

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อุปกรณ์ตรวจสอบหน้าของผู้มาใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

FACE DETECTION DEVICE FOR COMPUTER LAB USER



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....**61485**
วัน,เดือน,ปี.....**18 ก.ค. 2549**

b. 11596880
i.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ตรวจสอบหน้าของผู้มาใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

FACE DETECTION DEVICE FOR COMPUTER LAB USER

โดย

นายวุฒิชัย พิพัฒน์มโนมัย

นายสาวิณ วงศ์รุ่งโรจน์กิจ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. อรรถจักร จิตต์โสภักตร์

อาจารย์เจริญ วงษ์ขุ่มเย็น

อาจารย์วชิรพงษ์ เกษมศิริ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2547

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง อุปกรณ์ตรวจสอบหน้าของผู้มาใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

FACE DETECTION DEVICE FOR COMPUTER LAB USER

ผู้จัดทำ นายวุฒิชัย

พิพัฒน์มโนมัย

รหัส 44010473

นายสาวิณ

วงศ์รุ่งโรจน์กิจ

รหัส 44010531



อรฉัตร จิตต์
.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ.ดร. อรฉัตร จิตต์โสภักตร์)

[Signature]
.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น)

จรัส ก...
.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์จรัสพงษ์ เกษมศิริ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ตรวจสอบหน้าของผู้มาใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

นายวุฒิชัย พิพัฒน์มโนมัย 44010473

นายสาวิณ วงศ์รุ่งโรจน์กิจ 44010531

ผศ.ดร. อรฉัตร จิตต์โสภักตร์ อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์วัจฉนพงค์ เกษมศิริ อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

เนื่องจากปัจจุบันนี้ กระแสของระบบรักษาความปลอดภัยที่ใช้ไบโอเมตริก (Biometric) เป็นเครื่องยืนยันตัวบุคคลกำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบรักษาความปลอดภัยได้หลากหลาย

โดยปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้กล่าวถึงระบบยืนยันตัวบุคคลด้วยใบหน้า ซึ่งเป็นระบบที่สามารถรู้จำใบหน้าของบุคคลต่างๆ โดยใช้วิธีการต่างๆ ทางด้าน Image processing ในการประมวลผลลักษณะใบหน้า เช่นการตรวจจับใบหน้าในรูปภาพ โดยใช้ทฤษฎีสี และการหาองค์ประกอบต่าง ๆ ในใบหน้าออกมาเช่นตา จมูก ปาก โดยใช้อัตราส่วนความสัมพันธ์มาตรฐานการใช้ตัวกรองเกเบอร์และใช้ฟาสฟูเรียทรานส์ฟอร์ม (Fast Fourier Transform) ในการหาลักษณะเด่นของภาพ ซึ่งเราจะนำลักษณะเด่นเหล่านั้นไปผ่านกระบวนการรู้จำ โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลในฐานข้อมูลต่อไป

ปฏิญานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ ในการยืนยันตัวบุคคลสำหรับระบบรักษาความปลอดภัยต่างๆ เช่นและเป็นแนวทางในศึกษาต่อไปในอนาคต

Face Detection Device for Computer Lab User

Wutthichai Pipatmanomai 44010473
 Savin Wongrunrojkit 44010531
 Asst. Prof. Orachat Chitsobhuk Advisor
 Charoen Vongchumyen Advisor
 Watjanapong Kasemsiri Advisor
 Academic Year 2004

ABSTRACT

At this moment, Biometric security system grows very popularly. It can be used in various business and research areas. Biometric security system technology available today includes Retina scanner, Fingerprint readers, Face recognition, etc.

Nowadays, face recognition is researched comprehensively. There are many face recognition researches which are developed to implement in many different applications, such as Airport suspect identification, Visitor control, etc.

This thesis proposes identification security system with face recognition. This capable system has an ability to recognize people faces by using Image processing Theorems for face feature processing ,such as face detection with color theorem ,face elements finding with standard relatively ratio, gabor filtering, the using of fast Fourier transform (for finding out prominent characteristics), and recognition by comparing with data in database.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจสำเร็จได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และร่วมมือจากหลายๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลกลุ่มแรกที่ต้องกล่าวถึง เพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จลงได้ ก็คือ รศ.ดร. อรรถธร จิตต์โสภักตร์ อาจารย์ เจริญ วงษ์ห่มเย็นและอาจารย์ วัจนพงศ์ เกษมศิริ ซึ่งเป็นที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ ที่ให้ความเอาใจใส่ แนะนำความรู้และให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน เสมอมาอีกทั้งยังคอยให้กำลังใจข้าพเจ้าตราบนานถึงวินาทีสุดท้าย ซึ่งต้องขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุด ที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้เขียนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมา ในทุกๆ ด้าน อันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

สาวิณ วงศ์รุ่งโรจน์กิจ
วุฒิชัย พิพัฒน์มโนมัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูปภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
บทที่ 2 หลักการเบื้องต้นในการประมวลผลรูปภาพ	2
2.1 Pixels	2
2.2 ตำแหน่งของพิกเซล	3
2.3 ระดับสีเทา	4
2.4 ฮีสโตแกรม	5
2.5 พื้นฐานและระบบของโครงสร้างสีที่ใช้	5
2.5.1 ระบบโครงสร้างสีอาร์จีบี	5
2.5.2 ระบบโครงสร้างสีวายซีบีซีอาร์	6
2.5.3 ระบบโครงสร้างสีเอชเอสบี	6
บทที่ 3 ทฤษฎีและหลักการในการตรวจจับใบหน้า	8
3.1 การกระจายตัวของสีผิวในโครงสร้างสีแบบต่าง ๆ	8
3.2 ทฤษฎีมอโพลิจิตัลในการแยกส่วนของใบหน้า	9
3.2.1 การขยายกลุ่มของพิกเซล	10
3.2.2 การหดตัวของกลุ่มพิกเซล	12
3.2.3 การอุดรูของกลุ่มพิกเซล	13
3.3 การแยกองค์ประกอบต่างๆ ของใบหน้าโดยใช้ฮีสโตแกรม	14
3.3.1 ขั้นตอนในการหาตำแหน่งของตา	15
3.3.2 การประมาณตำแหน่งของจมูก ปาก โดยใช้อัตราส่วนมาตรฐาน ของใบหน้าคน	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
บทที่ 4 ทฤษฎีและหลักการในการรู้จำใบหน้า	19
4.1 การแยกลักษณะเด่นของภาพด้วยตัวกรองเกเบอร์	19
4.2 การแสดงออกของพื้นผิวและการกอบกู้คืนของพื้นผิว	20
4.3 ฟาสฟูเรียทรานส์ฟอร์ม	23
บทที่ 5 การคำนวณและการสร้าง	24
5.1 การทำงานโดยรวมของโปรแกรมระบบตรวจสอบใบหน้า	24
5.2 รายละเอียดของกล้องถ่ายภาพ	24
5.3 การออกแบบโปรแกรมส่วนของผู้ใช้	24
5.4 การออกแบบโปรแกรมส่วนของผู้ดูแลระบบ	26
5.5 การออกแบบฐานข้อมูล	26
5.6 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมในส่วนของการตรวจสอบใบหน้า	27
5.7 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมในส่วนของการรู้จำใบหน้า	29
บทที่ 6 ผลการทดลอง	30
6.1 การแปลงสีผิวจากอาร์จีบีเป็นวายซีบีซีอาร์	30
6.2 การตัดสีผิวเพื่อแยกสีผิวมนุษย์ออกจากภาพทั้งหมด	31
6.3 กระบวนการมอพอโลจิคัลเพื่อกลบรูบนใบหน้าให้ได้ภาพหน้าที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น	32
6.4 การหาค่าจากบริเวณเนื้องามนุษย์ที่ตัดมาได้	33
6.5 การกรองเกเบอร์	35
6.6 การวิเคราะห์ครั้งที่ 1 โดยวิธีหาค่า distance	36
6.7 การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งที่สองโดยใช้สมการเม็ชซึ่ง	38
บทที่ 7 บทวิจารณ์และสรุปผล	40
7.1 สรุปผล	40
7.2 บทวิจารณ์	40
7.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาต่อไปในอนาคต	41
ภาคผนวก ก ขั้นตอนการใช้งาน โปรแกรมจดจำใบหน้า	43
ภาคผนวก ข คู่มือการติดตั้งและคู่มือการใช้งาน	47
บรรณานุกรม	51

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้าที่
6-1	ตารางแสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าโดยใช้ระยะห่างเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์	37
6-2	ตารางผลการหาค่าระยะห่างเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ระหว่าง input กับภาพที่ตรงกันในฐานข้อมูล	37
6-3	ตารางเปอร์เซ็นต์การแมชซึ่งครั้งที่สองโดยทดสอบกับภาพหน้าตรงอย่างเดียว	38
6-4	ตารางเปอร์เซ็นต์การแมชซึ่งครั้งที่สองโดยทดสอบกับภาพหน้าซ้าย-ขวา	38
6-5	ตารางเปอร์เซ็นต์การแมชซึ่งครั้งที่สองโดยทดสอบกับภาพหน้าก้มเงย	39



สารบัญรูปภาพ

ภาพที่		หน้าที่
2-1	พิกเซลแสดงลักษณะของจุดภาพและตำแหน่งของพิกเซล	2
2-2	ดัชนีแสดงพิกเซลในเมตริกซ์ภาพ	2
2-3	(ก) ลักษณะที่ตกกระจายไม่เท่ากันบนพื้นผิว (ข) ค่าของพิกเซลของภาพพื้นผิว	3
2-4	ค่าของพิกเซลของภาพพื้นผิวภาพขาวดำ (Binary Image)	4
2-5	ค่าของพิกเซลของพื้นผิวภาพระดับสีเทา (Gray-scale Image)	4
2-6	ฮิสโตแกรมของภาพระดับสีเทา	5
2-7	(ก) แสดง โครงสร้างสี่อาร์จิบี (ข) แสดง โครงสร้างสี่อาร์จิบี เป็นลูกบาศก์หนึ่งหน่วย	6
2-8	(ก) แสดง โครงสร้างสี่เอชเอสวี (ข) แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง โครงสร้างสี่เอชเอสวี กับอาร์จิบี	7
3-1	(ก) แสดงกลุ่มตัวอย่างสี่ผิวในแกนของวอยชีบีชีอาร์ (ข) แสดงกลุ่มตัวอย่างสี่ผิวในแกนของเอชเอสวี	8
3-2	แสดงกรอบพื้นที่สี่ผิว โครงสร้างสี่วอยชีบีชีอาร์ ที่ระนาบ $Y=160$	9
3-3	ตัวอย่างการทำโมโฟโลจิคัล	10
3-4	ลักษณะการดำเนินการขยายกลุ่มของพิกเซล	11
3-5	(ก) แสดงการดำเนินการขยายกลุ่มของพิกเซลของภาพระดับสีเทา (ข) แสดงการดำเนินการขยายกลุ่มของพิกเซลของภาพขาวดำ	12
3-6	ลักษณะการดำเนินการหดตัวของกลุ่มพิกเซล	13
3-7	ลักษณะการดำเนินการอุดรูของกลุ่มพิกเซล	14
3-8	(ก) แสดงภาพก่อนทำการอุดรูของภาพระดับสีเทา (ข) แสดงผลของการอุดรูของภาพระดับสีเทา	14
3-9	ภาพฮิสโตแกรมของภาพระดับขาวดำ	15
3-10	ภาพไบนารีที่ผ่านการบวนการตัดสี่ผิว และโมโฟโลจิคัลแล้ว	16
3-11	ค่า Threshold ครั้งที่ 1 พบว่าไม่สามารถตรวจหาตาดำได้ จึงเพิ่มค่า Threshold ขึ้นอีก 6	16
3-12	ค่า Threshold ครั้งที่ 2 พบตาดำเพียง 1-2 พิกเซลเท่านั้นซึ่งน้อยมาก ทำให้ไม่สามารถตรวจพบได้	16
3-13	ค่า Threshold ครั้งที่ 3 พบตาดำมากขึ้น รายละเอียดของภาพเริ่มมากขึ้น แต่อาจหาตาดำผิดพลาดในบางครั้ง	17
3-14	ค่า Threshold ที่ 4 เห็นรายละเอียดของตาชัดเจน สามารถตรวจพบได้	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้าที่	
3-15	แสดงอัตราส่วนมาตรฐานของใบหน้าคน	18
3-16	ภาพที่ผ่านการตัดสีผิว	18
3-17	ภาพที่ผ่านการคำนวณหาระยะห่างตั้งแต่ตาจนถึงปลายคางของใบหน้า โดยผ่านการหาระยะห่างระหว่างตาดำ	18
4-1	รูปแบบของค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบลักษณะเด่นของภาพ μ_{mn}	21
4-2	ส่วนจริงของสเกลคือ 5 และ 6 ค่าการปรับตัว	22
4-3	ขนาดของเกเบอร์เมื่อกำหนดให้ 5 สเกลที่แตกต่างกัน	22
4-4	แสดงการทำฟาสฟูเรียทรานส์ฟอร์ม	23
5-1	Flow chart ของผู้ใช้ระบบตรวจสอบใบหน้า	25
5-2	Flow char การทำงานของ Administrator	26
6-1	รูปภาพคน โครงสร้างสี RGB ขนาด 320 * 240	30
6-2	รูปภาพคน โครงสร้างสี YCbCr	30
6-3	รูปภาพคน โครงสร้างสี YCbCr ขนาด 320 * 240	31
6-4	ภาพที่ตัดออกมาจากรูปทั้งหมด	31
6-5	การนำรูปที่ 6-4 มาแปลงเป็นไบนารี	32
6-6	ภาพที่ผ่านกระบวนการไดเลชัน (dilation)	32
6-7	ภาพที่ผ่านกระบวนการอีโรชัน (erosion)	32
6-8	ภาพที่ตัดออกมาจากภาพทั้งหมด และทำเป็นภาพ Gray level แล้ว	33
6-9	ภาพที่ 6-8 มาทำเป็นภาพไบนารี โดยใช้ค่าเทรชโฮลด์ที่ได้	33
6-10	ภาพที่ 6-8 มาตัดตามระยะที่ได้จากการหาระยะของตาดำ	34
6-11	ตัวอย่างของการตัดภาพตามระยะที่ได้จากการหาตาดำ	34
6-12	ตัวกรองเกเบอร์ที่มีขนาด 60*60 พิกเซล 5 Scale 6 orientation	35
6-13	ผลลัพธ์ของการกรองเกเบอร์ 5 scale 6 ทิศทาง	36

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

เนื่องจากปัจจุบันการรู้จำใบหน้า (Face recognition) เป็นที่น่าสนใจเป็นอย่างมาก และมีงานวิจัยเกี่ยวกับงานด้านรู้จำใบหน้าอยู่มากมาย เราสามารถนำวิธีการรู้จำใบหน้าไปใช้ในระบบการมองเห็น (Computer vision) ของคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถพบเห็นได้โดยทั่วไป เช่นระบบบาร์โค้ด ระบบรักษาความปลอดภัย หรือระบบในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

โครงการนี้เป็นการนำเสนอวิธีการรู้จำใบหน้ามนุษย์จากภาพถ่ายสี เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับระบบพิสูจน์ตนของผู้ใช้งานห้องคอมพิวเตอร์กลางของภาควิชา เพื่อจะได้มีการรักษาความปลอดภัยที่มากขึ้น โดยแนวทางที่นำเสนอนี้ยังสามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนางานที่เป็นประโยชน์ต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาระบบพิสูจน์ตนสำหรับผู้ใช้งานห้องคอมพิวเตอร์กลางของภาควิชา โดยอาศัยหลักการตรวจสอบใบหน้าของผู้มาใช้งาน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระบบรักษาความปลอดภัยในงานด้านต่าง ๆ ในอนาคต
2. เพื่อศึกษาการแยกองค์ประกอบและตรวจจับใบหน้าออกจากรูปภาพทั้งหมดได้ (Face Detection) และเพื่อพัฒนา Application สำหรับการรู้จำใบหน้ามนุษย์ (Face Recognition)

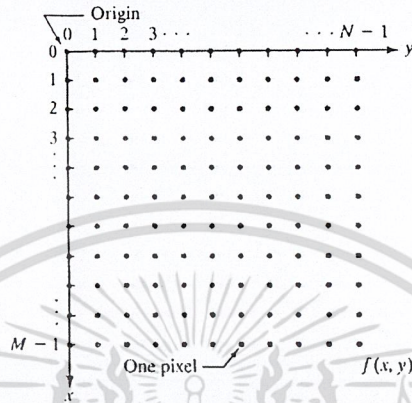
1.3 ขอบเขตของโครงการ

โครงการนี้ได้นำเสนอวิธีการตรวจจับใบหน้าเพื่อค้นหาส่วนที่เป็นใบหน้าในภาพถ่ายด้วยวิธีการตัดสีผิว, เทคนิคโมर्फอโลจิกัล (Morphological) และการเทียบระยะอัตราส่วนมาตรฐานขององค์ประกอบต่าง ๆ ของใบหน้า ทำให้ได้รูปของใบหน้าที่สมบูรณ์ และการรู้จำใบหน้าด้วยวิธีการเทียบองค์ประกอบที่ผ่านตัวกรองเกเบอร์โดยใช้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ สมการ Matching โดยพัฒนาโปรแกรมเป็นภาษา C (MFC application) และใช้เครื่องมือในการประมวลผลภาพ (Image processing toolbox) ของโปรแกรม Matlab ช่วยในการทำงาน

บทที่ 2

หลักการเบื้องต้นในการประมวลผลรูปภาพ

2.1 Pixels



รูปที่ 2-1 พิกเซลแสดงลักษณะของจุดภาพและตำแหน่งของพิกเซล

N คือจำนวนพิกเซลที่มากที่สุดเป็นหลักหนึ่ง ๆ

M คือจำนวนพิกเซลที่มากที่สุดในแต่ละแถวหนึ่ง ๆ

ในภาพหนึ่ง ๆ เราสามารถอธิบายได้เป็นเมตริกซ์ของจุดพิกเซลขนาด $M \times N$ โดยใช้คู่ลำดับ $p(i, j)$ แทนค่าของจุดแต่ละจุด โดย i และ j เป็นจำนวนบวกสเกลาร์ $p(i, j)$ นี้จะบ่งชี้ความเข้มแสงที่จุดพิกเซลนั้น ๆ ของภาพ

					$j \rightarrow M$
	0				
	$p(0, 0)$	$p(0, 1)$	$p(0, 2)$	$p(0, 3)$	$p(0, 4)$
	0	$p(1, 0)$	$p(1, 1)$	$p(1, 2)$	$p(1, 3)$
		$p(2, 0)$	$p(2, 1)$	$p(2, 2)$	$p(2, 3)$
	i	$p(3, 0)$	$p(3, 1)$	$p(3, 2)$	
		$p(4, 0)$	$p(4, 1)$	$p(4, 2)$	
	N				

