ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ การรู้จำลายนิ้วมือ

Finger Print Recognition

ชื่อนักศึกษา

1. นายพงษ์ศักดิ์	นวลจริต	รหัสประจำตัว	45035346
2. นางสาวพรพิมล	กาวิชัย	รหัสประจำตัว	45035348
3. นายพัลลภ	จาตุรัส	รหัสประจำตัว	45035349
4. นางสาวเสาวลักษณ์	วัฒนานิกร	รหัสประจำตัว	45035366

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุชิน อาจหาญ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์สุระชัย พิมพ์สาลี

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล	
2. อาจารย์สุชิน อาจหาญ	
3. อาจารย์สุระชัย พิมพ์สาลี	
4. อาจารย์โกศล ตราชู	
5. อาจารย์ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพฤหัสบดีที่ 13 พฤศจิกายน พ.ศ. 2546 เวลา 13:00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(นายสุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 31 เดือน พ.ย. พ.ศ. 47

<BT4610092>

การรู้จำลายนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

การรู้จำลายนิ้วมือ

FINGER PRINT RECOGNITION



นายพงษ์ศักดิ์ นวลจริต
นางสาวพรพิมล กาวิชัย
นายพัลลภ จาตุรัส
นางสาวเสาวลักษณ์ วัฒนานิกร

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 51852
วัน,เดือน,ปี 3 ต.ค. 2547
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
.b.....

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง การรู้จำลายนิ้วมือ

Finger Print Recognition

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหลักการดึงลักษณะเด่น (Extract) ของลายนิ้วมือ
2. เพื่อออกแบบระบบรู้จำลายนิ้วมือ
3. เพื่อสร้างระบบรู้จำลายนิ้วมือ
4. เพื่อทดลองระบบรู้จำลายนิ้วมือ
5. เพื่อนำระบบรู้จำลายนิ้วมือไปใช้งาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการรู้จำลายนิ้วมือ
2. ได้กระบวนการรู้จำลายนิ้วมือ
3. ได้ระบบการรู้จำลายนิ้วมือ
4. ได้ผลการทดลองระบบรู้จำลายนิ้วมือ
5. ได้ระบบรู้จำลายนิ้วมือไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	การรู้จำลายนิ้วมือ	
นักศึกษา	นายพงษ์ศักดิ์	นวลจริต
	นางสาวพรพิมล	กาวิชัย
	นายพัลลภ	จาตุรัส
	นางสาวเสาวลักษณ์	วัฒนานิกร
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุชิน	อาจหาญ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์สุระชัย	พิมพ์สาลี
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2546	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอวิธีในการรู้จำลายนิ้วมือโดยขั้นตอนแรกเป็นการกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยการใช้ตัวกรองแบบมัธยฐานด้วยหน้ากากขนาด 3x3 จากนั้นนำผลที่ได้ไปแปลงเป็นภาพสองระดับโดยการหาค่าเทรสโฮลด์ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละส่วนของภาพที่แบ่งจากค่าสถิติ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต โดยใช้การเลื่อนหน้าต่างแบบเหลื่อมขอบหน้าต่างไปครั้งละ 4 จุดภาพนำภาพที่ได้ไปผ่านกระบวนการทำให้วัตถุในภาพบางด้วยอัลกอริธึมแบบขนานที่เพิ่มขั้นตอนการขจัดสัญญาณรบกวนบริเวณขอบภาพเพื่อให้เหลือเฉพาะลายเส้นที่จำเป็นไปหาจุด Y เมื่อได้จุด Y ที่ต้องการแล้วก็มาทำการหาจุดศูนย์กลางของภาพลายนิ้วมือ เพื่อนำไปหาระยะทางกับมุมของตำแหน่งจุด Y และนำระยะทางและตำแหน่งมุมของจุด Y ที่ได้เก็บลงฐานข้อมูล แล้วนำระยะทางกับมุมของตำแหน่ง Y ไปทำการทดลองเปรียบเทียบคู่ลายนิ้วมือกับบุคคลคนเดียวกันและบุคคลอื่นเพื่อหาค่าความคล้ายของลายนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Finger Print Recognition	
Students	Mr.Pongsak	Nualjarit
	Miss Pornpimon	Kawichai
	Mr.Phanlop	Chaturat
	Miss Soawaluk	Wattananikorn
Advisor	Mr.Suchin	Adhan
Co-Advisor	Mr.Surachai	Pimsalee
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Electronics and Computer	
Academic Year	2003	

ABSTRACT

This thesis presents a Finger Print Recognition. The results indicated that appropriate digital image processing method should follow the subsequent steps: first smoothing out noise by median filter of 3*3 mask, second converting the results to binary picture by finding the appropriate threshold through statistic means for each portion by moving window in steps of 4 pixel overlap, using the fully parallel thinning algorithm with tolerance to boundary noise to retain only skeleton of ridge essential for further fingerprint identification.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงไปด้วยดี เนื่องมาจากความร่วมมือของสมาชิกในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านที่ให้คำแนะนำ แนวความคิด ความรู้ต่างๆ แนวทางการแก้ไขปัญหาในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หอสมุดกลาง ที่อำนวยความสะดวกในการค้นคว้าข้อมูล สุดท้ายที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดาและมารดาที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับลายนิ้วมือ	3
2.2.1 ลักษณะของลายนิ้วมือ	4
2.2.2 โครงสร้างเส้นลายนิ้วมือ	6
2.3 วิธีการแยกแยะลักษณะของลายนิ้วมือ	8
2.4 การทำภาพลายนิ้วมือให้เรียบและการกำจัดสัญญาณรบกวน	9
2.5 การปรับความแตกต่างแสง	10
2.6 การแปลงภาพลายนิ้วมือเป็นภาพสองระดับ	11
2.7 การทำให้วัตถุในภาพบางสำหรับภาพลายนิ้วมือ	11
2.7.1 สเกลเลตัน	12
2.7.2 คณิตศาสตร์มอร์โฟโลยี	13
2.7.3 การเปลี่ยนรูปแบบเติม-ลบ	16
2.7.4 การกัดเซาะ การขยายตัว และการเปิด	18
2.8 การดึงลักษณะเด่น	20
2.8.1 การหาจุดรายละเอียดบนลายนิ้วมือ	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.9 การเปรียบเทียบคู่ลายนิ้วมือ	21
2.9.1 วิธีใช้ในการเปรียบเทียบคู่ลายนิ้วมือ	21
2.9.2 การเปรียบคู่แบบรูปแบบจุด	22
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	25
3.1 กล่าวนำ	25
3.2 การออกแบบส่วนของการวิเคราะห์	25
3.2.1 การปรับปรุงภาพลายนิ้วมือเป็นภาพแบบสองระดับ	26
3.2.2 การทำให้วัตถุในภาพบางสำหรับลายนิ้วมือ	30
3.2.3 การกำจัดจุดภาพรบกวน	32
3.2.4 การหาลักษณะเด่น	36
3.3 การเก็บข้อมูล	38
3.4 การหาจุดอ้างอิง	42
3.4.1 การหาระยะห่างและมุมระหว่างจุดอ้างอิงกับจุด Y	43
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	46
4.1 กล่าวนำ	46
4.1 การแปลงภาพลายพิมพ์นิ้วมือเป็นภาพสองระดับ	46
4.2.1 ปัญหาการศึกษา	46
4.2.2 วิธีการทดลอง	47
4.2.3 ผลการทดลองการแปลงภาพลายพิมพ์นิ้วมือให้เป็นภาพสองระดับ	48
4.3 การทำให้วัตถุในภาพบาง	49
4.2.2 ปัญหาการศึกษา	49
4.2.2 วิธีการทดลอง	49
4.2.3 ผลการทดลองการทำวัตถุภาพให้บางลง	50
4.4 การกำจัดจุดภาพรบกวน	50
4.4.1 ปัญหาการศึกษา	50
4.4.2 วิธีการทดลองและผลที่ได้	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.5 การต่อจุดภาพที่ขาด	54
4.5.1 ปัญหาการศึกษา	54
4.5.2 วิธีการทดลองและผลที่ได้	54
4.6 การหาลักษณะเด่น (จุด Y)	57
4.6.1 ปัญหาการศึกษา	57
4.6.2 วิธีการทดลองและผลที่ได้	57
4.7 การหาจุดศูนย์กลางภาพ (จุดอ้างอิง)	59
4.7.1 ปัญหาการศึกษา	59
4.7.2 วิธีการทดลองและผลที่ได้	59
4.8 การหาค่าระยะห่างและมุมระหว่างจุดอ้างอิงกับจุด Y	60
4.8.1 ปัญหาการศึกษา	60
4.8.2 วิธีการทดลองและผลที่ได้	61
4.9 การหาค่าความคล้ายของลายนิ้วมือ	62
4.9.1 ปัญหาการศึกษา	62
4.9.2 วิธีการทดลองและผลที่ได้	63
4.9.3 สรุปผลการทดลอง	79
บทที่ 5 บทสรุป	82
5.1 สรุป	82
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	82
5.3 แนวทางการพัฒนา	83
บรรณานุกรม	84
ภาคผนวก ก รายการอุปกรณ์	85
ภาคผนวก ข แผนผังและการทำงานรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	87
ภาคผนวก ค คู่มือการใช้งาน	107
ประวัติผู้แต่ง	114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ความถี่ของแต่ละระดับเทาก่อน-หลังการทำ Equalization	10
2.2 การทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์บัสอินเตอร์เฟส	26
4.1 แสดงค่าพารามิเตอร์ของจุด Y ที่ตำแหน่งและบุคคลเดียวกัน	62
4.2 ลายนิ้วมือที่ได้จากเครื่องสแกน	64
4.3 ค่าของจุด Y รวมจากการปั้มลายนิ้วมือเดียวกัน 5 ครั้งของลายนิ้วมือของบุคคลเดียวกัน	77
4.4 ค่าความคล้ายของการเปรียบเทียบลายนิ้วมือที่รับเข้ามาใหม่ของแต่ละคนกับลายนิ้วมือที่ทำการรวมจุด Y ไว้ในฐานข้อมูลของแต่ละบุคคล	78
4.5 ค่าความคล้ายของการเปรียบเทียบจุด Y รวมที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลของแต่ละบุคคลกับจุด Y รวมที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลของทุกคน	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างจุดรายละเอียด	4
2.2 ตัวอย่างจุดเอกฐาน	4
2.3 แบบต่างๆ ของลายนิ้วมือ โดย x คือตำแหน่งของจุดแกนและ Δ คือตำแหน่งของจุดสามเหลี่ยม	5
2.4 โครงสร้างแบบการสิ้นสุดและตำแหน่งจุดปลายของลายนิ้วมือ	7
2.5 โครงสร้างแบบการแยกกันและตำแหน่งจุดสองง่ามของลายนิ้วมือ	7
2.6 จุดรายละเอียดที่อาจเป็นได้ทั้งแบบจุดปลายหรือจุดสองง่ามของเส้นลายนิ้วมือ	8
2.7 หน้ากากและตัวกรอง ซึ่งใช้ในการขจัดสัญญาณรบกวน	9
2.8 ตัวอย่างเส้นแกนกลางของขอบเขตพื้นระนาบทั้ง 3 แบบ	12
2.9 คำนิยามบางอย่างของมอร์โฟโลยีคณิตศาสตร์	15
2.10 ตัวอย่างการตรวจจับจุดมุมบนด้านขวาโดยใช้ส่วนประกอบโครงสร้าง (ก) (ข)	17
2.11 ตัวอย่างการกัดเซาะและการขยายตัว	18
2.12 ค่า SC ที่แตกต่างกันของจุดขาด จุดสองง่าม และจุดบนเส้นโครงร่าง	20
2.13 ตัวอย่างของรูปแบบจุด p	23
2.14 ตัวอย่างของรูปแบบจุด P ที่ Q สอดคล้องตรงกัน	23
3.1 แผนผังการหาทำงานในส่วนการวิเคราะห์ภาพ	25
3.2 แผนผังการหาค่าเทรสโฮลด์	26
3.3 แผนผังการทำงานการปรับภาพเป็นไบนารี	27
3.4 ลักษณะการแยกฮิสโตแกรมระดับเทาเป็น 2 กลุ่มของภาพลายพิมพ์นิ้วมือ	28
3.5 ลักษณะของเส้นโค้งความถี่	28
3.6 การทำขอบภาพให้บางลง	30
3.7 แผนผังการทำขอบภาพให้บาง	31
3.8 แผนผังการทำงานในขั้นตอนที่ 1	32
3.9 เงื่อนไขของจุดภาพที่จะนำมาพิจารณาในการกำจัดจุดภาพรบกวน	33
3.10 ภาพลายนิ้วมือตัวอย่างที่มีจุดภาพรบกวน	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.11 แผนผังการทำงานในการกำจัดจุดภาพรบกวน	34
3.12 แผนผังการทำงานในการต่อจุดภาพที่ขาดจากการทำภาพบาง	35
3.13 ที่อยู่ในเงื่อนไขการต่อจุดภาพที่ขาดจากการกำจัดจุดภาพรบกวน	35
3.14 แผนผังการทำงานในการหาจุด Y และจุดปลาย	36
3.15 การหาจุดแยกที่มีลักษณะตัว Y	37
3.16 จุดแยกที่เป็นและไม่เป็นจุด Y โดยการติดตามเส้นลายนิ้วมือ	38
3.17 การหาค่าเฉลี่ยของลายนิ้วมือครั้งที่ 1	39
3.18 การหาค่าเฉลี่ยของลายนิ้วมือครั้งที่ 2	39
3.19 การหาค่าเฉลี่ยของลายนิ้วมือครั้งที่ 3	40
3.20 การหาค่าเฉลี่ยของลายนิ้วมือครั้งที่ 4	40
3.21 การหาค่าเฉลี่ยของลายนิ้วมือครั้งที่ 5	41
3.22 ลายนิ้วมือที่ได้จากการหาค่าเฉลี่ย	41
3.23 ตัวอย่างการหาจุดอ้างอิงของภาพลายนิ้วมือ	42
3.24 แสดงการหาระยะห่างระหว่างจุดอ้างอิงกับจุดY	43
3.25 การหามุมของจุด Y	43
3.26 แสดงการหามุมที่กระทำระหว่างหางตัว Y กับจุดอ้างอิง	44
3.27 ตัวอย่างการหาระยะทางและมุมระหว่างจุดอ้างอิงกับจุด Y	45
4.1 ลายนิ้วมือภาพหลังการแปลงเป็นภาพสองระดับด้วยวิธีการต่างๆ	47
4.2 ลายนิ้วมือสองระดับที่ได้จากการดำเนินการกับภาพด้วยการหาฟังก์ชัน PSET	47
4.3 ลายนิ้วมือสองระดับที่ได้จากการดำเนินการโดยการเลื่อนหน้าต่างขนาด 8*8 แบบไม่เหลื่อมและเหลื่อมโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็นค่าเทรสโฮลด์	49
4.4 ผลลัพธ์จากการใช้คนลอกลายเส้นเปรียบเทียบกับภาพที่ได้จากกระบวนการทำให้วัตถุภาพบาง	50
4.5 การกำจัดจุดภาพรบกวนบุคคลที่ 1	51
4.6 การกำจัดจุดภาพรบกวนบุคคลที่ 2	52
4.7 การกำจัดจุดภาพรบกวนบุคคลที่ 3	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.8 การกำจัดจุดภาพรบกวนที่ผ่านการทำภาพบางบุคคลที่ 1	53
4.9 การกำจัดจุดภาพรบกวนที่ผ่านการทำภาพบางบุคคลที่ 2	53
4.10 ภาพที่ได้จากการทดลองลายนิ้วมือที่ 1	55
4.11 ภาพที่ได้จากการทดลองลายนิ้วมือที่ 2	56
4.12 ภาพการเปรียบเทียบการพบจุด Y โดยใช้โปรแกรม กับใช้ คนตรวจสอบบุคคลที่ 1	58
4.13 ภาพการเปรียบเทียบการพบจุด Y โดยใช้โปรแกรม กับใช้ คนตรวจสอบบุคคลที่ 1	58
4.14 การเปรียบเทียบหาจุดอ้างอิงในภาพลายนิ้วมือของบุคคลคนเดียวกัน	60
4.15 จุด Y ที่ตำแหน่งเดียวกัน (ในวงกลม) ของบุคคลเดียวกัน	61
4.16 การหาจุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันที่ปั้ม 5 ครั้ง จุด Y ในลายนิ้วหัวแม่มือของบุคคลที่ 1	67
4.17 ภาพการหาจุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันที่ปั้ม 5 ครั้ง จุด Y ในลายนิ้วหัวแม่มือของบุคคลที่ 2	68
4.18 ภาพการหาจุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันที่ปั้ม 5 ครั้ง จุด Y ในลายนิ้วหัวแม่มือของบุคคลที่ 3	69
4.19 ภาพการหาจุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันที่ปั้ม 5 ครั้ง จุด Y ในลายนิ้วหัวแม่มือของบุคคลที่ 4	70
4.20 ภาพการหาจุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันที่ปั้ม 5 ครั้ง จุด Y ในลายนิ้วหัวแม่มือของบุคคลที่ 5	71
4.21 ภาพการหาจุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันที่ปั้ม 5 ครั้ง จุด Y ในลายนิ้วหัวแม่มือของบุคคลที่ 6	72
4.22 ภาพการหาจุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันที่ปั้ม 5 ครั้ง จุด Y ในลายนิ้วหัวแม่มือของบุคคลที่ 7	73
4.23 ภาพการหาจุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันที่ปั้ม 5 ครั้ง จุด Y ในลายนิ้วหัวแม่มือของบุคคลที่ 8	74
4.24 ภาพการหาจุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันที่ปั้ม 5 ครั้ง จุด Y ในลายนิ้วหัวแม่มือของบุคคลที่ 9	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.25 ภาพการหาจุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันที่ปั้ม 5 ครั้ง จุด Y ในลายนิ้วหัวแม่มือของบุคคลที่ 10	76
ข.1 แผนผังการหาทำงานในส่วนการวิเคราะห์ภาพ	88
ข.2 แผนผังการหาค่าเทรสโฮลด์	89
ข.3 แผนผังการทำงานการปรับภาพเป็นไบนารี	90
ข.4 แผนผังการทำขอบภาพให้บาง	91
ข.5 แผนผังการทำงานในการกำจัดจุดภาพรบกวน	92
ข.6 แผนผังการทำงานในการต่อจุดภาพที่ขาดจากการทำให้บาง	93
ข.7 แผนผังการหาจุด Y และจุดปลาย	94
ค.1 ส่วนประกอบและปุ่มใช้งานของโปรแกรมการรู้จำลายนิ้วมือ ในส่วนที่การเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล	109
ค.2 ส่วนประกอบและปุ่มใช้งานของโปรแกรมการรู้จำลายนิ้วมือ ในส่วนที่การตรวจสอบลายนิ้วมือ	111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

สังคมในปัจจุบันนั้นมีการติดต่อสื่อสารกันมากขึ้นเรื่อยๆ ไม่ว่าจะเป็นการติดต่อธุรกิจประจำวันระหว่างบุคคลกับบุคคลหรือระหว่างบุคคลกับองค์กรต่างๆ การดำเนินชีวิตที่ต้องมีการใช้งานอุปกรณ์หรือระบบอัตโนมัติที่เพิ่มขึ้นความจำเป็นในการพิสูจน์บุคคลจึงเกิดขึ้นเสมอ เพื่อเข้าถึงสิทธิหรือระดับที่แตกต่างกันออกไปของการรับบริการ สถานที่ ข้อมูล หรือระดับขั้นในการเข้าถึงระบบ จึงมีมากขึ้นด้วย ดังนั้นความสามารถในการพิสูจน์ หรือระบุได้ของบุคคลแบบอัตโนมัติจึงเป็นเรื่องที่จำเป็นมากเพื่อความเชื่อถือได้และเพื่อรักษาความปลอดภัยในการเข้าสู่ระบบต่าง โดยใช้ลายนิ้วมือเป็นที่นิยมกันอย่างกว้างขวางมากขึ้นเนื่องจากมีความสะดวก รัดกุมและถูกต้องแม่นยำกว่าวิธีเดิมที่ใช้เพียงแค่รหัสผ่าน บัตรประจำตัว หรือแถบแม่เหล็ก ซึ่งสามารถปลอมแปลงและเกิดความผิดพลาดได้ง่าย การใช้ลายนิ้วมือมีข้อดีหลายอย่างในการที่จะนำมาใช้พิสูจน์บุคคล มีความถูกต้องแม่นยำสูงอยู่ในเกณฑ์สูงและค่อนข้างแพร่หลายในปัจจุบัน

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. สแกนได้ครั้งละ 1 ลายนิ้วมือ
2. ใช้วิธีเก็บข้อมูลโดยเก็บเฉพาะลักษณะเด่น Y ของลายนิ้วมือ
3. สามารถนำลักษณะเด่นของลายนิ้วมือออกมาได้
4. สามารถเปรียบเทียบลายนิ้วมือได้
5. สามารถแสดงค่าความคล้ายในการเปรียบเทียบลายนิ้วมือได้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ประกอบด้วย ทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับโครงสร้างของระบบการรู้จำลายนิ้วมือ องค์-ประกอบของระบบการรู้จำลายนิ้วมือ คำสั่งที่ใช้เขียนโปรแกรมสำหรับระบบการรู้จำลายนิ้วมือ Visual Basicไมโครคอนโทรลเลอร์

บทที่ 3 กล่าวเนื้อหาที่เกี่ยวกับแผนการทำงานของโครงงาน ผังวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน ตลอดจนการออกแบบและการสร้างส่วนประกอบต่างๆ พร้อมทั้งการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ โดยละเอียด

บทที่ 4 ประกอบด้วย การทดลองและผลการทดลองของระบบการรู้จำลายนิ้วมือ

บทที่ 5 เป็นส่วนการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไข รวมทั้งแนวทางการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในโครงงาน

ภาคผนวก ข แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

ภาคผนวก ค เป็นคู่มือการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

การใช้ลายนิ้วมือเพื่อที่จะระบุหรือพิสูจน์บุคคลว่าเป็นคนเดียวกันหรือไม่ เป็นวิธีที่ใช้กันมานานมาก เช่นใช้ในการทำสัญญา ใช้เป็นหลักฐานต่างๆ และในปัจจุบันก็ยังถือได้ว่าเป็นวิธีที่มีความเชื่อถือได้มากที่สุดวิธีหนึ่ง การใช้คอมพิวเตอร์ตรวจสอบวิเคราะและพิสูจน์ลักษณะเฉพาะทางชีววิทยาโดยวิธีใช้ลายนิ้วมือจะมีความเหมาะสมที่สุดในแง่ที่ว่าความเชื่อถือได้มีสูง และความซับซ้อนของโปรแกรมไม่สูงมาก และมีเหตุผลหลักอีกอันหนึ่งของการนิยมใช้ลายนิ้วมือสำหรับการพิสูจน์บุคคลก็คือ ลายนิ้วมือของคนเราจะมีความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของแต่ละบุคคลสูงและจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามอายุ

ดังนั้นการประมวลผลภาพสำหรับการรู้จำลายนิ้วมือ จึงเป็นเรื่องที่น่าศึกษาอย่างยิ่ง ในต่างประเทศได้มีการศึกษาในเรื่องนี้กันอย่างกว้างขวางและจริงจังมากขึ้น แต่ในประเทศไทยการศึกษาและการวิจัยในเรื่องนี้ยังไม่กว้างขวางมากนัก การที่เราสามารถพัฒนาโปรแกรมและการพัฒนาใช้หน่วยประมวลที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นทำให้สามารถประมวลผล และรู้จำลายนิ้วมือของแต่ละบุคคลได้ถูกต้องแม่นยำจึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง และสามารถนำไปดัดแปลงใช้กับงานได้หลากหลาย ประเภทเช่น สำหรับการทำธุรกิจ การติดต่อสื่อสาร โดยใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่นับวันก็สูงขึ้น

2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับลายนิ้วมือ

ภาพลายนิ้วมือเกิดจากกลุ่มของเส้นนูนเรียกว่า เส้นลายนิ้วมือ (Ridge) และร่องระหว่างลายนิ้วมือ (Valley) เรียงตัวไปในทิศทางเดียวกันในบริเวณใกล้เคียงกัน เส้นลายนิ้วมือจะวางตัวต่อเนื่องและไปสิ้นสุดที่จุดขาด (End Point) เช่นจุดวงกลมในรูป 2.1 หรือ แบ่งตัวแยกออกไปเป็นสองเส้นที่จุดแยกอาจเรียกว่า จุดรายละเอียด (Minutiae Point) นอกจากนี้ กลุ่มของเส้นลายนิ้วมืออาจจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางอย่างกะทันหันในบริเวณหนึ่ง ซึ่งจุดที่เกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางมากที่สุดเรียกว่า จุดแกน (Core Point) เช่น จุดที่มีเครื่องหมายวงกลมในรูปที่ 2.2 และกลุ่มของเส้นลายนิ้วมือที่เดินทางคู่กันมา และแยกตัวออกจากกันในบริเวณหนึ่ง ซึ่งทำให้การวางตัวของเส้นลายนิ้วมือมีลักษณะคล้ายรูปสามเหลี่ยม ณ จุดนั้นเรียกว่า จุดสามเหลี่ยม (Delta Point) เช่น จุดที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีเครื่องหมายสามเหลี่ยมในรูปที่ 2.2 ทั้งจุดแกนและจุดสามเหลี่ยมรวมเรียกว่า จุดเอกฐาน (Singular Point)



