์แบบทันทีทันใด ในขั้นตอนนี้จะได้ภาพวัตถุที่สนใจ ที่ทำการลบภาพฉากหลังแล้ว

- Human Skin Detection ขั้นตอน Human Skin Detection จะนำข้อมูลภาพที่ได้จากการลบภาพฉากหลังซึ่งจะได้ข้อมูลภาพวัตถุที่สนใน มาตรวจสอบเพื่อหาส่วนที่เป็นผิวหนังบุคคล และลบส่วนที่ไม่ใช่ผิวหนังบุคคล ออกจากภาพจากการทำงานในส่วนนี้จะได้ภาพผลลัพธ์ ที่เป็นภาพที่แสดงเฉพาะส่วนที่เป็นผิวหนังที่ปรากฏในภาพในแต่ละเฟรม

- Face Recognition ขั้นตอนการ Face Recognition จะนำข้อมูล Eigenface ที่ได้จากการสร้างการเรียนรู้ของระบบ ในขั้นตอนแรก และนำข้อมูลภาพที่รับจากกล้องวีดีทัศน์แบบทันทีทันใด และได้ผ่านการลบภาพฉากหลังและ ผ่านขั้นตอนการค้นหาผิวหนังบุคคลเรียบร้อยแล้ว นำภาพที่ได้มาคำนวณหาค่า Eigenface ตามวิธีการของ Eigenface

และทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลภาพที่ผ่านการเรียนรู้ของระบบ และยืนยันบุคคลว่าตรงกับข้อมูลภาพที่มีอยู่ในระบบแล้ว

บทที่ 4

การทดสอบและผลการทดสอบ

4.1 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทดสอบระบบ

ระบบรู้จำใบหน้าบุคคลจากภาพวีดีทัศน์ที่พัฒนาขึ้น ได้พัฒนาด้วยภาษาจาวาจำเป็นต้องมีการติดตั้งโปรแกรมประยุกต์เพิ่มเติม และจะต้องมีอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการทดสอบระบบดังต่อไปนี้

4.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้เพื่อการติดตั้งโปรแกรมระบบ เพื่อการประมวลผลที่มีหน่วยประมวลผลกลางความเร็ว 1.7 GHz พร้อมติดตั้ง JVM เวอร์ชัน 1.5 และติดตั้งJMF (Java Media Framework)

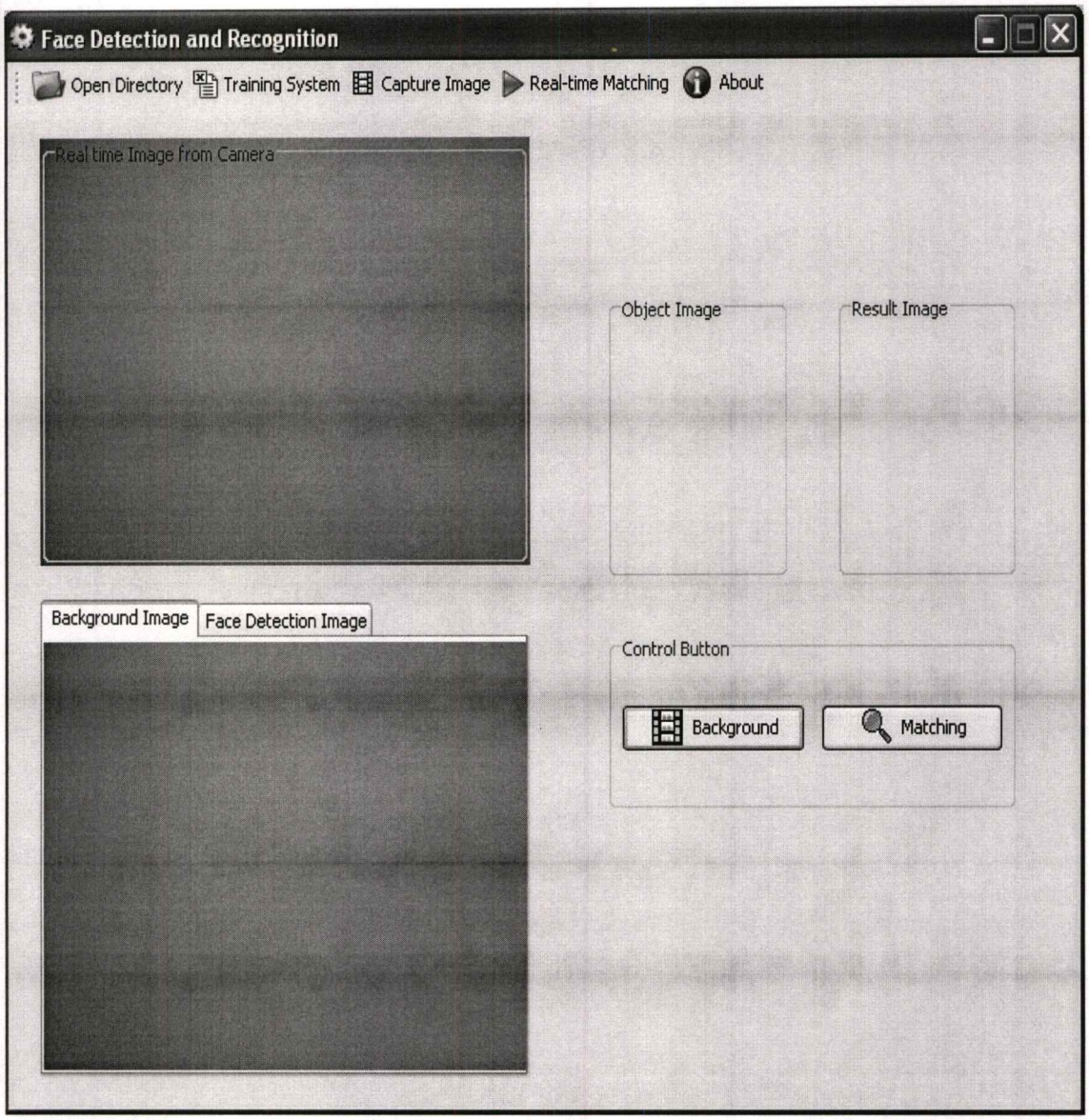
4.1.2 กล้องเว็บแคม ที่ให้รูปแบบวีดีทัศน์เป็นแบบ RGB (RGB Video Format) และเชื่อมต่อโดยผ่านพอร์ต USB