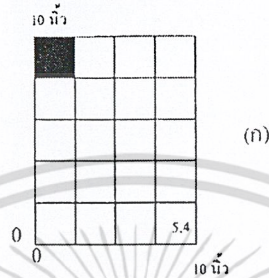
รูปที่ 2-2 ดัชนีแสดงพิกเซลในเมตริกซ์ภาพ

ค่าที่กำกับแต่ละพิกเซลจะแสดงถึงค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงในภาพที่จุดพิกเซลนั้นแทนอยู่โดยค่าของพิกเซลดังกล่าวจะเขียนแทนด้วย $P(i, j)$ มีค่าตั้งแต่ 0-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ตำแหน่งของพิกเซล

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าในภาพหนึ่ง ๆ เราจะแทนด้วยอาร์เรย์ $N \times M$ และค่าในแต่ละจุดพิกเซลจะหมายค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงที่ตกกระทบถึงภาพ ณ จุดพิกเซลนั้น ๆ พิจารณากรณีตัวอย่างเช่น ภาพขนาด 10×10 นิ้ว หากไม่มีแสงมาตกกระทบบริเวณด้านบนของภาพ แต่มีแสงที่สว่างมากมาตกกระทบบริเวณส่วนล่างเท่านั้น (ดังแสดงในรูปที่ 2.3) เราจะใช้ระบบเลขฐานสองแทนค่าความเข้มของการส่องสว่าง โดยบริเวณที่ไม่ถูกแสงจะแทนด้วย "0" และบริเวณที่ถูกแสงจะแสดงด้วย "1"



$$\begin{bmatrix} 0 & ? & ? & ? \\ ? & ? & ? & ? \\ ? & ? & ? & ? \\ ? & ? & ? & ? \\ ? & ? & ? & 1 \end{bmatrix} \quad (\text{ข})$$

รูปที่ 2-3 (ก) ลักษณะที่ตกกระจายไม่เท่ากันบนพื้นผิว

(ข) ค่าของพิกเซลของภาพพื้นผิว

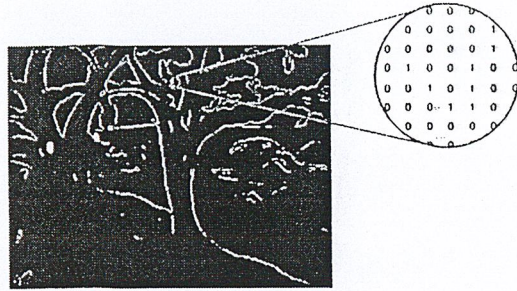
จะเห็นว่าขณะนี้ภาพจะถูกเขียนแทนด้วยเมตริกซ์ขนาด 5×4 (5 แถว 4 หลัก) แต่ละส่วนย่อยของภาพ (ขนาด 2.5×2.0 นิ้ว) จะมีค่าที่ขึ้นอยู่กับแสงที่ตกกระทบเฉลี่ย

บริเวณขนาด 2.5×2.0 นิ้ว ตรงส่วนมุมบนซ้ายของภาพจะถูกแทนด้วยตำแหน่ง (1, 1) ในเมตริกซ์ 5×4 มีค่าเท่ากับ 0 ซึ่งหมายถึงไม่มีแสงมาตกกระทบ

บริเวณขนาด 2.5×2.0 นิ้ว ตรงส่วนมุมขวาล่างของภาพถูกแสดงด้วยตำแหน่ง (5, 4) มีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งหมายถึงมีความเข้มของการส่องสว่างสูงสุด

ทั้งนี้หมายเหตุไว้ว่า หากใช้ระบบ 16 ระดับสีเทา (16 Gray level System) แทนระบบเลขไบนารีจุดพิกเซลที่ (1, 1) จะมีค่าเท่ากับ 0 และจุด (5,4) จะมีค่าเท่ากับ 15

อีกประการหนึ่ง ผู้ออกแบบระบบจะต้องกำหนดค่าเทรชโฮลด์ (Threshold value) ของความเข้มของการส่องสว่าง ที่จะใช้เป็นเกณฑ์ในการเปลี่ยนระดับจาก 0 เป็น 1



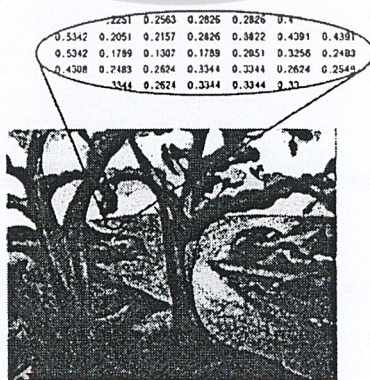
รูปที่ 2-4 ค่าของพิกเซลของภาพพื้นผิวภาพขาวดำ (Binary Image)

2.3 ระดับสีเทา (Gray Level)

หากเราต้องการค่าข้อมูลที่ละเอียดมากขึ้น ก็จำเป็นที่จะต้องเพิ่มจำนวนบิตในการแสดงค่าของแต่ละพิกเซล ยกตัวอย่างเช่น หากแบ่งความเข้มของการส่องสว่างให้มี 4 ระดับก็ต้องใช้เลขฐานสอง 2 บิต และ 4 บิต สำหรับ 16 ระดับ และ 8 บิตสำหรับ 256 ระดับ ซึ่งจำนวนระดับที่ใช้ในระดับสีเทานี้มักเป็นเลขยกกำลังของ 2 ค่าที่ต่ำสุดคือ 0 กำหนดให้เป็นสีดำ และ 1 หรือ ตัวเลขที่น้อยกว่าค่าสูงสุดของระดับสีเทาอยู่ 1 (เช่น 15 สำหรับระดับสีเทา 16) แทนสีขาว ค่าที่กำหนดไว้ในแต่ละพิกเซลมักเป็นจำนวนเต็ม

ในยุคแรก ๆ ของระบบการมองเห็นภาพจะใช้ระบบเลขฐานสอง แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีไมโครโปรเซสเซอร์เข้ามามีบทบาทมากขึ้น การแบ่งระดับเป็น 16, 64 หรือ 256 เป็นเรื่องธรรมดา แต่ทั้งนี้ในการมองเห็นของมนุษย์จะสามารถแยกแยะความแตกต่างได้เพียง 10-15 ระดับเท่านั้น การแบ่งโดยละเอียดเป็น 64 หรือ 256 ระดับ อาจจะไปประยุกต์ใช้กับงานการประมวลผลภาพแบบอื่น ๆ

จะเห็นว่าจำนวนระดับสีเทาจะเป็นตัวจำกัดรายละเอียดของภาพ โดยทั่วไปแล้วยิ่งแบ่งระดับสีเทาเป็นหลาย ๆ ระดับก็เป็นการเพิ่มคุณภาพของภาพด้วย และการเพิ่มจำนวนพิกเซล เช่น จาก 30x35 เป็น 250x256 ก็จะเป็นการเพิ่มความละเอียด (Resolution) และรายละเอียด (Detail) ของภาพเช่นกัน จะเห็นว่าแตกต่างกับการขยาย (Zoom) ภาพคือ การเพิ่มขนาดของแต่ละพิกเซลให้ใหญ่ขึ้น ไม่ได้เป็นการเพิ่มจำนวนความละเอียด



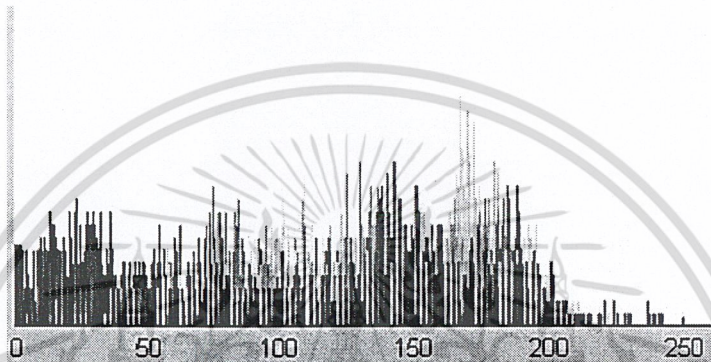
รูปที่ 2-5 ค่าของพิกเซลของพื้นผิวภาพระดับสีเทา (Gray-scale Image)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ฮิสโตแกรม

ฮิสโตแกรมเป็นการแสดงให้เห็นถึงความถี่ของการนับจำนวนพิกเซล ที่มีความเข้มค่าหนึ่ง ๆ ในภาพระดับสีเทา โดยแกนนอนในกราฟแสดงค่าระดับสีเทา โดยแกนตั้งจะแสดงถึงค่าจำนวนพิกเซล ขั้นตอนในการสร้างฮิสโตแกรมมีดังนี้

1. การทำดิจิทัล (Digitizing) ภาพ
2. นับจุดพิกเซลในแต่ละระดับสีเทา
3. พล็อตกราฟระหว่างจำนวนจุดกับระดับสีเทา



รูปที่ 2-6 ฮิสโตแกรมของภาพระดับสีเทา

รูปร่างของฮิสโตแกรมสามารถบอกลักษณะบางประการของภาพได้ เช่นหากฮิสโตแกรมมีลักษณะที่แคบ ก็จะหมายถึงการขาดคอนทราสต์(การแยกแยะความผิดพลาดของสี) ในภาพ ฮิสโตแกรมมีประโยชน์ในการกำหนดระดับเทรชโฮล ซึ่งก็คือการเปลี่ยนภาพระดับสีเทาให้เป็นภาพไบนารี หรือเพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพระดับสีเทา

2.5 พื้นฐานและระบบของโครงสร้างสีที่ใช้

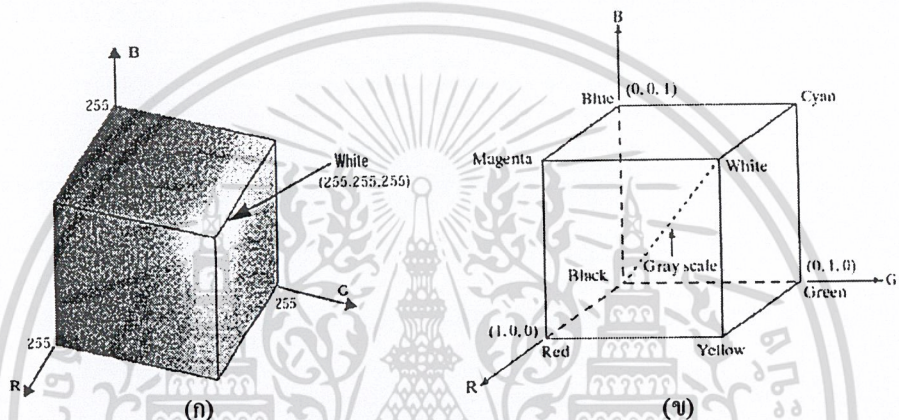
2.5.1 ระบบโครงสร้างสีอาร์จีบี (RGB Color Model)

ในโครงสร้างสีนี้ สีแต่ละสีจะปรากฏ ในรูปของแม่สี (แดง เขียว น้ำเงิน) โครงสร้างสีนี้มีโครงสร้างเป็นลักษณะแกนคาร์ทีเซียนโคออดิเนต (Cartesian coordinate) โดยมีลักษณะเป็นทรงลูกบาศก์ ดังแสดงในรูป 2.8 (ก) ค่าของสีแดง เขียว และฟ้า จะอยู่ที่มุมทั้งสาม และค่าสีคราม ม่วง และเหลือง จะอยู่ที่มุมทั้งสามที่เหลือ สีดำจะอยู่ที่จุดกำเนิด สีขาวจะอยู่ไกลสุดในลักษณะทแยงมุมกับจุดกำเนิด ค่าของระดับสีเทา (Gray Scale) จะอยู่บนเส้นที่เชื่อมระหว่างสีดำกับสีขาวในลักษณะทแยงมุมกับจุดกำเนิด ค่าของสีคือจุดที่อยู่บนผิวหรือในลูกบาศก์ถูกกำหนดค่าโดยเวกเตอร์ที่ชี้ออกจากจุดกำเนิด ซึ่งช่องว่างแต่ละทีในลูกบาศก์เรียกว่า ความลึกของพิกเซล (Pixel depth) โดยแม่สีแต่ละสีมีค่า 8 บิต แต่ละแม่สีจะมี $2^8 = 256$ สี เพราะฉะนั้นแม่สีทั้งสามระนาบจะมีความลึกของพิกเซล 24 บิต โดยรวมสีทั้งหมดของความลึกของพิกเซลในลูกบาศก์ (24 บิตอาร์จีบี) จะได้ทั้งหมด $(2^8)^3 = 16,777,216$ สี เพื่อความสะดวกเราจะสมมุติให้ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีถูกนอร์มอลไลซ์ ทั้งสามสีให้มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ลูกบาศก์ที่แสดงในรูปที่ 2.6 (ข) นี้จึงได้เป็นลูกบาศก์หนึ่งหน่วย

ภาพในโครงสร้างสีอาร์จีบี ประกอบด้วยภาพสามระนาบที่เป็นอิสระจากกัน สำหรับแต่ละแม่สีเมื่อป้อนเข้าไปในมอนิเตอร์ที่เป็นแบบอาร์จีบี ภาพทั้งสามสีจะรวมตัวกันที่จอภาพกลายเป็นภาพสีผสม ดังนั้นการใช้โครงสร้างสีอาร์จีบี ในการประมวลผลภาพนั้นจะมีความเหมาะสมอย่างยิ่ง เมื่อภาพถูกแยกสีออกโดยธรรมชาติให้อยู่ในเทอมของทั้งสามแม่สี กล้องถ่ายภาพดิจิทัลส่วนใหญ่ที่ให้ภาพดิจิทัลจะอยู่ในรูปแบบของโครงสร้างสีอาร์จีบี ดังนั้นโครงสร้างสีนี้จึงเป็นโครงสร้างสีที่สำคัญมาก ในการประมวลผลภาพ



รูปที่ 2-7 (ก) แสดงโครงสร้างสีอาร์จีบี (ข) แสดงโครงสร้างสีอาร์จีบี เป็นลูกบาศก์หนึ่งหน่วย

2.5.2 ระบบโครงสร้างสีวายซีบีซีอาร์ (YCbCr Color Model)

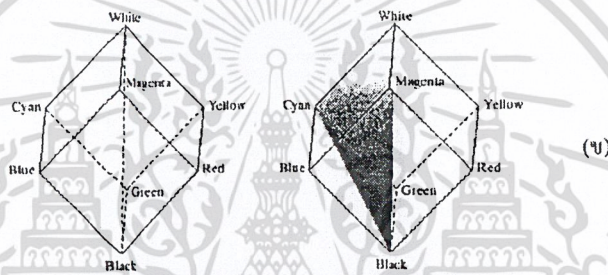
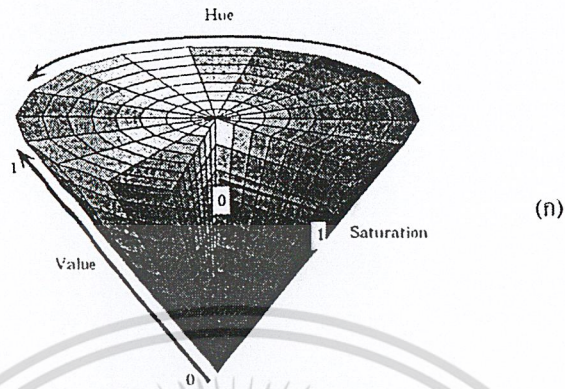
ในโครงสร้างสีนี้จะใช้เป็นที่แพร่หลายสำหรับดิจิทัลวิดีโอ ในรูปแบบของโครงสร้างสีนี้ ค่าปริมาณของแสงในการส่องสว่างจะเก็บข้อมูลไว้ในส่วนของ (Y) และในส่วนความแตกต่างของสีนั้นจะแบ่งได้เป็น 2 สีคือ Cb และ Cr โดย Cb จะแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างส่วนประกอบของสีฟ้า และอ่าวถึงค่าในหมวดสีฟ้า นั้น ส่วน Cr จะแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของสีแดง และอ่าวถึงค่าในหมวดสีแดง โดยโครงสร้างสีวายซีบีซีอาร์ มีความเที่ยงตรงและแม่นยำมากขึ้น ในส่วนของการส่องสว่าง และหมวดสี ซึ่งเป็นโครงสร้างสีที่ใช้กันในการเข้ารหัสแบบเอ็มพีอีจี (MPEG & JPEG)

2.5.3 ระบบโครงสร้างสีเอชเอสวี

ในส่วนของโครงสร้างสีเอชเอสวี (H:hue คือการจัดระดับของสี S:saturation คือความอึมตัวของสี V: คือค่าความสว่างของสีนั้น ๆ) ซึ่งบ่อยครั้งที่ถูกใช้ในการเลือกสีจากแผ่นเลือกสี เพราะว่ามันมีลักษณะการแบ่งเฉดสีได้ดีกว่าอาร์จีบี

ค่าในการจัดระดับของสี (Hue) จะแปรค่าจาก 0 ไปถึง 1 ระดับของสีจะแปรจากสีแดง ไปยังเหลือง เขียว ฟ้าคราม น้ำเงิน ม่วง จนกลับไปเป็นสีแดง ส่วนความอึมตัวของสี (Saturation) จะแปรค่าจาก 0 ไปยัง 1 เช่นเดียวกัน โดยแกนสีเดียวกันในระดับของสีนั้นจะแปรค่าจากค่าที่ยังไม่มีความอึมตัวของสี

(ระดับสีเทา) ไปยังที่อ้อมตัวของสีนั้นเต็มที่ ส่วนค่าความสว่างของสี (Values) ก็แปรค่าจาก 0 ไปยัง 1 เช่นกัน โดยจะเห็นได้ว่าสีนั้นจะมีความสว่างเพิ่มขึ้น



รูปที่ 2-8 (ก) แสดงโครงสร้างสีเอชเอสวี
(ข) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างสีเอชเอสวี กับอาร์จีบี

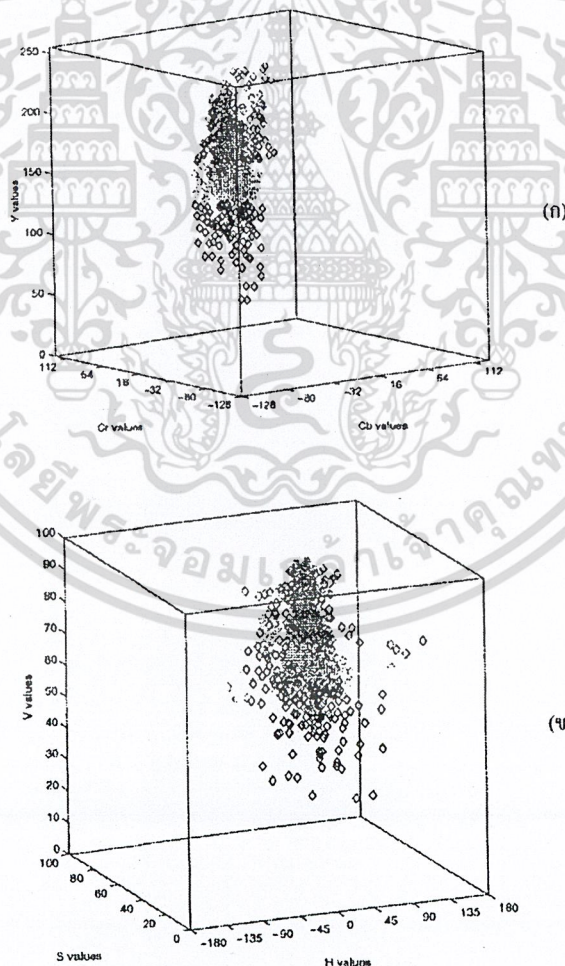
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ทฤษฎีและหลักการในการตรวจจับใบหน้า