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างจุดรายละเอียด

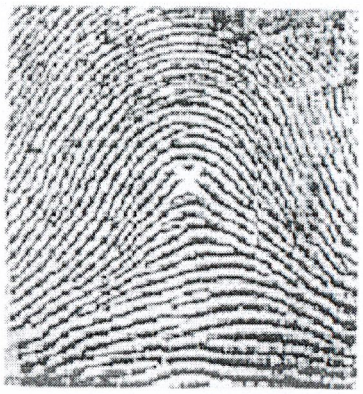


รูปที่ 2.2 ตัวอย่างจุดเอกฐาน

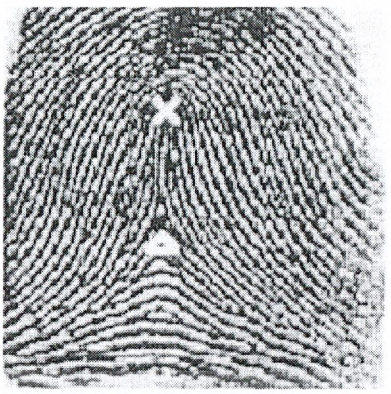
2.2.1 ลักษณะของลายนิ้วมือ

ลายนิ้วมือสามารถจำแนกได้เป็น 6 รูปแบบใหญ่ๆ ได้แก่ แบบกระโจม (Arch) แบบกระโจมสูง (Tented Arch) แบบมัดหวายปัดซ้าย (Left Loop) แบบมัดหวายปัดขวา (Right Loop) แบบก้นหอย (Whorl) แบบวงคู่ (Twin Loop) การจำแนกรูปแบบของภาพลายนิ้วมืออาจทำได้โดยพิจารณาจากจำนวนและตำแหน่งของจุดเอกฐาน บนลายนิ้วมือที่เรียกว่า จุดแกน และจุดสามเหลี่ยม การจำแนกรูปแบบลายนิ้วมือก่อนการประมวลผลจะมีประโยชน์ในระบบรู้จำลายนิ้วมืออัตโนมัติที่มีจำนวนฐานข้อมูลมากๆ สามารถอธิบายรายละเอียดของลายนิ้วมือแต่ละแบบได้ดังนี้

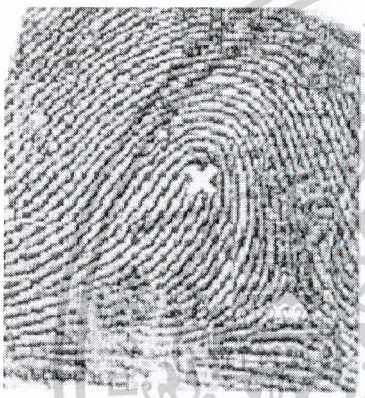
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) แบบโค้งเป็นซุ้ม



(ข) แบบโค้งเป็นซุ้มทรงสูง



(ค) แบบวนซ้าย



(ง) แบบวนขวา



(จ) แบบก้นหอย



(ฉ) แบบวงคู่

รูปที่ 2.3 แบบต่างๆ ของลายนิ้วมือ โดย x คือตำแหน่งของจุดแกน △ และ คือตำแหน่งของจุดสามเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) แบบโค้งเป็นซุ้ม

ลายเส้นของรูปแบบนี้จะเป็นเส้นที่วิ่งจากด้านหนึ่งออกไปยังอีกด้านหนึ่งของนิ้วมือ และบริเวณตรงกลางจะสังเกตเห็นลายนิ้วมือ ลายนิ้วมือแบบนี้พบจะเป็นรูปแบบที่เรียบง่ายที่สุดและง่ายต่อการแบ่งแยกออกจากรูปแบบอื่น แต่ลายนิ้วมือแบบนี้พบได้เพียงประมาณ 5%

2) แบบโค้งเป็นซุ้มทรงสูง

ลายเส้นของรูปแบบนี้จะเป็นเส้นที่วิ่งจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งของนิ้วมือคล้ายกับแบบโค้งเป็นซุ้ม แต่จะมีเส้นที่อยู่ตรงกลางอย่างน้อยหนึ่งเส้นหรือมากกว่าจะมีทิศทางพุ่งตรงสูงขึ้นไปด้านบน เป็นผลให้เส้นอื่นที่อยู่โดยรอบถูกดึงให้มีโครงสร้างสูงขึ้นตามไปด้วยทำให้เกิดเป็นจุดแกนจุดสามเหลี่ยมอย่างละหนึ่งจุดที่อยู่บนแนวเส้นแกนกลาง ลายนิ้วมือแบบนี้จะพบได้ค่อนข้างน้อยมากคือ น้อยกว่า 5 %

3) แบบวนซ้ายและวนขวา

ลายเส้นที่วิ่งจากด้านหนึ่งแล้ววนกลับผ่านเส้นที่เป็นแกนกลาง ผ่านจุดแกน ผ่านจุดสาม-เหลี่ยม และวนกลับไปยังด้านเดิมที่เริ่มต้น ทำให้มีจุดแกนและจุดสามเหลี่ยมอย่างละหนึ่งจุดที่อยู่เยื้องไปทางซ้ายหรือทางขวา ลายนิ้วมือแบบนี้จะเป็นแบบที่พบมากที่สุดมีประมาณ 65%

4) แบบก้นหอยและแบบวงคู่

ลายเส้นของรูปแบบนี้จะมีเส้นหรือมากกว่าวิ่งวนครบรอบเป็นวงรอบจุดแกน โดยรูปแบบของการวนครบรอบอาจเป็นได้ทั้งแบบวงกลม ก้นหอยหรือรูปไข่ ทำให้ลายนิ้วมือแบบนี้มีจุดแกนหนึ่งจุดและจุดสามเหลี่ยมสองจุด ลายนิ้วมือทั้งสองแบบนี้พบได้รวมกันประมาณน้อยกว่า 30%

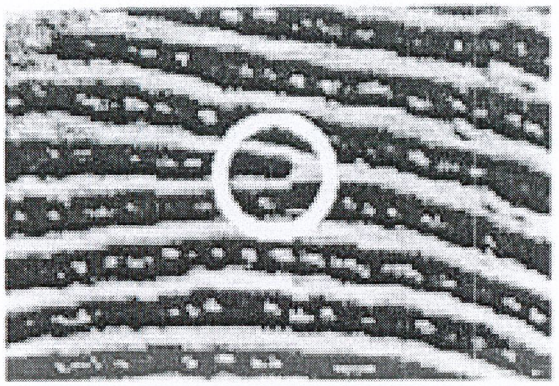
2.2.2 โครงสร้างเส้นลายนิ้วมือ

ในการพิสูจน์บุคคลโดยใช้ลายนิ้วมือแบบอัตโนมัติ โดยทั่วไปจะอยู่บนหลักการของการใช้โครงสร้างที่สำคัญและแตกต่างจากโครงสร้างเส้นลายนิ้วมือปกติ ซึ่งมีอยู่ 2 โครงสร้างคือ

1) โครงสร้างแบบการสิ้นสุดลายนิ้วมือ (Ridge Ending Structure)

โครงสร้างแบบการสิ้นสุดของลายนิ้วมือจะเกิดขึ้นเมื่อเส้นลายนิ้วมือสิ้นสุดลงและไม่มีการสัมผัสกับเส้นลายนิ้วมืออื่นใดในบริเวณใกล้เคียง ดังแสดงตัวในรูปที่ 2.4 ผลของโครงสร้างแบบนี้จะทำให้เกิดจุดรายละเอียด (Minutiae Point) ที่เป็นแบบจุดปลาย เกิดขึ้นได้ ดังได้แสดงในรูปที่ 2.4 แล้วเช่นกัน

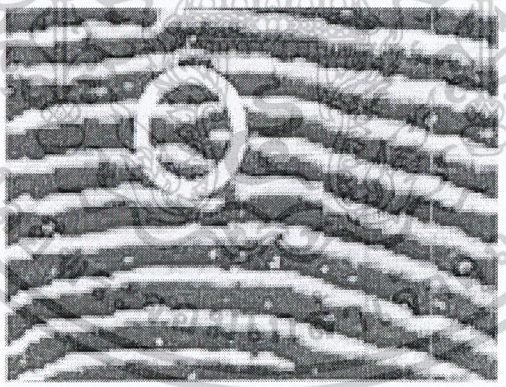
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 โครงสร้างแบบการสิ้นสุดและตำแหน่งจุดปลายของลายนิ้วมือ

2) โครงสร้างแบบการแยกกันของเส้นลายนิ้วมือ (Ridge Bifurcation Structure)

โครงสร้างแบบการแยกกันของเส้นลายนิ้วมือจะเกิดขึ้นเมื่อเส้นลายนิ้วมือหนึ่งเส้น แตกออกเป็นสองเส้น หรือในทางกลับกัน จากเส้นลายนิ้วมือสองเส้นกลายเป็นหนึ่งเส้น ผลของโครงสร้างแบบนี้จะทำให้เกิดจุดสองง่าม (Bifurcation Point) เกิดขึ้น ดังได้แสดงในรูปที่ 2.5

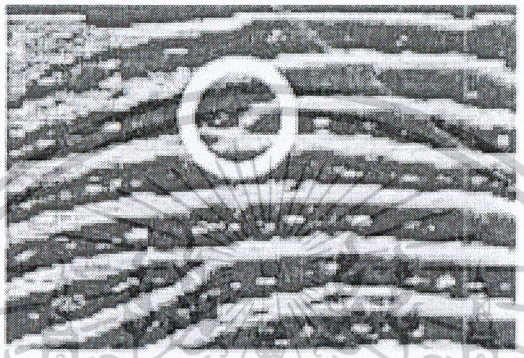


รูปที่ 2.5 โครงสร้างแบบการแยกกันและตำแหน่งจุดสองง่ามของลายนิ้วมือ

ทั้งสองโครงสร้างจะมีคุณสมบัติเป็นคู่กลับกันของภาพฉากหลัง และภาพฉากหน้า (Background – Foreground Dual) กล่าวคือ ถ้าภาพฉากหน้า (Foreground) เป็นภาพของโครงสร้างแบบสิ้นสุดของเส้นลายนิ้วมือ ภาพฉากหลัง (Background) ก็จะเป็นแบบการแยกกันของลายนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ถ้าภาพฉากหน้าเป็นแบบการแยกกันของลายนิ้วมือ ภาพฉากหลังก็จะเป็นแบบการสิ้นสุดของลายนิ้วมือ ในบางครั้งของภาพที่อ่านได้จากเครื่องอ่านลายนิ้วมือ เมื่อแรงกดของนิ้วมือเปลี่ยนไป ก็อาจทำให้ลักษณะโครงสร้างแบบหนึ่งเปลี่ยนไปเป็นอีกแบบหนึ่ง เช่น ถ้ากดเบาไปก็อาจจะทำให้โครงสร้างแบบแยกกันของลายนิ้วมือกลายเป็นโครงสร้างแบบสิ้นสุด ถ้ากดแรงไปก็อาจจะทำให้โครงสร้างแบบสิ้นสุดของลายนิ้วมือกลายเป็นโครงสร้างแบบแยกกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 จุดรายละเอียดที่อาจเป็นได้ทั้งแบบจุดปลายหรือจุดสองง่ามของเส้นลายนิ้วมือ

ดังนั้นในส่วนใหญ่ของระบบรู้จำลายนิ้วมือแบบอัตโนมัติเราจะไม่แบ่งแยกความแตกต่างระหว่างจุดรายละเอียดที่เป็นแบบจุดปลาย (End Point Minutiae) ที่เกิดขึ้นบนโครงสร้างแบบการสิ้นสุดของลายนิ้วมือกับจุดรายละเอียดที่เป็นแบบจุดสองง่ามที่เกิดขึ้นบนโครงสร้างแบบแยกกันของลายนิ้วมือ เพราะหลายเงื่อนไขในการอ่านภาพลายนิ้ว เช่น ความเข้มของหมึก แรงในการกดลายนิ้วมือ ปริมาณแสงในการอ่านภาพสามารถทำให้จุดรายละเอียดชนิดหนึ่งเปลี่ยนไปเป็นอีกชนิดหนึ่งได้โดยง่าย จุดรายละเอียดทั้งสองแบบจะถูกนำมาใช้ประโยชน์ จัดการและจัดเก็บ เหมือนกันโดยไม่แบ่งแยกว่าเป็นจุดรายละเอียดที่เกิดจากโครงสร้างแบบใด และเรียกรวมกันว่าเป็นจุดรายละเอียด (Minutiae Point)

2.3 วิธีการแยกแยะลักษณะของลายนิ้วมือ

เป็นวิธีการกำหนดจุดตำแหน่งซึ่งเป็นลักษณะโดดเด่นของแต่ละลายนิ้วมือ เนื่องจากเส้นลายนิ้วมือส่วนใหญ่จะเป็นเส้นเดี่ยวเริ่มที่ด้านหนึ่งของลายนิ้วมือ ลากผ่านไปอีกด้านหนึ่งของนิ้วมือ แต่จะมีบางลายเส้นที่ไม่ได้เริ่มต้นหรือสิ้นสุดที่ข้างใดข้างหนึ่งของนิ้วมือ หรือเป็นเส้นสั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลายเส้นในลายนิ้วมือแต่ละนิ้ว จุดที่กำหนดขึ้นนี้คล้ายจุดลูกน้ำมีหัวและหางแสดงการไหลเวียนของลายนิ้วมือ เรียกว่า “Minutiae” และต้องตั้งอยู่บนแกน X (เส้นนอน) และแกน Y (เส้นตั้ง)

ตำแหน่งของจุดลักษณะเฉพาะของแต่ละนิ้ว เมื่อลากเส้นตรงเข้าหากันจะแสดงถึงความสัมพันธ์ของจุดใกล้เคียงและสามารถวัดได้เป็นองศาของมุมต่างๆ รอบๆ จุดใจกลางเสมือนหนึ่งสร้างแผนที่ลายเส้นบนนิ้วมือ ซึ่งลายนิ้วมือของแต่ละนิ้วและของแต่ละคนจะไม่มีซ้ำกันและสามารถกำหนดจุดได้ถึงประมาณ 150 จุด บนหนึ่งนิ้วมือคน

2.4 การทำภาพลายนิ้วมือให้เรียบและการกำจัดสัญญาณรบกวน

เทคนิคที่ใช้ในการทำให้เรียบ (Smoothing) สามารถช่วยลดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการสแกนนิ้วมือ การทำงานของกระบวนการนี้อาศัยหลักการที่ว่า จุดใดๆ ในภาพจะต้องมีความสว่างสัมพันธ์กับจุดที่อยู่รอบๆ (Neighoring Point) วิธีที่จะนำมาใช้ในโครงงานชิ้นนี้เป็นวิธีการที่นิยมใช้กันอยู่แพร่หลาย คือ วิธีการเฉลี่ยค่ารอบย่าน (Average Filtering) โดยทำการแทนจุดใดๆ ในอาเรย์ของภาพด้วยค่าเฉลี่ยกับค่าของจุดรอบๆ ที่อยู่ภายในตัวกรอง (Filter Mask) ซึ่งในกรณีของการใช้ตัวกรองแบบ 3x3 จุด

ค่าของ P0 ภายในหน้าต่างตามรูปที่ 2.7 จะถูกเปลี่ยนไปเป็นค่าที่ได้จากสมการ

$$\frac{1}{9}\sum_{i=0}^{8} xi \qquad (2.1)$$

ซึ่งกระบวนการนี้จะทำกับทุกๆ จุดภาพภายในรูปภาพ อย่างไรก็ตามการดำเนินการนี้ไม่จำเป็นต้องทำหากได้พิจารณาแล้วเห็นว่าภาพต้นฉบับ (Original Image) มีคุณภาพดีอยู่แล้ว เนื่องจากผลพลอยได้ที่ไม่ต้องการจากกระบวนการนี้คือ บางครั้งภาพผลลัพธ์ที่ได้จะมีลักษณะเบลอไม่ชัดเจนซึ่งสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

P8	P1	P2
P7	P0	P3
P6	P5	P4

รูปที่ 2.7 หน้ากากและตัวกรองซึ่งใช้ในการขจัดสัญญาณรบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การปรับความแตกต่างแสง

ภาพลายนิ้วมือที่ได้อาจนำมาเพิ่มความแตกต่างกันของแสง ระหว่างวัตถุและพื้นหลังเพื่อให้เห็นรายละเอียดที่ซ่อนอยู่ได้มากขึ้น สามารถใช้เทคนิค Histogram Equalization ซึ่งเทคนิคนี้จะเป็นการปรับฮิสโตแกรมให้ราบด้วยจำนวนจุดภาพที่เท่ากับของเดิมที่แต่ละระดับเทา โดยมีหลักการทำงานดังนี้

ให้จำนวนของจุดภาพในภาพ = $rowmax * colmax$

ระดับเทาที่ใช้ = g_levels

$$Ideal\ number\ of\ pixels\ at\ each\ grey\ level = \frac{rowmax * colmax}{g_levels} \tag{2.2}$$

จากนั้นหาความถี่ (Frequency) และผลรวมความถี่ (Cumulative Frequency) ที่แต่ละระดับ-เทา ผลของการปฏิบัติการที่ได้จะได้

$$F(g) = \max\ \{0, \text{round}(g_levels*t(g)/(rowmax))-1\} \tag{2.3}$$

โดย $F(g)$ = F(old gray level) = new gray level

$t(g)$ = the actual number of pixels at old gray level or less

= Cumulative Frequency

จากตารางที่ 2.1 ค่าของ $F(g)$ จะได้จากสูตรข้างต้น ดังนั้นฮิสโตแกรมที่ได้ใหม่ คือ ค่าเก่าที่ถูกเกลี่ยไปให้ค่าระดับเทาอื่น จากตารางจึงสามารถสรุปค่าระดับเทาใหม่สำหรับแต่ละระดับเทา g ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ความถี่ของแต่ละระดับเทาก่อน-หลังการทำ Equalization

ค่าระดับเทา	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	รวม
ความถี่เก่า	1	9	8	6	1	1	1	1	2	0	30
ความถี่ใหม่	1	0	9	0	0	8	0	7	3	2	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การแปลงภาพลายนิ้วมือเป็นภาพสองระดับ

การแปลงภาพลายนิ้วมือให้เป็นภาพสองระดับเป็นกระบวนการที่พยายามแยกความแตกต่างระหว่างเส้นนูนและเส้นร่อง หรืออาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า การแปลงภาพให้เป็นไบนารีเป็นกระบวนการที่แยกความแตกต่างระหว่างลายนิ้วมือและภาพหลัง เพราะภายหลังการกระทำจะเหลือมอยู่แต่ส่วนที่เป็นลายพิมพ์นิ้วมือเท่านั้น โดยกระบวนการที่นำมาใช้เป็นกระบวนการที่เปลี่ยนความสว่างของทุกจุดภาพให้เหลือเพียงสองระดับ (Binary Pattern) (0,1) ซึ่งสามารถเขียนนิยามการแปลงภาพเป็นภาพสองระดับได้ดังนี้

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 \text{ ถ้า } f(x,y) > T \\ 0 \text{ ถ้า } f(x,y) \le T \end{cases} \qquad (2.4)$$

โดยกำหนดให้

$f(x,y)$ คือ ค่าสีที่ได้จากการอ่านจากภาพเริ่มต้น

T คือ ค่าสีที่เลือกจากภาพระดับเทาที่อินพุตเข้ามา เพื่อใช้เป็นค่ามาตราฐานในการเปรียบกับค่าสีที่ได้จากการอ่านภาพระดับเทาที่อินพุตเข้ามา

$g(x,y)$ คือ ค่าสีเลือกจากการหาค่าขีดเริ่มเปลี่ยนระดับสีของภาพ

จากสมการจะได้ว่า ถ้าค่า $f(x,y)$ มีค่าน้อยกว่า T แล้วจะได้ค่า $g(x,y)$ เป็น 0 ซึ่งจะเป็นค่าสีของพื้นฉากในภาพ ดังนั้นหลักการสำคัญของวิธีการนี้คือ การใช้การตัดค่าเทรสโฮลด์

2.7 การทำให้วัตถุในภาพบาง สำหรับภาพลายนิ้วมือ

การทำลายเส้นให้บางเป็นขั้นตอนพื้นฐานเริ่มแรกที่ใช้ในการวิเคราะห์รูปแบบ การรู้จำลายนิ้วมือ (Fingerprint recognition) ภาพที่ได้หลังจากการทำลายเส้นให้บางกับภาพขาวดำ จะถูกเรียกว่า สเกลเลตัน ประโยชน์อย่างหนึ่งที่ได้จากการทำลายเส้นให้บางคือ การลดทอนพื้นที่หน่วยความจำที่จะใช้ในการเก็บค่าข้อมูลโครงสร้างของรูปแบบที่จะแสดงและทำให้โครงสร้างข้อมูลที่จะใช้ในการวิเคราะห์รูปแบบนั้นดูง่ายขึ้น

จุดประสงค์ของขั้นตอนนี้เพื่อทำให้รายละเอียดของภาพลายพิมพ์นิ้วมือ เหลือแต่ลายเส้นที่จำเป็น ไม่ให้มีรายละเอียดมากเกินความจำเป็น เนื่องจากโดยข้อเท็จจริง ลายนิ้วมือแต่ละเส้นจะมีลักษณะเป็นเส้นหนา และความหนาของแต่ละลายไม่เท่ากันทุกเส้น แต่ความหนาของลายเส้นเป็น

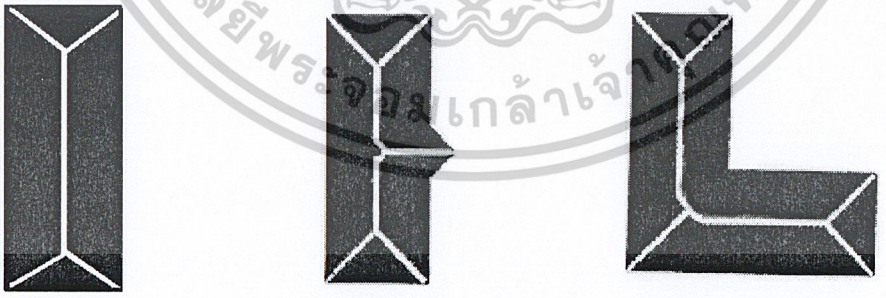
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่กระบวนการวินิจฉัยไม่สนใจพิจารณา ดังนั้นจึงลดข้อมูลให้น้อยลงได้โดยการแทนเส้นลายนิ้วมือด้วยลายเส้น ซึ่งนั้นคือ การกำจัดความแตกต่างของความหนา

เนื่องจากผลที่ได้จากกระบวนการเป็นการทำให้ภาพเดิมเหลือแต่ส่วนที่เป็นแกนจริงๆ บางครั้งจึงเรียกลักษณะเช่นนี้ว่า สเกลเลตัน ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายวิธีสำหรับการดำเนินการรับภาพที่ผ่านกระบวนการแปลงเป็นไบนารีแล้ว แต่ละวิธีการต่างก็มีข้อดีและข้อเสียของมันในเรื่องของความเร็วและความถูกต้อง โดยแต่ละวิธีจะมีหลักการพื้นฐานเหมือนๆ กันแตกต่างกันเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวกับเงื่อนไขในการวนรอบและการกำจัดเท่านั้น ในโครงงานนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับการทำให้วัตถุในภาพบาง

2.7.1 สเกลเลตัน

สเกลเลตัน เป็นวิธีการที่จะใช้นำเสนอโครงสร้างของรูปร่างของขอบเขตพื้นระนาบ (Plane Region) โดยการลดทอนให้เป็นกราฟเชิงเส้น ซึ่งการลดทอนนี้สามารถทำได้โดยผ่านการทำสเกล-เลตันของขอบเขตจะถูกสร้างขึ้นมาโดยใช้การเปลี่ยนรูปเส้นแกนกลาง (Median Axis transformation MAT) ตามทฤษฎีของบัม (Blum, 1967) โดยการเปลี่ยนรูปเส้นแกนกลางของขอบเขตพื้นระนาบ R ที่มีขอบภาพ B หาค่าได้ตามนี้ สำหรับจุดภาพใดๆ p ที่อยู่ใน R ซึ่งเราจะพบว่าจุด p นี้อยู่ใกล้ชิด (closet) R มากที่สุด แต่ถ้ามีจุด p หลายๆ จุดที่อยู่ใกล้ชิด R นี้เรียงซ้อนตัวเข้าไปสู่ด้านใน เราจะเรียกจุดเหล่านี้ว่า เส้นแกนกลาง หรือสเกลเลตันของ R ซึ่งค่าใกล้ชิดนี้ขึ้นอยู่กับการนิยามของระยะทาง ซึ่งตัวอย่างในรูปที่ 2.8 บริเวณที่เป็นสีดำ เป็นพื้นที่ภายในขอบเขตพื้นระนาบ เส้นที่มีสีเทาเป็นสเกลเลตันของขอบเขตพื้นระนาบ