4.2 การทดสอบระบบ

การทดสอบระบบรู้จำใบหน้าบุคคลจากภาพวีดีทัศน์ ที่ได้พัฒนาขึ้นนำมาทดสอบแบ่งออกเป็นการทดสอบหลัก 2 ส่วนคือ

4.2.1 การทดสอบการตรวจหาใบหน้าบุคคลจากภาพวีดีทัศน์

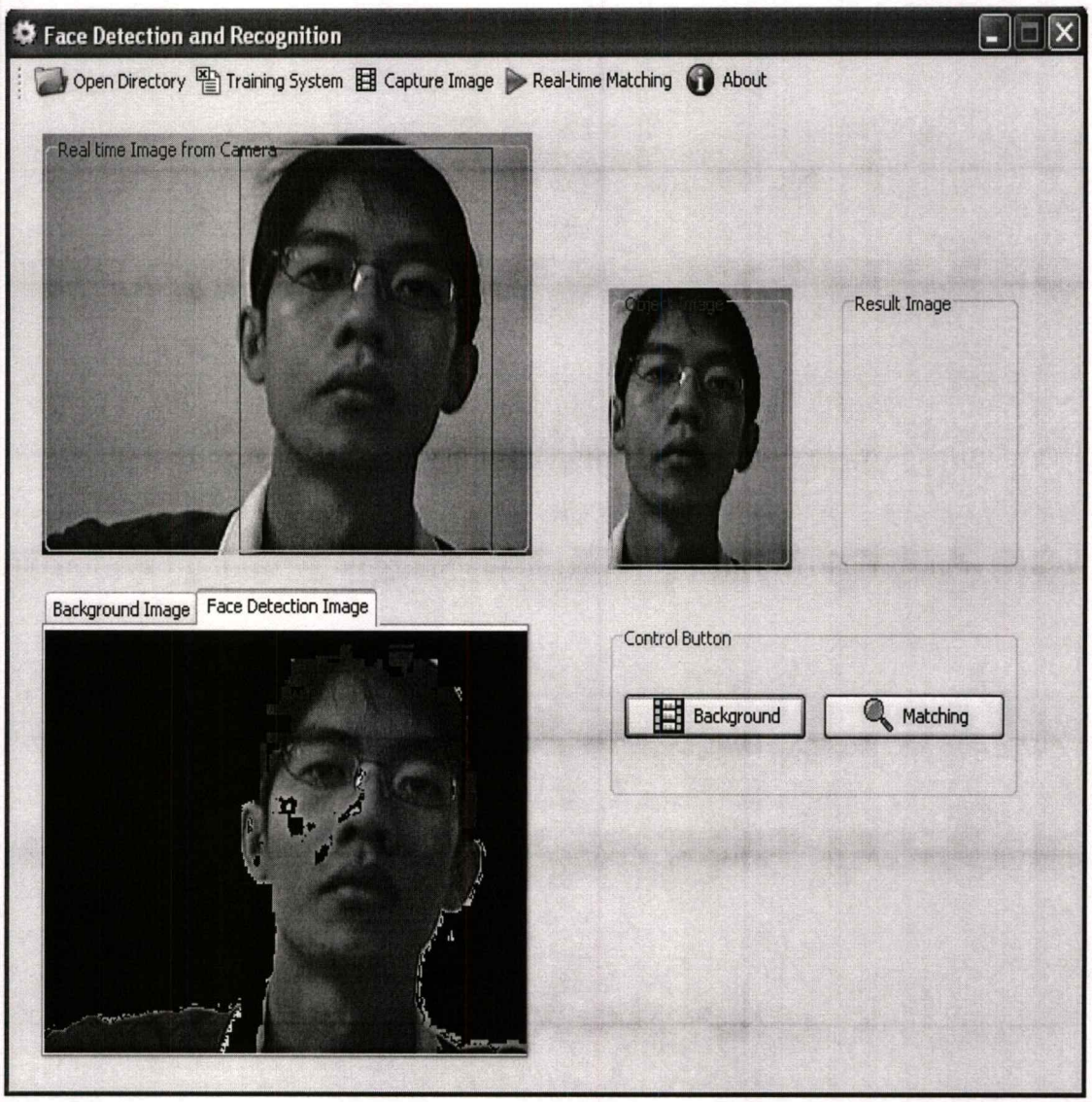
ในขั้นตอนการตรวจหาใบหน้าบุคคลจากภาพวีดีทัศน์จะเริ่มจากการรับข้อมูลภาพจากกล้องวีดีทัศน์โดยภาพที่ได้จากกล้องวีดีทัศน์ในแต่ละเฟรมจะถูกนำเข้าสู่ระบบเพื่อทำการระมวลผลในขณะที่ทำกระบวนการลบภาพพื้นหลังระบบ จะทำการบันทึกภาพที่จะเป็นฉากพื้นหลังโดยระบบที่พัฒนาขึ้นจะเก็บภาพจำนวน 10 เฟรมและนำเข้าสู่ระบบเพื่อทำการประมวลผลตามกระบวนการลบภาพพื้นหลังที่ได้พัฒนาขึ้น