3.1 การกระจายตัวของสีผิวในโครงสร้างสีแบบต่าง ๆ

จากงานวิจัยเรื่อง “Face detection Using Quantized Skin Color Regions Merging and Wavelet Packet Analysis” ในหัวข้อ “Skin Color Segmentation” เสนอไว้ว่า ในงานวิจัยนั้นใช้โครงสร้างสีสองแบบ คือ วายซีบีซีอาร์ ซึ่งเป็นโครงสร้างสีที่ใช้กันในการเข้ารหัสแบบเอ็มพีอีจี้ และ เจพีอีจี้ (MPEG & JPEG) และโครงสร้างสีเอชเอสวี ที่ใช้ในงานคอมพิวเตอร์ ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ เป็นการสุ่มตัวอย่างสีผิว 950 ตัวอย่าง โดยสุ่มจากหลากหลายเชื้อชาติและมีความสว่างในภาพแตกต่างกันไป โดยจะมีการแสดงกลุ่มตัวอย่างผิวในแกนของวายซีบีซีอาร์และเอชเอสวีดังรูปที่ 2.8 นี้ ซึ่งจะแสดงเป็นกราฟข้อมูล 3 มิติ



รูปที่ 3-1 (ก) แสดงกลุ่มตัวอย่างสีผิวในแกนของวายซีบีซีอาร์

(ข) แสดงกลุ่มตัวอย่างสีผิวในแกนของเอชเอสวี

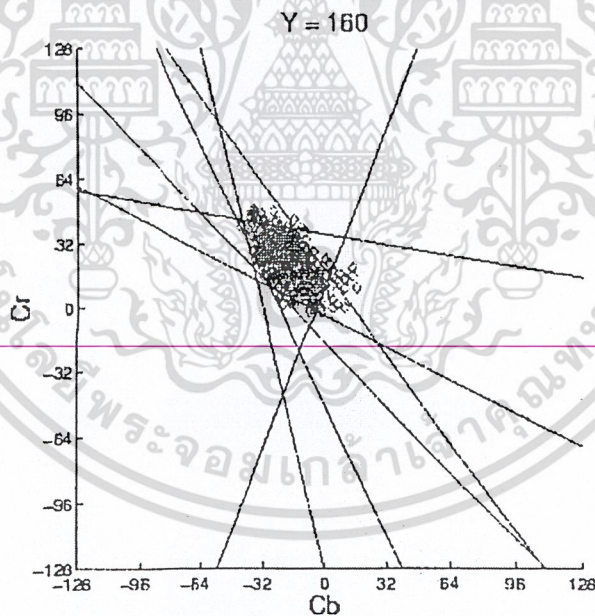
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 3-1 (ก) เป็นการนำตัวอย่างสีผิวที่ได้จากการสุ่มจำนวน 950 ตัวอย่าง แปลงจากโครงสร้างสีอาร์จีบีให้อยู่ในโครงสร้างสีวายซีบีซีอาร์ แล้วนำมาแสดงเป็นกราฟข้อมูล 3 มิติ เพื่อแสดงการกระจายตัวของกลุ่มสีผิวตัวอย่าง

ในรูปที่ 3-1 (ข) เป็นการนำตัวอย่างสีผิวที่ได้จากการสุ่มจำนวน 950 ตัวอย่าง แปลงจากโครงสร้างสีอาร์จีบีให้อยู่ในโครงสร้างสีเอชเอสวี แล้วนำมาแสดงเป็นกราฟข้อมูล 3 มิติ เพื่อแสดงการกระจายตัวของกลุ่มสีผิวตัวอย่าง

จากกราฟเราสามารถสังเกตเห็นได้ว่า ตัวอย่างสีผิวทั้งในวายซีบีซีอาร์ และเอชเอสวี ต่างก็มีการกระจายตัวที่มีลักษณะคล้ายกัน โดยข้อมูลค่อนข้างที่จะบีบอัดรวมตัวกันอยู่เป็นกลุ่ม ในงานวิจัยนั้นมุ่งที่จะสร้างขอบเขต 3 มิติเพื่อให้ครอบคลุมกลุ่มของตัวอย่างสีผิวที่สุ่มได้มากที่สุดด้วยสมการเส้นตรง

ในกราฟวายซีบีซีอาร์ พบว่าการเปลี่ยนแปลงของค่า Y มีผลเพียงเล็กน้อยต่อการเปลี่ยนแปลงในระนาบ $CbCr$ จึงกำหนดค่า $Y=160$ เพื่อให้ได้กราฟในระนาบ $CbCr$ และกำหนดสมการเส้นตรงให้ครอบคลุมกลุ่มตัวอย่าง การกำหนดค่า Y ค่าเดียวนี้อาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการบวนการตรวจหาใบหน้า จึงแบ่งช่วง Y ออกเป็นสองช่วง ที่จุด $Y=128$ ให้มีขอบเขตที่ต่างกัน โดยกำหนดเป็นตัวแปรที่ต่างกัน โดยที่จุด $Y=128$ เป็นจุดแบ่งขอบเขตความมืดกับสว่าง



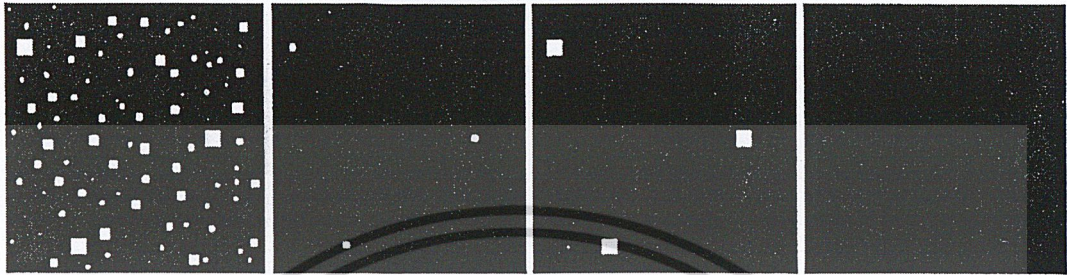
รูปที่ 3-2 แสดงกรอบพื้นที่สีผิวโครงสร้างสีวายซีบีซีอาร์ ที่ระนาบ $Y=160$

3.2 ทฤษฎีมอโฟโลจิคัลในการแยกส่วนของใบหน้า

มอโฟโลจิคัล(Morphology) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการประมวลผลภาพเกี่ยวกับรูปร่างที่เราต้องการ โดยพิจารณาที่พื้นสีส่วนของภาพทั้งหมด แล้วแยกเอาบริเวณที่เราสนใจออกมาจากภาพนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโครงการนี้จะใช้ตัวดำเนินการของมอโฟโลจิคัล ได้แก่ การขยายกลุ่มของพิกเซล(Dilation) การหดตัวของกลุ่มของพิกเซล (Erosion) และการอุดรูกลุ่มของพิกเซล (Filling Holes Regions) โดยกระบวนการเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของการตัดสีผิวออกจากภาพรวม เพื่อที่จะแยกส่วนของใบหน้ามาทำการรู้จำในกระบวนการหนึ่ง



(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

(ก) ภาพที่มีกลุ่มพิกเซลรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 1, 3, 5, 7, 9 และ 15 พิกเซล

(ข) ผลจากการดำเนินการหดตัวของกลุ่มของพิกเซล ด้วยโครงสร้างองค์ประกอบ (Structure element)

ขนาด 13 พิกเซล

(ค) ผลการขยายกลุ่มของพิกเซลให้มีขนาดเท่ากับภาพ (ก)

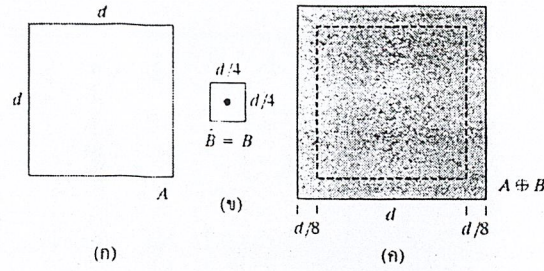
(ง) ผลจากการอุดรูของกลุ่มของพิกเซล

รูปที่ 3-3 ตัวอย่างการทำมอโฟโลจิคัล

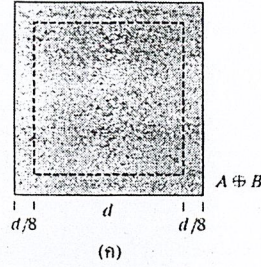
3.2.1 การขยายกลุ่มของพิกเซล

ในการดำเนินการขยายกลุ่มของพิกเซลนี้เป็นพื้นฐานของการประมวลผลของมอโฟโลจิคัล โดยถ้ากำหนดให้ A และ B เป็นกลุ่มของพิกเซลที่มีขนาดพื้นที่เป็น 2 มิติที่มีความกว้างและความยาว

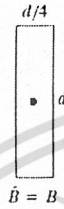
ในการดำเนินการนี้ กลุ่มพิกเซลของ B นี้ใช้อ้างถึงโครงสร้างองค์ประกอบ (Structure Element) ของตัวดำเนินการในการขยายกลุ่มของพิกเซล เมื่อ B เป็นหน้ากากคอนโวลูชัน (Convolution Mask) โดยค่าในกลุ่มพิกเซลจะพิจารณาเป็นเมตริกที่มีสมาชิกเป็นค่าของพิกเซลนั้น ๆ และจะทำการคอนโวลูชันกับกลุ่มพิกเซล A ที่เราต้องการดำเนินการขยายขอบออกไป ดังตัวอย่างในรูปที่ 3-4



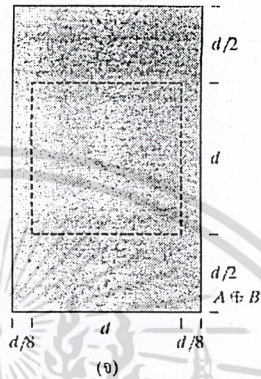
(น)



(ก)



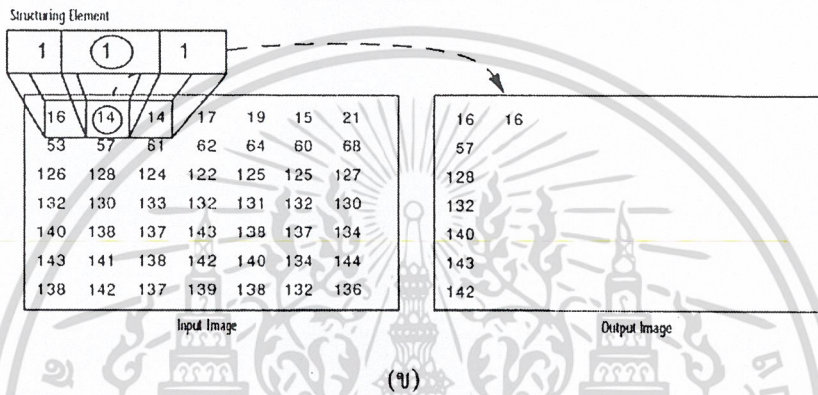
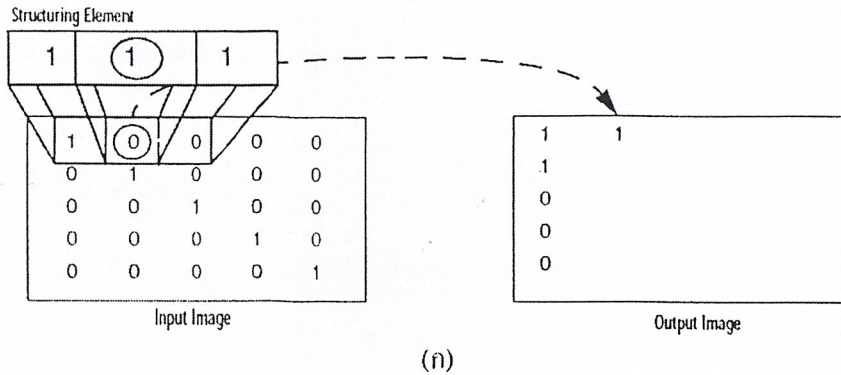
(จ)



(ข)

- (ก) กลุ่มของพิกเซล A ที่ต้องการดำเนินการขยายขอบภาพ
 - (ข) โครงสร้างองค์ประกอบเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีจุดที่ตรงกลาง
 - (ค) ผลของการขยายกลุ่มของพิกเซล A
 - (ง) เมื่อยืดโครงสร้างองค์ประกอบให้ยาวขึ้น
 - (จ) ผลของการขยายกลุ่มของพิกเซล A เมื่อยืดโครงสร้างองค์ประกอบ
- รูปที่ 3-4 ลักษณะการดำเนินการขยายกลุ่มของพิกเซล

จากรูปจะเห็นได้ว่า รูปที่ 3-4 (ค) และ (จ) เป็นผลของการขยายกลุ่มของพิกเซลโดยการคอนโวลูชันที่เส้นประของรูปทั้งสองนั้น แสดงถึงขนาดของกลุ่มพิกเซลเดิมก่อนการขยายขอบออกไป ซึ่งผลของการดำเนินการขยายกลุ่มของพิกเซลจะให้ผลที่ถูกต้องแม่นยำกับภาพขาวดำ (Binary Image) ส่วนภาพที่เป็นภาพระดับสีเทา (Gray-Scale Image) นั้นต้องทำการเทรซโฮลด์ ก่อนแล้วจึงแปลงกลับไปในรูปแบบของไบนารี ดังตัวอย่างในรูปที่ 3-4 (ก)

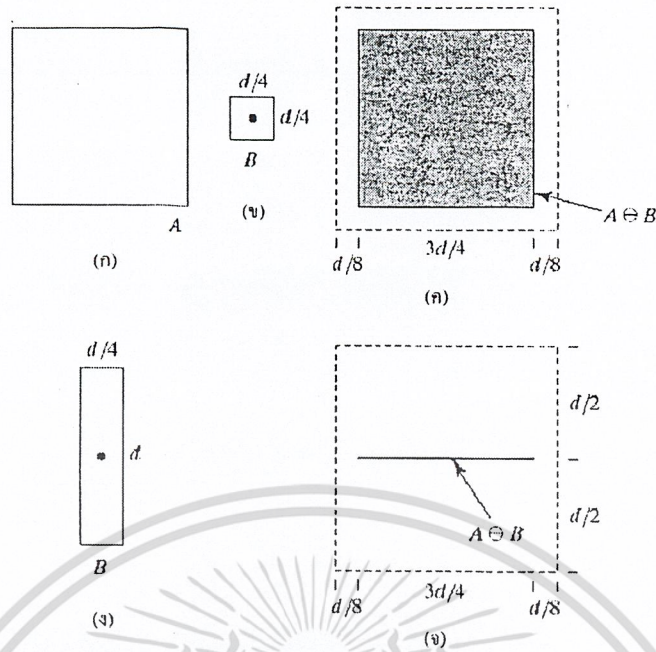


รูปที่ 3-5 (ก) แสดงการดำเนินการขยายกลุ่มของพิกเซลของภาพระดับสีเทา
(ข) แสดงการดำเนินการขยายกลุ่มของพิกเซลของภาพขาวดำ

3.2.2 การหดตัวของกลุ่มพิกเซล

ในการดำเนินการหดของกลุ่มพิกเซลนี้เป็นไปในทางตรงกันข้ามกับการขยายตัวของกลุ่มพิกเซล โดยถ้ากำหนดให้ A และ B เป็นกลุ่มของพิกเซลที่มีขนาดพื้นที่เป็น 2 มิติที่มีความกว้างและความยาว

จากรูปที่ 3-6 (ก) ก็จะเห็นได้ว่าเส้นประนั้นคือขนาดของกลุ่มพิกเซล A ก่อนการหดของกลุ่มพิกเซล และในส่วนที่เป็นสีเทานั้นเป็นขอบเขตที่ได้จำกัดด้วยการเคลื่อนตัวหดเข้ามาของจุดกำเนิดของ B เมื่อทำการคอนโวลูชัน และเมื่อยึดโครงสร้างองค์ประกอบ B ให้ยาวขึ้นดังรูปที่ 3-6 (ง) จะเห็นว่ากลุ่มพิกเซล A จะหดตัวเหลือเป็นเส้นในแนวนอน

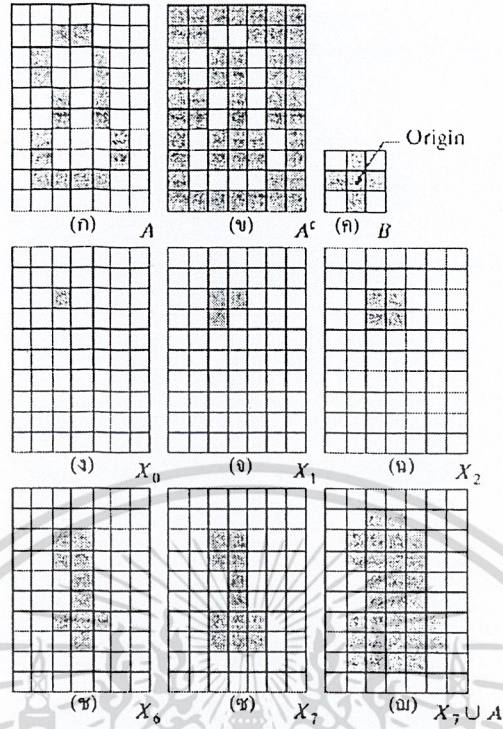


- (ก) กลุ่มของพิกเซล A ที่ต้องการดำเนินการลดขนาดขอบภาพ
- (ข) โครงสร้างองค์ประกอบเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีจุดตรงกลาง
- (ค) ผลการหดของกลุ่มพิกเซล A
- (ง) เมื่อยืดโครงสร้างองค์ประกอบให้ยาวขึ้น
- (จ) ผลการหดของกลุ่มพิกเซล A เมื่อยืดโครงสร้างองค์ประกอบ
- รูปที่ 3-6 ลักษณะการดำเนินการหดตัวของกลุ่มพิกเซล

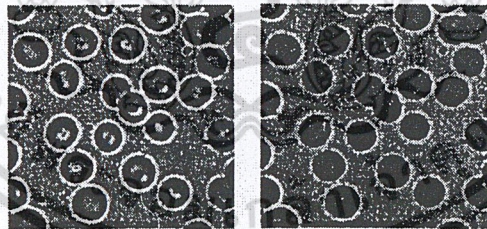
3.2.3 การอุดรูของกลุ่มพิกเซล

จากพื้นฐานของการขยายกลุ่มของพิกเซลได้นำมาพัฒนาอัลกอริทึมให้เป็นการอุดรูของกลุ่มพิกเซลของส่วนเติมเต็มและการอินเตอร์เซกชัน (Intersection) ของเซต