(ก) เส้นแกนกลางแบบที่ 1 (ข) เส้นแกนกลางแบบที่ 2 (ค) เส้นแกนกลางแบบที่ 3

รูปที่ 2.8 ตัวอย่างเส้นแกนกลางของขอบเขตพื้นระนาบทั้ง 3 แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเกลเลตันที่ได้จากขั้นตอนการทำลายเส้นให้บางจะต้องยังคงรักษาค่าโทโปโลยีของวัตถุไว้และแสดงข้อมูลรูปทรงของรูปแบบไว้ สเกลเลตันที่ได้ควรมีความกว้างเพียง 1 จุดภาพและเป็นเส้นแกนกลางตามแนวระนาบของวัตถุ ซึ่งขั้นตอนวิธีการทำลายเส้นให้บางหลายวิธีมักจะมีการกระทำซ้ำเป็นจำนวน n รอบ วิธีที่แตกต่างกันจะให้สเกลเลตันที่แตกต่างกัน ซึ่งตามปกติขั้นตอนวิธีการทำลายเส้นให้บางจะแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ แบบตามลำดับ และแบบขนาน ซึ่งมักเชื่อกันว่าขั้นตอนวิธีแบบตามลำดับจะทำงานได้เร็วกว่าขั้นตอนวิธีแบบขนาน เมื่อขั้นตอนวิธีทั้ง 2 แบบถูกใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบอนุกรม และขั้นตอนวิธีแบบขนานจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุดเมื่อถูกใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบขนาน หรือเครื่องคอมพิวเตอร์แบบไปป์ไลน์ (Pipeline Computer)

สเกลเลตันดิจิตอล จะเกิดขึ้นภายหลังใช้ขั้นตอนวิธีการทำลายเส้นให้บางซึ่งมักจะใช้แสดงวัตถุในภาพขาวดำดิจิตอล (Binary Digital Image) ของการวิเคราะห์รูปทรงและการจำแนกประเภท (Classification) มีขั้นตอนวิธีการทำลายเส้นให้บางเป็นจำนวนมากที่ได้ถูกตั้งขึ้นโดยทั่วไป แต่ละขั้นตอนวิธีจะแตกต่างกันเนื่องจากการนิยามสเกลเลตันดิจิตอลและข้อบกพร่องของเครื่องมือต่างๆ

2.7.2 คณิตศาสตร์มอร์โฟโลยี

โดยทั่วไปแล้ว มอร์โฟโลยี จะหมายถึง สัณฐานวิทยา ซึ่งเป็นสาขาหนึ่งทางชีววิทยาที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับรูปร่าง ลักษณะโครงสร้างและพัฒนาการของพืชและสัตว์ แต่ในการประมวลผลภาพ เราจะใช้คำๆ เดียวกันนี้มาประยุกต์ใช้ในทางคณิตศาสตร์ที่เราเรียกว่า คณิตศาสตร์มอร์โฟโลยี

คณิตศาสตร์มอร์โฟโลยี เริ่มพัฒนายาวนานกว่าศตวรรษที่ 60 ซึ่งอาศัยความสัมพันธ์ของรูปแบบที่แยกตัวออกมาเป็นการวิเคราะห์รูปภาพด้วยคณิตศาสตร์ชั้นสูง ซึ่งได้กล่าวไว้ในเอกสารของ Sera

วิธีการที่ไม่ใช่มอร์โฟโลยีที่ใช้ในการประมวลผลรูปภาพจะใช้แคลคูลัส ซึ่งยึดหลักการใช้ฟังก์ชั่นในการกระจายจุดภาพ (Point spread function concept) และการแปลงรูปเชิงเส้น (Linear Transformation) ส่วนคณิตศาสตร์มอร์โฟโลยีจะยึดหลักการทางเรขาคณิตและรูปทรง มอร์โฟโลยีจะกระทำการกับรูปภาพได้ง่าย และยังคงรักษารูปทรงหลักซึ่งเป็นคุณลักษณะเฉพาะของวัตถุไว้

การแปลงรูปภาพที่มีการพิจารณาแบบแยกเป็นส่วนตามลำดับ ในส่วนที่ 1 รูปภาพที่ใช้จะได้จากการแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณเชิงเลข (Digitize) และทำการเตรียมภาพก่อนการประมวลผล โดยใช้ตัวดำเนินการคอนโวลูชั่นเฉพาะที่และทำการแบ่งส่วนของวัตถุในภาพขาวดำแยกออกจากบริเวณของพื้นฉากในรูปภาพในส่วนที่ 2 การกระทำการทางมอร์โฟโลยีกระทำกับรูปทรงของวัตถุ ในส่วนสุดท้ายของมอร์โฟโลยีจะทำการประเมินผลโดยใช้ลักษณะทางตัวเลขที่แตกต่างกัน หรือลักษณะเทียบเคียงทางวากยสัมพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกระทำการทางมอร์โฟโลยีมักจะถูกนำมาใช้ตามวัตถุประสงค์ดังนี้

1) จัดเตรียมรูปภาพก่อนการประมวลผล (Image pre-processing) ได้แก่ การกรองสัญญาณรบกวนในภาพ, การจัดทำรูปทรงให้ดูง่ายขึ้น

2) ปรับปรุงโครงสร้างวัตถุในภาพให้เห็นชัดเจนขึ้น ได้แก่ การทำสเกลเลตัน การทำลายเส้นให้บาง, การทำลายเส้นให้หนา, การทำเครื่องหมายของวัตถุในรูปภาพ, คอนเวกซ์ฮุน

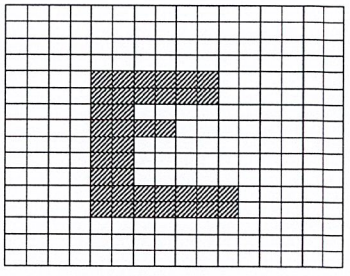
3) บ่งบอกปริมาณของวัตถุ ได้แก่ พื้นที่, เส้นรอบวง, โปรเจคชั่น, คุณลักษณะเฉพาะของอูเลอร์ - พอยแคร์ (Euler-Poincare' characteristic)

คณิตศาสตร์มอร์โฟโลยีมีแหล่งกำเนิดในทฤษฎีเซต (Set theory) และเกี่ยวข้องกับการศึกษารูปแบบและโครงสร้างภายในรูปภาพที่จะทำการวิเคราะห์ คณิตศาสตร์มอร์โฟโลยีจะเกี่ยวข้องกับรูปทรงและคุณสมบัติของวัตถุหรือขอบเขตของภาพ และเกี่ยวข้องกับการที่จะเปลี่ยนแปลงและดึงลักษณะสำคัญที่เป็นประโยชน์ของภาพออกมาใช้งาน

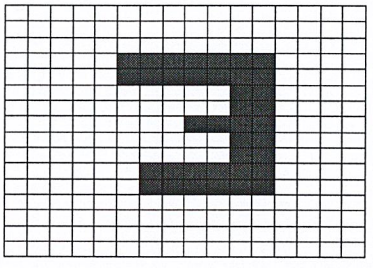
โดยที่รูปแบบทางคณิตศาสตร์ของทฤษฎีเซตจะมี คอมพลีเทนต์ (Complement), ผลรวม (Union) และผลตัด (Intersection) ในส่วนของตัวดำเนินการทางตรรกจะมี หรือ(OR), และ (AND), ไม่ใช่ (NOT) ในส่วนที่เพิ่มเติมขึ้นมาคือ ใช้การเคลื่อนย้ายแม่แบบกับรูปภาพ (Template-image Comparison) ที่แต่ละตำแหน่งของแม่แบบที่จะให้ผลลัพธ์ที่คล้ายคลึงกันตามวิธีทฤษฎีเซต

เครื่องหมายเซตมาตรฐาน (Standard set notation) ที่ใช้ในทางมอร์โฟโลยีนั้น จุดและเวกเตอร์จะถูกนำมาแสดงเป็นตัวเอนตัวพิมพ์เล็ก (Lower-case italic) เซตจะถูกแสดงเป็นตัวเอนตัวพิมพ์ใหญ่ (Upper-case italic) $\varnothing$ แทนเซตว่าง, $\in$ แทนเป็นสมาชิกหรือเป็นส่วนประกอบและ $\Rightarrow$ แทนหมายความว่า ยกตัวอย่างเช่น *{P/<condition(s)>}* หมายถึง เซตของจุด *p'* โดยที่ <condition(s)> ต้องเป็นจริง ตามรูปที่ 2.9 จะแสดงให้เห็นคำนิยามตามนี้ได้อย่างครบองค์ประกอบมากขึ้น

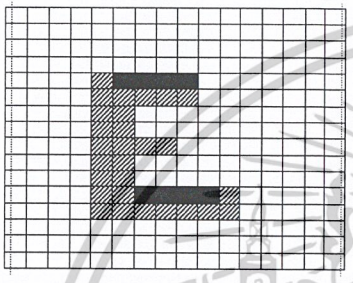
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



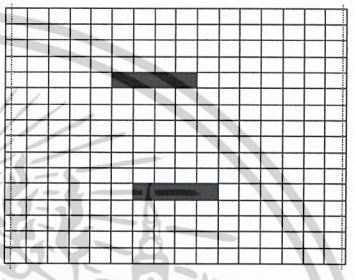
(ก) ภาพเริ่มต้นของเซต *A*



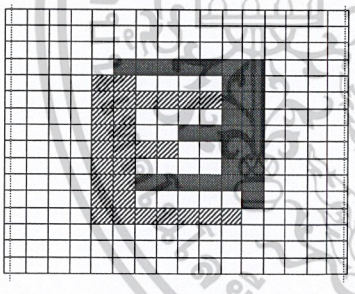
(ข) การสลับเปลี่ยนของเซต *A* ทำให้ได้เซต *B*



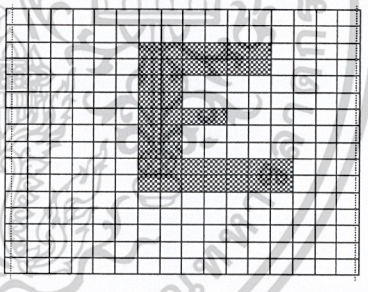
(ค) ผลรวมของ $A \cup B$ (มีค่าเท่ากับ *A OR B)*



(ง) เป็นผลตัดของ $A \cap B$ (มีค่าเท่ากับ *A AND*)



(จ) ผลต่างของ *A/B* (ซึ่งมีค่าเท่ากับ *A OR B*)



(ฉ) การเปลี่ยนรูป AV ของเซต *A* โดย *V* (2.2) สังเกตได้ว่า สีพื้นฉากเป็นดังภาพ (ก) และ (ข) เป็นแถบเงาที่เน้นให้เห็นความแตกต่าง

รูปที่ 2.9 คำนิยามบางอย่างของมอร์โฟโลยีคณิตศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) วัตถุขาวดำจะถูกระบุเป็นซับเซตของจุดภาพ A ที่ได้บรรจุหรือรวมอยู่ (Include) ภายในเซตทั้งหมดของจุดภาพในรูปภาพ N ซึ่งสามารถเขียนแทนด้วย $A \subset N$ ดังนั้นถ้า p เป็นสมาชิกของ A ดังนั้น p จึงเป็นสมาชิกของ N นั่นคือ $p \in A \Rightarrow P \in N$

(ข) คอมพลีเมนต์ (Complement) ของเซต A เป็นเซตที่ไม่ใช่สมาชิกของ A นั่นคือ ทุกจุดภาพที่เป็นพื้นฉากในรูปภาพ ซึ่งแทนด้วย A^* ดังนั้นถ้า p เป็นเซตที่ไม่สมาชิกของ A แล้ว p จะไม่เป็นสมาชิกของ A^* นั่นคือ $p \in A \Rightarrow p \notin A^*$

(ค) การสลับเปลี่ยน (Transposition) ของเซตของจุดภาพ A จะเป็นเซตที่แต่ละตำแหน่งของจุดภาพจะถูกสะท้อนลงตามการนิยามเริ่มต้น เมื่อเซต A ได้กำหนดไว้ในรูปที่ 2.9 (ก) จะถูกสะท้อนจากค่าเริ่มต้นไปยังจุดศูนย์กลางของรูปภาพได้เซต A' ตามรูปที่ 2.9 (ข) ซึ่ง $A'=B$ ดังนั้นเซต A เป็นเซตที่มีความสมมาตรของเซต A' ตามแนวค่าเริ่มต้น

(ง) ผลรวม (Intersection) ของเซต A และ B จะแทนด้วย $A \cup B$ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้เป็นจุดภาพทุกจุดโดยที่แต่ละจุดภาพจะเป็นสมาชิกของเซต A หรือสมาชิกของเซต B กล่าวคือ $A \cup B=\{p/p \in A \text{ or } p \in\}$ ซึ่งค่าอุปมาเหมือนกับตัวดำเนินการทางตรรก OR และสามารถแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.9 (ค) ซึ่งแสดงผลรวมของรูปที่ 2.9 (ก) และ 2.9 (ข)

(จ) ผลตัด (Intersection) ของเซต A และ B จะแทนด้วย $A \cap B$ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้เป็นจุดภาพทุกจุด โดยที่แต่ละจุดภาพเป็นสมาชิกร่วมกันของทั้ง 2 เซต A และ B กล่าวคือ $A \cap B=\{p/p \in \text{ and } p \in B\}$ ซึ่งค่าอุปมาเหมือนกับตัวดำเนินการทางตรรก AND และสามารถแสดงให้เห็นได้ในรูปที่ 2.9 (ง) ซึ่งจะแสดงผลตัดของรูปที่ 2.9 (ก) และ2.9 (ข)

(ฉ) ผลต่าง (Difference) ระหว่างรูปภาพจะแทนด้วย A/B ซึ่งจะกล่าวในภาษาของทฤษฎีเซตได้ว่าเซตผลลัพธ์ที่แต่ละจุดภาพจะเป็นสมาชิกอันใดอันหนึ่งใน A หรือ B แต่จะไม่เป็นสมาชิกของทั้ง 2 เซตกล่าวคือ $A/B =\{p/p \in A \text{ or } p \in B;\ p \in; p \notin\}$ ซึ่งค่าอุปมาเหมือนกับตัวดำเนินการทางตรรก XOR และสามารถแสดงให้เห็นได้ในรูปที่ 2.9 (จ) ซึ่งจะแสดงผลต่างของรูปที่ 2.9 (ก) และ 2.9 (ข)

(ช) การเปลี่ยนรูปแบบ (Translation) สามารถที่จะพิจารณาได้ง่ายคือ การบวกเวกเตอร์ การเปลี่ยนรูปแบบของเซต A โดย V จะถูกแทนด้วย AV ซึ่งจะเป็นเซตที่แต่ละสมาชิกจะถูกแปลงโดยเวคเตอร์ V ในรูปที่ 2.9 (ฉ) แสดงผลลัพธ์ของการเปลี่ยนรูปแบบของเซต A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.7.3 การเปลี่ยนรูปแบบเติม-ลบ

มอร์โฟโลยีรูปภาพจะอาศัยการวิเคราะห์รูปภาพโดยใช้รูปแบบพื้นฐาน (Elementary Pattern) หรือส่วนประกอบโครงสร้าง (Structuring Element) ซึ่งส่วนประกอบโครงสร้างเหล่านี้สามารถทำได้โดยใช้แม่แบบ แต่การคำนวณแม่แบบ-รูปภาพ (Image-template Calculation) จะถูกหาค่าโดยผ่านพีชคณิตของเซต

สำหรับรูปที่ 2.10 (ข) แสดงให้เห็นส่วนประกอบโครงสร้าง 3x3 ซึ่งจุดภาพอ้างอิง (จุดกำเนิด) จะถูกนิยามไว้ที่จุดศูนย์กลาง และจุดภาพแสดงบริเวณของวัตถุในรูปภาพ (สีดำ) จำนวน 4 จุดและจุดภาพแสดงบริเวณของพื้นฉากในรูปภาพ (สีขาว) 5 จุด ซึ่งส่วนประกอบโครงสร้างนี้จะถูกใช้งาน เมื่อวางอยู่ที่มุมด้านขวาบนของวัตถุในภาพ ซึ่งจะมีผลต่อการเคลื่อนย้ายส่วนประกอบโครงสร้างหรือแม่แบบ ดังนั้นจุดภาพที่ใช้อ้างอิงจะเป็นตำแหน่งที่ผ่านทั้งภาพ ในแต่ละตำแหน่งที่ตรวจ จุดภาพทั้งหมดของแม่แบบจะต้องตรงกับจุดภาพของภาพ (ในภาพขาวดำ จุดภาพของแม่แบบแสดงบริเวณของวัตถุในรูปภาพ จะต้องตรงกับจุดภาพแสดงบริเวณของวัตถุในรูปภาพ และจุดภาพของแม่แบบแสดงบริเวณของพื้นฉากในรูปภาพ จะต้องตรงกับจุดภาพแสดงบริเวณของพื้นฉากในรูปภาพ) ที่แต่ละตำแหน่งของจุดอ้างอิง โดยที่จุดภาพอ้างอิงนี้เป็นจริง จุดภาพแสดงบริเวณของวัตถุในรูปภาพ จะถูกเขียนเป็นอาเรย์เอาต์พุตที่สอดคล้องกันตามตำแหน่ง ดังนั้นภาพที่ได้จากการเคลื่อนภาพที่ 2.10 (ข) ผ่านภาพที่ 2.10 (ก) จะได้ภาพ 2.10 (ค)

ในทางมอร์โฟโลยีที่รู้จักกันคือ มีการเปลี่ยนรูปแบบเติม-ลบของเซต A ด้วยส่วนประกอบโครงสร้าง B ซึ่งแทนด้วย $A \otimes B$ และรูปแบบที่นิยามไว้ทางคณิตศาสตร์เป็น

$$A \otimes B = \{p | B_{fgd} \subset A; B_{bgd} \subset A^{*}\} \qquad (2.5)$$

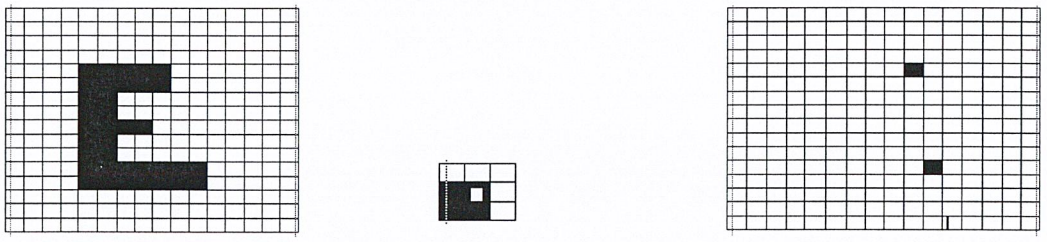
โดยที่ A เป็นเซตของรูปภาพ A* เป็นคอมพลีเมนต์ของเซตของรูปภาพ

B เป็นเซตของส่วนประกอบโครงสร้าง

B_{fgd} แสดงจุดภาพแสดงบริเวณของวัตถุในรูปภาพของส่วนประกอบโครงสร้างที่ถูกเปลี่ยนแปลง

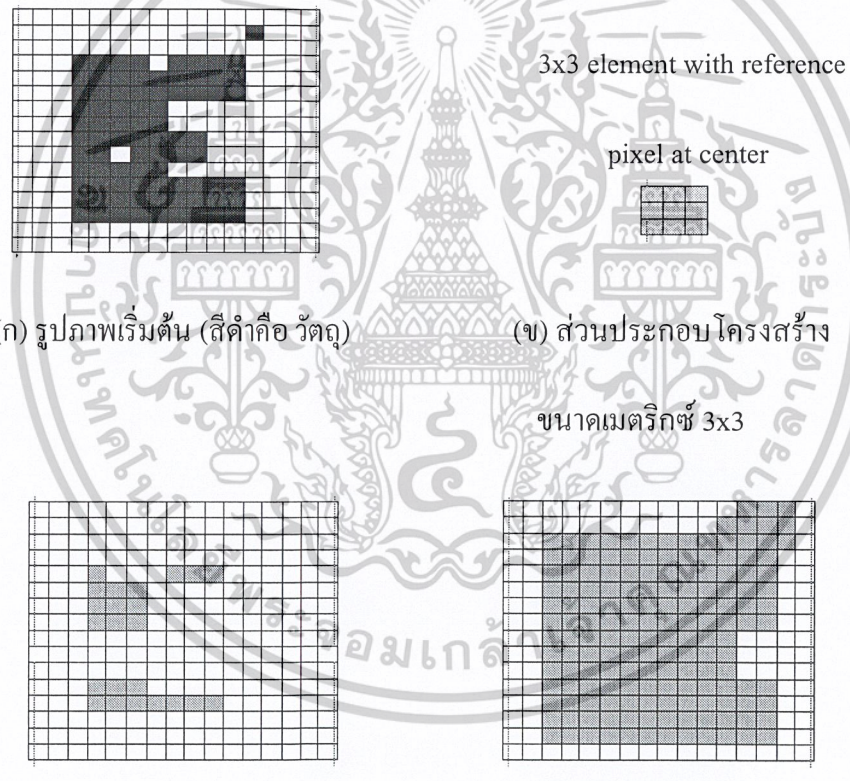
P เป็นตำแหน่งในปัจจุบันของจุดภาพอ้างอิงของส่วนประกอบโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
51852



(ก) เซตรูปภาพต้นฉบับ (ข) ส่วนประกอบโครงสร้างที่ใช้ค้นหามุมบนด้านขวา (ค) ผลลัพธ์ของภาพที่ได้

รูปที่ 2.10 ตัวอย่างการตรวจจับจุดมุมบนด้านขวาโดยใช้ส่วนประกอบโครงสร้าง (ก) (ข)



(ก) รูปภาพเริ่มต้น (สีดำคือ วัตถุ) (ข) ส่วนประกอบโครงสร้าง

(ค) เกิดจากการกัดเซาะของ (ก) (ง) เกิดจากการขยายตัวของ (ก)

รูปที่ 2.11 ตัวอย่างการกัดเซาะและการขยายตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.4 การกัดเซาะ การขยายตัว และการเปิด

ตัวดำเนินการสองตัวแรกจะเป็นหลักการพื้นฐานที่จะทำการวิเคราะห์ทางมอร์โฟโลยีของรูปภาพ กล่าวคือ การกัดเซาะและการขยายตัว ซึ่งตัวดำเนินการทางมอร์โฟโลยีเกือบทั้งหมดจะถูกนิยามตามข้อตกลงของตัวดำเนินการพื้นฐานทั้งสอง

การกัดเซาะของเซต A โดยส่วนประกอบโครงสร้าง B จะถูกแทนด้วย $A \ominus B'$ และรูปที่ถูกนิยามตามทางคณิตศาสตร์เป็น

$$A \ominus B' = \{p \mid Bp \subset A\} \tag{2.6}$$

ซึ่ง B' เป็นรูปแบบที่ถูกสลับเปลี่ยนของเซตส่วนประกอบโครงสร้าง (Structuring element set)

B_p แสดงส่วนประกอบโครงสร้างที่มีศูนย์กลางอยู่ที่จุด p

การขยายตัว (Dilation) เป็นคุณสมบัติแบบคู่กัน (Dual) กับการกัดเซาะ นั่นคือ การขยายตัวของเซต A มีค่าสมมูลกับการกัดเซาะของคอมพลีเมนต์ของ A^* (สังเกตได้ว่า ความสัมพันธ์แบบคู่กันเป็นค่าอุปมาเหมือนคุณสมบัติคู่ทางพีชคณิตบูลีนของกฎดีมอร์แกน ดังนั้นการขยายตัวจะเขียนแทนด้วย $A \oplus B'$ ซึ่งนิยามได้เป็น

$$A \oplus B' = A^* \ominus B' \tag{2.7}$$

ตามวิธีทางคณิตศาสตร์แบบคู่กัน การขยายตัวสามารถเขียนแสดงโดยใช้การกัดเซาะคอมพลีเมนต์ของเซตโดยส่วนประกอบโครงสร้างอันเดียวกัน แต่ในทางปฏิบัติแล้วหมายถึงบริเวณของวัตถุในรูปภาพขาวดำสามารถที่จะถูกขยายโดยการกัดเซาะบริเวณของพื้นฉากในรูปภาพด้วยส่วนประกอบโครงสร้างอันเดียวกัน ซึ่งการขยายตัวมีรูปแบบทางคณิตศาสตร์อีกอย่างที่ถูกนิยามไว้คือ

$$A \oplus B' = \{p \mid B_p \cap A \neq \varnothing\} \tag{2.8}$$

การขยายตัวที่ได้นิยามทางคณิตศาสตร์ จะเป็นจุดภาพที่แสดงบริเวณของวัตถุในรูปภาพที่จะถูกเขียนเป็นเอาท์พุทของเซตที่ทุกตำแหน่งของส่วนประกอบโครงสร้างอ้างอิง (Structuring Element Reference) โดยที่บริเวณของวัตถุในรูปภาพใดๆ ในส่วนประกอบโครงสร้างที่วางทับบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดภาพที่แสดงบริเวณของวัตถุในรูปภาพของเซตรูปภาพ (กล่าวคือ ส่วนของวัตถุ) ผลลัพธ์ที่ได้ของตัวดำเนินการได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.11