รูปที่ 4.1 ภาพตัวอย่างในการทำงานของระบบ ในภาพบนซ้ายจะเป็นที่ได้จากกล้องวีดีทัศน์ที่รับภาพแบบทันทีทันใด (Real time image) ภาพล่างซ้ายเป็นภาพของฉากพื้นหลังที่ระบบทำการบันทึกเพื่อพิจารณาหาค่าเฉลี่ย

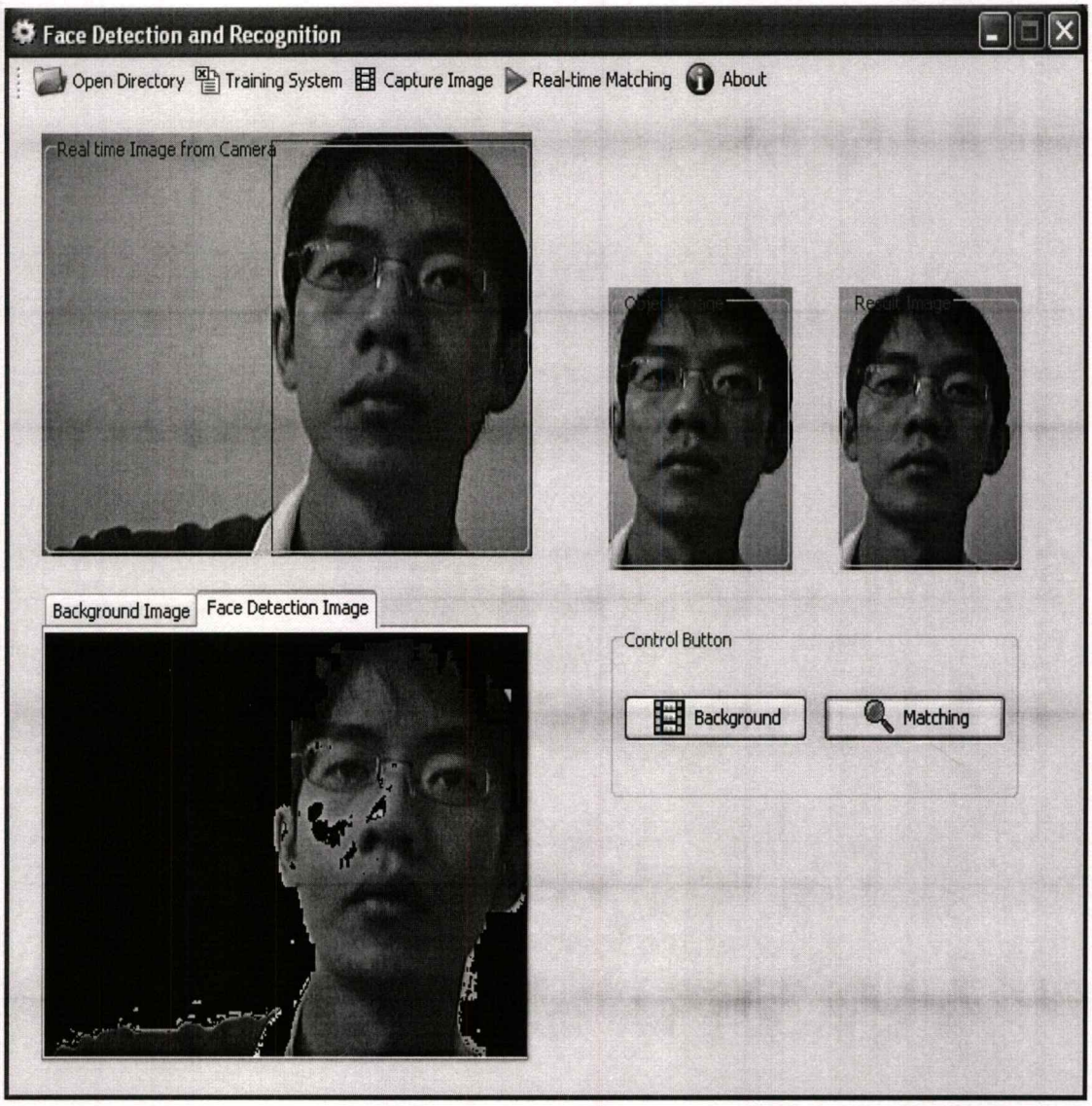
เมื่อนำภาพที่ได้จากกล้องวีดีทัศน์ มาทำกระบวนการลบภาพฉากหลัง ซึ่งภาพฉากหลังนั้นระบบได้ทำการบันทึกเอาไว้ในระบบ จากรูปที่ 4.1 เป็นการทดสอบการทำงานในขั้นตอนการลบภาพฉากหลัง จะเห็นว่าภาพซ้ายล่างเป็นภาพฉากหลังที่ระบบได้ทำการบันทึกเอาไว้ ส่วนภาพทางซ้ายบนเป็นภาพที่ระบบนำเข้าแบบทันทีทันใดจากกล้อง และทำกระบวนการลบภาพฉากหลัง

ตามขั้นตอนที่ได้พัฒนาขึ้น จะเห็นผลลัพธ์ของการลบภาพฉากหลังดังแสดงในภาพ ซึ่งจากภาพการลบฉากหลังจะเห็นว่าสามารถลบภาพฉากหลังได้ค่อนข้างจะสมบูรณ์ โดยจะเห็นว่าระบบไม่มีการสร้างขอบเขตของวัตถุขึ้นในภาพแต่ แต่ในบางครั้งจะพบว่าระบบไม่สามารถลบภาพพื้นฉากหลังได้อย่างสมบูรณ์ อันเนื่องมาจากมีความเปลี่ยนแปลงของภาพและแสง ทำให้ระบบอาจทำงานอย่างผิดพลาดได้