จากรูปที่ (ก) เป็นภาพกลุ่มของพิกเซล A ที่เป็นขอบเขต (Boundary) และการคอนโซลูชันโดย B จะเป็นขั้นของ X_k และสุดท้ายจะอินเตอร์เซกชันกับ A โดยผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นการอุดรูของกลุ่มพิกเซลที่เป็นขอบเขต ดังอย่างในรูปที่ 3-7



(ก) กลุ่มของพิกเซล A ที่เป็นเส้นขอบเขต (ข) คอมพลิวเมนต์ของ A
 (ค) โครงสร้างองค์ประกอบของ B (ง) จุดพิกเซลเริ่มต้นภายในเส้นขอบเขต
 (จ)-(ซ) ขั้นตอนต่าง ๆ ของสมการ X_k (ฌ) ผลของการยุบเนียน เป็นพิกเซลที่ได้อุดรูแล้ว
 รูปที่ 3-7 ลักษณะการดำเนินการอุดรูของกลุ่มพิกเซล



รูปที่ 3-8 (ก) แสดงภาพก่อนทำการอุดรูของภาพระดับสีเทา
 (ข) แสดงผลของการอุดรูของภาพระดับสีเทา

3.3 การแยกองค์ประกอบต่าง ๆ ของใบหน้าโดยใช้ฮิสโตแกรม

หากเรานำภาพที่ได้จากกระบวนการตัดสีผิวและโมฟอลอจิกัลมาใช้ในการประมวลผลโดยตรง อาจจะทำให้เกิดโอกาสผิดพลาดได้มาก เพราะว่าอาจจะตัดได้บริเวณอื่น ๆ เช่น คอ มาด้วย ดังนั้นการแยกองค์ประกอบของใบหน้าออกมาจากภาพทั้งหมดทำให้เราสามารถประมวลผลภาพได้อย่างแม่นยำมากยิ่งขึ้น เพราะว่าเราจะนำแต่องค์ประกอบที่เด่นในใบหน้าเช่นตา จมูก ปาก มาคิดเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

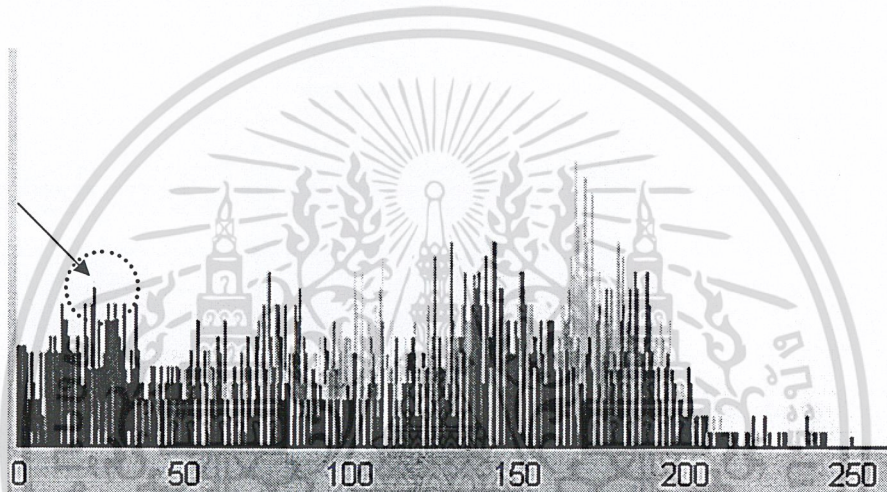
การหาค่าประกอบของใบหน้ามีขั้นตอนดังนี้

1. การหาตำแหน่งของตา
2. นำระยะห่างของตาเข้ามาทำการประมาณตำแหน่งของจมูกและปาก โดยใช้อัตราส่วนมาตรฐานของใบหน้าคน ซึ่งระบุความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของดวงตา กับจมูกและปาก

3.3.1 ขั้นตอนในการหาตำแหน่งของตา

ขั้นตอนในการหาตำแหน่งของตาสามารถแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1. นำภาพบริเวณหน้าที่ได้จากการพิจารณาทำเป็นภาพ Gray scale แล้วสร้างกราฟฮิสโตแกรมจากการพิจารณาค่าของแต่ละพิกเซล ดังภาพ



รูปที่ 3-9 ภาพฮิสโตแกรมของภาพระดับขาวดำ

ในการเลือกค่า Threshold เราจะเลือกจากจุดยอดจุดแรกของกราฟฮิสโตแกรม เพราะว่าในใบหน้าของคนนั้น เราจะพบว่าบริเวณตาจะมีค่าอยู่ในช่วงเริ่มต้น ซึ่งวิธีนี้จะช่วยให้สามารถกำหนดค่า Threshold ที่เหมาะสมได้ การเลือกค่า Threshold ที่สูงเกินไป อาจจะทำให้ไม่สามารถตรวจหาตาได้ หรือหากเลือกค่าที่ต่ำเกินไป ก็จะต้องเพิ่มค่า Threshold และเริ่มกระบวนการหาตาใหม่

2. นำค่า Threshold ที่ได้จากข้อ 1 มาแปลงภาพใบหน้าให้เป็นภาพไบนารี
3. พิจารณาว่าสองบล็อกที่หาได้ว่าเป็นตาหรือไม่ โดยจะต้องตรงไปตามเงื่อนไขต่อไปนี้
 - บล็อกทั้งสองจะต้องเป็นกลุ่มของพิกเซลที่มีขนาดประมาณ 10 – 50 พิกเซล สำหรับภาพขนาด 320*240
 - ไม่มีบล็อกใด ๆ อยู่ใต้บล็อกที่คาดว่าน่าจะเป็นตา
 - บล็อกที่อยู่ใกล้กับมุมของภาพที่พิจารณา มาก ๆ ไม่ใช่บริเวณดวงตา (บริเวณขอบอาจเป็นดวงตาได้ หากเป็นภาพใบหน้าที่ถ่ายเอียงซ้าย-ขวา)

4. หากในแต่ละรอบการทำงานไม่พบสองบล็อกใด ๆ ที่คาดว่าน่าจะเป็นดวงตา จะทำการเพิ่มค่า Threshold ขึ้นไปที่ละ 6 แล้วทำซ้ำตั้งแต่ข้อที่ 2 ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะพบหรือครบตามจำนวนรอบที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-10 ภาพใบหน้าที่ผ่านการบวนการตัดสีผิว และโมโฟโลจิคัลแล้ว



รูปที่ 3-11 ค่า Threshold ครั้งที่ 1 พบว่าไม่สามารถตรวจหาตัวได้ จึงเพิ่มค่า Threshold ขึ้นอีก 6



รูปที่ 3-12 ค่า Threshold ครั้งที่ 2 พบค่าเพียง 1-2 พิกเซลเท่านั้นซึ่งน้อยมาก ทำให้ไม่สามารถตรวจพบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-13 ค่า Threshold ครั้งที่ 3 พบค่าดำมากขึ้น รายละเอียดของภาพเริ่มมากขึ้น แต่อาจหาค่าผิดพลาดในบางครั้ง



รูปที่ 3-14 ค่า Threshold ที่ 4 เห็นรายละเอียดของตาดำชัดเจน สามารถตรวจพบได้

3.3.2 การประมาณตำแหน่งของจมูก ปาก โดยใช้อัตราส่วนมาตรฐานของใบหน้าคน

การวิเคราะห์หาองค์ประกอบพื้นฐานของใบหน้าคนนั้น สามารถใช้หลักโครงสร้างของใบหน้า มนุษย์ที่เป็นสัดส่วนซึ่งกันและกัน โดยใช้ระยะห่างระหว่างตาดำทั้งสองเป็นหลัก เมื่อได้ตำแหน่งของตา ดำทั้งสองข้าง เราสามารถนำระยะนั้นมาประมาณตำแหน่งของตาจมูกและปากได้

ตำแหน่งในแนวแกน x ของจมูก และ ปาก จะอยู่ในตำแหน่งเดียวกับกึ่งกลางของตาดำ

กำหนดให้ระยะห่างระหว่างตาดำทั้งสองเท่ากับ a แล้ว

ตำแหน่งจากกึ่งกลางตาลงมาถึงบริเวณจมูกเท่ากับ $\frac{a}{3}$

ความสูงของบริเวณที่คาดว่าจะเป็นจมูกเท่ากับ $\frac{a}{2}$

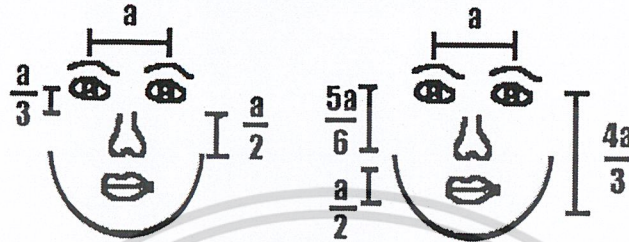
ดังนั้นระยะห่างตั้งแต่กึ่งกลางของตาลงไปจนครอบคลุมจมูกทั้งหมดคือ $\frac{a}{2} + \frac{a}{3} = \frac{5a}{6}$

ความสูงของบริเวณที่คาดว่าจะเป็นปากเท่ากับ $\frac{a}{2}$

ดังนั้นระยะห่างตั้งแต่กึ่งกลางของตาลงไปจนครอบคลุมปากทั้งหมดคือ $\frac{5a}{6} + \frac{a}{2} = \frac{4a}{3}$

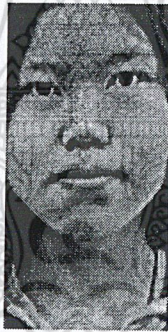
เพราะฉะนั้นหากเราสามารถหาระยะห่างระหว่างตาได้เท่ากับ a เราสามารถคำนวณตำแหน่งปากในแนวแกน y ได้โดยการนำตำแหน่งตาในแนวแกน y บวกด้วย $\frac{4a}{3}$

อัตราส่วนดังกล่าวค่อนข้างจะแน่นอนและแม่นยำมากกับภาพใบหน้าตรง หากเป็นใบหน้าที่ยังงอหรือก้มเงย อาจจะคลาดเคลื่อนไปบ้าง



รูปที่ 3-15 แสดงอัตราส่วนมาตรฐานของใบหน้าคน

วิธีการที่ว่านี้ยังสามารถนำไปประเมินบริเวณของคางได้อีกด้วย องค์ประกอบเหล่านี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากในขั้นตอนการเปรียบเทียบ เพราะช่วยให้เราดึงเฉพาะบริเวณองค์ประกอบหลัก ๆ ของภาพที่ตัดได้เท่านั้นมาผ่านกระบวนการหาลักษณะเด่นโดยใช้ตัวกรองเกเบอร์



รูปที่ 3-16 ภาพที่ผ่านการตัดสีผิว



รูปที่ 3-17 ภาพที่ผ่านการคำนวณหาระยะห่างตั้งแต่ตาจนถึงปลายคางของใบหน้า โดยผ่านการหาระยะห่างระหว่างตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ทฤษฎีและหลักการในการรู้จำใบหน้า

4.1 การแยกลักษณะเด่นของภาพด้วยตัวกรองเกเบอร์ (Gabor Filter)

ปริญญานิพนธ์นี้ได้นำเกเบอร์เวฟเลต (Gabor wavelet) มาวิเคราะห์พื้นผิวของภาพ ซึ่งมีหลักการทำงานคือจะพิจารณารูปแบบการเรียงตัวของพิกเซล ทำให้เราสามารถนำมาหาลักษณะเด่นของพื้นผิว (Texture Feature) ได้โดยการคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนของภาพที่ผ่านกระบวนการกรองเกเบอร์ โดยทำนอร์มอลไลซ์การหมุน (Rotation Normalization) ที่มีลักษณะการเคลื่อนตัวเป็นวงกลมของแต่ละอิเลเมนต์ขององค์ประกอบ (Feature Element) ทั้งทั้งภาพและจะมีทิศทาง การเคลื่อนตัวที่เป็นลักษณะเด่นออกมาเหมือนๆ กัน

ถ้ากำหนดให้ตำแหน่งของพิกเซลใด ๆ ในภาพคือ $I(x,y)$ และขนาดของภาพนั้นคือ $P \times Q$ โดยจะมีความสัมพันธ์ดังสมการคอนโวลูชันดังนี้

$$G_{mn}(x,y) = \sum_s \sum_t I(x-s, y-t) \psi^*_{mn}(s,t)$$

จากสมการคอนโวลูชัน รูปแบบการแปลงดิสคริตเกเบอร์เวฟเลต

โดยที่ s และ t คือ ตัวแปรขนาดของหน้ากากตัวกรอง (Filter Mask Size)

ψ^* คือ คอนจูเกตเชิงซ้อนของ $\psi(x,y)$

ψ คือ ระดับของฟังก์ชันความคล้ายกัน (Class of Self-similar Function) โดยได้จากการแผ่ขยายตัวและการหมุนตัวของเวฟเลต ดังนี้

$$\Psi(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right)\right] \exp(j2\pi Wx)$$

ซึ่ง W คือความถี่ของการมอดูเลต

และจะได้ฟังก์ชันความคล้ายกันของเกเบอร์เวฟเลต (Self-similar Gabor Wavelet) ดังนี้

$$\Psi_{mn}(x,y) = a^{-m} \Psi(\tilde{x}, \tilde{y})$$

เมื่อ m และ n จะจางด้วยสเกล (Scale) และการปรับตัว (Orientation) ของเวฟเลต ตามลำดับ

$m = 0, 1, \dots, M-1, n = 0, 1, \dots, N-1$ และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\tilde{x} = a^{-m} (x \cos \theta + y \sin \theta)$$

$$\tilde{y} = a^{-n} (-x \sin \theta + y \cos \theta)$$

โดยที่ $a > 1$ และ $\theta = n\pi / N$

ตัวแปรในสมการข้างต้นนี้มีค่าดังต่อไปนี้

$$a = (U_h / U_l)^{\frac{1}{M-1}}$$

$$W_{m,n} = a^m U_l$$

$$\sigma_{x,m,n} = \frac{(a+1)\sqrt{2 \ln 2}}{2\pi a^m (a-1)U_l}$$

$$\sigma_{y,m,n} = \frac{1}{2\pi \tan\left(\frac{\pi}{2N}\right) \sqrt{\frac{U_h^2}{2 \ln 2} - \left(\frac{1}{2\pi \sigma_{x,m,n}}\right)^2}}$$

ในปริญญานิพนธ์จะใช้ค่าคงที่ ซึ่งเป็นค่าที่ใช้โดยทั่วไป ดังนี้

$$U_l = 0.05, U_h = 0.4$$

S และ r มีช่วงตั้งแต่ 0 ถึง 60

หน้ากระดาษกรองขนาด 60x60

4.2 การแสดงออกของพื้นผิวและการกอบกู้คืนของพื้นผิว

เราสามารถคำนวณหาการแสดงออกพื้นผิวโดยใช้การแปลงเกเบอร์ (Gabor transform) โดยกระบวนการคำนวณความคล้ายคลึงของพื้นผิว (Texture Similarity) และการนอร์มอลไลซ์การหมุน

4.2.1 การแสดงออกของพื้นผิว

หลังจากที่เราใช้ตัวกรองเกเบอร์บนรูปภาพแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้คือความแตกต่างของการปรับตัวที่แตกต่างกันที่สเกล โดยเราจะได้อาเรย์ของขนาด (Array of Magnitude) ดังสมการนี้

$$E_{(m,n)} = \sum_x \sum_y |G_{mn}(x,y)|$$

เมื่อ $m = 0, 1, \dots, M-1$; $n = 0, 1, \dots, N-1$

ค่าของขนาด (Magnitude) เหล่านี้ประกอบไปด้วยความแตกต่างของสเกลและการปรับตัวของรูปภาพ จุดประสงค์หลักของการกอบกู้พื้นผิวภาพพื้นฐาน (Texture-based Retrieval) ก็เพื่อที่จะค้นหารูปภาพที่มีองค์ประกอบคล้ายกัน หรือค้นหาบริเวณที่มีความคล้ายคลึงกันของพื้นผิว ซึ่งมันเป็นการคาดคะเนภาพที่เรากำลังสนใจ หรือบริเวณที่เรากำลังพิจารณาที่มีพื้นผิวเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenous

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

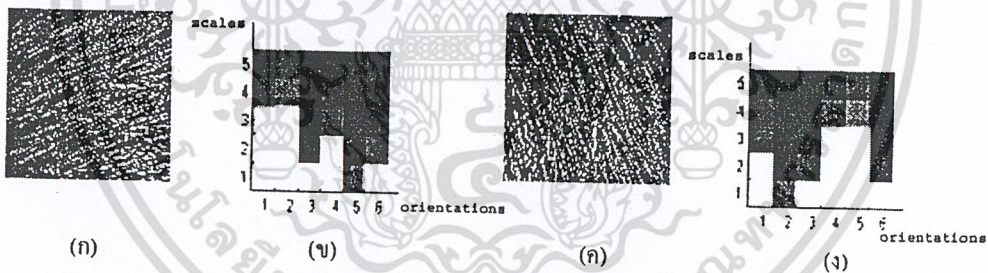
Texture) โดยที่ค่าเฉลี่ยของขนาดคือ μ_{mn} และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของขนาดที่ได้จากการแปลงสัมประสิทธิ์คือ σ_{mn} โดยตัวแปรทั้งหมดนี้แทนการดึงองค์ประกอบของบริเวณที่พื้นผิวเป็นเนื้อเดียว

$$\mu_{mn} = \frac{E(m, n)}{P \times Q}$$

$$\sigma_{mn} = \frac{\sqrt{\sum_x \sum_y (|G_{mn}(x, y) - \mu_{mn}|)^2}}{P \times Q}$$

ในองค์ประกอบของเวกเตอร์ f นี้แสดงถึงการแสดงออกของพื้นผิว (Texture Representation) โดยที่สร้างมาจากค่าเฉลี่ยของขนาด μ_{mn} และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของขนาดที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงสัมประสิทธิ์ σ_{mn} ให้เป็นส่วนประกอบของลักษณะเด่น ยกตัวอย่างเช่น มีขนาดสเกลคือ 5 และ 6 ค่าการปรับตัว เพราะฉะนั้นเราจะได้องค์ประกอบของเวกเตอร์ f ดังนี้

$$f = (\mu_{00}, \sigma_{00}, \mu_{01}, \sigma_{01}, \dots, \mu_{45}, \sigma_{45})$$



(ก) รูปภาพฟาง (ข) ผลการแปลงเกเบอร์ของภาพ (ก)
 (ค) ภาพที่ได้จากการหมุนภาพ (ก) 90° (ง) ผลการแปลงเกเบอร์ของภาพ (ค)

รูปที่ 4-1 รูปแบบของค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบลักษณะเด่นของภาพ μ_{mn}

ดังรูปที่ 4-1 ได้แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของ 2 พื้นผิวภาพและผลของการแปลงเกเบอร์ที่ได้ โดยภาพ (ค) หมุนไป 90° จากภาพ (ก) และจากภาพ (ข) เป็นผลการแปลงเกเบอร์ของภาพ (ก) สังเกตได้ว่าลักษณะทิศทางที่โดดเด่นอยู่ที่การปรับภาพที่ค่า 2 (60°) ในขณะที่ภาพ (ข) สังเกตได้ว่าลักษณะทิศทางที่โดดเด่นอยู่ที่การปรับภาพที่ค่า 5 (150°)