จากนิยามของโอเปอร์เรเตอร์ทั้งสองตัวสามารถนำมาประกอบกันเพื่อขยายเป็นโอเปอร์เรเตอร์ใหม่คือ การเปิด (Opening) และการปิด (Closing) โดยมีรูปแบบทางคณิตศาสตร์ซึ่งนิยามไว้คือ การเปิดของเซต A ด้วย B หรือ $A \bullet B$ คือการกัดเซาะ A ด้วย B จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้มาขยายตัวด้วย B ซึ่งสามารถเขียนได้ในรูป

$$A \bullet B = (A \ominus B) \oplus B \tag{2.9}$$

การปิดของเซต A ด้วย B หรือ $A \bullet B$ คือ การขยาย A ด้วย B จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้มากัดเซาะด้วย B ซึ่งสามารถเขียนได้ในรูป

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B \tag{2.10}$$

2.8 การดึงลักษณะเด่น

การที่เราจะทำให้คอมพิวเตอร์รู้จำภาพหรือรูปแบบใดๆ เราต้องกำหนดลักษณะเด่นที่จะใช้ในการอ้างอิงให้กับคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้คำนวณเปรียบเทียบหาความเป็นไปได้หรือคะแนนในภาพลายนิ้วมือ (Minutiae Point) ก่อนที่จะระบุจุดเด่นได้เราต้องทำให้ภาพลายนิ้วมือที่ได้จากการทำให้ภาพลายนิ้วมือบางลง (Thinning) มาทำการหาจุดรายละเอียดบนลายนิ้วมือมีรายละเอียดดังนี้

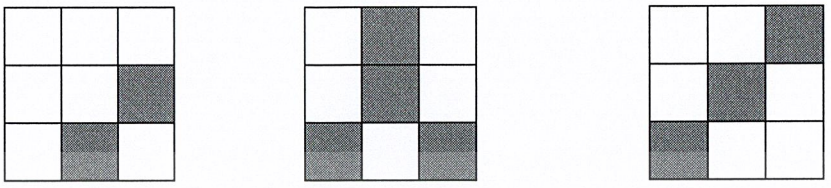
2.8.1 การหาจุดรายละเอียดบนลายนิ้วมือ

จุดรายละเอียดบนลายนิ้วมือที่เราต้องการหาเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการเปรียบเทียบคู่ลายนิ้วมือนั้น ดังได้กล่าวแล้วในตอนต้นว่ามีอยู่ 2 ชนิดคือ จุดปลาย (End Point) และจุดสองง่าม (Bifurcation Point) วิธีที่ใช้เพื่อระบุว่าจุดภาพใดเป็นจุดรายละเอียด ทำได้โดยการพิจารณาในบริเวณ 3x3 รอบทุกจุดภาพที่เป็นเส้นโครงร่าง (มีค่าของจุดภาพเป็น “1”) ที่ได้จากขั้นตอนที่แล้ว ดังนั้นจุดภาพโดยรอบของจุดภาพที่เรากำลังพิจารณาจะมีทั้งหมด 8 จุดภาพคือ p1 – p8 ดังนั้นจุดภาพโดยรอบของจุดภาพที่เรากำลังพิจารณาจะมีทั้งหมด 8 จุดภาพ คือ p1 – p8 ดังได้แสดงการกำหนดตำแหน่งแล้วในรูปที่ 2.7

จากนั้นจะทำการนับจำนวนครั้งของการเปลี่ยนจาก “0” เป็น “1” หรือ SC (Sign Changed) ภาพจาก “1” เป็น “2” จุดภาพ p จะเป็นจุดสองง่าม ถ้า SC = 3 และทำการเปลี่ยนให้มีค่าของจุดภาพนอกเหนือจากนั้นจุดภาพ p จะเป็นแค่เพียงเส้นโครงร่าง และมีค่าของจุดภาพเป็น “1” ตามเดิม การที่กำหนดให้จุดรายละเอียดมีค่าของจุดภาพต่างกันและต่างจากจุดเส้นโครงร่างก็เพื่อใช้ประโยชน์ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประมวลผลในขั้นตอนถัดไป ในรูปที่ 2.12 แสดงค่า SC ที่แตกต่างกันของจุดรายละเอียดแต่ละแบบ โดยจะเห็นได้ว่า จุดปลายมีค่า SC = 1 จุดสองง่ามมีค่า SC = 3 และจุดที่อยู่บนเส้นโครงร่างที่มีค่า SC = 2



(ก) จุดขาด : SC = 1 (ข) จุดขาด : SC = 3 (ง) จุดขาด : SC = 2

รูปที่ 2.12 ค่า SC ที่แตกต่างกันของจุดขาด จุดสองง่าม และจุดบนเส้นโครงร่าง

ในรูปที่ 2.13 แสดงจุดรายละเอียดที่ได้ ซึ่งคือจุดภาพที่ขณะนี้มีค่าเป็น “2” และ “3” โดยในรูปจะแทนด้วยสีดำเข้ม ส่วนจุดที่เป็นเส้นโครงร่างจะแสดงด้วยสีเทา เพื่อให้เห็นความแตกต่างโดยชัดเจน

2.9 การเปรียบเทียบคู่ลายนิ้วมือ

ในการประมวลผลภาพ การรู้จำรูปแบบ (Pattern Recognition) ถือว่าเป็นการประมวลผลขั้นสูง (High Level Processing) ที่จะทำให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถใกล้เคียงหรือเลียนแบบมนุษย์ในการจดจำรูปแบบหรือแยกแยะวัตถุแต่ละชนิดออกจากกันได้ สำหรับในภาพลายนิ้วมือการรู้จำลายนิ้วมือก็คือการสามารถสรุปผลของการเปรียบคู่ลายนิ้วมือ การเปรียบคู่ลายนิ้วมือ (Fingerprint Matching) เป็นการเปรียบคู่จุดรายละเอียดจากภาพลายนิ้วมือที่กำลังประมวลผลกับจุดรายละเอียดในเทมเพลที่ถูกอ้างถึง เพื่อสรุปผลว่าเป็นของบุคคลคนเดียวกันหรือไม่การเปรียบเทียบคู่ลายนิ้วมือถือได้ว่าเป็นขั้นตอนสุดท้ายและสำคัญที่สุดสำหรับการรู้จำลายนิ้วมือโดยอัตโนมัติโดยใช้คอมพิวเตอร์ประมวลผล

2.9.1 วิธีใช้ในการเปรียบเทียบคู่ลายนิ้วมือ

วิธีการเปรียบคู่ในทางการประมวลผลภาพ ก็มีหลายวิธีสามารถนำมาใช้เปรียบคู่จุดรายละเอียดของลายนิ้วมือได้ เช่น วิธีของกราฟ วิธีใช้เส้นอ้างอิงที่สร้างจากจุดแกน (Core Point) และจุดสามเหลี่ยม (Delta Point) บนภาพลายนิ้วมือ นอกจากนี้ก็ยังมีวิธีที่ใช้ในการเปรียบคู่ลายนิ้วมือแบบที่ไม่ใช้จุดรายละเอียดอีกด้วยโดยมีวิธีต่างๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การเปรียบคู่ลายนิ้วมือโดยไม่ใช้จุดรายละเอียด

1.1) วิธีใช้โครงสร้างและทิศทางของเส้นลายนิ้วมือ

1.2) วิธีเทียบรหัสที่ได้จากค่าความแปรปรวน

1.3) วิธีเทียบฟูเรียสเปกตรัม (Fourier Spectrum) ของลายนิ้วมือในแต่ละบริเวณ

2) การเปรียบคู่ลายนิ้วมือโดยใช้จุดรายละเอียด

1.1) วิธีเปรียบคู่แบบกราฟ

1.2) วิธีการทรานส์ฟอร์มโดยใช้เส้นอ้างอิง

1.3) ในวิธีนี้จะใช้อ้างอิงที่สร้างจากจุดแกน (Core point) และที่สร้างจากจุดสามเหลี่ยม (Delta point) และทำการหมุนเส้นอ้างอิงนี้ให้ซ้อนทับลงบนเส้นอ้างอิงของเทมเพลต แล้วนับจำนวนของจุดรายละเอียดที่ซ้อนทับกันภายในขอบเขตที่กำหนด ทำให้วิธีนี้มีข้อดีคือใช้การคำนวณที่ไม่ซับซ้อนในการเปรียบคู่ แต่วิธีนี้มีข้อเสียคือ จุดแกนและจุดสามเหลี่ยมอาจจะหายากหรือหาไม่ได้ในบางภาพลายนิ้วมือที่สัญญาณรบกวนสูง

1) วิธีเปรียบเทียบคู่แบบยืดหยุ่น (Elastic Matching)

2) วิธีเปรียบคู่แบบรูปแบบจุด (Point Pattern Matching)

ในการวิจัยนี้ เราใช้จุดรายละเอียด และใช้การเปรียบคู่โดยใช้วิธีเปรียบคู่แบบรูปแบบจุดซึ่งจะได้อธิบายรายละเอียดในหัวข้อถัดไป เหตุผลในการเลือกใช้วิธีนี้เนื่องจากเมื่อพิจารณาเทียบกับวิธีการทรานส์ฟอร์มโดยใช้เส้นอ้างอิง เราจำเป็นต้องตำแหน่งของระบุจุดแกน และจุดสามเหลี่ยมบนภาพลายนิ้วมือให้ได้เสียก่อน ซึ่งภาพลายนิ้วมืออาจมีสัญญาณรบกวนทำให้มีการระบุจุดทั้งสองผิดพลาด หรือลักษณะของลายนิ้วมือเองที่ยากต่อการหาจุดทั้งสอง หรือในการอ่านภาพลายนิ้วมือไม่ได้ในส่วนที่เป็นจุดทั้งสองเข้ามาด้วยหรือขาดหายไป เราจึงเลือกใช้วิธีเปรียบคู่แบบรูปแบบจุดซึ่งจะขึ้นอยู่กับลักษณะของจุดรายละเอียดทั้งหมด ไม่ได้ขึ้นอยู่กับจุดใดเป็นพิเศษ

2.9.2 การเปรียบคู่แบบรูปแบบจุด (Point Pattern Matching)

การรู้จำรูปแบบหรือการเปรียบคู่ โดยใช้วิธีเปรียบเทียบคู่แบบจุดเป็นเทคนิคอันใหม่ที่ได้มีการพัฒนานำมาใช้กัน และยังสามารถใช้งานได้โดยไม่มีปัญหากับการที่ภาพถูกทรานส์ฟอร์มไป เช่น ถูกหมุน (Rotation) ถูกสเกล (Scaling) หรือถูกย้ายตำแหน่ง (Translation) รวมทั้งลักษณะเด่น (Feature) ที่จำเป็นต้องนำมาใช้ในการเปรียบคู่ก็เป็นเพียงตำแหน่งพิกัดของลักษณะเด่นเท่านั้น เช่น พิกัดของมุมของภาพ พิกัดของวัตถุ หรือพิกัดของจุดรายละเอียด (สำหรับการรู้จำลายนิ้วมือ) ซึ่งวิธีนี้ดีกว่าวิธีอื่นที่ต้องเก็บอาเรย์ของลักษณะเด่นไว้หลายอย่าง ทำให้วิธีการเปรียบคู่โดยใช้รูปแบบจุดเหมาะสำหรับการใช้งานในภาพที่มีขนาดใหญ่แต่จำนวนของลักษณะเด่นน้อย มีการนำวิธีนี้ไปใช้อย่างมากในทางดาราศาสตร์ การประมวลผลสำหรับดาวเทียม การทำแผนที่ และการรู้จำวัตถุ เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

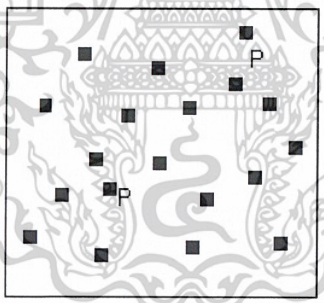
ตัวอย่าง การนำไปประยุกต์ใช้งานเพื่อระบุภาพถ่ายดวงดาวที่ได้จากกล้องโทรทรรศน์ มาเทียบกับฐานข้อมูลของแผนที่ดวงดาวเพื่อระบุตำแหน่งและกลุ่มของหมู่ดาว โดยภาพถ่ายที่ได้มานั้นเราไม่จำเป็นต้องรู้พิกัดทิศทางการหมุน และสเกลของกล้องเมื่อเทียบกับข้อมูลในฐานข้อมูล ใช้ระบุตำแหน่งของตัวดาวเทียมเองว่าอยู่ในพิกัดของหมู่ดาวอะไร โดยใช้กล้องถ่ายภาพดวงดาวแล้วเปรียบคู่เข้ากับแผนที่ดวงดาวที่อยู่ในฐานข้อมูลของตัวดาวเทียม และใช้ในระบบควบคุมกล้อง-โทรทรรศน์บนภาคพื้นดินเพื่อควบคุมตำแหน่งการหมุนของตัวกล้องโดยอัตโนมัติเพื่อใช้ติดตามกลุ่มดาวที่กำลังเคลื่อนที่ไปเป็นต้น

รูปแบบจุด (Point Pattern) ถูกกำหนดให้เป็นเซตของจุดเรียกว่า p โดย p จะต้องไม่เป็นเซตว่างและมีจำนวนจุดในเซตที่จำกัด (Finite) บนพิกัดสองมิติ ในรูปแบบจุด p แต่ละจุด pi ในเซต p จะมีพิกัดเป็น (xi, yi) และจำนวนจุดใน p เขียนแทนด้วย |P| และอาจเขียนแทนเซต p ด้วย

$$P = \{pi\} = \{xi,yi\},\ I = 1,2,\ldots,m \tag{2.11}$$

โดย $m = |P|$

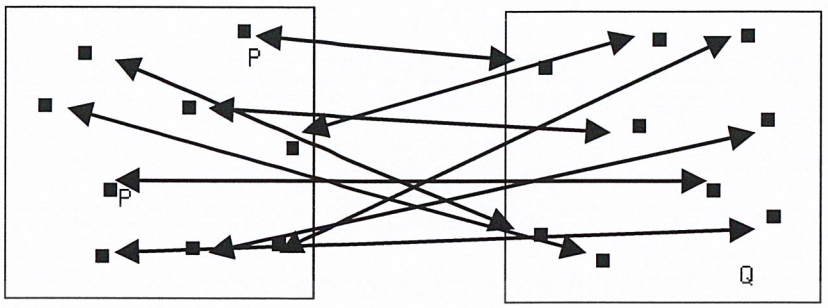
ตัวอย่างของรูปแบบจุด P



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างของรูปแบบจุด p

ในรูปที่ 2.14 แสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบคู่รูปแบบจุด P={p1,p2,….,pn} เข้ากับรูปแบบจุด Q={q1,q2,….,qn} โดยทั้งสองเซตเป็นของรูปแบบจุดที่สอดคล้องตรงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 ตัวอย่างของรูปแบบจุด P ที่ Q สอดคล้องตรงกัน

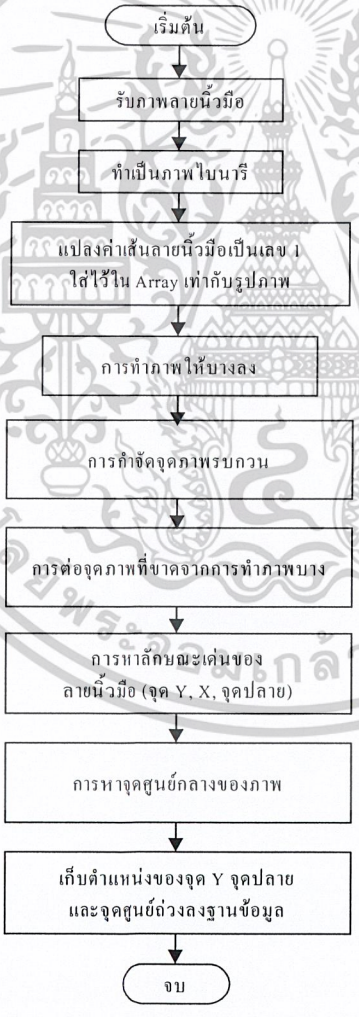
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

การรู้จำลายนิ้วมือมีส่วนประกอบหลักๆ อยู่หลายส่วนทั้งส่วนของการวิเคราะห์ภาพลายนิ้วมือและการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ ซึ่งส่วนของการวิเคราะห์ภาพลายนิ้วมือ

3.2 การออกแบบส่วนของการวิเคราะห์

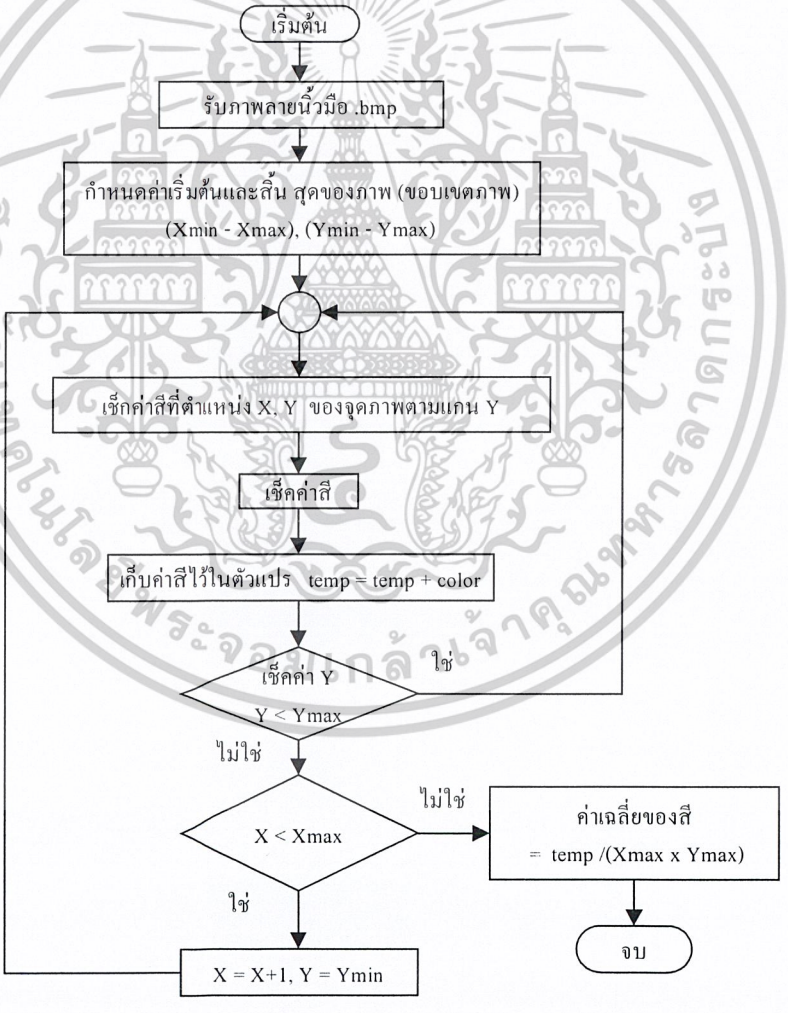


รูปที่ 3.1 แผนผังการหาทำงานในส่วนการวิเคราะห์ภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

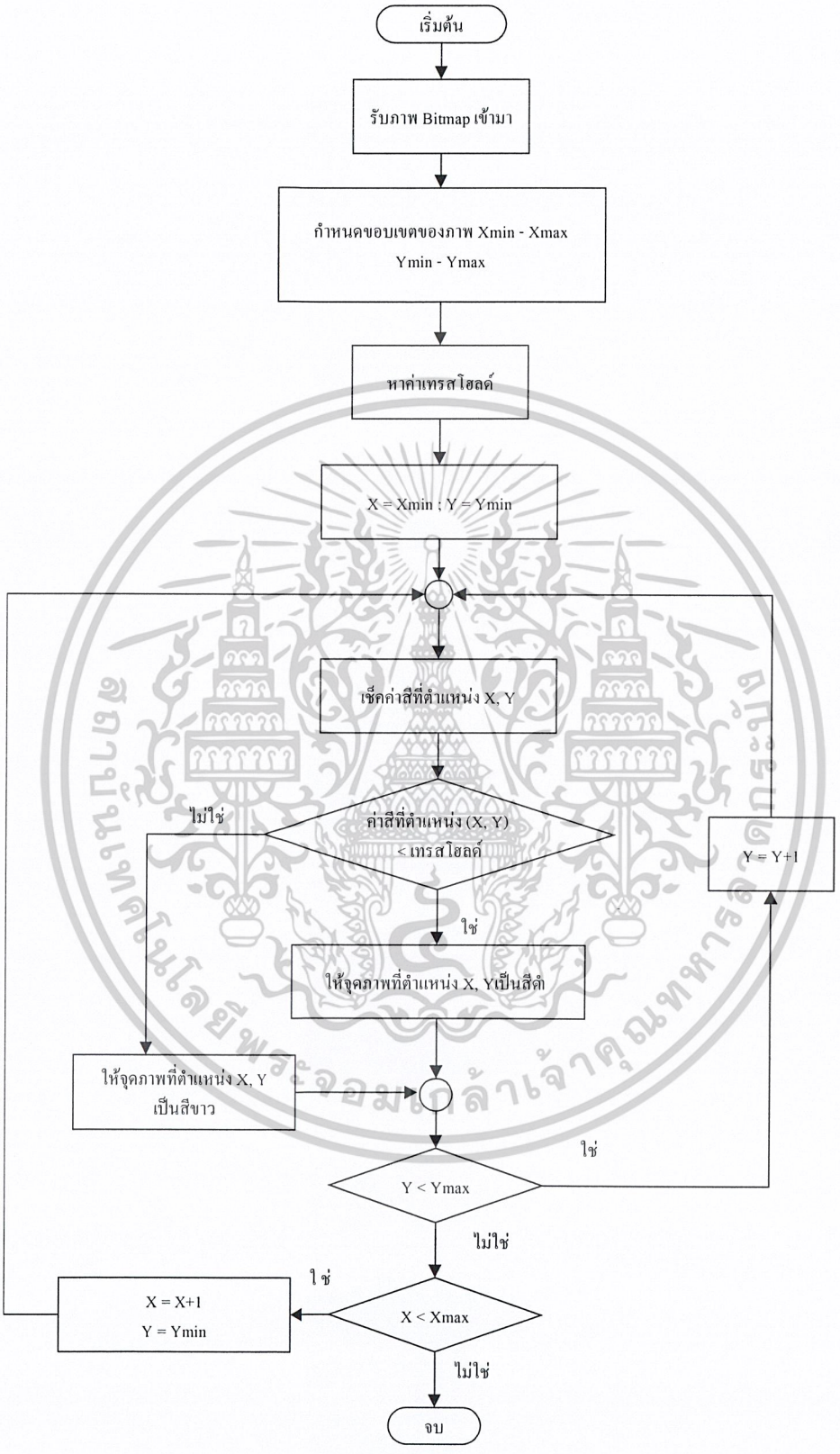
3.2.1 การปรับปรุงภาพลายนิ้วมือเป็นภาพแบบสองระดับ

ภาพลายนิ้วมือเป็นภาพที่มีลักษณะพิเศษ การแปลงภาพลายพิมพ์นิ้วมือให้เป็นภาพแบบสองระดับจึงเป็นกระบวนการที่พยายามแยกความแตกต่างระหว่างลายนิ้วมือและภาพหลัง ความยากของปัญหาจึงอยู่ที่วิธีการหาค่าเทรสโฮลด์ที่เหมาะสม วิธีการในการหาค่าเทรสโฮลด์ที่เหมาะสมสำหรับภาพลายนิ้วมือโดยใช้คนพิจารณาสามารถกระทำได้โดยการนำภาพลายพิมพ์นิ้วมือมาเขียนฮิสโตแกรมระดับเทา โดยให้แกน x เป็นระดับสีเทา และแกน y เป็นความถี่ของจำนวนของระดับสีเทา จากนั้นพิจารณาจากจุดแบ่งแยกของค่าการกระจายของพื้นหลังและค่าการกระจายของวัตถุเพื่อหาค่าเทรสโฮลต์ที่เหมาะสม ฮิสโตแกรมระดับเทาถูกแยกออกเป็น 2 กลุ่มชัดเจน ดังนั้นค่าตรงกลางระหว่างทั้ง 2 กลุ่ม จะเป็นค่าเทรสโฮลด์ที่เหมาะสมเพื่อใช้แยกวัตถุออกจากพื้นหลัง