รูปที่4.2 การทำงานของระบบ ภาพซ้ายล่างแสดงการทำงานของระบบในการตรวจหาผิวหนังบุคคลภายในภาพโดยผ่านขั้นตอนการลบภาพฉากหลังแล้ว ส่วนภาพซ้ายบน แสดงภาพที่ได้รับจากกล้องวีดีทัศน์ก่อนประมวลผล

สำหรับการทำงานที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งคือการตรวจหาหน้าบุคคล ที่จะปรากฏในภาพ โดยหลังจากระบบทำการลบภาพฉากหลังออกจากภาพ ที่สนใจแล้ว ระบบจะทำการคำนวณในแต่ละพิกเซล ที่ได้ผ่านกระบวนการลบภาพฉากหลังเรียบร้อยแล้ว ซึ่งจะเป็นการพิจารณาว่าวัตถุที่ปรากฏขึ้นในภาพเป็นผิวหนังบุคคลหรือไม่ ซึ่งระบบจะทำการคัดกรองเอาเฉพาะพื้นที่ ที่เป็นผิวหนังบุคคลขึ้นมาแสดง



รูปที่ 4.3 ภาพขั้นตอนการตรวจหาหน้าบุคคลในภาพ ภาพล่างซ้ายเป็นภาพที่ทำการตรวจหาใบหน้าในภาพโดยทำการลบฉากหลังแล้ว ส่วนภาพบนซ้ายจะเป็นภาพที่สร้างขอบเขตที่เป็นเป้าหมายที่สนใจ และตัดเฉพาะส่วนภาพที่สนใจแสดงที่ภาพ Object Image

เมื่อทดลองการทำงานในส่วนของการตรวจหาผิวหนังบุคคลภาพในภาพ โดยการสร้างวัตถุทดลองผิวหนังบุคคล เข้าไปในภาพที่ได้รับจากกล้องวีดีทัศน์ ที่จะแทนตำแหน่งของใบหน้าซึ่ง จะเป็นสัญญาณภาพที่จะแสดงถึงผิวหนัง จะปรากฏขึ้นในภาพ ระบบจะพยายามค้นหาส่วนที่จะเป็นผิวหนัง จากภาพจากกล้องวีดีทัศน์ เมื่อพบส่วนที่คาดว่าจะเป็นผิวหนังบุคคลภาพในภาพแล้วระบบจะสร้างเส้นขอบเขต ของวัตถุที่สนใจ และตัดเฉพาะส่วนที่สนในออกมาแสดง ดังรูปที่ 4.3

จากรูปที่ 4.3 แสดงภาพการทำงานของระบบในการตรวจหาใบหน้าบุคคลที่จะปรากฏขึ้นในภาพที่ได้จากกล้องวีดีทัศน์ จะเห็นว่าระบบสามารถตรวจหาใบหน้าได้อย่างแม่นยำ แต่อาจมีการสร้างขอบเขตของภาพ เกินจากวัตถุที่สนใจอยู่บ้างเนื่องจากระบบเกิดมีสิ่งรบกวน (noise) ขึ้นในภาพดังจะเห็นได้จากรูปที่ 4.3 ภาพซ้ายล่างพบว่าหลังจากทำการลบภาพฉากหลังเรียบร้อยแล้วและระบบ ทำการตรวจหาผิวหนังบุคคล พบว่าแสงและเงาที่กิดในภาพด้านมุมขวาด้านข้างวัตถุมีลักษณะของสีใกล้เคียงกับสีของผิวหนัง ซึ่งจะเป็นสิ่งรบกวนที่เกิดขึ้นในภาพ ทำให้การสร้างขอบเขตเพื่อตัดภาพวัตถุที่สนใจอาจมีความคาดเคลื่อนไปบ้าง

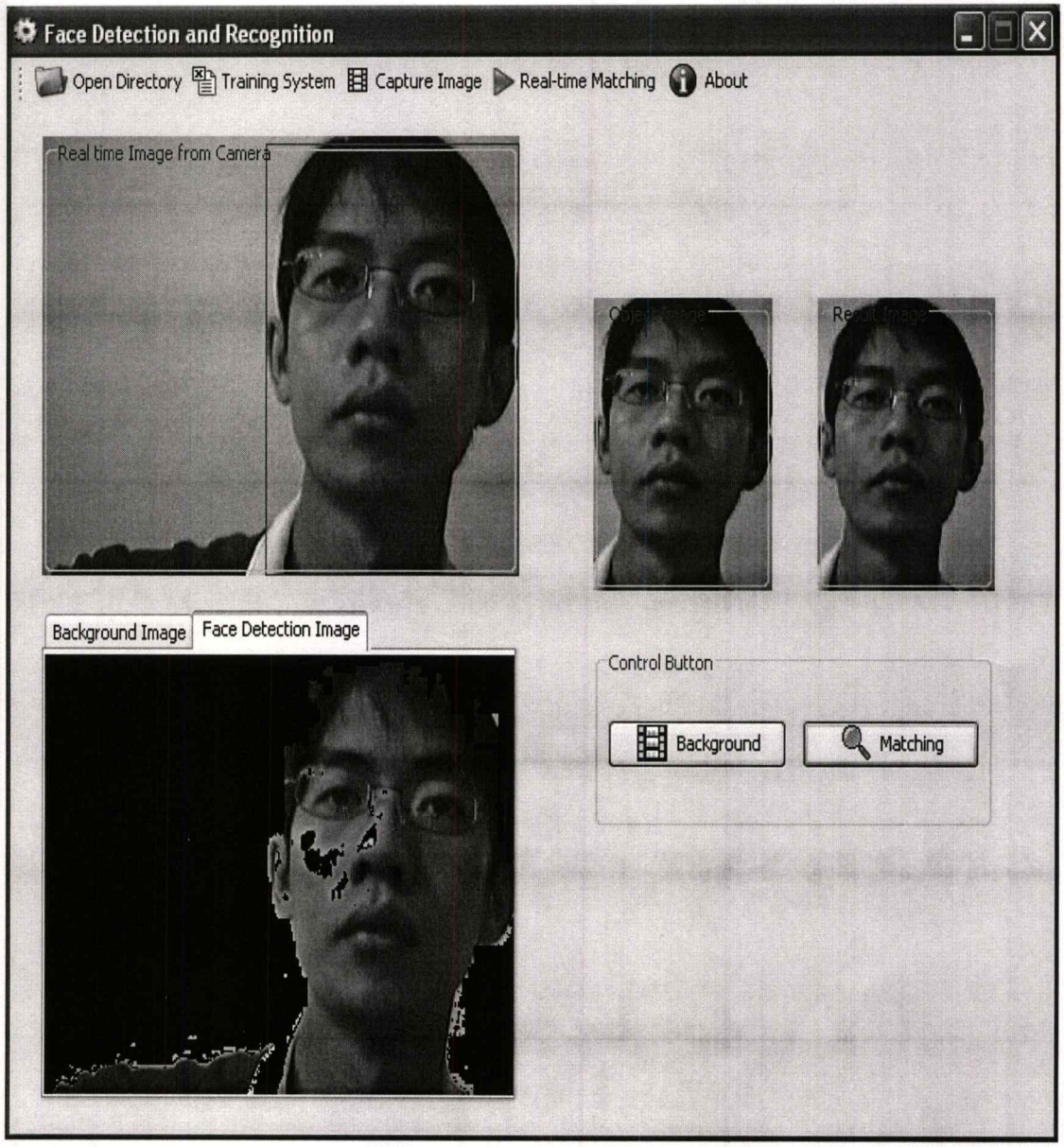
4.2.2 การทดสอบการรู้จำใบหน้าบุคคลจากภาพวีดีทัศน์