4.2.2 การวัดค่าการหมุนตัวที่ไม่เปลี่ยนแปลงความคล้ายคลึงกัน (Rotation Invariant Similarity)

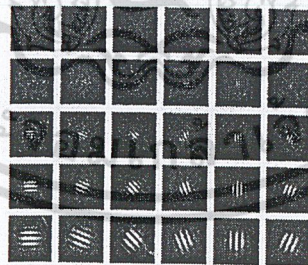
ในการวัดความคล้ายคลึงขององค์ประกอบบนพื้นผิวภาพที่เข้ามาทำการตรวจสอบโดยกำหนดให้เป็น Q และเป้าหมายของภาพที่ต้องการตรวจสอบค้นหาในฐานะข้อมูลเป็น T โดยมีสมการดังนี้

$$D(Q, T) = \sum_m \sum_n d_{mn}(Q, T)$$

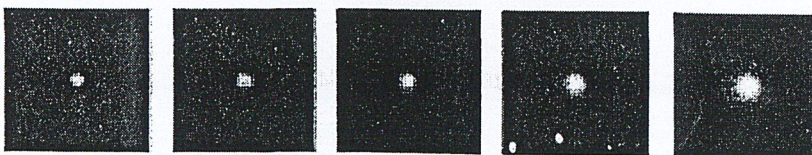
เมื่อค่าระยะห่าง (Distance) คือ

$$d_{mn} = \sqrt{(\mu_{mn}^Q - \mu_{mn}^T)^2 - (\sigma_{mn}^Q - \sigma_{mn}^T)^2}$$

เนื่องจากว่าการวัดค่าความคล้ายคลึงกันของภาพนั้นไม่ใช่เป็นการหมุนตัวที่ไม่เปลี่ยนแปลง (Rotation Invariant) แต่เป็นเพราะความคล้ายคลึงกันของพื้นผิวภาพด้วยความแตกต่างของทิศทาง จากตัวอย่างภาพในรูปที่ 4-1 (ก) และ (ค) ทั้งสองภาพนี้คือรูปเดียวกัน แต่แตกต่างกันที่การปรับหมุนภาพเท่านั้น ซึ่งผลของภาพจะมีระยะห่าง (Distance) สูงมาก ถ้าเราทำการวัดจุดพิกเซลโดยตรง โดยในจุดประสงค์ของการกรองเกเบอร์ที่เราต้องการให้ได้การวางตัวของลักษณะส่วนโค้งที่เด่นในบริเวณทั่วไปหน้า ไม่ว่าจะเป็นส่วนโค้งของคิ้ว ปาก ตา โดยดึงองค์ประกอบของส่วนโค้งโดยทั่วทั้งภาพ ผลที่ได้นี้เราจะคำนวณหาพลังงานรวม (Total Energy) ของแต่ละการปรับตัวของภาพ โดยการปรับตัวที่มีค่าพลังงานรวมสูงสุดนี้เราเรียกว่า ทิศทางที่โดดเด่น (Dominant Direction) โดยที่จะเป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งของเวกเตอร์ f



รูปที่ 4-2 ส่วนจริงของสเกลคือ 5 และ 6 ค่าการปรับตัว



รูปที่ 4-3 ขนาดของเกเบอร์เมื่อกำหนดให้ 5 สเกลที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ฟาสฟูเรียทรานส์ฟอร์ม (Fast Fourier Transform)

ฟาสฟูเรียทรานส์ฟอร์มเป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการแปลงสัญญาณบนโดเมน (Domain) ของเวลาไปเป็นโดเมนของความถี่แทนเพื่อทำให้การคำนวณ ดิสครีตฟูเรียทรานส์ฟอร์มได้รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยในโครงการนี้ได้นำมาใช้แทนการคำนวณคอนโวลูชันของภาพกับตัวกรองเกเบอร์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ในเวลาที่รวดเร็วขึ้น โดยมีสมการดังนี้

$$F(u, v) = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^M \sum_{y=0}^N f(x, y) e^{-j2\pi\left(u\frac{x}{M}+v\frac{y}{N}\right)}$$

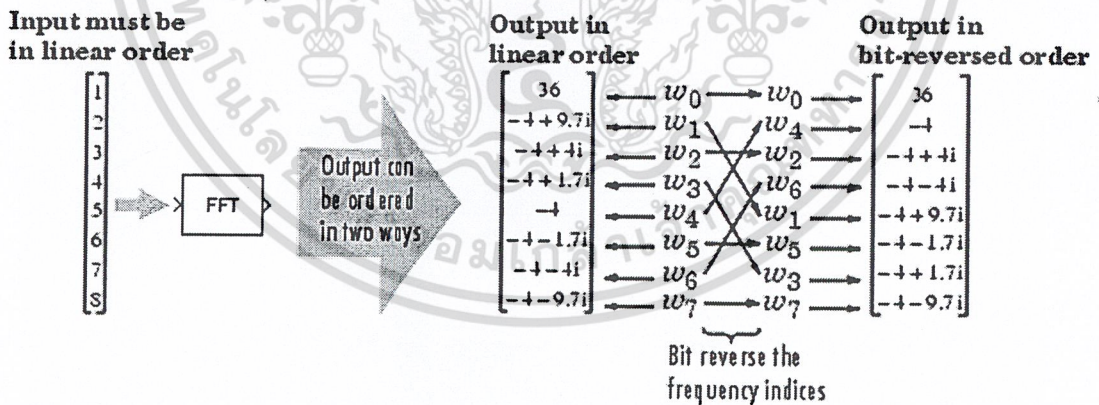
$$f(x, y) = \sum_{u=0}^M \sum_{v=0}^N F(u, v) e^{j2\pi\left(u\frac{x}{M}+v\frac{y}{N}\right)}$$

โดยความสัมพันธ์ระหว่างคอนโวลูชันกับฟาสฟูเรียทรานส์ฟอร์มเป็นดังสมการต่อไปนี้

$$x * y = IFFT(FFT(x) \times FFT(y))$$

โดย FFT คือ การทำฟาสฟูเรียทรานส์ฟอร์ม (Fast Fourier Transform)

และ IFFT คือ การทำอินเวอร์สฟาสฟูเรียทรานส์ฟอร์ม (Inverse Fast Fourier Transform)



รูปที่ 4-4 แสดงการทำฟาสฟูเรียทรานส์ฟอร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การคำนวณ และการสร้าง

5.1 การทำงานโดยรวมของโปรแกรมระบบตรวจสอบใบหน้า

ระบบตรวจสอบลายนิ้วมือจะเริ่มจากการถ่ายภาพมาจากกล้อง ต่อจากนั้นโปรแกรมก็จะตรวจสอบภาพที่ได้ โดยทำการแมชชีนซึ่งใบหน้าจากฐานข้อมูล โดยหากไม่พบ ก็แสดงว่าไม่มีข้อมูลในฐานข้อมูล ผู้ใช้ก็ต้องเพิ่มข้อมูลของตนลงในฐานข้อมูลก่อน แต่ถ้าหากว่ามีข้อมูลอยู่แล้ว แล้วพบตรงไม่พบ ก็แสดงว่าโปรแกรมทำงานผิดพลาด ผู้ใช้ก็ต้องทำการถ่ายภาพใหม่ โดยถ้าระบบสามารถตรวจสอบใบหน้าได้ตรง แสดงว่าการแมชชีนซึ่งข้อมูลที่ได้จากกล้องกับข้อมูลที่เก็บไว้สามารถทำได้ถูกต้อง โดยจะแสดงผลลัพธ์ขึ้นมาให้ผู้ใช้งานได้ทราบทางหน้าจอด้วย

5.2 รายละเอียดของกล้องถ่ายภาพ

ยี่ห้อ Logitech QuickCam Sphere camera



สามารถถ่ายวิดีโอได้ความละเอียด 640 * 480 พิกเซล

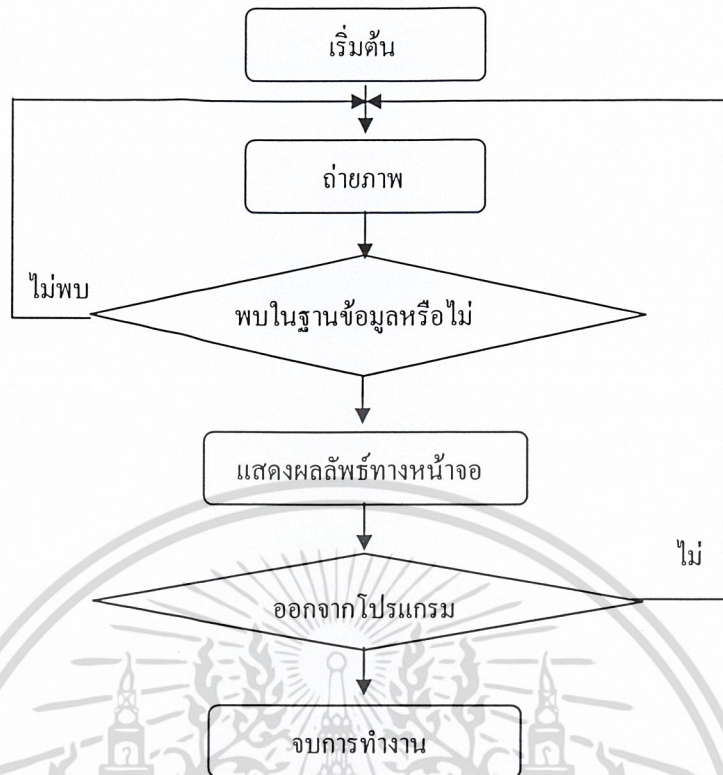
อัตราการถ่ายวิดีโอ 30 เฟรมต่อวินาที

สามารถถ่ายภาพนิ่งได้ความละเอียดสูงสุด 1280*960 พิกเซล

5.3 การออกแบบโปรแกรมส่วนของผู้ใช้

การทำงานของผู้ใช้นี้ flow chart ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

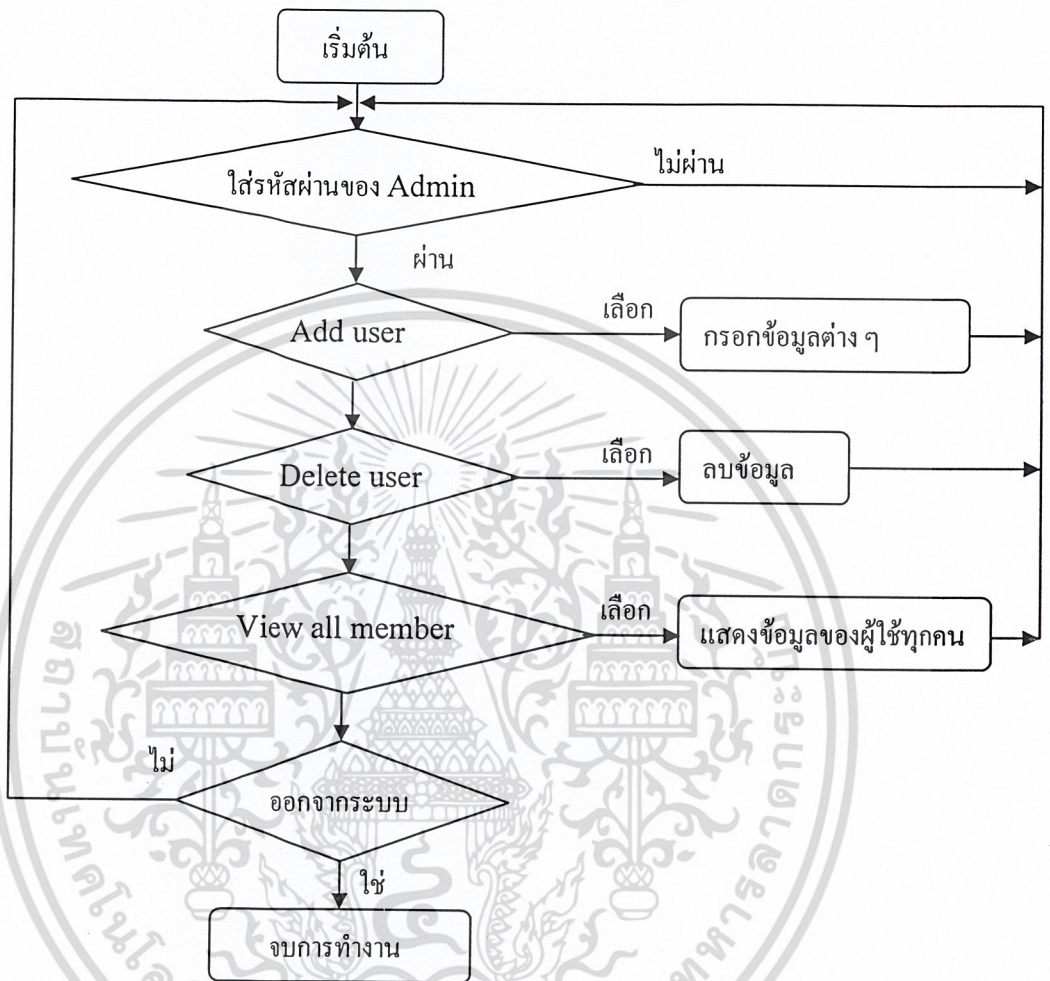


รูปที่ 5-1 flow chart ของผู้ใช้ระบบตรวจสอบใบหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 การออกแบบโปรแกรมส่วนของผู้ดูแลระบบ

การทำงานของผู้ดูแลระบบมี Flow chart ดังนี้



รูปที่ 5-2 flow chart การทำงานของ Administrator

5.5 การออกแบบฐานข้อมูล

การออกแบบฐานข้อมูลในโครงการนี้มีสองส่วน คือ

5.5.1 ฐานข้อมูลที่เป็น Text file ซึ่งเอาไว้เก็บค่าผลลัพธ์ของการกรอกเกเบอร์ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.5.2 ฐานข้อมูลที่เป็น Microsoft access ซึ่งเอาไว้เก็บข้อมูลต่าง ๆ ของผู้ผู้มีสองฐานข้อมูล คือ

1. Profile ใช้เก็บประวัติต่าง ๆ ของคนในฐานข้อมูล โดยมี field ต่าง ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ID
- Name
- Blood group
- Telephone number
- Display picture

2. Login ใช้เก็บข้อมูลของ Administrator โดยเก็บ username และ Password

5.6 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมในส่วนของการตรวจสอบใบหน้า

1. รับภาพถ่ายจากกล้องดิจิทัลเป็นภาพถ่ายหน้าตรง ที่เอียงซ้าย-ขวา ก้ม-เงย ได้ไม่เกิน 20 องศา โดยมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมดังนี้

- อยู่ในสภาวะแสงที่ไม่มากหรือน้อยจนเกินไป เพราะกล้องที่ใช้เป็น Web camera ดังนั้นหากมีแสงมาตกกระทบที่เลนส์มากเกินไปจะทำให้ภาพสว่างจ้าจนสีของภาพเพี้ยนไป และจะต้องไม่มีคนเดินไป เพราะว่าจะไม่สามารถตรวจจับสีของภาพได้ เนื่องจากวิธีการตรวจจับใบหน้านั้นใช้หลักการของสีเป็นหลัก สภาวะแสงที่ใช้ในโครงการจะเป็นแสงขาวจากหลอดไฟนีออนธรรมดา และไม่ถ่ายภาพย้อนแสงอาทิตย์ ผู้ที่จะถูกถ่ายภาพอยู่ห่างจากเลนส์กล้องประมาณ 1 เมตร ถ่ายภาพที่รายละเอียด 320 * 240 พิกเซล

- สีของพื้นหลังจะต้องแตกต่างกับสีของเนื้องมมนุษย์ เพราะว่าถ้าเหมือนกันแล้วจะทำให้บริเวณที่เป็นใบหน้าคนผิดพลาดได้ โดยในโครงการใช้ฉากหลังเป็นสีขาว

2. นำภาพที่ได้มาแปลงสีให้อยู่ในโครงสร้างสีวายซีบีซีอาร์

เนื่องจาก โครงสร้างสีแบบอาร์จีบีนั้นเป็นตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงไปตามความเข้มแสงจึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ภาพถ่ายที่มีความเข้มแสงต่างกันได้

การแปลงโครงสร้างสีจากอาร์จีบีให้เป็นวายซีบีซีอาร์นั้นใช้สมการดังนี้

$$\begin{bmatrix} r \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.169 & -0.331 & 0.500 \\ 0.500 & -0.419 & -0.081 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix}$$

3. ตัดบริเวณที่ไม่ใช่สีผิวของเนื้องมมนุษย์ออก

โดยให้บริเวณที่มีสีใกล้เคียงกับสีผิวกลายเป็นสีขาว ส่วนบริเวณอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ให้แทนที่ด้วยสีดำซึ่งทำบนภาพสร้างภาพไบนารีที่สร้างมารองรับ โดยใช้สมการดังนี้

เมื่อ $Y > 128$

$$\theta_1 = -2 + \frac{256 - Y}{16};$$

$$\theta_2 = 20 - \frac{256 - Y}{16};$$

$$\theta_3 = 6; \theta_4 = -8;$$

เมื่อ $Y < 128$

$$\theta_1 = 6; \theta_2 = 12;$$

$$\theta_3 = 2 + \frac{Y}{32};$$

$$\theta_4 = -16 + \frac{Y}{16};$$

$$Cr \geq -2(Cb + 24);$$

$$Cr \geq 4(Cb + 32);$$

$$Cr \geq \theta_3$$

$$Cr \geq \frac{220 - Cb}{6};$$

$$Cr \geq -(Cb + 17);$$

$$Cr \geq 2.5(Cb + \theta_1);$$

$$Cr \geq 0.5(\theta_4 - Cb);$$

$$Cr \leq \frac{4}{3}(\theta_2 - Cb)$$

4. นำภาพไบนารีที่ได้ผ่านกระบวนการมอโฟโลจิคัล โดยจะนำการขยายตัวของพิกเซล (dilation) กับการหดตัวของพิกเซล (Erosion) มาใช้เพื่ออุดรูกลุ่มของบริเวณที่เป็นสีผิวมนุษย์ ทำให้ได้บริเวณที่เป็นสีผิวมนุษย์ที่สมบูรณ์
5. นำบริเวณของสีผิวมนุษย์จากกระบวนการมอโฟโลจิคัลมากำหนดบริเวณให้กับภาพต้นแบบ แล้วตัดภาพขอบเขตของสีผิวมนุษย์ออกมา
6. นำภาพที่ได้ในขั้นตอนที่ 5.6.5 มาทำเป็นภาพระดับขาวดำ (Gray scale) แล้วหาฮิสโตแกรมของภาพนั้น
7. นำค่าที่จุดยอดจุดแรกของฮิสโตแกรมมาหาค่า แล้วนำระยะห่างระหว่างค่าที่ได้มาหาบริเวณของกาง เราจะสามารถตัดเอาของเขตของใบหน้าจริง ๆ ออกมาได้จากบริเวณสีผิวที่เป็นเนื้อมนุษย์ทั้งหมด

5.7 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมในส่วนของการรู้จำใบหน้า