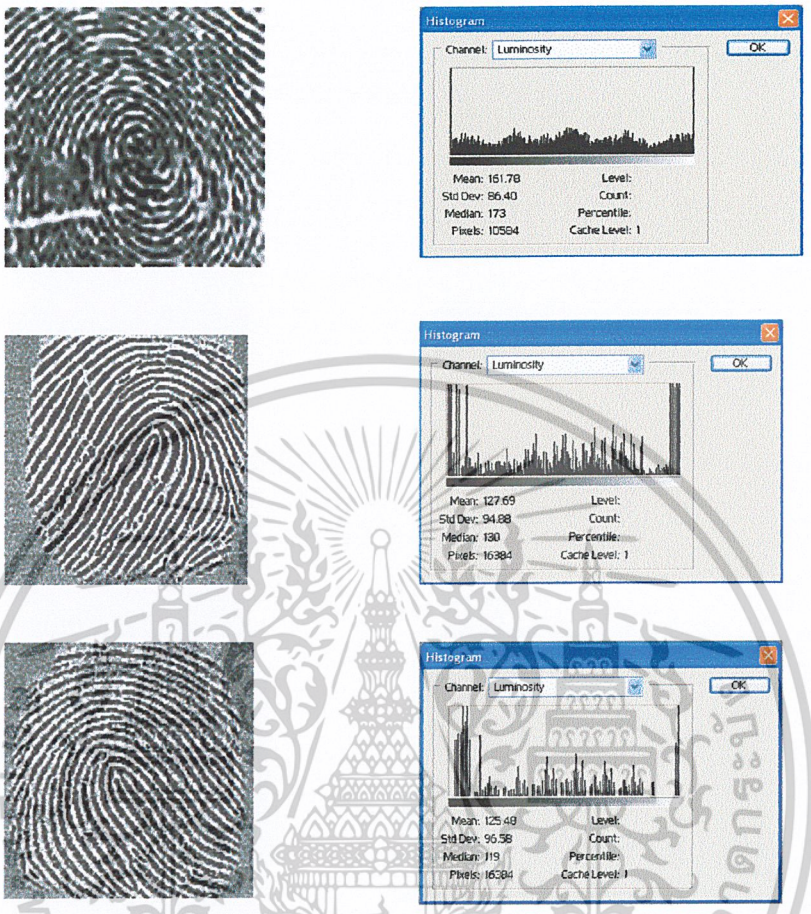
รูปที่ 3.2 แผนผังการหาค่าเทรสโฮลด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



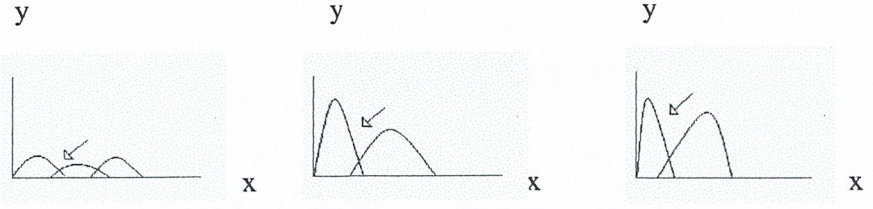
รูปที่ 3.3 แผนผังการทำงานการปรับภาพเป็นไบนารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 ลักษณะการแยกฮิสโตแกรมระดับเทาเป็น 2 กลุ่มของภาพลายพิมพ์นิ้วมือ

นำค่าความถี่ระดับเทาของภาพลายพิมพ์นิ้วมือ สามารถนำมาสร้างเส้นโค้งความถี่และด้วยลักษณะที่แยกเป็นสองเส้นโค้งความถี่ทำให้สามารถปรับปรุงให้เป็นเส้นโค้งเรียบได้จำนวน 2 รูปต่อภาพลายนิ้วมือ 1 รูป โดยพื้นที่เส้นโค้งความถี่ทั้ง 2 รูปเมื่อรวมกันแล้วจะใกล้เคียงกับพื้นที่ใต้กราฟเส้นโค้งความถี่



รูปที่ 3.5 ลักษณะของเส้นโค้งความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.5 จุดที่เป็นจุดตัดระหว่างเส้นโค้งความถี่ทั้งสองรูปจะเป็นจุดซึ่งแยกระหว่างวัตถุ (เส้นสัน) และพื้นหลัง (เส้นร่อง) ซึ่งแสดงไว้ด้วยสัญลักษณ์ “ลูกศร” ดังนั้นจะเห็นได้ว่าค่าเทรสโฮลด์ที่เหมาะสมของภาพลายนิ้วมือจะเปลี่ยนไปตามการเปลี่ยนแปลงของฮิสโตแกรมระดับสีเทา ซึ่งมีค่าไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับการใช้ดุลยพินิจในการพิจารณาของคนแต่ละคน ซึ่งอาจให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นด้วยการใช้การวัดแนวโน้มสู่ส่วนกลางและกระจาย เริ่มต้นจากการพิจารณาธรรมชาติของภาพลายนิ้วมือประกอบด้วยสองส่วนเท่าๆ กัน คือ เส้นสันหรือวัตถุและเส้นร่องหรือพื้นหลัง ดังนั้นค่าเทรสโฮลด์สำหรับลายนิ้วมือควรเป็นค่าที่มีลักษณะที่อยู่ตรงกลางของข้อมูลการกระจายของจุดภาพ ซึ่งจากทฤษฎีทางสถิติ มีค่าทางสถิติสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการวัดแนวโน้มสู่ส่วนกลาง (Central Tendency) หลายวิธี คือ ค่าเฉลี่ย (ค่าเฉลี่ยเลขคณิต, ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต, ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิค), มัธยฐาน, ฐานนิยม ทำให้สามารถใช้ค่ากลางบอกลักษณะของข้อมูลได้ซึ่งแต่ละวิธีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน

1) ค่าเฉลี่ย (Mean)

ถือเป็นค่ากลางของข้อมูลแบบหนึ่งจะใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนของข้อมูลที่นำมาคำนวณการหาค่าเฉลี่ย คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตหรือมัชฌิมเลขคณิตให้ Xi แทนค่าของข้อมูลตัวที่ i แล้วค่าเฉลี่ยเลขคณิต $(\mu) = \sum Xi/N = (X_1+X_2+\ldots X_n)/N$

2) มัธยฐาน (Median)

ค่าของข้อมูลที่มีตำแหน่งอยู่ตรงกลางของชุดข้อมูล เมื่อนำชุดข้อมูลเมื่อนำชุดข้อมูลนั้นเรียงลำดับจากค่าน้อยไปหามาก ดังนั้นจะมีข้อมูลอยู่ครึ่งหนึ่งที่มากกว่าค่ามัธยฐาน ซึ่งมัธยฐาน และมีข้อมูลอีกครึ่งหนึ่งที่มากกว่าค่ามัธยฐานจะหาได้จาก

กรณีจำนวนข้อมูลเป็นเลขคี่ (n เป็นเลขคี่)

ขั้นที่ 1 เรียงลำดับข้อมูลจากค่าน้อยไปมาก

ขั้นที่ 2 ค่ามัธยฐานคือ ค่าของข้อมูลที่อยู่ที่ตำแหน่ง (n+1)/2

กรณีจำนวนข้อมูลเป็นเลขคู่ (n เป็นเลขคู่)

ขั้นที่ 1 เรียงลำดับข้อมูลจากค่าน้อยไปมาก

ขั้นที่ 2 ค่ามัธยฐาน = ค่าเฉลี่ยระหว่างข้อมูลที่อยู่ที่ตำแหน่งที่ n/2 และตำแหน่งที่ (n+1)/2

3) ฐานนิยม (Mode)

ค่าของข้อมูลที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุด เมื่อพิจารณาลักษณะของค่าสถิติแต่ละค่าประกอบกับธรรมชาติของภาพลายนิ้วมือ ค่าสถิติที่ควรนำมาใช้เป็นค่าเทรสโฮลด์สำหรับภาพลายนิ้วมือควรเป็นค่ามัธยฐานหรือค่าเฉลี่ย ฐานนิยมเป็นค่าเทรสโฮลด์ เนื่องจากเทรสโฮลด์อาจจะอยู่ในตำแหน่งสันของฮิสโตแกรมพื้นหลัง (เส้นร่อง) หรือตำแหน่งสันของฮิสโตแกรมวัตถุ (เส้นสัน) ซึ่งไม่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การทำให้วัตถุในภาพบางสำหรับลายนิ้วมือ

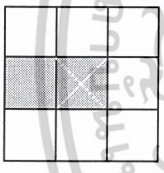
ภาพลายนิ้วมือที่ผ่านขั้นตอนการทำภาพให้เป็นสองระดับ แต่เส้นลายนิ้วมือยังมีความหนาอยู่ จึงต้องนำภาพที่ผ่านขั้นตอนนำภาพที่ผ่านขั้นตอนการทำขอบภาพให้บาง เพื่อให้เส้นลายนิ้วมือมีความหนาเพียง 1 จุดภาพก่อน และเพื่อให้ง่ายต่อการดึงลักษณะเด่นในขั้นตอนต่อไป

การทำให้ขอบภาพที่มีความหนาอยู่ให้บางลงจนมีความหนาเพียง 1 จุดภาพ จะทำได้โดยทำการลบขอบภาพที่มีความหนาเกินกว่า 1 จุดภาพ ซึ่งการทำขอบภาพให้บางจะต้องคำนึงถึงกฎเกณฑ์ต่างๆ ดังนี้

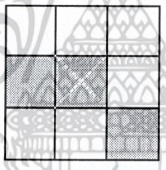
1) จะต้องไม่ทำให้ปลายขอบภาพสั้นลง คือ จะต้องไม่ลบจุดภาพที่เป็นจุดปลายของขอบภาพดังแสดงในรูปที่ 3.6 (ก)

2) ในการทำขอบภาพให้บางในแต่ละรอบการทำงานของโปรแกรม ต้องไม่ทำให้ความต่อเนื่องของภาพขาดไปคือ จะต้องไม่ลบจุดภาพที่ทำให้ขอบภาพขาดตอนดังแสดงในรูปที่ 3.6 (ข)

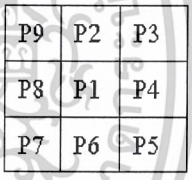
3) ต้องไม่ทำให้ภาพเกิดการกัดกร่อนที่มากเกินไป ดังในรูปที่ 3.6 (ง) คือ จะต้องให้ภาพที่ผ่านการทำขอบภาพให้บาง



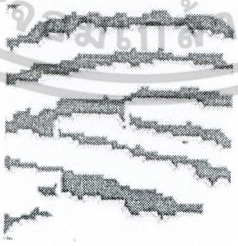
(ก) จุดภาพที่ลบออกทำให้ขอบภาพสั้นลง



(ข) จุดภาพที่ลบออกทำให้ขอบภาพขาดตอน



(ค) หน้าต่างขนาด 3x3 จุดภาพตรวจสอบความต่อเนื่อง

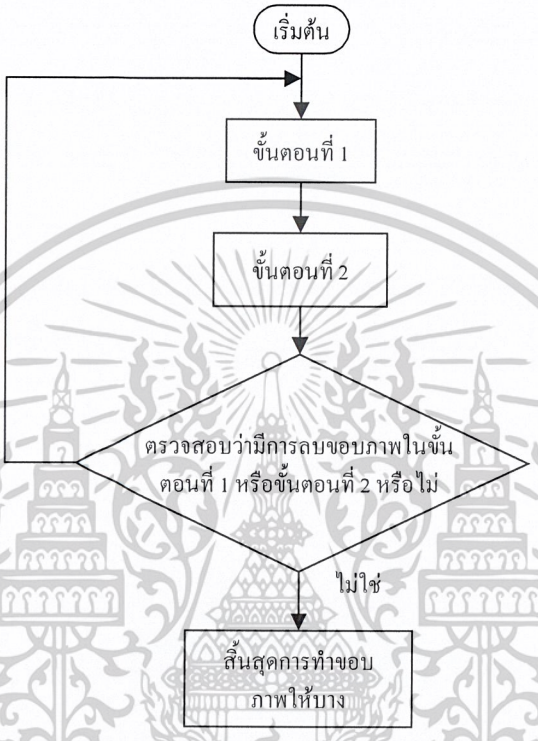


(ง) การทำขอบภาพให้บางในลักษณะที่เกิดการกัดกร่อนของภาพ

รูปที่ 3.6 การทำขอบภาพให้บางลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

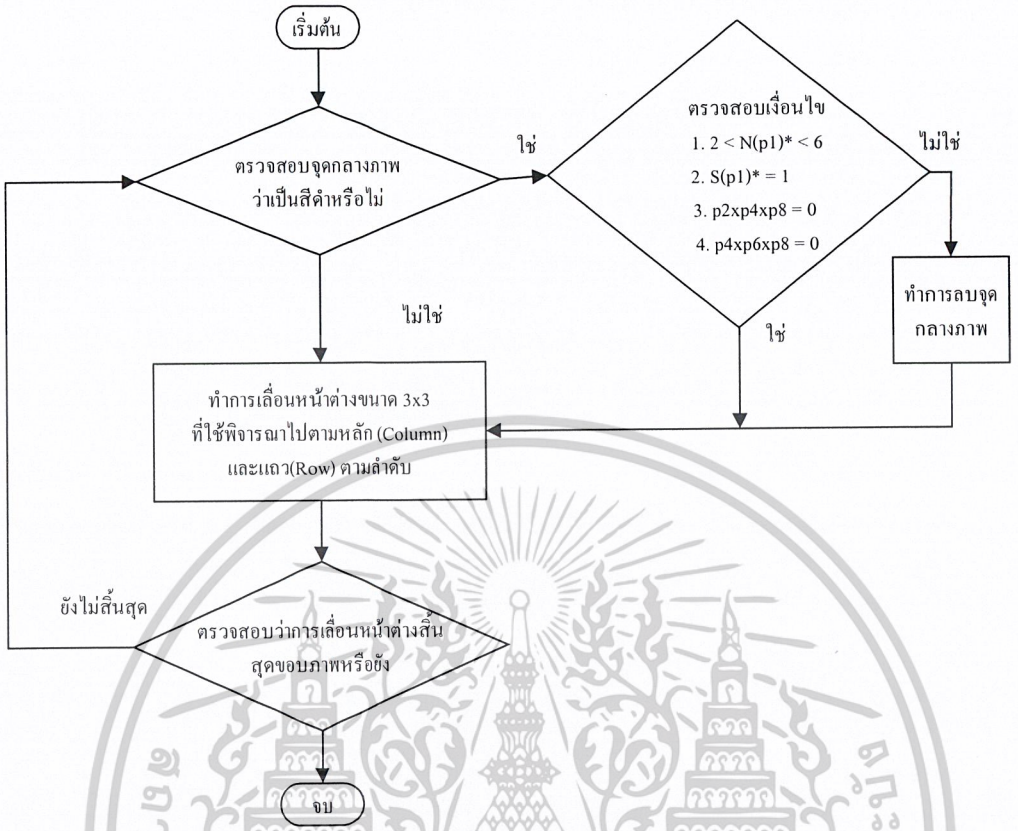
ขั้นตอนวิธีการทำขอบภาพให้บาง ทำงานโดยการตรวจสอบในหน้าต่างขนาด 3x3 จุดภาพ ตามรูป 3.6 ค. โดยทำการเลื่อนหน้าต่างนี้ไปในภาพลายนิ้วมือทุกๆ จุด และจะทำการพิจารณาในหน้าต่างนั้นๆ ที่มีจุดกลางภาพ (p_1) เป็นสีดำ (เส้นลายนิ้วมือ) และให้จุดที่เป็นเส้นลายนิ้วมือมีค่าเป็น “1” และจุดที่ไม่ใช่เส้นลายนิ้วมือมีค่าเป็น “0” มีหลักการทำงานแสดงดังแผนภาพในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แผนผังการทำขอบภาพให้บาง

ในขั้นตอนการทำขอบภาพให้บางจะต้องทำขั้นตอนที่ 1 และ 2 สลับกันไป โดยขั้นตอนที่ 1 จะทำหน้าที่ในการทำให้ขอบภาพด้านขวาและด้านล่างบางลง 1 จุดภาพและขั้นตอนที่ 2 จะทำหน้าที่ในการทำให้ของภาพด้านซ้ายและด้านบนบางลง 1 จุดภาพ และเมื่อทำสลับกันไปจนกระทั่งไม่มีการทำขอบภาพให้บางโดยจะไม่เกิดการกัดกร่อนของภาพโดยขั้นตอนที่ 1 จะแสดงรายละเอียดดังรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แผนผังการทำงานในขั้นตอนที่ 1

*เมื่อ $N(p_1)$ คือผลรวมของจุดที่ไม่เป็นศูนย์ (จุดที่เป็นเส้นลายนิ้วมือ) รอบจุด p_1

$N(p1) = p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_8 + p_9$

และ S(p1) คือ จำนวนการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มในจุดภาพจากขาวเป็นดำ (จาก 0 เป็น 1) ในลำดับ $p_1, p_2, p_3, \ldots, p_9, p_2$

ในขั้นตอนที่ 2 นั้นจะเหมือนกับขั้นตอนที่ 1 แต่จะแตกต่างกันที่เงื่อนไขในการตรวจสอบในข้อที่ 4 และ 5 คือ

4) $p_2 \times p_4 \times p_8 = 0$

5) $p_2 \times p_6 \times p_8 = 0$

3.2.3 การกำจัดจุดภาพรบกวน

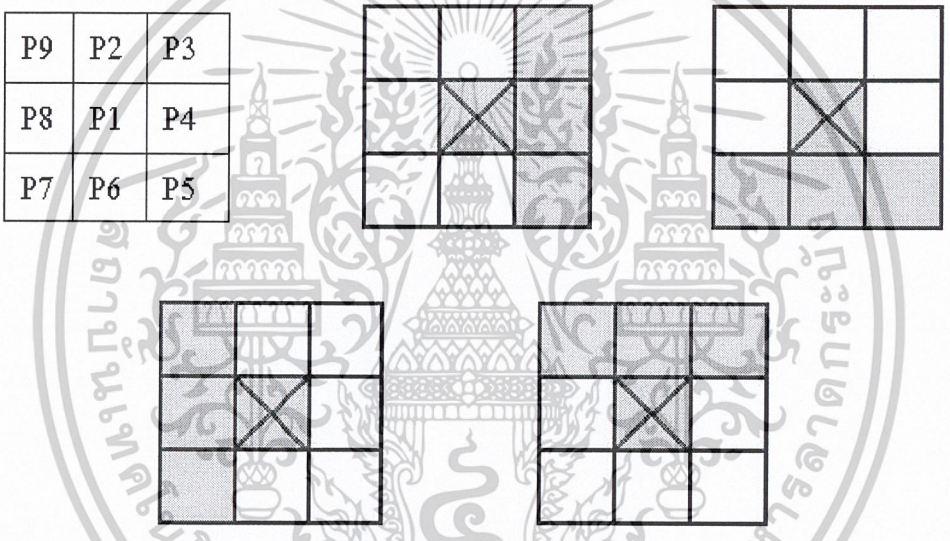
หลังจากผ่านขั้นตอนการทำภาพบางแล้วจะทำให้เกิดจุดภาพรบกวนขึ้นมาทำให้โครงสร้างของของภาพลายนิ้วมือผิดเพี้ยนไปจากภาพต้นฉบับซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนการหาลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

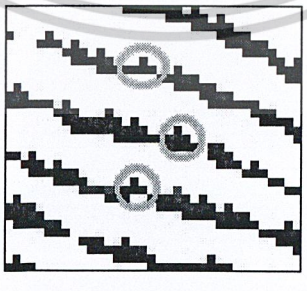
เด่นของลายนิ้วมือ ทำให้ลักษณะเด่นที่ได้มาเกิดความผิดพลาดไปจากจุดที่เป็นลักษณะเด่นจริงๆ ดังนั้นจึงต้องมีการกำจัดจุดภาพรบกวนออกไปเพื่อให้โครงสร้างของลายนิ้วมือมีความผิดเพี้ยนไปจากภาพต้นแบบน้อยที่สุด เพื่อให้ในขั้นตอนการหาลักษณะเด่นมีความถูกต้องมากที่สุด

ในการกำจัดจุดภาพรบกวนออกมีกฎเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1) จุดกลางภาพ P_1ต้องเป็นสีดำเท่านั้น หรือ มีค่าเป็น 1 ในอาเรย์ของรูปภาพ
2) จุดภาพ P_3 P_4 P_5 ต้องเป็น สีดำทั้งหมด ส่วนจุดภาพอื่นๆ ต้องเป็น สีขาว
3) จุดภาพ P_5 P_6 P_7 ต้องเป็น สีดำทั้งหมด ส่วนจุดภาพอื่นๆ ต้องเป็น สีขาว
4) จุดภาพ P_7 P_8 P_9 ต้องเป็น สีดำทั้งหมด ส่วนจุดภาพอื่นๆ ต้องเป็น สีขาว
5) จุดภาพ P_2 P_3 P_9 ต้องเป็น สีดำทั้งหมด ส่วนจุดภาพอื่นๆ ต้องเป็น สีขาว



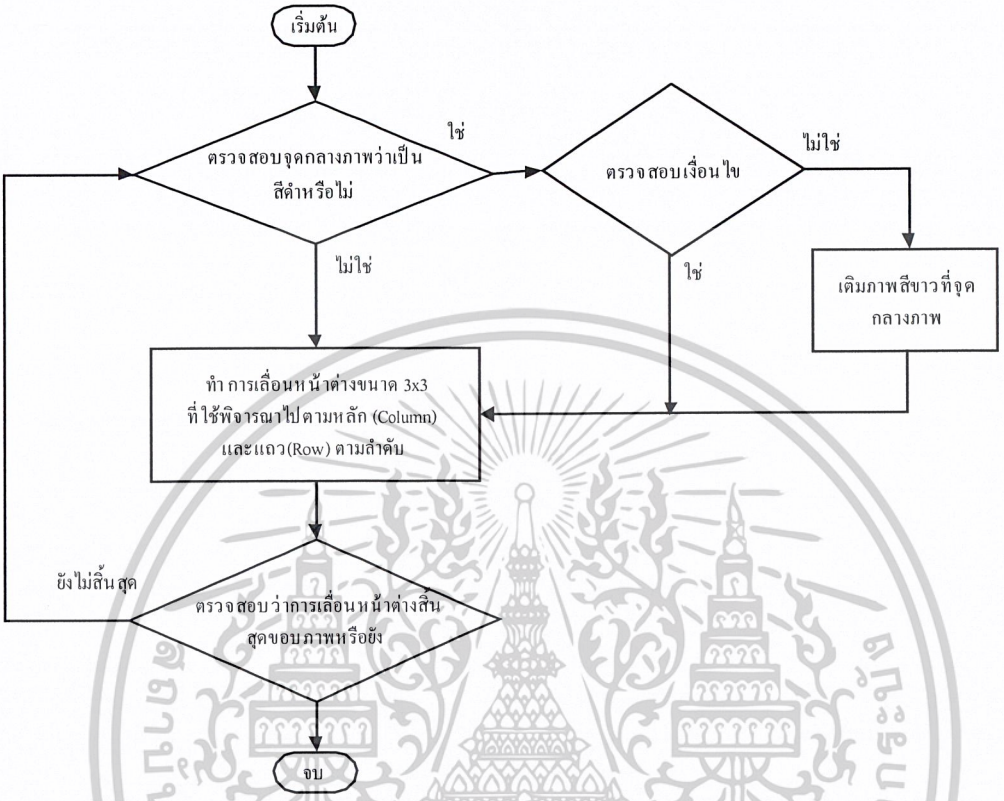
รูป 3.9 เงื่อนไขของจุดภาพที่จะนำมาพิจารณาในการกำจัดจุดภาพรบกวน



รูป 3.10 ภาพลายนิ้วมือตัวอย่างที่มีจุดภาพรบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำจัดจุดภาพรบกวนมีขั้นตอนดังต่อไปนี้



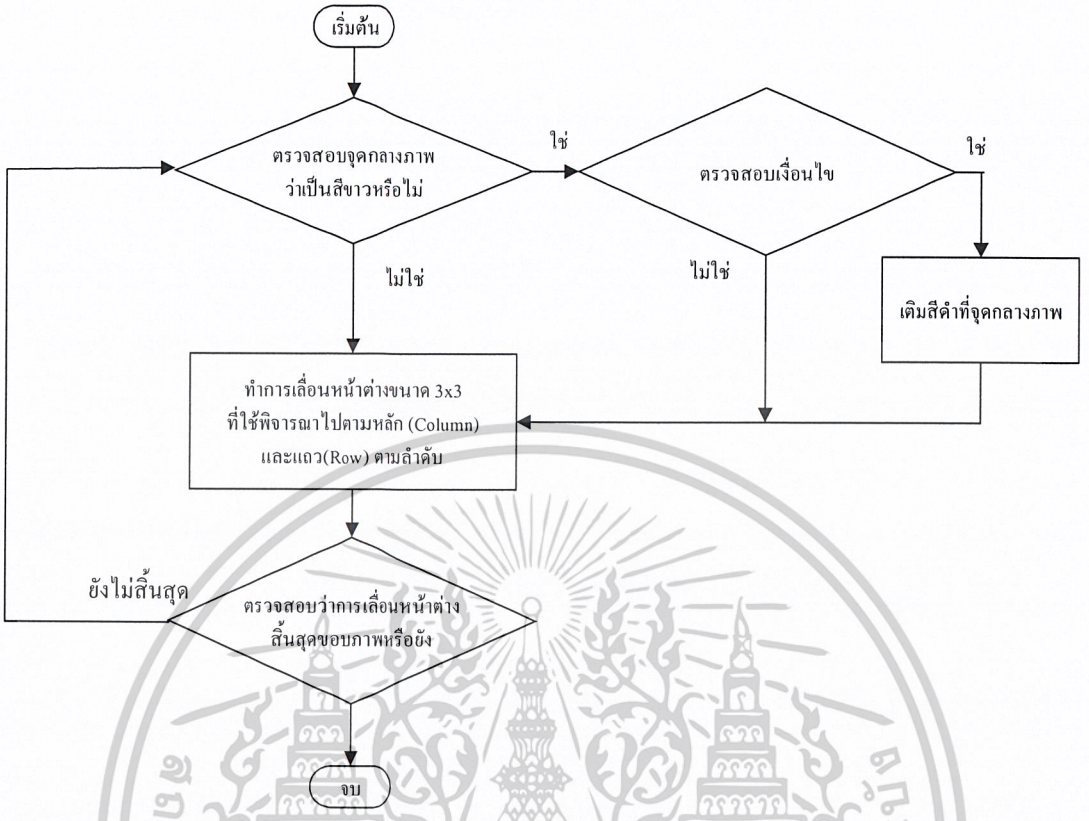
รูปที่ 3.11 แผนผังการทำงานในการกำจัดจุดภาพรบกวน