ในส่วนของการรู้จำใบหน้าบุคคลจากกล้องวีดีทัศน์ เป็นส่วนที่ทำงานต่อเนื่องจากการทำงานในส่วนของการลบภาพฉากหลังและการตรวจหาผิวหนังบุคคล ซึ่งหลังจากระบบทำการตรวจหาวัตถุที่สนใจในภาพ และทำการตัดเฉพาะส่วนที่สนใจ ออกมาเพื่อทำการวิเคราะห์ว่า เป็นภาพของบุคคล ที่ได้ทำการเรียนรู้เอาไว้หรือไม่

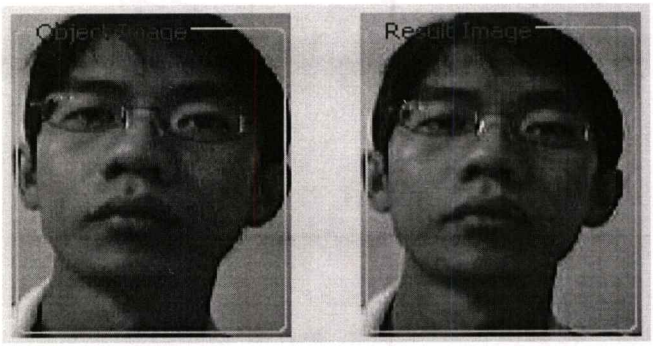
หลังจากการค้นหาตำแหน่งของวัตถุที่สนใจและได้ทำการตัดเฉพาะส่วนที่สนใจออกมาจากภาพแล้วซึ่งระบบจะพยายามคำนวณ และปรับขนาดให้เหมาะสมเพื่อจะนำเข้าสู่ระบบซึ่งระบบที่ได้พัฒนาขึ้นจะกำหนดให้ ภาพวัตถุที่จะนำเข้าสู่ระบบ เพื่อให้ระบบรู้จำใบหน้า ทำงานได้อย่างถูกต้อง

ในส่วนนี้จะต้องอาศัยการตัดภาพวัตถุที่สนใจ ที่ถูกต้องและแม่นยำ เพราะว่าหากว่าระบบตัดภาพที่ได้รับสัญญาณจากกล้องวีดีทัศน์ ไม่สามารถตัดภาพได้ตามขอบเขตที่เหมาะสม อาจทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบรู้จำใบหน้าบุคคล ลดลง ดังนั้นระบบจะต้องอาศัยการทำงานที่ถูกต้องของขั้นตอน การตรวจหาใบหน้า และขั้นตอนการตัดภาพวัตถุที่สนใจ ให้ได้ภาพของวัตถุที่สนใจเท่านั้น

รูปที่ 4.4 จะเห็นว่าระบบตรวจหาใบหน้า และลบภาพฉากหลังได้ค่อนข้างมีประสิทธิภาพ ทำให้ระบบสามารถตัดภาพวัตถุที่สนใจ และนำเข้าสู่ระบบได้อย่างถูกต้อง



รูปที่ 4.4 การทำงานของระบบ ภาพซ้ายบนแสดงขอบเขตที่ระบบจะทำการตัดภาพส่วนที่สนใจนำมาพิจารณาในส่วนของระบบการรู้จำ



รูปที่ 4.5 ภาพผลการทำงานในขั้ตอนการรู้จำใบหน้า ภาพด้านซ้ายเป็นภาพวัตถุที่จะนำเข้าสู่ระบบเพื่อตรวจสอบระบบการรู้จำ ภาพด้านขวาเป็นภาพที่อยู่ในฐานข้อมูลของระบบและตรงกับภาพใบหน้าที่ระบบตรวจสอบได้

4.3 การทดลองและผลการทำงานของระบบ

ในส่วนของการทดลองการทำงานของระบบจะใช้ฐานข้อมูลภาพดังรูปที่4.5ซึ่งภาพในส่วนนี้จะถูกนำเข้าสู่ระบบเพื่อสร้างการเรียนรู้ของระบบในขั้นตอนการรู้จำหน้าบุคคลของระบบที่ได้พัฒนาขึ้น