1. ในการรู้จำใบหน้านั้นเราต้องสร้างฐานข้อมูลขึ้นมาก่อน โดยเราจะนำภาพที่เป็นฐานข้อมูลมาทำคอนโวลูชันกับสมการเกเบอร์

$$G_{mn}(x, y) = \sum_s \sum_t I(x-s, y-t) \Psi^*_{mn}(s, t)$$

$$\Psi(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right)\right] \exp(j2\pi Wx)$$

$$\Psi_{mn}(x, y) = a^{-m} \Psi(\tilde{x}, \tilde{y})$$

โดยใช้หน้ากากตัวกรอง (Convolution Mask) ขนาด 60×60 โดยมี 5 สเตล 6 สเตล การปรับตัว (Orientation) โดยนำข้อมูลที่ได้ไปทำการบันทึกเป็นฐานข้อมูลชุดที่ 1

จากฐานข้อมูลชุดที่ 1 ทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ทำการบันทึกเป็นฐานข้อมูลชุดที่ 2

2. เมื่อได้รับ input เข้ามาเป็นภาพที่ได้จากการตรวจสอบส่วนที่เป็นใบหน้าแล้วให้นำภาพ input นั้นมาหาค่าผลลัพธ์ที่เกิดจากการคอนโวลูชันกับสมการเกเบอร์, ค่าเฉลี่ย (Mean, μ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation, σ) แล้วทำการวิเคราะห์ครั้งที่ 1 โดยใช้ฐานข้อมูลชุดที่ 2 ในการหาค่าระยะห่าง (Distance) โดยมีสมการดังนี้

$$d = \sqrt{(\mu_{mn}^0 - \mu_{mn}^T)^2 + (\sigma_{mn}^0 - \sigma_{mn}^T)^2}$$

เพื่อทำการจัดกลุ่มของกลุ่มข้อมูลที่คล้ายกัน ระหว่างภาพที่นำเข้ามาตรวจสอบ (Target Image) กับภาพฐานข้อมูล แล้วเลือกกลุ่มของข้อมูลที่มีระยะห่างระหว่างภาพที่นำเข้ามาตรวจสอบกับภาพฐานข้อมูล ที่ระยะห่างน้อยกว่า 10 เปอร์เซนต์ เมื่อเทียบกับขอบเขตของระยะทางทั้งหมด มาทำการวิเคราะห์ครั้งที่ 2

3. การวิเคราะห์ครั้งที่ 2 นำผลลัพธ์ของการกรองเกเบอร์ของภาพที่นำเข้ามาตรวจสอบกับภาพฐานข้อมูลมาทำการเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่าง โดยใช้สมการเม็ชชิง

$$S_a(J, J') = \frac{\sum_{j=1}^{Gf} a_j a'_j}{\sqrt{\sum_{j=1}^{Gf} a_j^2 \sum_{j=1}^{Gf} a'_j{}^2}}$$

บทที่ 6

ผลการทดลอง

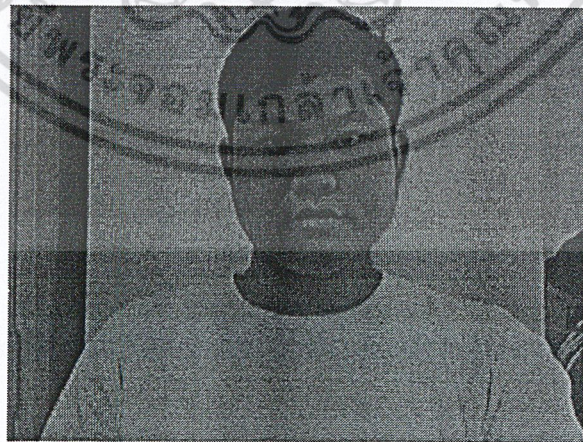
ในส่วนนี้จะเป็นผลการลองของสมการหรือหลักการต่าง ๆ ที่ใช้ในโครงการตั้งแต่ขั้นตอนการตัดส่วนที่เป็นใบหน้า และส่วนที่ใช้รู้จำใบหน้า

6.1 การแปลงสีผิวจากอาร์จีบีเป็นวายซีบีซีอาร์

การแปลงสีผิวจากโครงสร้างสี RGB เป็น YCbCr ทำเพื่อหาบริเวณสีผิวของมนุษย์ที่จะเกาะกลุ่มกัน โดยใช้สมการที่การแปลงสีผิว โดยทดลองแปลงภาพที่ 7-1 แล้วได้ผลลัพธ์เป็นภาพที่ 7-2



รูปที่ 6-1 รูปภาพคนโครงสร้างสี RGB ขนาด 320 * 240



รูปที่ 6-2 รูปภาพคนโครงสร้างสี YCbCr

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราสามารถนำสมการการแปลงโครงสร้างสีมาใช้ในการแปลงจาก RGB เป็น YCbCr โดยเราจะเห็นได้ว่า สีผิวมนุษย์จะมีการเกาะตัวกันเป็นกลุ่ม ทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการตัดสีผิวมนุษย์ออกจากภาพทั้งหมดได้

6.2 การตัดสีผิวเพื่อแยกสีผิวมนุษย์ออกจากภาพทั้งหมด



รูปที่ 6-3 รูปภาพคนโครงสร้างสี YCbCr ขนาด 320 * 240

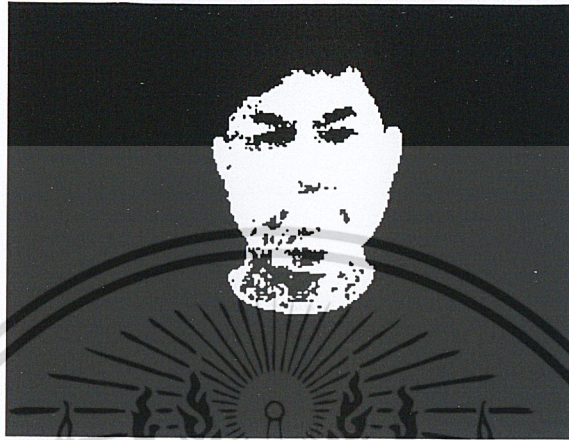


รูปที่ 6-4 ภาพที่ตัดออกมาจากรูปทั้งหมด

เราสามารถนำสมการในการตัดสีผิวมาใช้ในการแยกส่วนที่เป็นสีผิวมนุษย์ออกจากภาพทั้งหมด ทำให้เราสามารถเลือกแต่ส่วนที่เป็นใบหน้าเท่านั้นมาผ่านตัวกรองเกเบอร์

6.3 กระบวนการมอฟโวลจิกัลเพื่อถนอมรูปใบหน้าให้ได้ภาพหน้าที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

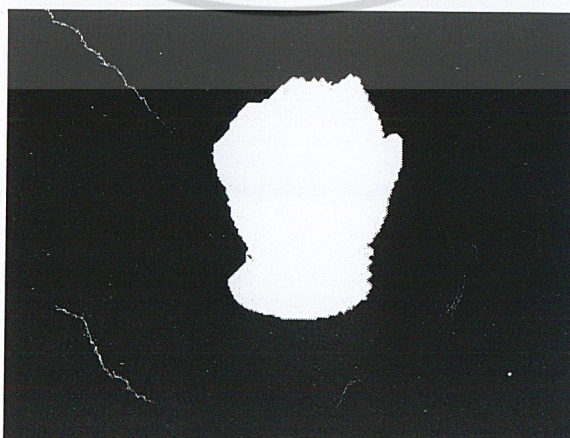
เราจะนำรูปที่ 6-4 มาผ่านกระบวนการแปลงเป็นภาพไบนารี โดยให้บริเวณที่เป็นสีผิวมนุษย์กลายเป็นสีขาว และบริเวณอื่น ๆ กลายเป็นสีดำ ก่อนที่จะนำไปผ่านกระบวนการไดเลชัน (dilation) และ อีโรชัน (Erosion) ตามลำดับ



รูปที่ 6-5 การนำรูปที่ 6-4 มาแปลงเป็นไบนารี



รูปที่ 6-6 ภาพที่ผ่านกระบวนการไดเลชัน (dilation)



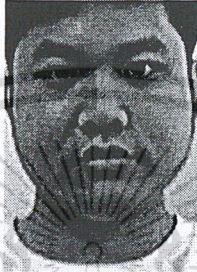
รูปที่ 6-7 ภาพที่ผ่านกระบวนการอีโรชัน (erosion)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราสามารถนำกระบวนการมอดูโลจิคัลมาใช้เพื่อกลบรูปร่าง บนใบหน้าเช่นรูของดวงตา หรือจมูก เพื่อที่เราจะได้บริเวณของสีผิวมนุษย์ที่ชัดเจนที่สุดก่อนที่จะนำไปหาบริเวณหน้าทั้งหมด

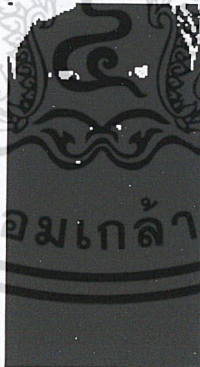
6.4 การหาค่าจากบริเวณเนื้อมนุษย์ที่ตัดมาได้

เมื่อเราหาบริเวณที่เป็นสีเนื้อมนุษย์ได้แล้ว เราจะตัดบริเวณนั้น ๆ ออกมาจากภาพทั้งหมด (โดยเราจะตัดในแนวตั้งอย่างเดียว เพราะว่าเราจะตัดภาพแนวแกนนอนโดยวิธีการหาค่า) แล้วนำมาทำเป็นภาพ Gray level



รูปที่ 6-8 ภาพที่ตัดออกจากภาพทั้งหมด และทำเป็นภาพ Gray level แล้ว

เราจะนำภาพที่ 6-8 มาหาฮิสโตแกรมของภาพ และนำค่าที่จุด Peak จุดแรกของฮิสโตแกรมมาเป็นค่าเทรชโฮล แล้วนำภาพไปแปลงเป็นภาพไบนารีตามค่าเทรชโฮลนั้น



รูปที่ 6-9 ภาพที่ 6-8 มาทำเป็นภาพไบนารีโดยใช้ค่าเทรชโฮลที่ได้

หลังจากนั้นเราจะหาระยะห่างของตาได้ แล้วคำนวณหาระยะที่คาดว่าจะเป็นคาง โดยเมื่อระยะห่างระหว่างตาเป็น a แล้วระยะของคางคือ $4a/3$ แล้วนำระยะนั้นมาตัดรูปใบหน้าจริง ๆ ออกจากรูปที่ 6-8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6-10 ภาพที่ 6-8 มาตัดตามระยะที่ได้จากการหาระยะของตาต่ำ

เราสามารถนำระยะห่างของตาต่ำมาช่วยในการตัดภาพใบหน้าออกจากภาพสีผิวมนุษย์ทั้งหมดได้ ก่อนที่จะนำภาพใบหน้าที่ได้ไปผ่านกระบวนการกรองเกเบอร์

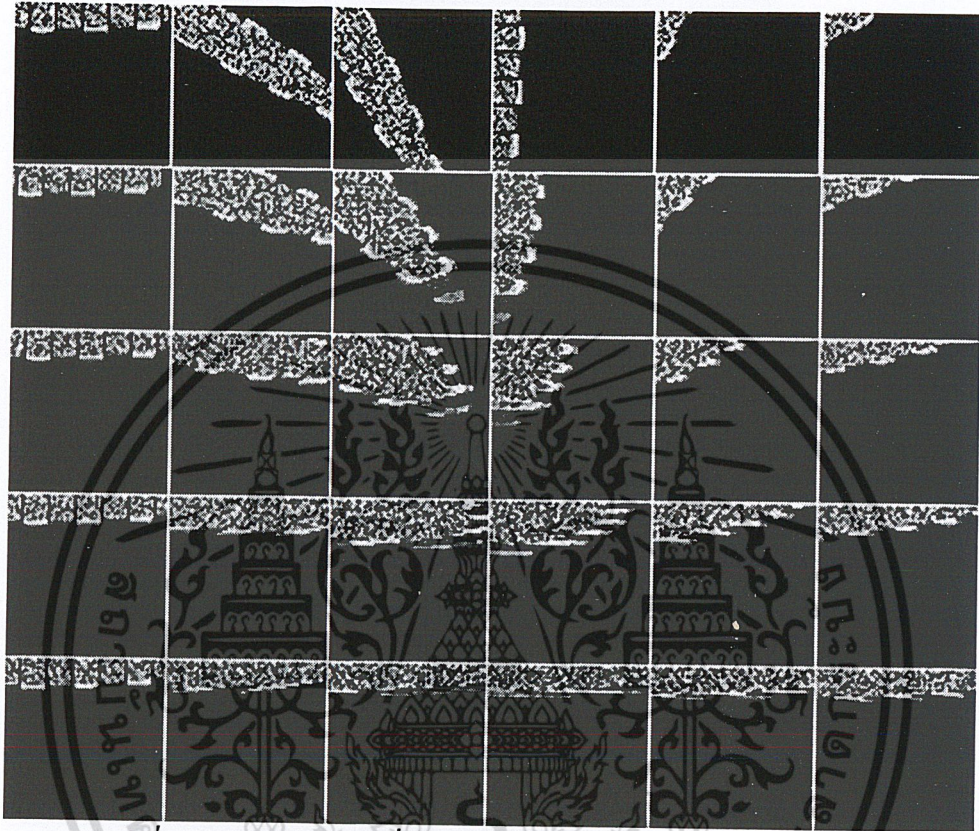


รูปที่ 6-11 ตัวอย่างของการตัดภาพตามระยะที่ได้จากการหาตาต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5 การกรองเกเบอร์

เราสามารถนำสมการเกเบอร์สร้างตัวกรองเกเบอร์ขนาด $60 * 60$ พิกเซล (หลังจากนั้นเราจะนำไปเติม (Pad) ด้วยสี่ด้านมีขนาด $128 * 128$ พิกเซล ที่ต้อง pad เพราะว่า เราต้องนำไปใช้ในกระบวนการคอนโวลูชันโดยใช้ฟาสฟูเรียทรานสฟอร์ม ซึ่งจะกล่าวต่อไป)



รูปที่ 6-12 ตัวกรองเกเบอร์ที่มีขนาด $60*60$ พิกเซล 5 Scale 6 orientation

เนื่องจากอัลกอริทึมเราใช้ในการทำคอนโวลูชันคือฟาสฟูเรียทรานสฟอร์มซึ่งต้องประมวลผลภาพที่เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีค่าความกว้างและความยาวเป็นค่ายกกำลังของ 2 เช่น $2^6 = 64*64$, $2^7 = 128*128$, $2^8 = 256 * 256$ โดยภาพใบหน้าที่ตัดได้จากภาพขนาด $320 * 240$ นั้นจะมีขนาดไม่เกิน $128 * 128$ ดังนั้น เราจะนำภาพมา Padding ด้วยสี่ด้านมีขนาด $128*128$ และจะนำตัวกรองเกเบอร์ 5 scale 6 ทิศทางในภาพที่ 6-11 มา Padding จนได้ขนาด $128 * 128$ เช่นเดียวกัน เมื่อนำภาพไปผ่านกระบวนการฟาสฟูเรียทรานสฟอร์มกับตัวกรองเกเบอร์แล้วจะได้ผลลัพธ์ดังภาพที่ 6-12



รูปที่ 6-13 ผลลัพธ์ของการกรองเกเบอร์ 5 scale 6 ทิศทาง

6.6 การวิเคราะห์ครั้งที่ 1 โดยวิธีหาค่า distance

1. หลังจากก็นำภาพสีที่ใช้เป็นฐานข้อมูลของคน 40 คน โดยใช้คนละ 5 ภาพ ซึ่งประกอบด้วยภาพที่มีลักษณะต่างกันคือ

ภาพถ่ายหน้าตรง

ภาพถ่ายหน้าหันไปทางขวา

ภาพถ่ายหน้าหันไปทางซ้าย

ภาพถ่ายเงยหน้าเล็กน้อย

ภาพถ่ายก้มหน้าเล็กน้อย

และนำภาพทั้งหมดมาผ่านกระบวนการตัดส่วนที่เป็นใบหน้า รวมทั้งผ่านกระบวนการคอนโวลูชันกับตัวกรองเกเบอร์ เก็บผลลัพธ์เป็นฐานข้อมูลที่ 1 และนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วเก็บไว้เป็นฐานข้อมูลที่ 2

2. นำภาพถ่ายสีที่เป็นภาพที่เข้ามาตรวจสอบจำนวน 40 หน้าซึ่งมาจากคนแต่ละคน เข้ามาผ่านกระบวนการตัดใบหน้า แล้วคำนวณหาผลลัพธ์ที่เกิดจากการกรองเกเบอร์ แล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำไปหาค่า Distance เทียบกับค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่สร้างขึ้นมาในขั้นตอนที่ 7.6.1 แล้วนำค่าระยะห่างที่ได้มาเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์

3. ทดลองระบุภาพจากฐานข้อมูลโดยใช้ภาพที่มีเปอร์เซ็นต์มากที่สุด

4. บันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนผู้ทดลอง	จำนวนที่ทดสอบได้ถูกต้อง	จำนวนที่ทดสอบแล้วผิดพลาด	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง
40	4	36	10 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 6-1 ตารางแสดงผลการทดลองการรู้จำใบหน้าโดยใช้ระยะห่างเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์

พบว่าเราไม่สามารถใช้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมาใช้ระบุตัวบุคคลได้ เพราะว่าเป็นการมองแบบภาพรวมจนเกินไป และยังสังเกตได้อีกว่า ภาพที่ผิดพลาดยังคงมีค่าระยะห่างของค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในกลุ่มที่มากกว่า 90 %

ภาพที่เป็น input	ค่าระยะห่างเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ระหว่าง input กับภาพในฐานข้อมูลที่ตรงกับภาพ input นั้น ๆ	จำนวนรูปที่มีค่าระยะห่างเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับ input มากกว่า 90 %
1	90.92	104
2	95.74	96
3	93.69	101
4	85.20	79
5	90.95	85
6	80.96	90

ตารางที่ 6-2 ตารางผลการหาค่าระยะห่างเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ระหว่าง input กับภาพที่ตรงกันในฐานข้อมูล

จากการทดลองกับฐานข้อมูลของคน 40 คน โดยถ่ายคนละ 5 ใบหน้า (รวมได้ 200 ใบหน้า) พบว่าการใช้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในการทดสอบภาพที่เป็น Input กับทุก ๆ ภาพในฐานข้อมูลส่วนใหญ่แล้วภาพที่เป็น input นั้นมักจะมีระยะห่างเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับภาพที่ควรจะตรงกับ input มากกว่า 90 % แต่ก็ยังมีบางกรณีที่ค่าระยะห่างเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ระหว่างภาพที่เป็น input เทียบกับภาพที่ควรจะตรงกันนั้นจะน้อยกว่า 90 % เนื่องมาจาก การรับ input ที่ผิดพลาด เช่นการตัดส่วนที่เป็นใบหน้าที่คลาดเคลื่อน

ภาพที่มีระยะห่างเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับภาพที่เป็น Input มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ นั้นมีโอกาที่จะตรงกับภาพที่ควรจะเป็นในฐานข้อมูลจริง