3.2.3 การต่อจุดภาพที่ขาดจากการทำภาพบาง

ภาพลายนิ้วมือที่ผ่านการกำจัดจุดภาพรบกวนจะทำให้เกิดการขาดของภาพเส้นลายนิ้วมือขึ้นจึงทำให้ภาพลายนิ้วมือเสียโครงสร้างต้นแบบไปดังนั้นจึงต้องมีการทำขั้นตอนต่อจุดภาพที่ขาดไปเพื่อให้ได้ภาพลายนิ้วมือที่มีโครงสร้างที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพื่อที่จะไม่ให้เกิดการผิดเพี้ยนในการหาลักษณะเด่นได้ ดังนั้นจึงต้องนำภาพที่ได้จากการทำภาพบางต่อจุดภาพที่ขาดก่อนที่จะนำไปหาลักษณะเด่น

การต่อจุดภาพที่ขาดจากการทำภาพบางมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

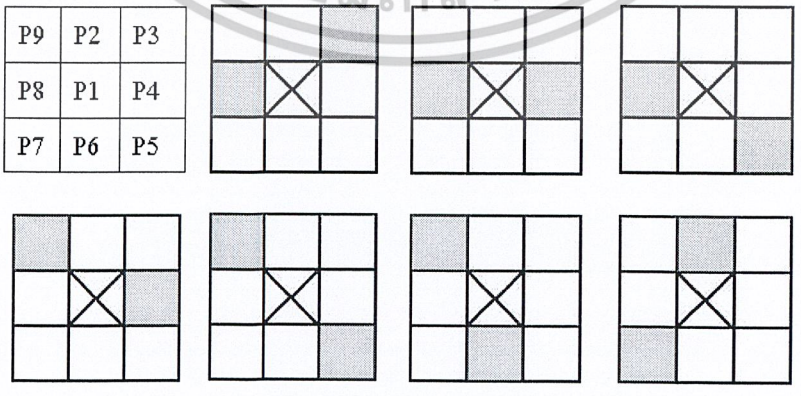


รูปที่ 3.12 แผนผังการทำงานในการต่อจุดภาพที่ขาดจากการทำภาพบาง

1) ใช้หน้าต่าง 3*3 ตรวจสอบทุกจุดภาพเพื่อหาจุด P_1 ที่เป็นสีขาวหรือเป็น 0

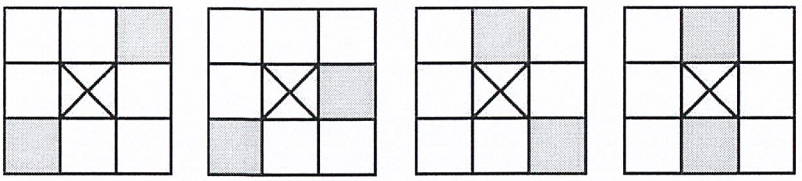
2) ทำการตรวจสอบจุด $P_2P_3P_4P_5P_6P_7P_8P_9$ เพื่อหาจุดที่เป็นสีดำ หรือ 1 เพียง 2จุด

3) ทำการเติมจุดภาพ P_1 ให้เป็นสีดำหรือ 1 โดยมีเงื่อนไขว่า จุดที่เป็นสีดำทั้ง 2 จุดต้องอยู่ห่างกัน 3 ถึง 5 ช่องเท่านั้น



รูป 3.13 ที่อยู่ในเงื่อนไขการต่อจุดภาพที่ขาดจากการกำจัดจุดภาพรบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.13 ที่อยู่ในเงื่อนไขการต่อจุดภาพที่ขาดจากการกำจัดจุดภาพรบกวน (ต่อ)

3.2.4 การหาลักษณะเด่น



รูปที่ 3.14 แผนผังการทำงานในการหาจุด Y และจุดปลาย

*เมื่อ SC คือผลรวมของจุดที่ไม่เป็นศูนย์ (จุดที่เป็นเส้นลายนิ้วมือ) รอบจุด p_1

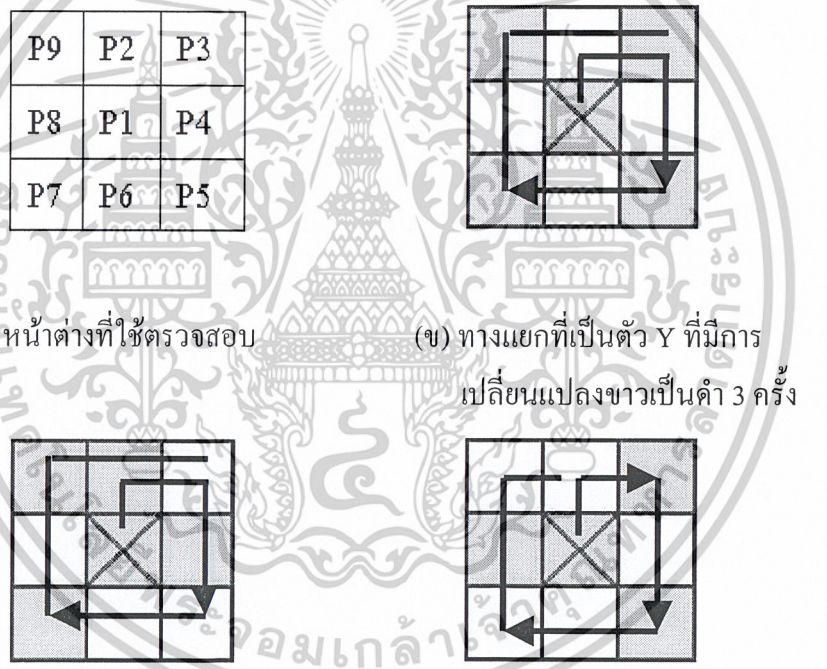
$$SC = p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_8 + p_{9ห}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากการทำขอบภาพให้บางลงจากนั้นนำภาพที่ได้มาทำการกำหนดขอบเขตของการหาจุด Y เพื่อหาจุดสำคัญที่จะเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลลายนิ้วมือโดยจะใช้การพิจารณาลักษณะตัว Y ในลายนิ้วมือ ซึ่งจะมีขั้นตอนดังนี้

1) การหาจุดแยกที่มีลักษณะเป็นรูปตัว Y

การใช้ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงความเข้มจากสีขาวเป็นสีดำรอบจุดกลาง p_1 จากรูปที่ 3.10 (ก) ในลำดับ p_2, p_3, p_4, p_5, p_6, p_7, p_8, p_9, p_2 ถ้าได้เท่ากับ 3 ครั้ง ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.10 (ข) โดยหัวลูกศรแทนการเปลี่ยนแปลงความเข้มจากสีขาวเป็นสีดำ แสดงว่าเป็นทางแยกที่เป็นสามแยกซึ่งเป็นลักษณะของตัว Y ดังรูปที่ 3.10 (ข) และรูปที่ 3.10 (ค) แต่ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงความเข้มจากสีขาวเป็นสีดำ 4 ครั้งจะไม่พิจารณาว่าเป็นทางแยกที่เป็นตัว Y



(ก) หน้าต่างที่ใช้ตรวจสอบ (ข) ทางแยกที่เป็นตัว Y ที่มีการเปลี่ยนแปลงขาวเป็นดำ 3 ครั้ง

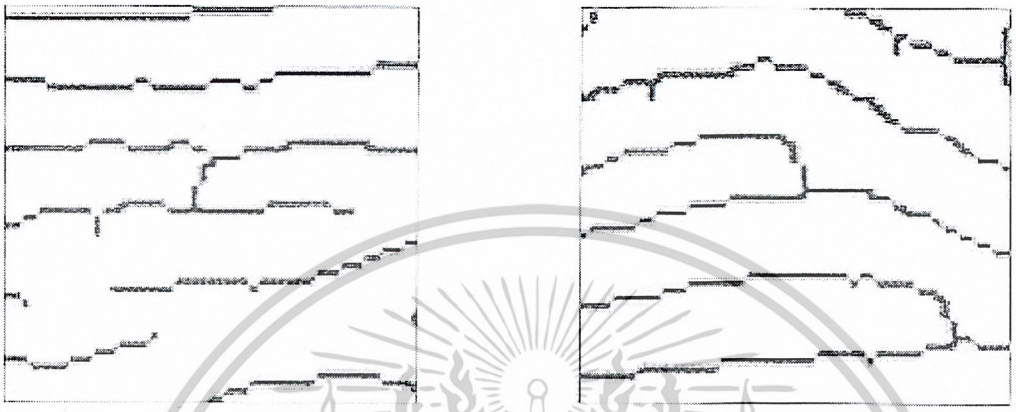
(ค) ทางแยกที่เป็นตัว Y อีกแบบหนึ่ง (ง) ลักษณะสี่แยกที่มีการเปลี่ยนแปลงขาวเป็นดำ 4 ครั้ง

รูปที่ 3.15 การหาจุดแยกที่มีลักษณะเป็นรูปตัว Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การติดตามเส้นลายนิ้วมือจากจุดแยก

การติดตามเส้นลายนิ้วมือจากจุดแยกไปทั้ง 3 ทิศทาง โดยการพิจารณาว่าเป็นจุด Y นั้นการติดตามเส้นลายนิ้วมือจากจุดแยกจะต้องไม่เจอจุดแยกอื่นในระยะที่กำหนดไว้



(ก) จุดแยกที่มีจุดแยกอื่นติดกัน (ข) จุด Y

รูปที่ 3.16 จุดแยกที่เป็นและไม่เป็นจุด Y โดยการติดตามเส้นลายนิ้วมือ

จากผลการทดลองจะไม่ได้จุด Y ทั้งหมด เนื่องจากขั้นตอนการปรับปรุงภาพยังไม่ดีเพียงพอและเกิดผลจากแรงดันและการเลื่อนนิ้วมือทำให้ภาพลายนิ้วมือทำให้ภาพลายนิ้วมือที่รับได้ผิดเพี้ยนไป

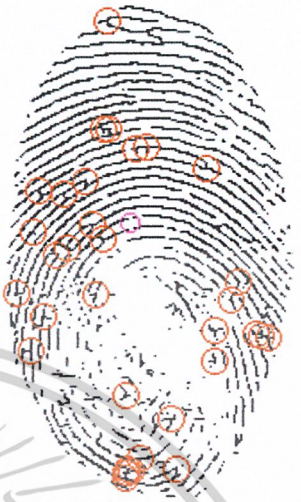
3.3 การเก็บข้อมูล

การดึงลักษณะเด่น เป็นขั้นตอนที่ทำการหาข้อมูลที่เป็นเอกลักษณะสำคัญ เป็นเอกลักษณ์ของแต่ละบุคคล เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการเปรียบเทียบคู่ได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ ในโครงงานนี้เป็นการเก็บระยะทางและมุมระหว่างจุดอ้างอิงกับจุด Y ลงฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบคู่ลายนิ้วมือ วิธีการเก็บข้อมูลเป็นการนำลายนิ้วมือของบุคคลหนึ่งคนแต่มีการ เก็บภาพลายนิ้วมือ 5 ครั้งจากนิ้วเดียวกันเข้ามาผ่านกระบวนการต่างๆ ที่ได้ระยะทางและมุมระหว่างจุดอ้างอิงกับจุด Y ของลายนิ้วมือแต่ละครั้งที่รับเข้ามาแล้วนำระยะทางและมุมระหว่างจุด Y ของแต่ละครั้งมาหาค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ลายนิ้วมือครั้งที่ 1

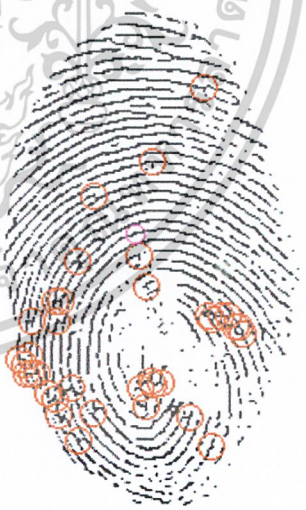


(ข) ลักษณะเด่นลายนิ้วมือครั้งที่ 1

รูปที่ 3.17 การหาค่าเฉลี่ยของลายนิ้วมือครั้งที่ 1



(ก) ลายนิ้วมือครั้งที่ 2



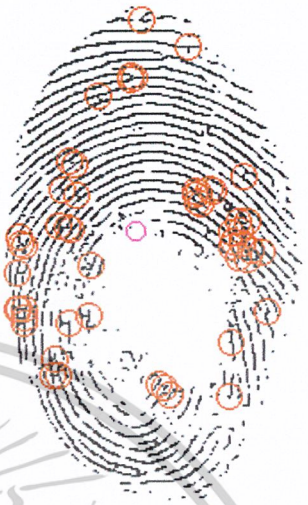
(ข) ลักษณะเด่นลายนิ้วมือครั้งที่ 2

รูปที่ 3.18 การหาค่าเฉลี่ยของลายนิ้วมือครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ลายนิ้วมือครั้งที่ 3

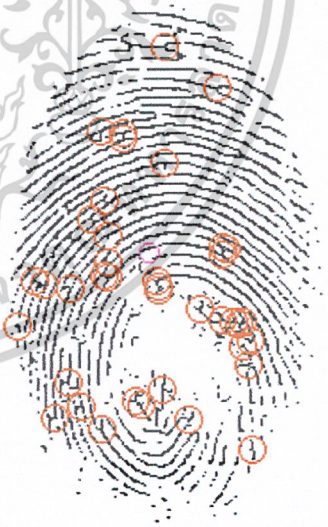


(ข) ลักษณะเด่นลายนิ้วมือครั้งที่ 3

รูปที่ 3.19 การหาค่าเฉลี่ยของลายนิ้วมือครั้งที่ 3



(ก) ลายนิ้วมือครั้งที่ 4



(ข) ลักษณะเด่นลายนิ้วมือครั้งที่ 4

รูปที่ 3.20 การหาค่าเฉลี่ยของลายนิ้วมือครั้งที่ 4

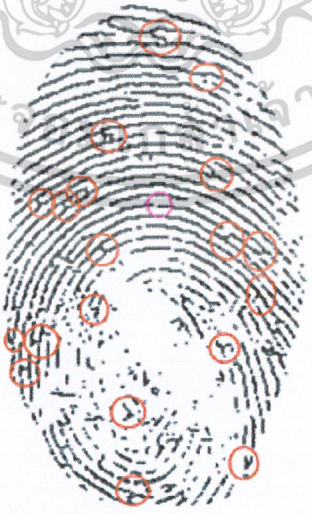
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ลายนิ้วมือครั้งที่ 5 (ข) ลักษณะเด่นลายนิ้วมือครั้งที่ 5

รูปที่ 3.21 การหาค่าเฉลี่ยของลายนิ้วมือครั้งที่ 5

เป็นการหาค่าเฉลี่ยที่นำลายนิ้วมือของบุคคลคนเดียวในหนึ่งนิ้วที่รับเข้ามา 5 ครั้ง มาหาค่าเฉลี่ยของลายนิ้วมือเพื่อให้ได้ค่าระยะทางและมุมระหว่างจุดอ้างอิงกับจุด Y ในจุดที่ใกล้เคียงกันมาเพียง 1 รูปเพื่อเก็บในฐานข้อมูล



รูปที่ 3.22 ลายนิ้วมือที่ได้จากการหาค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การหาจุดอ้างอิง

ในการเปรียบเทียบลายนิ้วมือโดยทั่วไปรูปที่รับเข้ามาจะมีตำแหน่งของนิ้วมือไม่ตรงกันแม้จะเป็นบุคคลเดียวกันทำให้เมื่อหาจุด Y ก็จะได้ตำแหน่งไม่ตรงกันดังนั้นเราจึงต้องหาจุดอ้างอิงของภาพเพื่อที่จะสามารถนำไปหาค่าของระยะห่างและมุมระหว่างจุดอ้างอิงกับจุด Y แล้วนำไปเก็บไว้เป็นข้อมูลที่ใช้เปรียบเทียบต่อไป

ขั้นตอนการหาจุดอ้างอิงของภาพลายนิ้วมือ

1) ทำการหาขอบเขตของภาพลายนิ้วมือทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านซ้าย ด้านขวา ด้านบน ด้านล่าง

2) นำขอบเขตที่ได้มาหาจุดกลางภาพโดยการนำพิกัดทางด้านซ้าย ลบ ด้านขวาและพิกัดด้านล่างลบด้านบน แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้จากการลบกันของขอบเขตทั้ง 4 มาหารด้วย 2 ผลที่ได้เป็น

พิกัดทางด้านซ้าย ลบ ด้านขวา แล้ว หาร 2 คือ จุดอ้างอิงในแกน X

พิกัดทางด้านล่าง ลบ ด้านบน แล้ว หาร 2 คือ จุดอ้างอิงในแกน Y

สรุป จุดอ้างอิงของภาพลายนิ้วมือ คือ (X,Y) ทำการทำเครื่องหมายไว้ที่จุดอ้างอิงเพื่อนำไปหาค่าของระยะห่างและมุมระหว่างจุดอ้างอิงกับจุด Y ต่อไป

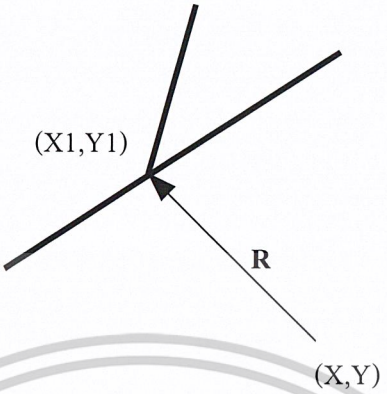


รูปที่ 3.23 ตัวอย่างการหาจุดอ้างอิงของภาพลายนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 การหาระยะห่างและมุมระหว่างจุดอ้างอิงกับจุด Y

ระยะห่างระหว่างจุดอ้างอิงกับจุด Y



รูปที่ 3.24 แสดงการหาระยะห่างระหว่างจุดอ้างอิงกับจุดY

จากรูป3.24 เมื่อมีจุดอ้างอิงอยู่ที่ (X,Y) และจุด Y อยู่ที่ (X1,Y1) สามารถหาระยะห่างระหว่างจุดอ้างอิงกับจุดY จาก

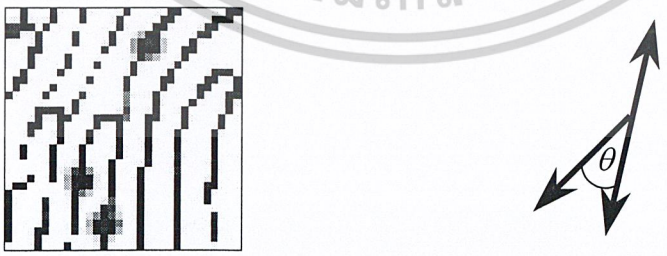
$$R = \sqrt{(X - X1)^2 + (Y + Y1)^2} \qquad (3.1)$$

เมื่อ R คือ ระยะห่างระหว่างจุดอ้างอิงกับจุดY

มุมที่กระทำระหว่างหางตัวY กับจุดอ้างอิง

มี 2 ขั้นตอน

1) การหามุมด้านหัวตัว Y จากจุดปลายทั้ง 3 จุดและจุดแยก จะสามารถหามุมทั้ง 3 มุมรอบจุดแยกได้จากการสร้างเวกเตอร์ดังรูป 3.25



(ก) จุดปลายทั้ง 3 จุด (ข) นำมาแปลงให้อยู่ในรูปเวกเตอร์

รูปที่ 3.25 การหามุมของจุด Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

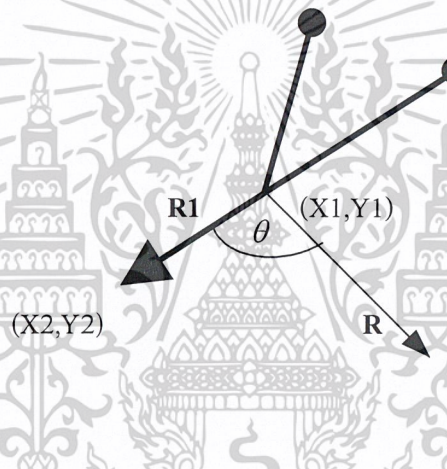
จากนั้นจับคู่เวกเตอร์แต่ละคู่เพื่อหามุมที่เวกเตอร์กระทำกัน โดยการใช้ความสัมพันธ์ของเวกเตอร์

$$\vec{A}.\vec{B} = \left|\vec{A}\right|\left|\vec{B}\right|\cos\theta \tag{3.2}$$

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{\vec{A}.\vec{B}}{\left|\vec{A}\right|\left|\vec{B}\right|}\right) \tag{3.3}$$

และจากมุม θ ที่ได้ทั้ง 3 มุม ก็จะนำมาหามุมที่น้อยที่สุด ซึ่งก็จะเป็นมุมด้านหัวของตัว Y

2) การหามุมด้านหางตัว Y เมื่อหามุมที่หัวตัว Y ได้ และเส้นที่ตรงข้ามกับหัวตัวY ก็คือหางตัว Y นั่นเอง



รูป3.26 แสดงการหามุมที่กระทำระหว่างหางตัว Y กับจุดอ้างอิง

จากรูป 3.26 เป็นการหาเวกเตอร์ R ที่ลากจากจุด Y ไปยังจุดอ้างอิงของลายนิ้วมือ และจากเวกเตอร์ R และ R1 ดังรูป ก็จะนำมาหาค่ามุมที่กระทำระหว่างหางตัว Y กับจุดอ้างอิง จาก

$$\vec{R}_1 = A_1\vec{i} + B_1\vec{j} \quad , \text{ ถ้า } A_1 = \left(X2 - X1\right), B_1 = \left(Y2 - Y1\right) \tag{3.4}$$

$$\vec{R} = A_2\vec{i} + B_2\vec{j} \quad , \text{ ถ้า } A_2 = \left(X - X1\right), B_2 = \left(Y - Y1\right) \tag{3.5}$$

$$\vec{R}_1 \cdot \vec{R} = A_1A_2 + B_1B_2 \tag{3.6}$$

$$\left|\vec{R}_1\right| = \sqrt{A_1^2 + B_1^2}$$
$$\left|\vec{R}\right| = \sqrt{A_2^2 + B_2^2} \tag{3.7}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{\vec{R}_1 \cdot \vec{R}}{|\vec{R}_1||\vec{R}|}\right) \tag{3.8}$$

จากพารามิเตอร์ทั้ง 3 ค่านี้จะสังเกตได้ว่า ถ้าจุดอ้างอิงอยู่คงที่ทุกๆ ครั้งที่หมุนนิ้วมือไปก็จะได้ค่าพารามิเตอร์ที่คงที่ เนื่องจากพารามิเตอร์ทั้ง 3 ค่านี้จะเก็บในรูปของพิกัดเชิงขั้ว แต่ในการทดลองจุดอ้างอิงไม่ได้คงที่เสมอไป ดังนั้นพารามิเตอร์ที่ 2 และ 3 ก็มีการเปลี่ยนแปลงไปบ้าง



รูปที่ 3.27 ตัวอย่างการหาระยะทางและมุมระหว่างจุดอ้างอิงกับจุด Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

การประมวลผลภาพเพื่อการรู้จำลายนิ้วมือนั้นมีขั้นตอนต่างๆ ดังที่กล่าวมาในบทข้างต้น และในบทนี้จะเป็นการทดลองและผลการทดลองการรู้จำลายนิ้วมือในกระบวนการต่างดังนี้

4.2 การแปลงภาพลายพิมพ์นิ้วมือเป็นภาพสองระดับ

4.2.1 ปัญหาการศึกษา

1) กระบวนการในการแปลงภาพเป็นสองระดับ

ระหว่างการใช้คนในการดูกลุ่มฮิสโตแกรม กับการใช้อัลกอริธึมในการหาค่าโดยอัตโนมัติด้วยวิธีการต่างๆ มีความแตกต่างกันหรือไม่วิธีการใดให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่ากัน

2) กระบวนการในการแปลงภาพเป็นสองระดับ

โดยการดำเนินการกับภาพทีละส่วน (Local Binarization) ให้ผลเป็นประการใดเมื่อเทียบกับการดำเนินการกับภาพทั้งภาพด้วยค่าเทรสโฮลด์เดียวกัน (Global Binarization)