ก ข ค

ง จ

รูปที่ 4.6 ฐานข้อมูลภาพที่ใช้สร้างการเรียนรู้ระบบ

ในขั้นตอนการทดลองการทำงานของระบบ จะใช้ภาพของกลุ่มตัวอย่างดังรูป และให้กลุ่มบุคคลร่วมทำการทดลองการทำงานของระบบโดยทำการบันทึก ผลของการทดลองและให้กลุ่มของบุคคลที่อยู่ในภาพที่ได้รับการเรียนรู้ระบบ ทำการทดลองการรู้จำหน้าของระบบ โดยให้กลุ่มของผู้ที่ร่วมทำการทดลอง ทำการทดลองกับระบบคนละ 5 ครั้งและทำการบันทึกผลของการรู้จำหน้าของระบบ ที่แสดงการเปรียบเทียบความถูกต้องของภาพที่ระบบแสดงผลออกมา แสดงได้ดังตารางที่4.1 ซึ่งตารางจะแสดงจำนวนภาพที่บุคคลทดลอง ได้ทดลองแล้วระบบได้แสดงภาพที่ระบบได้คำนวณด้วยวิธีการรู้จำใบหน้าบุคคลออกมา ดังผลในตารางที่4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองความถูกต้องของการทำงานของระบบ แสดงจำนวนความถูกต้องที่ระบบแสดงผลออกมา

ข้อมูลรูปของ / บุคคลทดสอบ	ก	ข	ค	ง	จ	เปอร์เซ็นต์(%) ความถูกต้อง
ก	4	1	0	0	0	80%
ข	0	5	0	0	0	100%
ค	0	2	3	0	0	60%
ง	0	0	0	5	0	100%
จ	0	0	1	0	4	80%

จากผลการทดลองการทำงานของระบบ พบว่าระบบสามารถที่จะจำแนก และระบุบุคคลได้ถูกต้องในอัตราที่ค่อนข้างสูงซึ่งจากการทดลองพบว่ามีความถูกต้องโดยเฉลี่ยประมาณ 84% และจากการทดลองทำให้ทราบว่า หากภาพวัตถุที่เข้าสู่ระบบอยู่ที่จุดกึ่งกลางภาพจะทำให้ความถูกต้องของการทำงาน มีความถูกต้องสูงยิ่งขึ้น

4.4 สรุปผลการทดสอบระบบ

ระบบการรู้จำใบหน้าบุคคลจากภาพวีดีทัศน์ที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถสรุปการทำงานในด้านต่างๆ จากการทดสอบ และทดลองการทำงานที่ได้นำเสนอในส่วนที่แสดงก่อนได้ดังนี้

4.4.1 ความสามารถในการตรวจหาใบหน้าบุคคล

ประสิทธิภาพของระบบในส่วนของการตรวจหาใบหน้าบุคคล จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนซึ่งใน ส่วนแรกจะเป็นการลบภาพฉากหลัง ประสิทธิภาพของการทำงานของระบบลบภาพฉากหลัง พบว่าการทำงานจะมีประสิทธิภาพสูง ถ้าหากว่าระบบรับภาพฉากหลังที่มีแสงคงที่ และไม่มีการเคลื่อนไหวของวัตถุภาพในภาพฉากหลัง และบางครั้งพบว่าการลบภาพฉากหลัง แล้วเมื่อระบบทำงานไปได้ช่วงเวลาหนึ่ง ภาพที่ปรากฏจากการลบภาพฉากหลัง จะปรากฏสัญญาณรบกวนขึ้นภาพในภาพ ดังจะเห็นได้จากการทดสอบซึ่ง จะพบว่ามีข้อมูลภาพบางส่วนที่ผ่านการลบภาพฉากแล้วยังพบว่ามีข้อมูลภาพบางส่วนที่เป็นภาพฉากพื้นหลังยังปรากฏอยู่ในภาพ ทำให้ความสามารถในการกำหนดขอบเขต ของวัตถุเป้าหมายมีการผิดพลาดไปได้ ซึ่งเป็นสาเหตุมาจากกล้องที่มีคุณภาพของสัญญาณที่ค่อนข้างต่ำทำให้ การรับข้อมูลบางส่วนเกิดความคาดเคลื่อนได้ และอีกสาเหตุหนึ่งจะเกิดจากกลุ่มของภาพตัวอย่างที่ทำการบันทึกเอาไว้เป็นภาพของฉากหลัง ยังมีจำนวนน้อย ทำให้การคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน ของข้อมูลฉากหลังยังไม่ครอบคุมความแปรปวนของสัญญาณ(Noise) ที่มีในภาพฉากหลัง ทำให้ภาพที่ผ่านการลบภาพฉากหลังยังไม่สามารถบางครั้งจึงปรากฏสัญญาณรบกวนขึ้นในภาพได้

ส่วนที่ 2 ของระบบตรวจหาใบหน้าบุคคล คือส่วนของการตรวจหาผิวหนังบุคคลในภาพ (Human Skin Detection) ระบบจะสามารถตรวจหาผิวหนังบุคคลจากภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังจะเห็นได้การทดสอบดังภาพตัวอย่าง พบว่าระบบสามารถจำแนกผิวหนังบุคคลในภาพได้อย่างดี แต่ในบางครั้ง สัญญาณภาพที่ได้รับจากกล้องวีดีทัศน์ มีข้อมูลภาพบางอย่างมี สีลักษณะคล้ายกับสีของผิวหนังบุคคล อย่างเช่น ภาพไม้บางประเภทจะทำให้ความสามารถในการจำแนก และตรวจสอบผิวหนังบุคคล ทำให้เกิดสัญญาณรบกวนขึ้นในภาพซึ่งจะเป็นเหตุให้ การสร้างขอบเขตของภาพที่ระบบ จะทำการตัดภาพเพื่อที่จะนำข้อมูลภาพ เข้าสู่ระบบรู้จำใบหน้า เกิดความผิดพลาดได้