6.7 การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งที่สองโดยใช้สมการแม็ซซิง

เราจะนำข้อมูลที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง ในข้อ 6.6 มากกว่า 90 % เมื่อเทียบกับภาพต้นแบบ มาผ่านสมการแม็ซซิง เนื่องจากสมการแม็ซซิงนี้ทำได้ช้าเพราะว่าต้องเปรียบเทียบและประมวลผลทุกพิกเซลของภาพที่เป็น input กับภาพในฐานข้อมูลทุก ๆ ภาพ ดังนั้นการใช้ค่า Distance ในการประมวลผลรอบแรกก่อนจะสามารถลดจำนวนข้อมูลใบหน้าที่ต้องการตรวจสอบออกไปได้มาก อีกทั้งจากการตรวจสอบหาค่า จะทำให้เราทราบได้ว่าภาพที่ถ่ายเข้ามาเพื่อตรวจสอบนั้นเป็นภาพหน้าตรง หรือว่า หันซ้าย - ขวา ทำให้เราสามารถลดคปริมาณข้อมูลที่ต้องตรวจสอบลงไปได้อีก ทำให้การแม็ซซิงทำได้รวดเร็ว และมีโอกาสถูกต้องมากยิ่งขึ้น

6.7.1 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สมการแม็ซซิงกับภาพถ่ายหน้าตรงอย่างเดียว

การทดลองนี้เป็นการใช้สมการแม็ซซิงเพื่อทดสอบภาพใบหน้าที่เป็นหน้าตรงอย่างเดียว โดยทดสอบกับฐานข้อมูลของคน 40 คน คนละ 5 ภาพใบหน้า

ลักษณะของภาพที่เข้ามาตรวจสอบ	จำนวนที่ถูกต้อง	จำนวนที่หาไม่พบ	จำนวนที่พบเป็นคนอื่น	จำนวนทั้งหมด	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง
ภาพของคนที่มีในฐานข้อมูล	19	3	1	23	82.61
ภาพของคนที่ไม่อยู่ในฐานข้อมูล	0	12	5	17	70.59

ตารางที่ 6-3 ตารางเปอร์เซ็นต์การแม็ซซิงครั้งที่สองโดยทดสอบกับภาพถ่ายหน้าตรงอย่างเดียว

จากตารางที่ 6-3 จะเห็นว่า การตรวจจับใบหน้าโดยใช้สมการแม็ซซิงครั้งที่สองโดยตรวจสอบกับภาพถ่ายหน้าตรงอย่างเดียวนั้นมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในกรณีที่มีในฐานข้อมูลแล้วหาเจอ และ ไม่มีในฐานข้อมูลแล้วหาไม่เจอเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องรวม 77.50 % และมีเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดในกรณีที่มีในฐานข้อมูลแล้วหาไม่เจอหรือเจอเป็นคนอื่น และ ไม่มีในฐานข้อมูลแล้วเจอ เป็นเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดรวม 22.50 %

6.7.2 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สมการแม็ซซิงกับภาพถ่ายหน้าหันซ้าย-ขวา เล็กน้อย

การทดลองนี้เป็นการใช้สมการแม็ซซิงเพื่อทดสอบภาพใบหน้าที่เป็นหน้าหันซ้าย-ขวา โดยทดสอบกับฐานข้อมูลของคน 40 คน คนละ 5 ภาพใบหน้า

ลักษณะของภาพที่เข้ามาตรวจสอบ	จำนวนที่ถูกต้อง	จำนวนที่หาไม่พบ	จำนวนที่พบเป็นคนอื่น	จำนวนทั้งหมด	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง
ภาพของคนที่มีในฐานข้อมูล	17	4	3	23	73.91
ภาพของคนที่ไม่อยู่ในฐานข้อมูล	0	11	6	17	64.71

ตารางที่ 6-4 ตารางเปอร์เซ็นต์การแมชชิงครั้งที่สองโดยทดสอบกับภาพหน้าซ้าย-ขวา

จากตารางที่ 6-4 จะเห็นว่าการตรวจจับใบหน้าโดยใช้สมการแมชชิงครั้งที่สองโดยตรวจสอบกับภาพหน้าซ้าย-ขวานั้นมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในกรณีที่มีในฐานข้อมูลแล้วหาเจอ และ ไม่มีในฐานข้อมูลแล้วหาไม่เจอเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องรวม 70.00 % และมีเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดในกรณีที่มีในฐานข้อมูลแล้วหาไม่เจอหรือเจอเป็นคนอื่น และไม่มีในฐานข้อมูลแล้วเจอเป็นเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดรวม 30.00 %

6.7.3 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สมการแมชชิงกับภาพถ่ายหน้าก้ม-เงย เล็กน้อย

การทดลองนี้เป็นการใช้สมการแมชชิงเพื่อทดสอบภาพใบหน้าที่เป็นหน้าก้ม-เงย โดยทดสอบกับฐานข้อมูลของคน 40 คน คนละ 5 ภาพใบหน้า

ลักษณะของภาพที่เข้ามาตรวจสอบ	จำนวนที่ถูกต้อง	จำนวนที่หาไม่พบ	จำนวนที่พบเป็นคนอื่น	จำนวนทั้งหมด	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง
ภาพของคนที่มีในฐานข้อมูล	16	4	3	23	69.57
ภาพของคนที่ไม่อยู่ในฐานข้อมูล	0	10	7	17	58.82

ตารางที่ 6-5 ตารางเปอร์เซ็นต์การแมชชิงครั้งที่สองโดยทดสอบกับภาพหน้าก้มเงย

จากตารางที่ 6-5 จะเห็นว่าการตรวจจับใบหน้าโดยใช้สมการแมชชิงครั้งที่สองโดยตรวจสอบกับภาพหน้าก้มเงยนั้นมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในกรณีที่มีในฐานข้อมูลแล้วหาเจอ และ ไม่มีในฐานข้อมูลแล้วหาไม่เจอเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องรวม 65.00 % และมีเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดในกรณีที่มีในฐานข้อมูลแล้วหาไม่เจอหรือเจอเป็นคนอื่น และไม่มีในฐานข้อมูลแล้วเจอเป็นเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดรวม 35.00 %

สมการ Matching มีความเที่ยงตรงมากกว่าการใช้ค่าระยะห่างในการคิดเพียงอย่างเดียว แต่มีข้อเสียหากฐานข้อมูลมีปริมาณมากขึ้น จะใช้เวลาเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เพราะจะต้องเข้าไปตรวจสอบในทุก ๆ พิกเซลของผลลัพธ์ของการกรองเกเบอร์

บทที่ 7

บทวิจารณ์และสรุปผล

7.1 สรุปผล

ซอฟต์แวร์เพื่อรู้จำใบหน้ามีความสามารถในการจดจำใบหน้าของผู้ใช้งาน โดยสามารถแยกส่วนที่เป็นใบหน้าออกมาจากรูปภาพทั้งหมดโดยใช้หลักการของสีผิวมนุษย์และระยะห่างของตาโดยใช้สิ่งที่มีความสำคัญต่อภาพใบหน้าออกมาจากรูปภาพใบหน้าทั้งหมดมีดังนี้

1. ความเข้มของแสงขณะถ่ายภาพจะต้องไม่มากหรือน้อยจนเกินไป
2. สีพื้นหลังจะต้องไม่เหมือนกับสีผิวมนุษย์
3. ระยะห่างที่ถ่ายภาพต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้

แล้วนำภาพนั้นมาประมวลผลกับตัวกรองเกเบอร์ โดยทำการวิเคราะห์สองครั้ง คือ ครั้งแรกนั้นใช้ระยะห่างของค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนครั้งที่สองนั้นใช้การวิเคราะห์ค่าผลลัพธ์ที่ได้จากตัวกรองเกเบอร์ เพื่อใช้ในการตรวจสอบว่าเป็นบุคคลใดในฐานข้อมูลโดยการทดสอบภาพใบหน้ามีอัตราความถูกต้องเป็นดังนี้

1. ภาพหน้าตรง มีความถูกต้อง 77.50 เปอร์เซ็นต์
2. ภาพหน้าซ้ายขวา มีความถูกต้อง 70 เปอร์เซ็นต์
3. ภาพหน้าก้มเงย มีความถูกต้อง 65.00 เปอร์เซ็นต์

7.2 บทวิจารณ์

โครงการนี้เมื่อนำมาใช้งานแล้วพบว่าข้อจำกัดดังนี้

1. ระยะของการถ่ายภาพนั้นจะต้องถ่ายให้อยู่ห่างจากกล้องเท่ากับระยะที่กำหนด เพราะว่าไม่ได้มีการออกแบบในส่วนของการ Scaling ขนาดของภาพใบหน้าที่ได้ตัดออกมาได้ หากไม่ได้ถ่ายภาพที่ตำแหน่งเดิมจะทำให้รายละเอียดของภาพที่ได้ไม่ดี ทำให้หาค่าผลลัพธ์จากการกรองเกเบอร์ผิดพลาด
2. ต้องถ่ายภาพในสภาวะแสงที่กำหนด คือต้องไม่มากหรือน้อยจนเกินไป เพราะปริมาณแสงจะมีผลต่อสีที่เกิดขึ้น และต้องถ่ายบนฉากหลังที่ไม่ใช่สีที่เหมือนกับสีผิวของมนุษย์
4. การประมวลผลภาพเป็นการทำบนภาพสองมิติ จึงไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างการยื่นถ่ายภาพจริง ๆ กับการนำภาพถ่ายมาวางหน้ากล้อง
5. การถ่ายภาพผู้ใช้แต่ละครั้งผู้ดูแลระบบยังต้องถ่ายด้วยการกดเมาส์ ซึ่งไม่ค่อยสะดวกต่อการใช้งานมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาต่อไปในอนาคต

1. เพิ่มความสามารถในการปรับค่า Threshold ของสีผิวได้โดยอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการตรวจสอบ และสามารถใช้ได้กับทุกสถานะแสง
2. เพิ่มความสามารถในการปรับขนาดของภาพ ซึ่งจะช่วยให้ความสะดวกในการใช้งาน ที่ไม่จำเป็นต้องกำหนดระยะห่างในการถ่ายภาพไว้คงที่
4. พัฒนาอัลกอริทึมในการแยกภาพใบหน้าออกมาจากภาพทั้งหมดในกรณีที่มีคนอื่นอยู่ด้านหลัง
5. พัฒนาระบบสั่งงานด้วยเสียงหรือใช้ระบบอินฟราเรดในการถ่ายภาพ เพื่อจะได้สะดวกต่อการใช้งานมากขึ้น
6. ปรับปรุงอัลกอริทึมที่ใช้ในการรู้จำใบหน้า เพื่อที่จะได้รู้จำใบหน้าได้ดียิ่งขึ้น





ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการใช้งานในส่วนของผู้ดูแลระบบ

1. ป้อนรหัสผ่านของผู้ดูแลระบบ

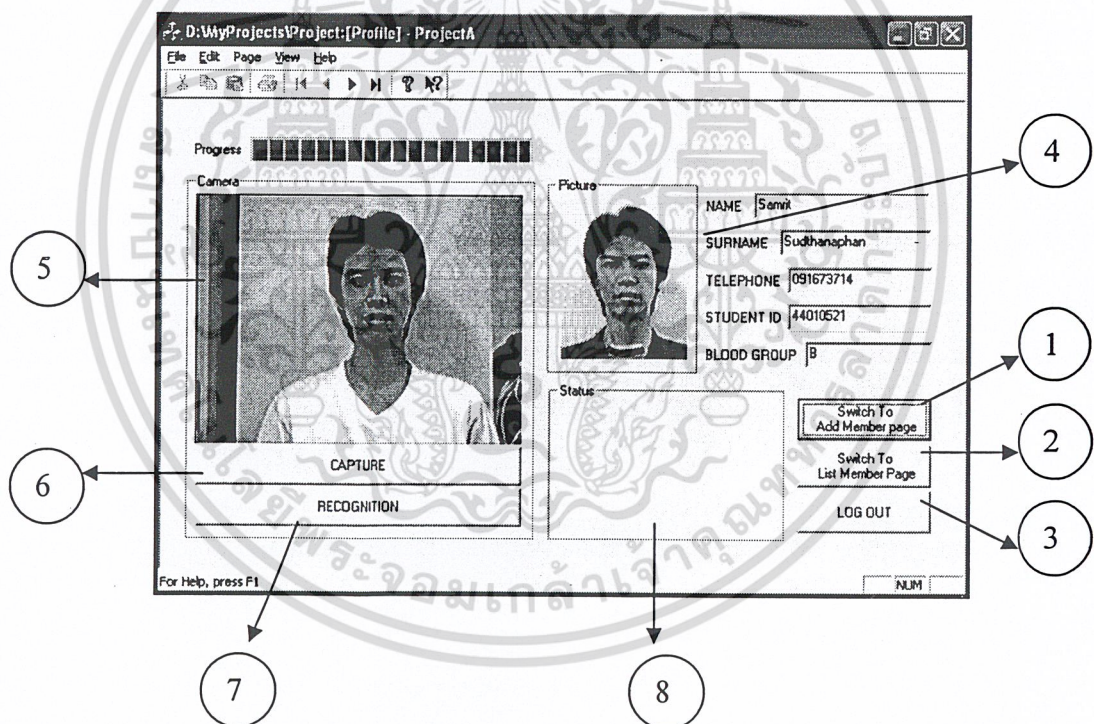
USER LOGIN

USERNAME

PASSWORD

รูปที่ 1 แสดงหน้าต่างตรวจสอบชื่อและรหัสผ่านของผู้ดูแลระบบ

2. หน้าต่างหลักของผู้ดูแลระบบ



รูปที่ 2 แสดงหน้าต่างการ recognition

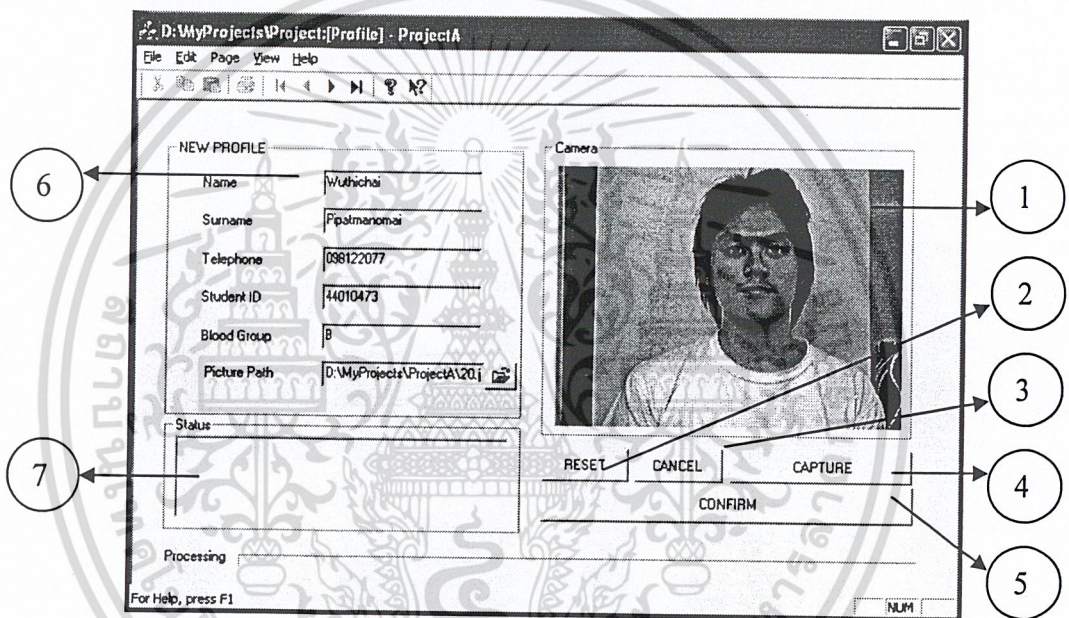
1. ปุ่มย้ายไปทำงานในหน้าเพิ่มสมาชิกใหม่
2. ปุ่มย้ายไปทำงานในหน้าแสดงรายชื่อสมาชิกทั้งหมด
3. ออกจากระบบ
4. แสดงรายละเอียดของผู้ที่รู้จำใบหน้าได้ ทั้งรูปภาพที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลและประวัติส่วนตัว
5. รูปที่ถ่ายได้จากกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ปุ่มถ่ายภาพ
7. ปุ่มประมวลผลการรู้จำใบหน้า
8. สถานะการทำงาน

3. หน้าต่างเพิ่มสมาชิก

ในการเพิ่มสมาชิกนั้นเราต้องใส่ข้อมูลประวัติของผู้ใช้ และถ่ายภาพจำนวน 5 ภาพ คือหน้าตรง หน้าหันข้างขวา หน้าหันข้างซ้าย หน้าแยะและหน้าก้ม โดยเมื่อกดถ่ายภาพแล้วจะต้องกดยืนยันอีกครั้ง เพื่อเก็บภาพลงในฐานข้อมูล แต่ถ้าหากถ่ายภาพได้ไม่ดีก็กด cancel เพื่อ ถ่ายภาพใหม่ เมื่อถ่ายภาพเสร็จแล้ว ระบบก็จะนำภาพที่ได้ทั้ง 5 ภาพ มาประมวลผลแล้วเก็บลงในฐานข้อมูล



รูปที่ 3 แสดงการเพิ่มสมาชิก

1. แสดงภาพที่ได้จากกล้อง
2. ลบข้อมูลทั้งหมด
3. ยกเลิกการถ่ายภาพในครั้งนั้น ๆ
4. ถ่ายภาพ
5. ยืนยันรูปที่ถ่ายไปแล้ว
6. ใส่ข้อมูลประวัติ
7. แสดงสถานะการทำงาน

4. หน้าต่างแสดงรายชื่อสมาชิกทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Picture

ALL MEMBER					
ID	NAME	SURNAME	STUDENT ID	BLOOD GROUP	TELEPHONE
1	Samrit	Sudthanaphan	44010521	B	091673714
2	Wuthichai	Pipatmanomai	44010473	B	098122077

Switch To Add Member Page

Switch To Recognition Page

Switch To TRAIN Page

LOG OUT

Please select ID to Delete

MEMBER ID

For Help, press F1

รูปที่ 4 แสดงรายชื่อสมาชิกทั้งหมด

1. เป็นตารางแสดงรายชื่อของสมาชิกทั้งหมด
2. ใส่ ID ของผู้ใช้ที่ต้องการจะลบแล้วกดเพื่อบลบ
3. ภาพของสมาชิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