4.4.2 ความสามารถในการจำแนกบุคคลในระบบรู้จำใบหน้าบุคคล

การทำงานในส่วนของการรู้จำใบหน้าบุคคล(Face Recognition)จากการทดสอบการทำงานของระบบที่ได้พัฒนาในส่วนของระบบการรู้จำใบหน้าบุคคลจากกล้องวีดีทัศน์ซึ่งการทำงานในส่วนนี้จะอาศัยข้อมูลภาพแบบทันทีทันใด ที่ได้ทำขั้นตอนการลบฉากพื้นหลัง และลบข้อมูลของภาพที่มิใช่ผิวหนังออกจากภาพที่นำเข้าสู่ระบบรู้จำใบหน้าซึ่งในขั้นตอนการทำงานของระบบทั้ง2ขั้นตอน

นี้จะมีผลต่อการระบุขอบเขตของใบหน้า ที่จะนำเข้าสู่ระบบเพื่อทำงานในขั้นตอนการรู้จำใบหน้าบุคคล ในขั้นตอนนี้เองจะมีผลต่อการทำงานของระบบรู้จำใบหน้าบุคคล หากว่าระบบตัดภาพโดยพิจารณาขอบเขตขอบใบหน้า หรือวัตถุที่พิจารณา เป็นข้อมูลที่ไม่เหมาะสมต่อการพิจารณา คือมิได้ตัดเอาเฉพาะขอบเขตของใบหน้าเท่านั้น จะทำให้ขั้นตอนการรู้จำใบหน้า อาจทำงานได้อย่างไม่ถูกต้องได้ นอกจากนั้นในกรณีที่ภาพวัตถุที่สนในอยู่ในตำแหน่ง และระยะห่าง ที่ค่อนข้างไกล และประสิทธิภาพของกล้องวีดีทัศน์ ที่มีความละเอียดต่ำ หากว่ากล้องวีดีทัศน์ สามารถตรวจหาวัตถุที่สนใจ ในระยะไกล ระบบจะพยายามปรับขนาดของภาพที่สนใจให้เป็นขนาดที่เหมาะสม สำหรับการรู้จำใบหน้า ซึ่งหากมีการปรับเพื่อย่อ ขยายขนาดของภาพในขนาดที่แตกต่างจากความเป็นจริงของภาพวัตถุมากๆ จะทำให้คุณภาพในการทำขั้นตอนการรู้จำใบหน้าอาจจะลดลง หรืออาจทำงานผิดพลาดได้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุปของโครงการพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบรู้จำใบหน้าบุคคลจากภาพวีดีทัศน์ได้ศึกษาทฤษฎีที่ใช้สำหรับการรู้จำใบหน้าบุคคล(Face Recognition) ทฤษฎีในการตรวจหาผิวหนังบุคคล (Skin Detection) ทฤษฎีที่ใช้สำหรับการลบพื้นหลังเพื่อการตรวจหาวัตถุในภาพวีดีทัศน์ (Background Subtraction) และนำมาพัฒนาระบบการรู้จำใบหน้าบุคคลจากวีดีทัศน์ ซึ่งระบบที่ได้พัฒนาขึ้นยังพบข้อพกพร่อง และปัญหาอันเกิดจากข้อจำกัดต่างๆของโปรแกรมที่พัฒนา และข้อจำกัดของอัลกอลิทึมที่เลือกนำมาพัฒนา

จากการทดลองการทำงานของระบบรู้จำหน้าบุคคลพบว่าประสิทธิภาพ การทำงานในขั้นตอนการรู้จำหน้าบุคคลมีความถูกต้องในการทำงานค่อนข้างสูง แต่ในขั้นตอนของการทดลองได้อาศัยการทดสอบแต่เฉพาะข้อมูลภาพ และบุคคลที่ระบบได้ทำการเรียนรู้เอาไว้แล้วเท่านั้น ยังมิได้ทดสอบการทำงานกับบุคคลที่มิได้อยู่ในระบบ ซึ่งในขั้นตอนการทำงานจริง ระบบควรจะต้องสามารถระบุบุคคลที่ไม่สามารถเข้าสู่ระบบได้ด้วย

5.2 ปัญหาและข้อจำกัดในการพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาระบบรู้จำใบหน้าบุคคลจากภาพวีดีทัศน์ จะมีฟังก์ชันการทำงานใน 2 ส่วนหลักๆ คือระบบรู้จำใบหน้าบุคคล (Face Recognitions) และระบบตรวจหาใบหน้าบุคคลจากภาพ (Face Detection) ซึ่งระบบตรวจหาใบหน้าบุคคลจากภาพจะเป็นการทำงานของ สองฟังก์ชันคือการลบภาพพื้นหลัง (Background Subtraction) และการตรวจหาผิวหนังบุคคล (Human Skin detection) โดยระบบการทำงานของระบบที่ได้พัฒนาขึ้นยังพบปัญหาและข้อจำกัดดังต่อไปนี้

5.2.1 ระบบรู้จำใบหน้าบุคคล (Face recognition) ที่ได้พัฒนาขึ้นมายังมีข้อจำกัด และระบบจะสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องจำเป็นที่จะต้องให้กล้องวีดีทัศน์สามารถจับภาพในลักษณะหน้าตรง

5.2.2 ระบบตรวจสอบสีผิว (Skin detection) จะอาศัยภาพจากกล้องวีดีทัศน์ ซึ่งภาพที่เข้ามาสู่ระบบเพื่อทำการประมวลผลนั้น อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงของแสง หรือเงาซึ่งอาจเป็นผลให้ระบบอาจแยก การตรวจสอบผิวหนังคาดเคลื่อนไปได้

5.2.3 ในส่วนของการทำงานเพื่อลบฉากหลัง (Background Subtractions) หากว่าฉากหลังเป็นลักษณะที่เคลื่อนไหว อาจจะทำให้เกิด ความแปรปวน (Noise) ของภาพที่จะเข้าสู่ระบบแต่อาจจะไม่มีผลมากนัก

5.2.4 ข้อมูลภาพที่ไม่ละเอียดมากนัก เนื่องจากคุณภาพของกล้องวีดีทัศน์ ที่เป็นแหล่งนำเข้าข้อมูล ซึ่งอาจทำให้การประมวลผลเกิดความผิดพลาดได้

5.2.5 ปริมาณของแสงที่มีในขณะระบบทำงาน หากว่าระบบทำงานในพื้นที่มีปริมาณแสงน้อยระบบอาจไม่สามารถจำแนกสีผิวของบุคคลที่เข้าสู่ระบบเพื่อประมวลผลได้

5.2.6 ความสามารถในการประมวลผลของอุปกรณ์ เนื่องจากระบบมีการทำงานและสามารถตอบสนองการทำงานแบบทันทีทันใด (Real time) ดังนั้นจึงต้องติดตั้งระบบภายใต้เครื่องที่มีประสิทธิภาพสูง เพราะจากการทดสอบระบบต้องการหน่วยประมวลผลกลางที่ประสิทธิภาพสูง

5.2.7 จากระบบที่พัฒนาขึ้นในส่วนของการตรวจหาใบหน้าบุคคลที่จะปรากฏในภาพที่มาจากกล้องวีดีทัศน์ ระบบยังสามารถตรวจหาใบหน้าบุคคลจากภาพจากกล้องวีดีทัศน์ ได้เพียงภาพละหนึ่งหน้าเท่านั้น

5.3 ข้อเสนอแนะจากการพัฒนาระบบรู้จำใบหน้าบุคคลจากกล้องวีดีทัศน์

จากการศึกษาและพัฒนาระบบรู้จำใบหน้าบุคคลจากกล้องวีดีทัศน์ ทำให้ทราบถึงปัญหาและข้อจำกัดต่างๆ ซึ่งสามารถสรุปเป็นข้อแนะนำ เพื่อเป็นประโยชน์ ในการศึกษา และนำไปพัฒนาต่อ สำหรับผู้ที่มีความสนใจ ในระบบ และงานด้านคอมพิวเตอร์วิชัน (Computer vision)

5.3.1 ในระบบงานทั่วไปที่จะนำ ระบบการรู้จำใบหน้าบุคคลจากกล้องวีดีทัศน์ เพื่อการทำงานที่รวดเร็ว เพื่อที่จะสามารถตอบสนองการทำงานแบบทันทีทันใด ในลักษณะที่มีการใช้งานจริง ควรจะติดตั้งระบบโปรแกรมประยุกต์ บนเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่มีหน่วยประมวลผลที่ความเร็วในการประมวลสูง เพื่อตอบสนองการทำงานแบทันทีทันในได้อย่างสมบูรณ์

5.3.2 การนำระบบไปใช้งานควรมีการเพิ่มเติมความสามารถ ของระบบให้สามารถตรวจสอบและ สามารถแยกใบหน้าบุคคลภายในภาพ ที่มีภาพบุคคลมากกว่า 1 บุคคลได้ ทั้งนี้อาจจะต้องสามารถแยกแยะ ใบหน้าที่เคลื่อนไหวได้อย่างสมบูรณ์ (สามารถเกิดภาพเคลื่อนไหวได้โดยภาพที่ได้จะยังคมชัดอยู่)

5.3.3 เนื่องจากการพัฒนาระบบ พยายามตรวจหาวัตถุที่เกิดภาพ และระบบจะพยายามจับภาพที่ตรวจได้มาเพื่อทำการตรวจสอบซึ่งในบางครั้งวัตถุที่สนใจไม่ได้อยู่ในตำแหน่งที่จะสามารถทำการประมวลผลภาพได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหานี้ อาจใช้กล้องที่มีประสิทธิ และความละเอียดสูง

5.3.4 ในการใช้งานจริงกับระบบรู้จำใบหน้าบุคคลในงานสำหรับควบคุมการเข้าออกสถานที่ ควรสร้างข้อกำหนดที่ชัดเจน เพราะว่าหากมีผู้ไม่ประสงค์ดี ต้องการเข้าออกสถานที่ พยายามปิดบังใบหน้า อาจทำให้ระบบทำงานผิดพลาดได้

บรรณานุกรม

อุมาพร จันทศร.2541. **สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์** .กรุงเทพฯ: ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

Ackstein,Loy,Wood. 1998. **Java Swing** . United States of America : O'Reilly & Associates

CERN - European_.1999. **Colt Project** . [Online]. Available :
http://dsd.lbl.gov/~hoschek/colt-download

PISSARENKO. 2003. **Eigenface-based facial recognition** .[Online]. Available:
http://dapissarenko.com/resources/2003_02_06_eigenfacesDocHtml/html/

Rusås . 2003. **Java Image Processing API. Version 2**.[Online]. Available:
http://www.ia.hiof.no/~por/imageprocAPI/version2/

Tou,J. and Gonzalez, R. 1979. **Pattern Recognition Principle**. Reading,MA:Addison-Wesley

Turk, M. and Pentland. 1991. **Eigenface for Recognition.** [Online]. Available:
http://www.cs.ucsb.edu/~mturk/Papers/jcn.pdf

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน	นายนุกูล ชุนหะศรี
วัน เดือน ปีเกิด	18 กุมภาพันธ์ 2522
สถานที่เกิด	ต.เขาวัว อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี
วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์
สถานที่สำเร็จการศึกษา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ปีที่สำเร็จการศึกษา	2545