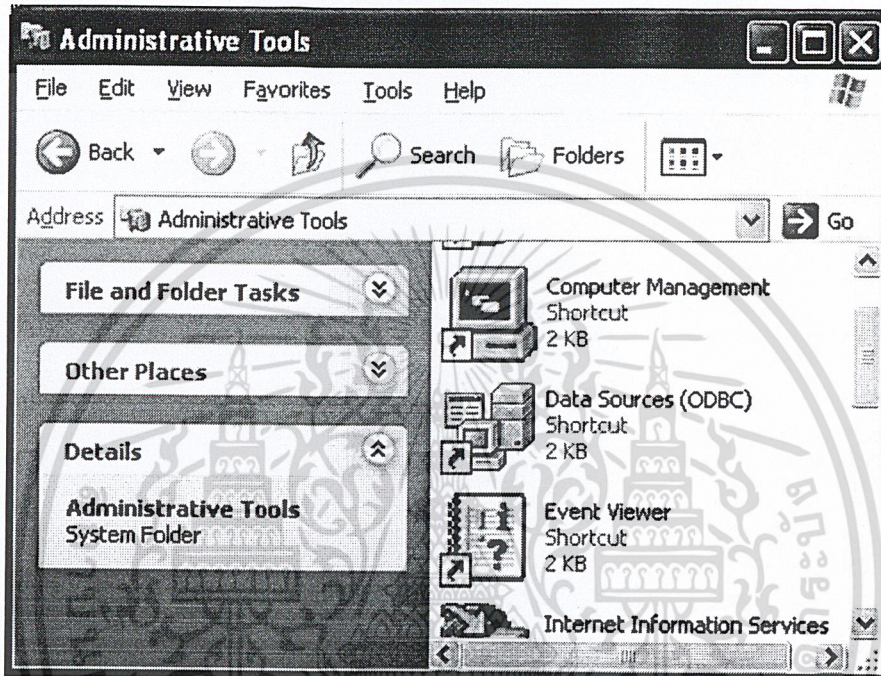


ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

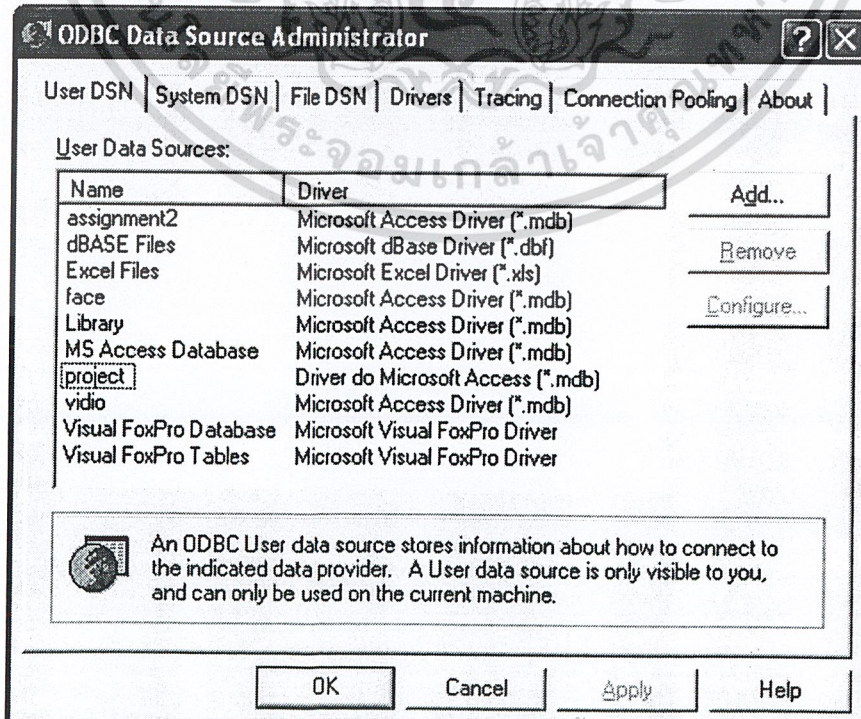
คู่มือการติดตั้งและคู่มือการใช้งาน

1. Copy folder \source code\MyProjects ในแผ่น CD ไปไว้ใน drive D:\
2. Unzip folder \resource\DatabaseTextFile\ProjectResult, Projectmean และ Projectsd ไปไว้ใน drive E:\ProjectResult, E:\Projectmean, E:\Projectsd
3. สร้างตัวเชื่อมต่อกับ Database (ODBC) ดังนี้
 - 3.1 เข้าไปที่ Start->Control Panel->Administrative tools->Data Source



รูปที่ 1 แสดงหน้าต่าง Administrative tools

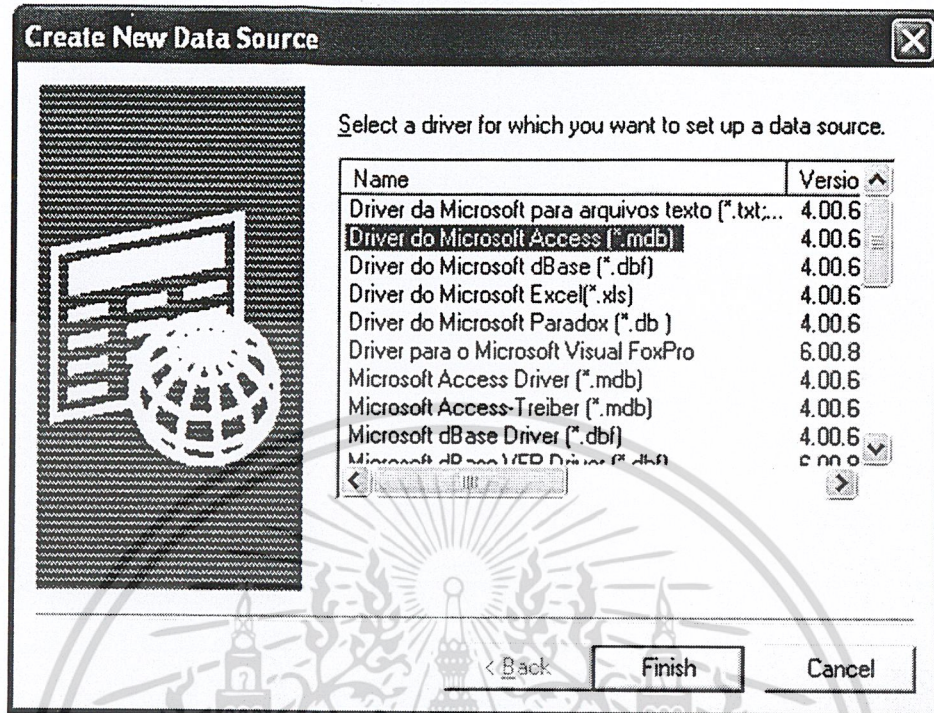
- 3.2 เลือกที่ tab user DNS แล้วคลิกปุ่ม Add



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

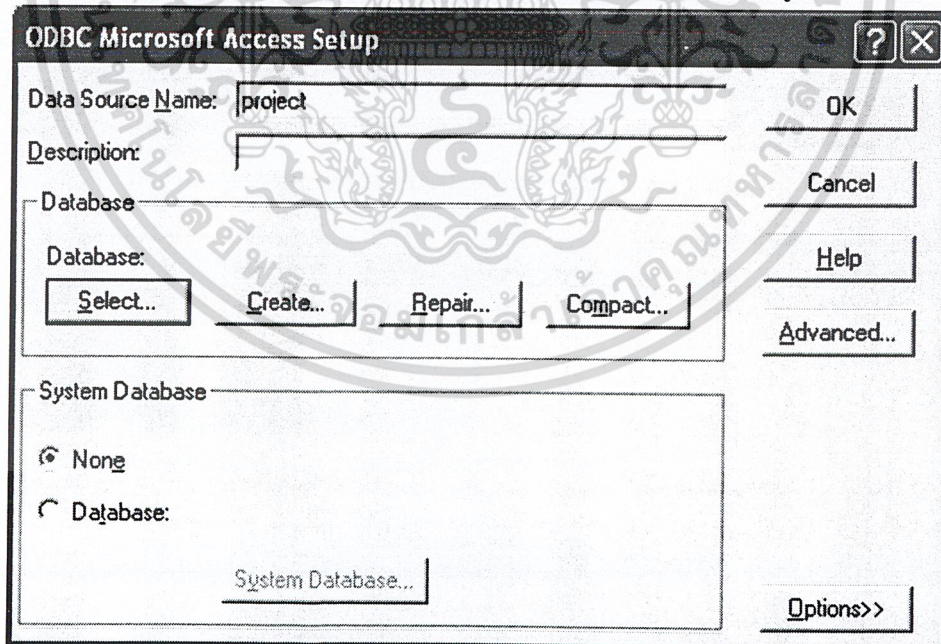
รูปที่ 2 แสดงการเพิ่ม User DSN

3.3 เลือกที่ Driver do Microsoft Access (*.mdb) แล้วกด finish



รูปที่ 3 การเลือกชนิดของ Driver

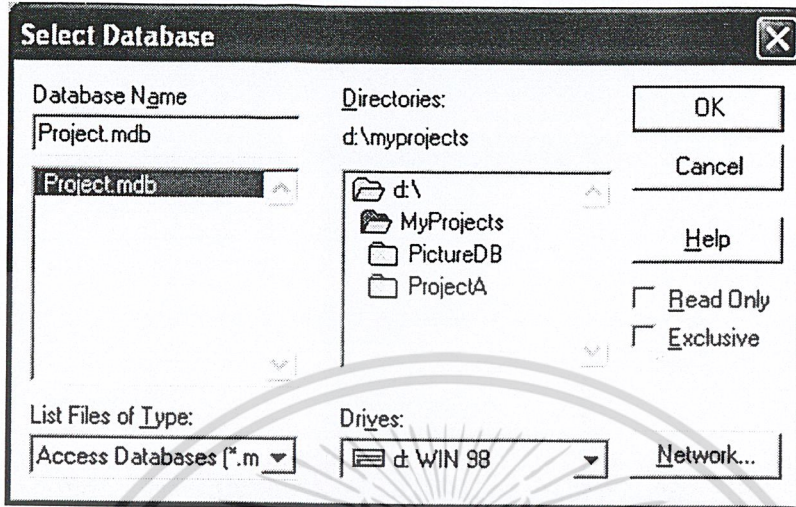
3.4 ใส่ชื่อ Data source name ว่า "project" แล้วกด Select เพื่อเลือกฐานข้อมูล



รูปที่ 4 ใส่รายละเอียดต่าง ๆ ของ Data source name

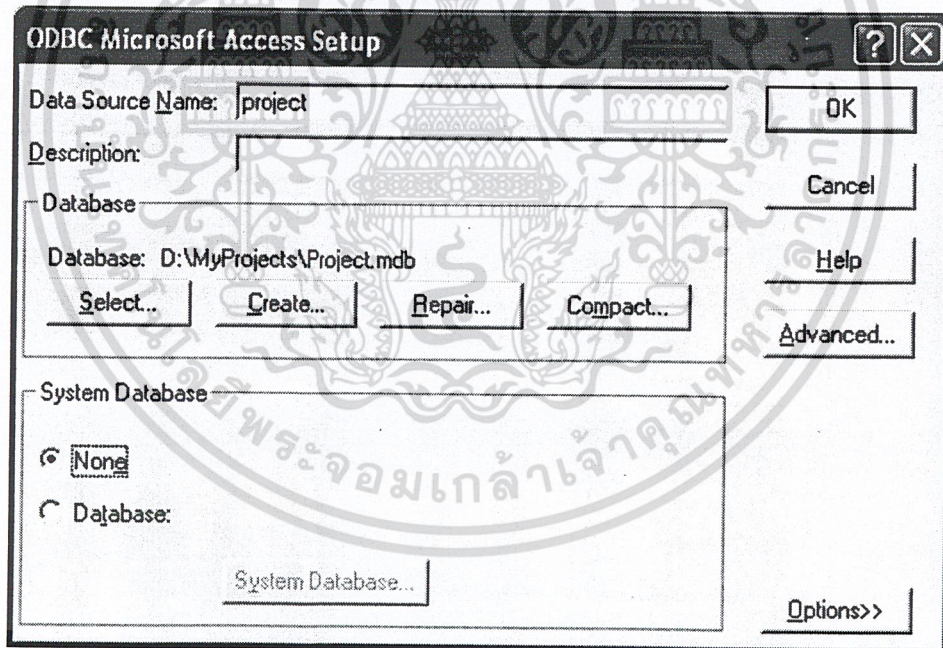
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 เลือกฐานข้อมูล Microsoft Access ใน folder D:\MyProjects\Project.mdb ที่ได้ copy มาจากแผ่น CD ในขั้นตอนที่ 1



รูปที่ 5 เลือกฐานข้อมูล Microsoft Access ที่ต้องการ

3.6 กด OK



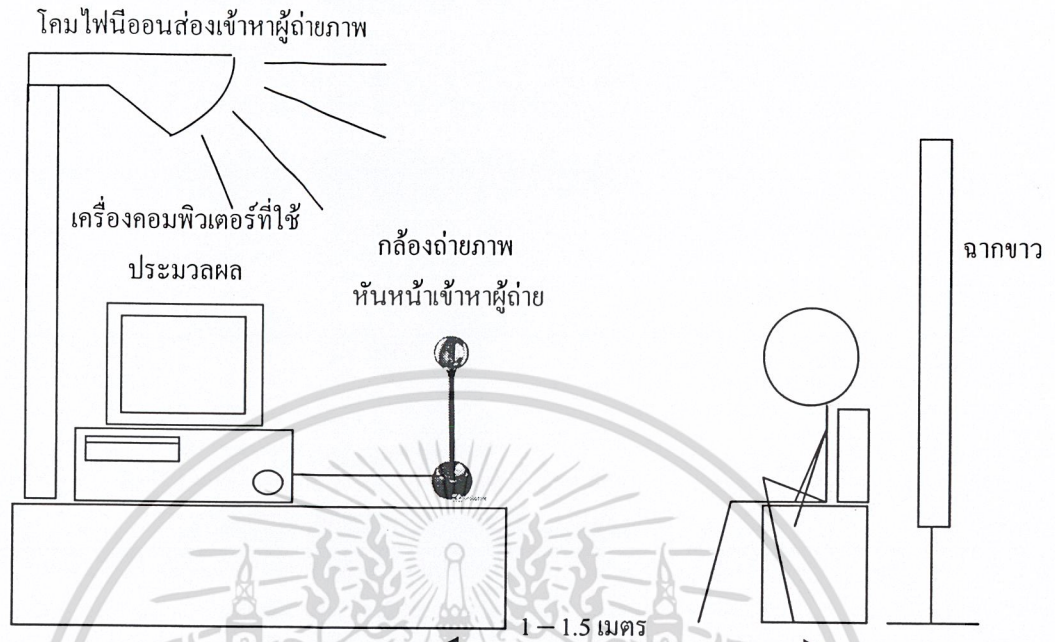
รูปที่ 6 ยืนยันการสร้าง Data source name

4. ลง Software ของกล้อง ในที่นี้ใช้กล้อง Logitech web camera รุ่น Sphere และตรวจสอบให้แน่นอนว่ากล้องอยู่ในสถานะที่พร้อมจะใช้งานแล้ว และปรับ Option ของกล้องดังนี้

1. ปิด Feature Face tracking
2. ปิด Feature Color boost
3. ตั้งฉากหลังกล้องเป็นฉากสีขาว และให้ผู้ถ่ายภาพอยู่ห่างจากกล้องประมาณ 1.5 เมตร

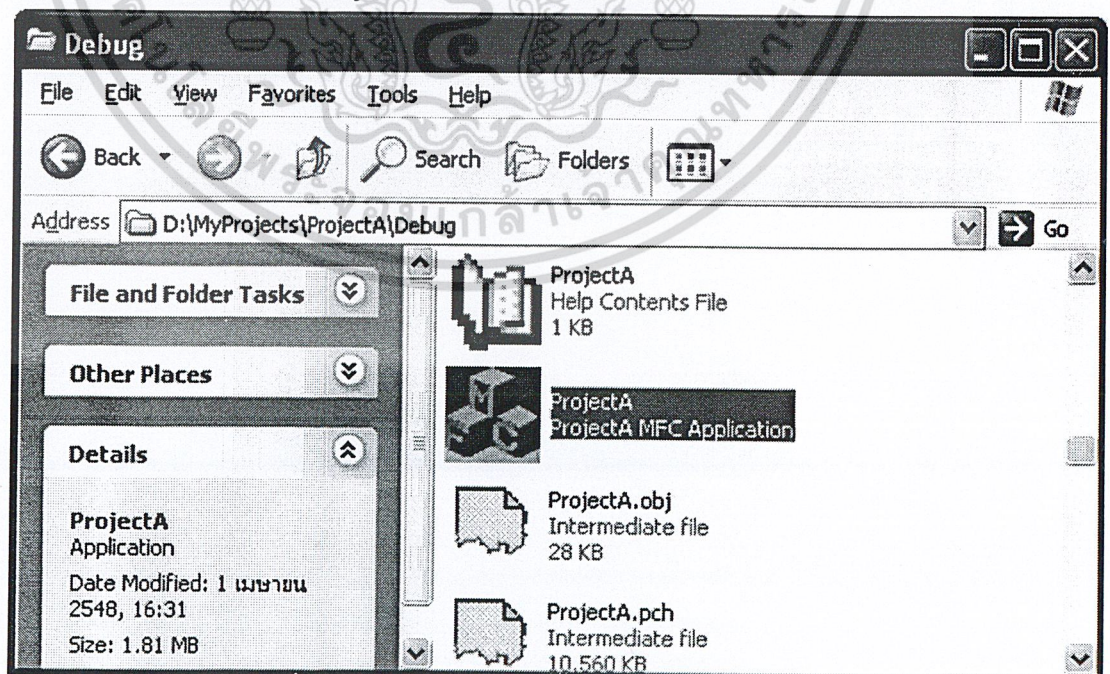
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ไม่ถ่ายภาพย้อนแสง(ขณะถ่ายภาพต้องไม่มีแสงมากระทบที่เลนส์มากเกินไป)
5. แสงสว่างที่ใช้เป็นแสงจากไฟนีออนธรรมดา ส่องจากด้านหลังหรือด้านบนของกล้อง



รูปที่ 7 สถานะการทำงานจริง

5. เข้าไปที่ Folder D:\MyProjects\ProjectA\Debug แล้ว run ไฟล์ ProjectA.exe หรือ CDDrive:\Project\execute\ProjectA.exe เพื่อใช้งาน โปรแกรม



รูปที่ 8 เลือกไฟล์ EXE เพื่อเริ่มใช้งานโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- [1] Rafael C.Gonzalez, Richard E. Woods: *"Digital image processing"*, Second Edition, Prentice Hall 2001
- [2] รศ.ดร. มนัส สังวรศิลป์และวรรรัตน์ ภัทรอมรกุล. 2543. คู่มือการใช้งาน *Matlab ฉบับสมบูรณ์* พิมพ์ครั้งที่ 1: อินโฟเพรส
- [3] Dengsheng Zhang, Aylwin Wong, Maria Indrawan, Goujun Lu: *"Content-based Image Retrieval Using Gabor Texture Features"*, Gippsland School of Computing and Information Technology Monash University Churchill, Victoria, 3842, Australia 2002
- [4] Christophe Garcia and Georgios Tziritis, *"Face Detection Using Quantize Skin Color Regions Merging and Wavelet Packet Analysis"*, IEEE Transaction on multimedia, VOL. 1, NO. 3, September 1999
- [5] Siddharth Joshi, Gaurav Srivastava, *"Face Detection"*, Project report: spring 2003
- [6] Liang Tao, H.K. Kwan: *"Automatic Localization of Human Eyes in Complex Background"*