4.2.2 วิธีการทดลองและผลที่ได้

1) ขั้นตอนที่ 1

วิธีการทดลอง

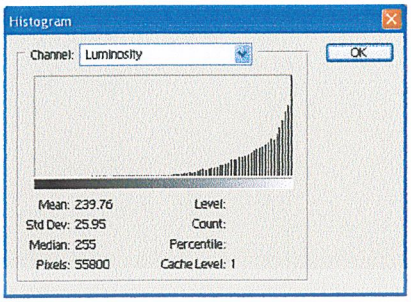
เริ่มต้นคัดเลือกภาพลายนิ้วมือที่มีลักษณะแตกต่างกันมาทำการทดลองกันมาทำการทดลองเพื่อสังเกตและเปรียบเทียบผลที่ได้จากการหาค่าเทรสโฮลด์ด้วยวิธีการต่างๆ กับการหาค่าเทรสโฮลด์อัตโนมัติโดยการใช้ค่าสถิติมาเป็นตัวช่วย

ผลการทดลองขั้นตอนที่ 1

จากภาพสองระดับที่เป็นผลลัพธ์ตามรูปที่ 4.1 จะเห็นได้ว่า การหาค่าเทรสโฮลด์โดยการใช้คนพิจารณาจากฮิสโตรแกรมจะให้ผลที่ดีกว่าการใช้วิธีการหาค่าเทรสโฮลด์โดยอัตโนมัติโดยใช้ค่าสถิติต่างๆ แต่ต้องใช้เวลาและความชำนาญในการพิจารณามากกว่า รวมทั้งขาดความแน่นอนเนื่องจากดุลยพินิจของคนแต่ละคนไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





(ก) ภาพระดับเทา (ข) ฮิสโตแกรม

รูปที่ 4.1 ลายนิ้วมือภาพหลังการแปลงเป็นภาพสองระดับด้วยวิธีการต่างๆ

2) ขั้นตอนที่ 2

วิธีการทดลอง

ในโครงงานนี้เป็นการนำค่าเทรสโฮลด์มาจาก ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าสถิติมัธยฐาน ขั้นตอนนี้ทำให้มีคุณภาพของภาพสองระดับผลลัพธ์และเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของระบบการแปลงเป็นภาพสองระดับโดยใช้การดำเนินการกับภาพทั้งหมดด้วยฟังก์ชัน PSET โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่ามัธยฐานที่ได้จากข้อมูลจุดภาพทุกจุดภาพมาเป็นค่าเริ่มต้นเทรสโฮลด์





(ก) Grey (ข) Manual

รูปที่ 4.2 ลายนิ้วมือสองระดับที่ได้จากการดำเนินการกับภาพด้วยการหาฟังก์ชัน PSET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองขั้นตอนที่ 2

ผลลัพธ์ตามรูปที่ 4.2 พบว่า

1) การแปลงภาพสองระดับเมื่อเปรียบเทียบการหาค่าเทรสโฮลด์ด้วยค่าสถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิตและมัธยฐานด้วยฟังก์ชัน PSET โดยเปรียบเทียบภาพต่อภาพพบว่า การหาค่าเทรสโฮลด์ด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิต ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการใช้ค่าสถิติมัธยฐาน

2) ไม่ว่าจะใช้ค่าสถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต หรือมัธยฐาน ในการหาค่าเทรสโฮลด์ พบว่ายิ่งใช้ขนาดหน้าต่างเล็กลงเท่าใดยิ่งเป็นการเพิ่มสัญญาณรบกวนบริเวณขอบภาพที่เป็นรอยต่อของหน้าต่าง ซึ่งเป็นผลมาจากขาดความต่อเนื่องในการคำนวณหาค่าเทรสโฮลด์

3) เมื่อพิจารณาภาพผลลัพธ์จากภาพที่ค่อนข้างมีความสมบรูณ์และมีความเสมอกันของน้ำหนักภาพทั้งภาพ พบว่า สัญญาณรบกวนบริเวณรอยต่อของหน้าต่างจำนวนมาก ทำให้เป็นอุปสรรคที่ไม่สามารถพิจารณาเปรียบเทียบผลลัพธ์ได้ ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้หน้าต่างขนาด 8*8 และ 16*16 ให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกันและใกล้เคียงกับภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้คนพิจารณาฮิสโตแกรม แต่ทั้งสองกรณีก็ยังได้รับผลกระทบจากสัญญาณรบกวนบริเวณขอบรอยต่อของหน้าต่าง

2) ขั้นตอนที่ 3

วิธีการทดลอง

เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทดลองในขั้นตอนที่ 2 จะมีผลกระทบจากสัญญาณรบกวนบริเวณขอบรอยต่อของหน้าต่าง ขั้นตอนนี้จะเป็นการกำหนดขนาดของพื้นที่ในการคำนวณหาค่าเทรสโฮลด์ให้เหลื่อมกัน จะมีผลเป็นการปรับปรุงให้คุณภาพของภาพผลลัพธ์ที่ได้ดีขึ้นหรือไม่ โดยกำหนดขนาดพื้นที่เหลื่อมกันขนาด 4*4, 8*8 และ 16*16 ตามลำดับ โดยดำเนินการเช่นเดียวกับที่ทดลองมาในขั้นตอนที่ 2 แต่ใช้การเหลื่อมกันของข้อมูล

4.2.3 ผลการทดลองการแปลงภาพลายพิมพ์นิ้วมือให้เป็นภาพสองระดับ

ในกระบวนการแปลงภาพลายพิมพ์นิ้วมือให้เป็นภาพสองระดับใช้หน้าต่างขนาด 8*8 และเลื่อนหน้าต่างด้วยวิธีการเหลื่อมขอบภาพขนาด 4 และใช้ค่าสถิติเฉลี่ยเลขคณิตเป็นค่าเทรสโฮลด์ เนื่องจากให้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดทั้งกับภาพที่สมบรูณ์และไม่สมบรูณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ภาพระดับเทา (ข) ไม่เหลื่อมหน้าต่าง (ค) เหลื่อมหน้าต่าง

รูปที่ 4.3 ลายนิ้วมือสองระดับที่ได้จากการดำเนินการโดยการเลื่อนหน้าต่างขนาด 8*8 แบบไม่เหลื่อมและเหลื่อมโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็นค่าเทรสโฮลด์

4.3 การทำให้วัตถุในภาพบาง

4.3.1 ปัญหาการศึกษา

1) ผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการในการทำให้วัตถุในภาพบาง

เมื่อนำมาใช้งานร่วมกับกระบวนการในการประมวลผลภาพที่ได้ศึกษามาแล้ว มีคุณภาพเป็นประการใดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้คนลอกลาย

2) กระบวนการในการทำให้วัตถุในภาพบาง

สามารถนำมาใช้งานภายในระบบตรวจสอบพิสูจน์ลายพิมพ์นิ้วมือแทนการใช้คนลอกลาย

4.3.2 วิธีการทดลอง

นำภาพตัวอย่างที่ผ่านกระบวนการแปลงภาพเป็นอันดับโดยวิธีการดำเนินการกับภาพโดยใช้ฟังก์ชั่น การแปลงภาพระดับเทาเป็นภาพสองระดับด้วยการดำเนินการกับภาพโดยใช้หน้าต่าง 8*8 เลื่อนหน้าต่างด้วยการเหลื่อมหน้าต่างแล้วใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็นค่าเทรสโฮลด์ในการแปลงจุดภาพจากระดับเทาจุดภาพขนาด Geo และ Hall แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับภาพลายนิ้วมือที่เส้นที่ได้จากการนำภาพตัวอย่างมาผ่านกระบวนการลอกลายเส้นโดยใช้คนวาดเส้นที่มีขนาดหนึ่งจุดภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ผลการทดลอง

จากรูปที่ 4.3 สังเกตเห็นได้ว่า ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการทำให้วัตถุในภาพบางตามรูปที่ 4.3 จะให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับภาพลายนิ้วเส้นที่ได้จากการลอกลายเส้นทับไปบนภาพระดับเทา



(ก) ภาพระดับเทา (ข) ภาพลายเส้นด้วยมือ (ค) ภาพจากการทำให้วัตถุในภาพบาง

รูปที่ 4.4 ผลลัพธ์จากการใช้คนลอกลายเส้นเปรียบเทียบกับภาพที่ได้จากกระบวนการทำให้วัตถุภาพบาง

4.3.4 สรุปผลการทดลองการทำให้วัตถุในภาพบางสำหรับภาพลายพิมพ์นิ้วมือ

ภาพลายเส้นที่ได้จากกระบวนการทำให้วัตถุในภาพบางยังคงเก็บข้อมูลสำคัญโดยส่วนใหญ่ของภาพลายพิมพ์นิ้วมือไว้ได้ ทั้งในเรื่องของทิศทางของลายเส้นและจุดลักษณะเฉพาะ อย่างไรก็ตามพบว่าภาพผลลัพธ์ที่ได้ยังคงมีปัญหาจากสัญญาณรบกวนซึ่งน่าจะปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ด้วยประมวลผลภาพ ดังนั้นจึงทำการทดลองต่อไปโดยเพิ่มกระบวนการทำให้เรียบเพื่อขจัดสัญญาณรบกวนเข้ามาในระบบประมวลผลภาพเบื้องต้นสำหรับระบบตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมืออัตโนมัติ

4.4 การกำจัดจุดภาพรบกวน

4.4.1 ปัญหาการศึกษา

1) ในการตัดจุดภาพรบกวนออกจะทำให้ภาพลายนิ้วมือที่ได้เสียโครงสร้างไปจากภาพลายนิ้วมือต้นแบบหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ในการทำภาพบางทำให้เกิดการเสียโครงสร้างของภาพลายนิ้วมือไปจึงทำให้ต้องมีการตัดจุดภาพรบกวนออกไปซึ่งในขั้นตอนนี้สามารถทำให้ภาพเรียบขึ้นได้เพียงใด

4.4.2 วิธีการทดลองและผลที่ได้

นำภาพที่ได้จากการผ่านขั้นตอนการทำภาพบางมาทำการตรวจสอบว่าตรงตามเงื่อนไขของการกำจัดจุดภาพหรือไม่โดยใช้หน้าต่าง 3*3 ตรวจสอบไปทุกๆจุดภาพของภาพลายนิ้วมือทั้งหมด เมื่อตรงตามเงื่อนไขแล้วให้ทำการตัดจุดภาพตำแหน่งตรงกลางที่หน้าต่าง 3*3 ครอบอยู่ออกโดยในการตัดจุดภาพตรงกลางออกจะกระทำไว้ในอาเรย์ของรูปภาพลายนิ้วมืออีกอาเรย์หนึ่งซึ่งได้มาจากการคัดลอกจากอาเรย์ของภาพต้นแบบ สาเหตุที่ทำเช่นนี้เพราะหากทำการกระทำการตัดจุดภาพลงไปในอาเรย์ต้นแบบที่ใช้ดำเนินการตรวจสอบอยู่จะทำให้เกิดการรบการการตรวจสอบจุดภาพเพราะจะไปทำให้โครงสร้างของภาพลายนิ้วมือเปลี่ยนไปเป็นผลให้เกิดความผิดพลาดในการกำจัดจุดภาพรบกวนได้ เพื่อที่จะหาประสิทธิ์ภาพของการทำงานในขั้นตอนนี้ จึงได้ทำการแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นตอนที่ 1

วิธีการทดลอง

เมื่อทำการกำจัดจุดรบกวนออกแล้วนำมาเปรียบเทียบกับภาพต้นแบบเพื่อหาค่าความผิดเพี้ยนไปของภาพลายนิ้วมือ

ผลการทดลองขั้นตอนที่ 1



(ก) ภาพต้นแบบ (ข) ภาพที่ผ่านการกำจัดจุดภาพรบกวน

รูปที่ 4.5 การกำจัดจุดภาพรบกวนบุคคลที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

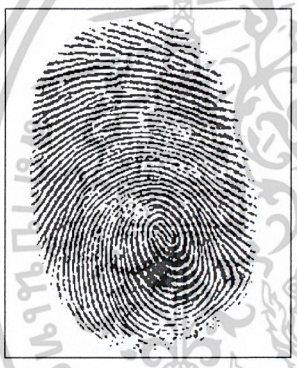


(ก) ภาพต้นแบบ

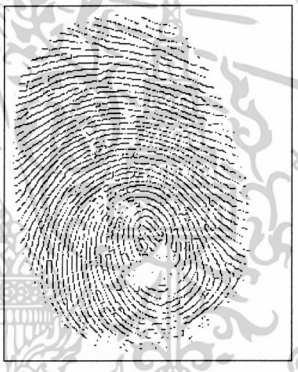


(ข) ภาพที่ผ่านการกำจัดจุดภาพรบกวน

รูปที่ 4.6 การกำจัดจุดภาพรบกวนบุคคลที่ 2



(ก) ภาพต้นแบบ



(ข) ภาพที่ผ่านการกำจัดจุดภาพรบกวน

รูปที่ 4.7 การกำจัดจุดภาพรบกวนบุคคลที่ 3

ภาพที่ได้จากการตัดจุดภาพรบกวนออกจะมีลักษณะโครงสร้างของลายนิ้วมือผิดเพี้ยนไปจากภาพลายนิ้วมือต้นแบบเพียงเล็กน้อยหากเทียบกับโครงสร้างของลายนิ้วมือทั้งหมด โดยส่วนภาพที่มีการเสียโครงสร้างของลายนิ้วมือไปเกิดจากในขั้นตอน การตัดจุดภาพรบกวนภาพลายนิ้วมือบางส่วนโดนตัดออกไปมากเกินไป จึงต้องมีการทดลองทำภาพให้มีคุณภาพต่อไปโดยเพิ่มขั้นตอนการต่อเส้นลายนิ้วมือที่ขาดซึ่งเกิดจากการกำจัดจุดภาพรบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ขั้นตอนที่ 2

วิธีการทดลอง

เปรียบเทียบภาพลายนิ้วมือที่ผ่านขั้นตอนการกำจัดจุดภาพรบกวน กับภาพลายนิ้วมือที่ผ่านขั้นตอนการทำภาพบางว่าภาพที่ได้จากขั้นตอนใดสามารถนำไปกระทำกระบวนการต่อไปได้ดีที่สุด

ผลการทดลองขั้นตอนที่ 2



(ก) ภาพต้นแบบ (ข) ภาพที่ผ่านการทำภาพบาง (ค) ภาพที่กำจัดจุดภาพรบกวน

รูปที่ 4.8 การกำจัดจุดภาพรบกวนที่ผ่านการทำภาพบางบุคคลที่ 1



(ก) ภาพต้นแบบ (ข) ภาพที่ผ่านการทำภาพบาง (ค) ภาพที่กำจัดจุดภาพรบกวน

รูปที่ 4.9 การกำจัดจุดภาพรบกวนที่ผ่านการทำภาพบางบุคคลที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพลายนิ้วมือที่ทำการกำจัดจุดภาพรบกวนออกทำให้ภาพที่ได้มีลักษณะของเส้นภาพที่เรียบมากขึ้นคือจะไม่มีเส้นกิ่งเล็กๆ น้อยๆ แทรกเข้ามาเหมือนขั้นตอนการทำภาพบาง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับภาพที่ผ่านขั้นตอนการทำภาพบางอย่างเดียวภาพที่กำจัดจุดภาพแล้ว จะมีรายละเอียดของโครงสร้างเส้นลายนิ้วมือไม่ต่างกันมากนัก แต่จะมีคุณภาพของภาพดีกว่าเพราะลักษณะเส้นจะมีขนาด 1 พิกเซล เท่าที่ต้องการจะนำไปทดลองในขั้นตอนต่อไป

4.5 การต่อจุดภาพที่ขาด

4.5.1 ปัญหาการศึกษา

ในการกำจัดจุดภาพรบกวนทำให้เกิดปัญหาการขาดของเส้นลายนิ้วมือจึงมีการทดลองทำการต่อจุดภาพที่ขาดจากขั้นตอนการกำจัดจุดภาพรบกวน ซึ่งจะทำให้ได้ภาพที่มีคุณภาพมากขึ้นหรือไม่

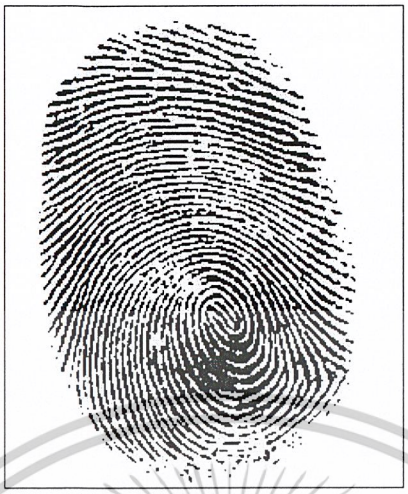
4.5.2 วิธีการทดลองและผลที่ได้

วิธีการทดลอง

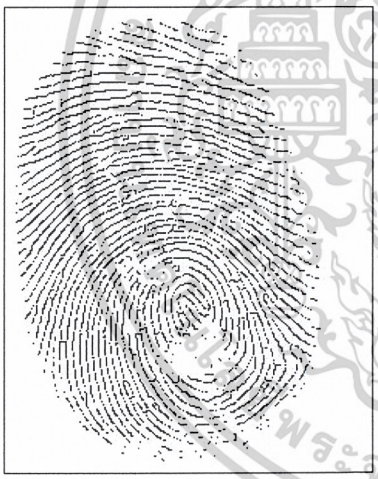
นำภาพที่ทำการกำจัดจุดภาพรบกวนแล้วมาทำการตรวจสอบเงื่อนไขโดยใช้หน้าต่าง 3*3 เป็นตัวดำเนินการตรวจสอบไปทุกจุดภาพบนภาพลายนิ้วมือเมื่อตรงตามเงื่อนไขให้ทำการเติมจุดโดยในการเติมจุดภาพตรงกลางจะกระทำไว้ในอาเรย์ของรูปภาพลายนิ้วมืออีกอาเรย์หนึ่งซึ่งได้มาจากการคัดลอกจากอาเรย์ของภาพต้นแบบ สาเหตุที่ทำเช่นนี้เพราะหากทำการกระทำการเติมจุดภาพลงไปในอาเรย์ต้นแบบที่ใช้ดำเนินการตรวจสอบอยู่จะทำให้เกิดการรบการการตรวจสอบจุดภาพเพราะจะไปทำให้โครงสร้างของภาพลายนิ้วมือเปลี่ยนไปเป็นผลให้เกิดความผิดพลาดในการเติมจุดภาพได้ เมื่อได้ภาพที่ทำการต่อจุดภาพเรียบร้อยแล้วให้นำไปเปรียบเทียบกับภาพลายนิ้วมือที่ทำการกำจัดจุดภาพว่าภาพที่ได้มีโครงสร้างของลายนิ้วมือครบถ้วนกว่าหรือไม่และเปรียบเทียบกับภาพลายนิ้วมือต้นแบบว่ามีความผิดเพี้ยนของโครงสร้างของลายนิ้วมือมากน้อยเพียงใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

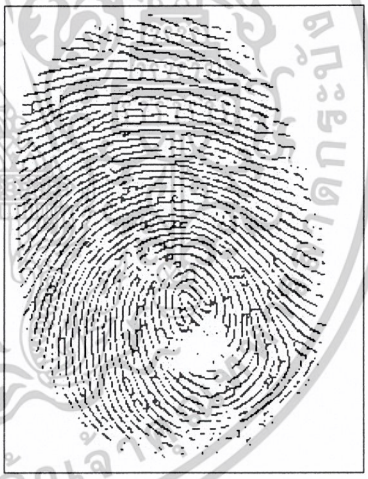
ผลการทดลอง



(ก) ภาพลายนิ้วมือต้นแบบ



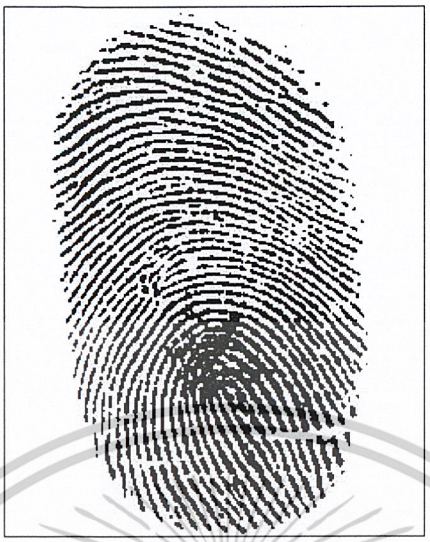
(ข) ภาพที่ผ่านการกำจัดจุด
ภาพรบกวน



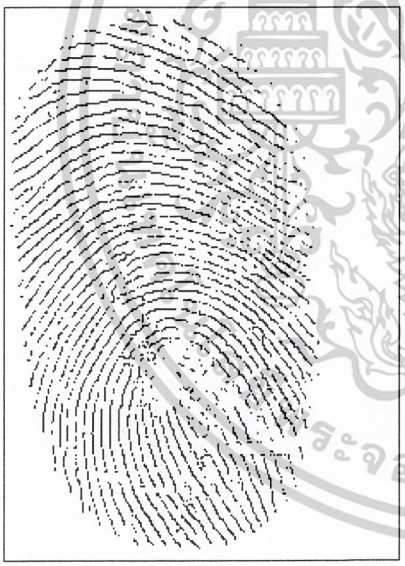
(ค) ภาพที่ทำการต่อจุดภาพ

รูปที่ 4.10 ภาพที่ได้จากการทดลองลายนิ้วมือที่ 1

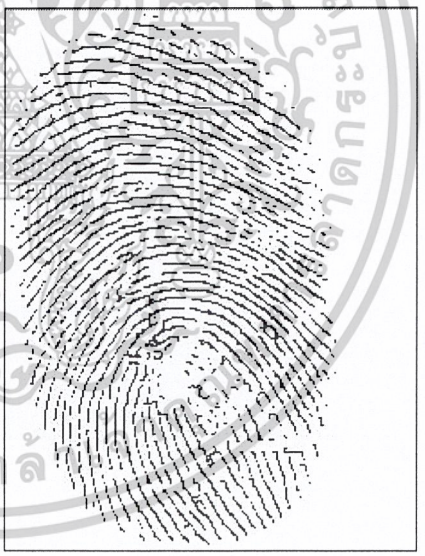
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ภาพลายนิ้วมือต้นแบบ



(ข) ภาพที่ผ่านการกำจัดจุดภาพรบกวน



(ค) ภาพที่ทำการต่อจุดภาพ

รูปที่ 4.11 ภาพที่ได้จากการทดลองลายนิ้วมือที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ได้ผ่านขั้นตอนการต่อจุดภาพแล้วจะเป็นภาพที่มีรายละเอียดของเส้นลายนิ้วมือที่ปะติดปะต่อกันและต่อเนื่องกันเป็นเส้นมากกว่าภาพที่ยังไม่ผ่านขั้นตอนการต่อจุดภาพและทำให้ได้ภาพที่มีโครงสร้างของเส้นลายนิ้วมือใกล้เคียงกับภาพต้นแบบมากที่สุด ดังนั้นเราจึงสามารถนำภาพที่ผ่านขั้นตอนการต่อเส้นแล้วไปทำการทดลองในขั้นตอนต่อไปได้โดยจะเกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด

4.6 การหาลักษณะเด่น (จุด Y)

4.6.1 ปัญหาการศึกษา

1) ลักษณะเด่นที่ได้มาเป็นลักษณะเด่นที่แท้จริงของลายนิ้วมือเท่านั้นหรือไม่

2) ในการหาลักษณะเด่นจะสามารถหาเจอทุกจุดที่เป็นลักษณะเด่นหรือไม่

3) ในการใช้วิธีการหาลักษณะเด่นมีคุณภาพน่าเชื่อถือหรือไม่

4.6.2 วิธีการทดลองและผลที่ได้

วิธีการทดลอง

นำภาพที่ได้จากกระบวนการปรับปรุงภาพให้มีคุณภาพด้วยวิธีต่างๆ แล้วมาดำเนินการตรวจสอบทุกจุดภาพโดยใช้หน้าต่าง 3*3 เป็นตัวดำเนินการตรวจสอบเงื่อนไขของการเข้าเป็นกรณีของจุด Y หรือไม่ แล้วทำเครื่องหมายโดยทำเครื่องหมายไว้ ที่จุดภาพตรงกลางของตำแหน่ง ที่หน้าต่าง 3*3 ครอบอยู่ ซึ่งจะกระทำไว้ในอาเรย์ของรูปภาพลายนิ้วมืออีกอาเรย์หนึ่งซึ่งได้มาจากการคัดลอกจากอาเรย์ของภาพขั้นตอนสุดท้ายคือภาพที่ผ่านขั้นตอนการต่อภาพ สาเหตุที่ทำเช่นนี้เพราะหากทำการกระทำการเติมจุดภาพลงไปในอาเรย์ของภาพที่ผ่านขั้นตอนการต่อภาพ ที่ใช้ดำเนินการตรวจสอบอยู่จะทำให้เกิดการรบการการตรวจสอบจุดภาพเพราะจะไปทำให้โครงสร้างของภาพลายนิ้วมือเปลี่ยนไปเป็นผลให้เกิดความผิดพลาดในการหา จุด Y ได้ เมื่อได้พิกัดของจุด Y ที่ต้องการแล้วให้นำมาเปรียบเทียบกับการหาจุด Y ด้วยตาเปล่า เพื่อหาค่าที่คลาดเคลื่อนไปจากค่าที่ควรเป็นโดยพิจารณาจากจุดที่เป็นลายนิ้วมือจริง แต่ในโปรแกรมไม่ได้ทำเครื่องหมาย หรือจุดที่ไม่ใช่ลายนิ้วมือแต่โปรแกรมทำเครื่องหมายให้ เหตุที่นำมาเปรียบเทียบเช่นนี้ก็เพราะว่า จะทำให้ทราบถึงคุณภาพในโปรแกรมที่ใช้หาลักษณะเด่น (จุด Y)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง



(ก) ภาพที่หาจุด Y โดยใช้โปรแกรม (ข) ภาพที่หาจุด Y โดยใช้คนตรวจสอบ

รูปที่4.12 ภาพการเปรียบเทียบการพบจุด Y โดยใช้โปรแกรม กับใช้ คนตรวจสอบบุคคลที่ 1



(ก) ภาพที่หาจุด Y โดยใช้โปรแกรม (ข) ภาพที่หาจุด Y โดยใช้คนตรวจสอบ

รูปที่ 4.13 ภาพการเปรียบเทียบการพบจุด Y โดยใช้โปรแกรม กับใช้ คนตรวจสอบบุคคลที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1) จากจุด Y ที่หาได้บางจุดไม่ได้เกิดจากลักษณะเด่นที่แท้จริงของลายนิ้วมือ แต่หากเกิดจากน้ำหมึกเลอะลายเส้นนิ้วมือจนทำให้มีลักษณะเป็นเส้นที่เชื่อต่อกันคล้ายจุด Y ในขั้นตอนการรับภาพเข้ามา จึงทำให้จุด Y ที่หาได้โดยใช้โปรแกรมนั้นมีความผิดพลาดอยู่ในระดับหนึ่งซึ่งไม่ได้เกิดจากการบกพร่องของโปรแกรมแต่อย่างใด ดังนั้นจึงต้องทำการปรับปรุงขั้นตอนในการรับภาพเข้ามาให้มีคุณภาพมากขึ้น

2) ในการหาจุด Y จากภาพลายนิ้วมือที่มีการผ่านขั้นตอนการปรับปรุงภาพแล้ว ทำให้เกิดปัญหาในการหาจุด Y ที่แท้จริงไม่สำเร็จโดยโปรแกรมนั้นเนื่องมาจากในการปรับปรุงภาพบางขั้นตอนได้ทำการทำลายโครงสร้างของภาพลายนิ้วมือลงไปบ้างซึ่งอาจเป็นผลให้จุด Y บางจุดเกิดการขาดของเส้นแยก เส้นต่อ นั้นเอง จึงทำให้ไม่อยู่ในเงื่อนไขการพิจารณาเป็นจุด Y

3) สรุปการหาลักษณะเด่น ในโครงงานชิ้นนี้คือ จุด Y โดยวิธีนี้จัดได้ว่ามีคุณภาพในระดับหนึ่งที่สามารถยอมรับได้ แต่ยังไม่ดี 100 % เพราะไม่สามารถกระทำกับภาพลายนิ้วมือที่มีลักษณะไม่สมบูรณ์ได้จึงต้องมีการประยุกต์เพิ่มเติมเงื่อนไขอื่นๆเข้าไป จึงจะสามารถหาจุด Y ได้อย่างมีคุณภาพกว่าเดิม

4.7 การหาจุดศูนย์กลางภาพ (จุดอ้างอิง)

4.7.1 ปัญหาการศึกษา

ภาพลายนิ้วมือของบุคคลคนเดียวกันจะมีจุดอ้างอิงอยู่ในตำแหน่งเดียวกันหรือไม่

4.7.2 วิธีการทดลองและผลที่ได้

วิธีการทดลอง

นำภาพลายนิ้วมือที่ผ่านการปรับปรุงภาพแล้วมาทำการหาของภาพทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านซ้าย ด้านขวา ด้านหน้า ด้านหลัง แล้วนำมากระทำกันตามขั้นตอนที่กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 เมื่อได้ค่าของตำแหน่งจุดอ้างอิงออกมานำมาทำการทดลองดังต่อไปนี้

นำภาพลายนิ้วมือที่มีขนาดเท่ากันของบุคคลคนเดียวกันมา 2 ภาพ แล้วนำมาทำขั้นตอนการหาจุดอ้างอิงเมื่อได้ตำแหน่งของจุดอ้างอิงแล้วให้ทำการเปรียบเทียบค่าของตำแหน่งทั้ง 2 ภาพว่ามีความคลาดเคลื่อนกันอยู่เท่าไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง



(ก) ลายนิ้วมือที่ 1 (ข) ลายนิ้วมือที่ 2

รูปที่ 4.14 การเปรียบเทียบหาจุดอ้างอิงในภาพลายนิ้วมือของบุคคลคนเดียวกัน

ผลการทดลอง

จากตำแหน่งของจุดอ้างอิงทั้ง 2 ภาพเมื่อนำมาเปรียบเทียบกันเป็นผลให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อนของจุดอ้างอิงอยู่บ้างเล็กน้อย แต่ไม่ได้ทำให้เกิดปัญหาต่อการนำไปรู้จำลายนิ้วมือเพราะเรานำจุดอ้างอิงไปเป็นค่าอ้างอิงในการหาค่าระยะห่างและมุมของจุด Y กับจุดอ้างอิงเท่านั้นซึ่งจุดอ้างอิงจะไม่มีผลต่อค่าระยะห่างและมุมของจุด Y กับจุดอ้างอิงมากเท่าใดนัก

4.8 การหาค่าระยะห่างและมุมระหว่างจุดอ้างอิงกับจุดY

4.8.1 ปัญหาการศึกษา

ค่าระยะห่างและมุมระหว่างจุดอ้างอิงกับจุด Y ในตำแหน่งเดียวกันของบุคคลคนเดียวกันจะมีค่าเท่ากันหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8.2 วิธีการทดลองและผลที่ได้

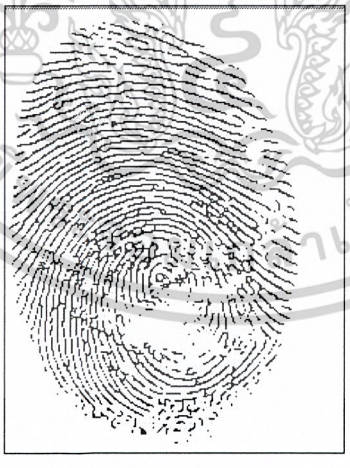
วิธีการทดลอง

นำภาพลายนิ้วมือของบุคคลคนเดียวกัน 3 ภาพที่ผ่านการหาจุดอ้างอิง และจุด Y แล้วมาหาค่าระยะห่างและมุมระหว่างจุดอ้างอิงกับจุด Y ของจุด Y จุดใดจุดหนึ่ง แล้วนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกัน

ผลการทดลอง



(ก) ลายนิ้วมือครั้งที่ 1 (ข) ลายนิ้วมือครั้งที่ 2



(ค) ลายนิ้วมือครั้งที่ 1

รูปที่ 4.15 จุด Y ที่ตำแหน่งเดียวกัน (ในวงกลม) ของบุคคลเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าพารามิเตอร์ของจุด Y ที่ตำแหน่งและบุคคลเดียวกัน

พารามิเตอร์	ค่าพารามิเตอร์ของภาพลายนิ้วมือ		
	รูปที่ 4.15 (ก)	รูปที่ 4.15 (ข)	รูปที่ 4.15 (ค)
ระยะห่างระหว่างจุดอ้างอิงกับจุด Y	75.15	74.75	73.72
มุมระหว่างหางตัว Y กับจุดอ้างอิง	217.70	213.48	209.37

จากตารางแสดงค่าระยะห่างและมุมระหว่างจุดอ้างอิงกับจุด Y ของจุด Y ที่ตำแหน่งและบุคคลเดียวกัน สามารถสรุปได้ว่าจุด Y จุดเดียวกัน ค่าพารามิเตอร์ที่หาได้ก็จะไม่เท่ากัน เนื่องจากมุมด้านหัวของตัว Y จะเปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับขั้นตอนการปรับปรุงภาพ และระยะห่างระหว่างจุดอ้างอิงกับจุด Y และมุมระหว่างหางตัว Y กับจุดอ้างอิง จะขึ้นอยู่กับจุดอ้างอิงที่เปลี่ยนแปลงไป แต่อย่างไรก็ตามถือได้ว่าค่าพารามิเตอร์เหล่านี้มีค่าที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งในขั้นตอนการรู้จำก็จะมีช่วงของค่าพารามิเตอร์ที่ยอมรับได้ในการหาค่าพารามิเตอร์จากจุด Y จะพบว่า จุด Y แต่ละจุดก็จะมีค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกันไป แต่ละลายนิ้วมือของบุคคลเดียวกันจะมีค่าพารามิเตอร์ที่ใกล้เคียงกันที่มาจากจุด Y เดียวกัน ซึ่งจะนำค่าพารามิเตอร์นี้ไปใช้ในการรู้จำให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

4.9 การหาค่าความคล้ายของลายนิ้วมือ

4.9.1 ปัญหาการศึกษา

1) ในการเปรียบเทียบลายนิ้วมือเพื่อหาค่าความคล้ายของลายนิ้วมือในตัวบุคคลเดียวกัน หากเป็นการเปรียบเทียบระหว่างค่าของจุด Y รวมจากการปั้มลายนิ้วมือเดียวกัน 5 ครั้งของลายนิ้วมือของบุคคลเดียวกัน และนิ้วเดียวกันจะแสดงค่าความคล้ายออกมาในสัดส่วนเท่าไร

2) หากนำค่าของจุด Y รวมจากการปั้มลายนิ้วมือเดียวกัน 5 ครั้งในลายนิ้วมือของบุคคลหนึ่ง ไปเปรียบเทียบกับลายนิ้วมือนิ้วเดียวกันกับของอีกบุคคลหนึ่งจะให้ค่าความคล้าย หรือความแตกต่างในสัดส่วนเท่าไร

3) ในการเปรียบเทียบระหว่างค่าของจุด Y รวมจากการปั้มลายนิ้วมือเดียวกัน 5 ครั้งของลายนิ้วมือของบุคคลหนึ่ง กับค่าของจุด Y รวมจากการปั้มลายนิ้วมือเดียวกัน 5 ครั้งของลายนิ้วมือของอีกบุคคลหนึ่งจะให้ค่าความคล้าย หรือความแตกต่างในสัดส่วนเท่าไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9.2 วิธีการทดลองและผลที่ได้

1) ขั้นตอนที่ 1

วิธีการทดลอง

1) นำภาพลายนิ้วมือนิ้วเดียวกันที่ผ่านการปั้มทั้ง 5 ครั้งมาทำการหาจุด Y รวม แล้วสรุปเป็นอีกลายนิ้วมือหนึ่งซึ่งจะนำไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลของแต่ละบุคคลในการทดลองใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 10 คน

2) เมื่อได้ค่าของลายนิ้วมือที่รวมจุดYของการปั้มลายนิ้วมือทั้ง 5 ครั้งแล้ว นำภาพลายนิ้วมือที่ปั้มเข้ามาใหม่คือครั้งที่ 6 ของแต่ละคนมาเปรียบเทียบกับลายนิ้วมือที่ทำการรวมจุด Y ไว้ในฐานข้อมูลของแต่ละบุคคล และเปรียบเทียบกับของอีก 9 คน

ผลการทดลองขั้นตอนที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ลายนิ้วมือที่ได้จากเครื่องสแกน

นิ้วหัวแม่มือ	ปั๊มครั้งที่ 1	ปั๊มครั้งที่ 2	ปั๊มครั้งที่ 3	ปั๊มครั้งที่ 4	ปั๊มครั้งที่ 5
คนที่ 1					
คนที่ 2					
คนที่ 3					

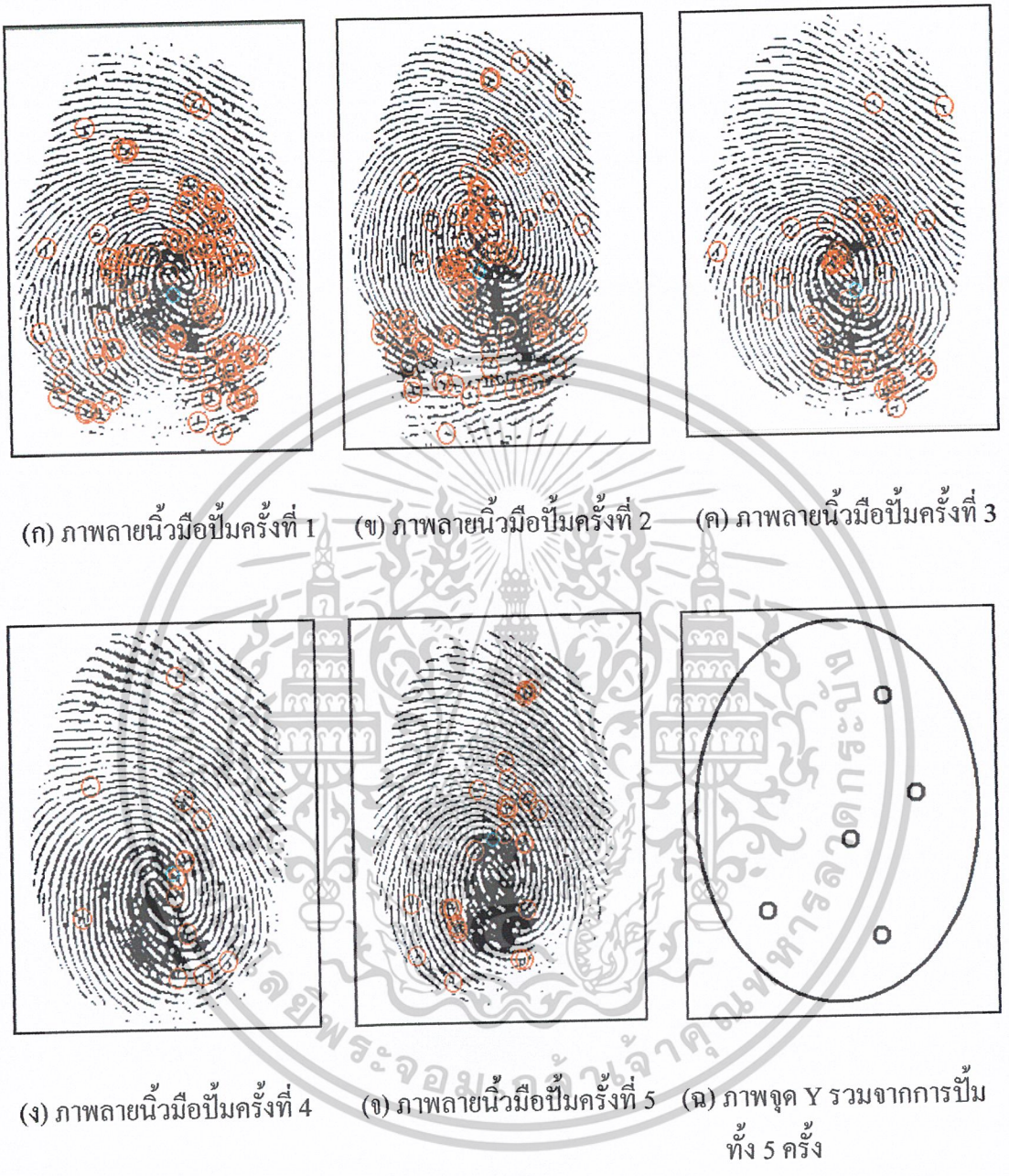
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 4.2 ลายนิ้วมือที่ได้จากเครื่องสแกน (ต่อ)

นิ้วหัวแม่มือ	ปั๊มครั้งที่ 1	ปั๊มครั้งที่ 2	ปั๊มครั้งที่ 3	ปั๊มครั้งที่ 4	ปั๊มครั้งที่ 5
คนที่ 4					
คนที่ 5					
คนที่ 6					

ตารางที่ 4.2 ลายนิ้วมือที่ได้จากเครื่องสแกน (ต่อ)

นิ้วหัวแม่มือ	ปั๊มครั้งที่ 1	ปั๊มครั้งที่ 2	ปั๊มครั้งที่ 3	ปั๊มครั้งที่ 4	ปั๊มครั้งที่ 5
คนที่ 7					
คนที่ 8					
คนที่ 9					
คนที่ 10					

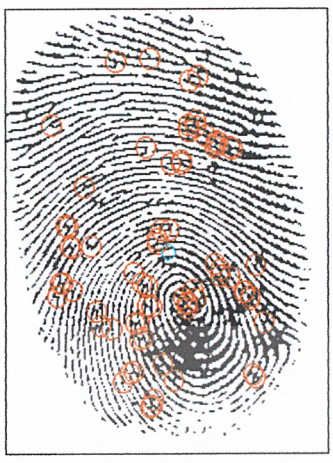


(ก) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 1 (ข) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 2 (ค) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 3

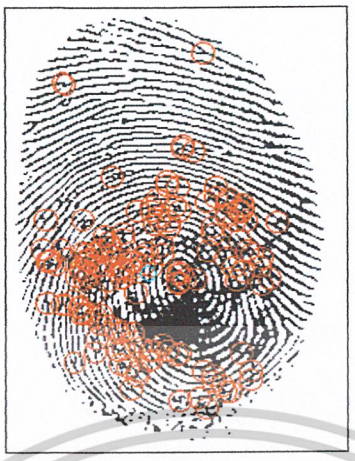
(ง) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 4 (จ) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 5 (ฉ) ภาพจุด Y รวมจากการปั้มทั้ง 5 ครั้ง

รูปที่ 4.16 การหาจุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันที่ปั้ม 5 ครั้ง
จุด Y ในลายนิ้วหัวแม่มือของบุคคลที่ 1

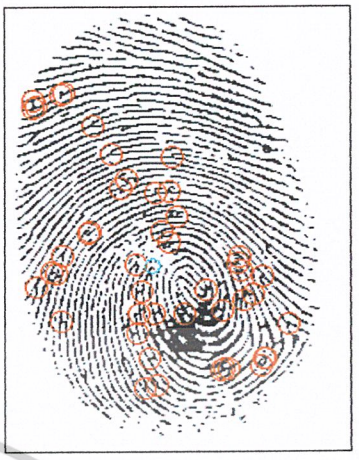
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



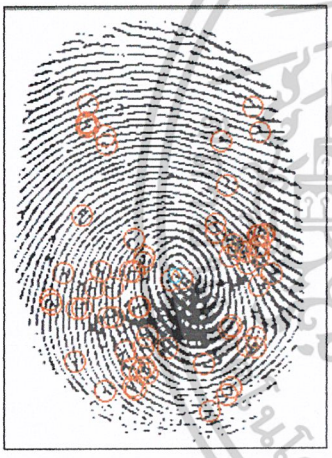
(ก) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 1



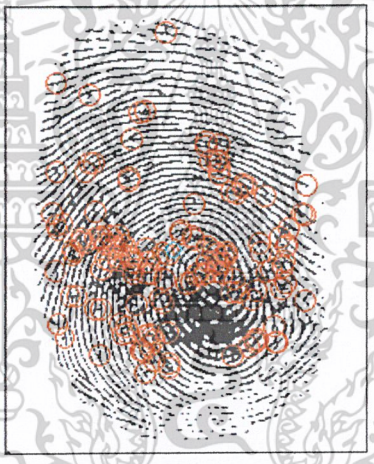
(ข) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 2



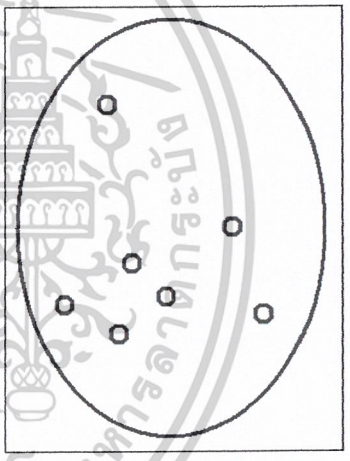
(ค) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 3



(ง) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 4



(จ) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 5



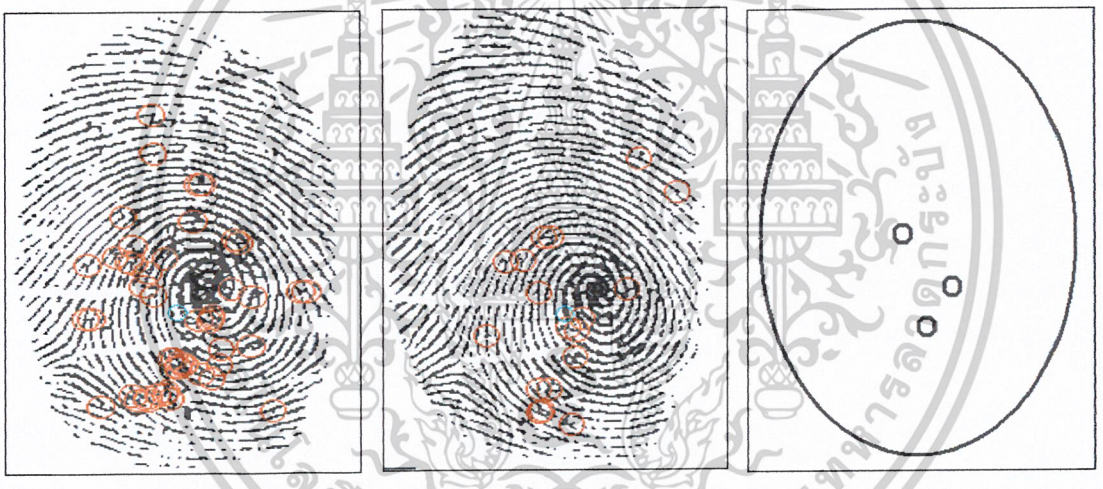
(ฉ) ภาพจุด Y รวมจากการปั้มทั้ง 5 ครั้ง

รูปที่ 4.17 ภาพการหาจุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันที่ปั้ม 5 ครั้ง
จุด Y ในลายนิ้วหัวแม่มือของบุคคลที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 1 (ข) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 2 (ค) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 3



(ง) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 4 (จ) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 5 (ฉ) ภาพจุด Y รวมจากการปั้มทั้ง 5 ครั้ง

รูปที่ 4.18 การหาจุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันที่ปั้ม 5 ครั้ง
จุด Y ในลายนิ้วหัวแม่มือของบุคคลที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 1 (ข) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 2 (ค) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 3



(ง) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 4 (จ) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 5 (ฉ) ภาพจุด Y รวมจากการปั้มทั้ง 5 ครั้ง

รูปที่ 4.19 การหาจุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันที่ปั้ม 5 ครั้ง
จุด Y ในลายนิ้วหัวแม่มือของบุคคลที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 1 (ข) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 2 (ค) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 3



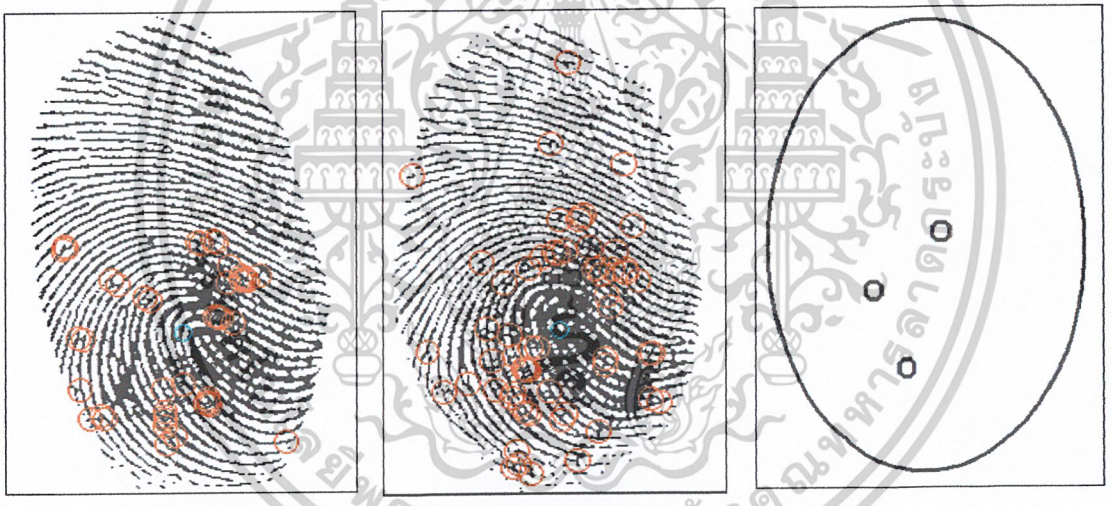
(ง) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 4 (จ) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 5 (ฉ) ภาพจุด Y รวมจากการปั้มทั้ง 5 ครั้ง

รูปที่ 4.20 ภาพการหาจุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันที่ปั้ม 5 ครั้ง
จุด Y ในลายนิ้วหัวแม่มือของบุคคลที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



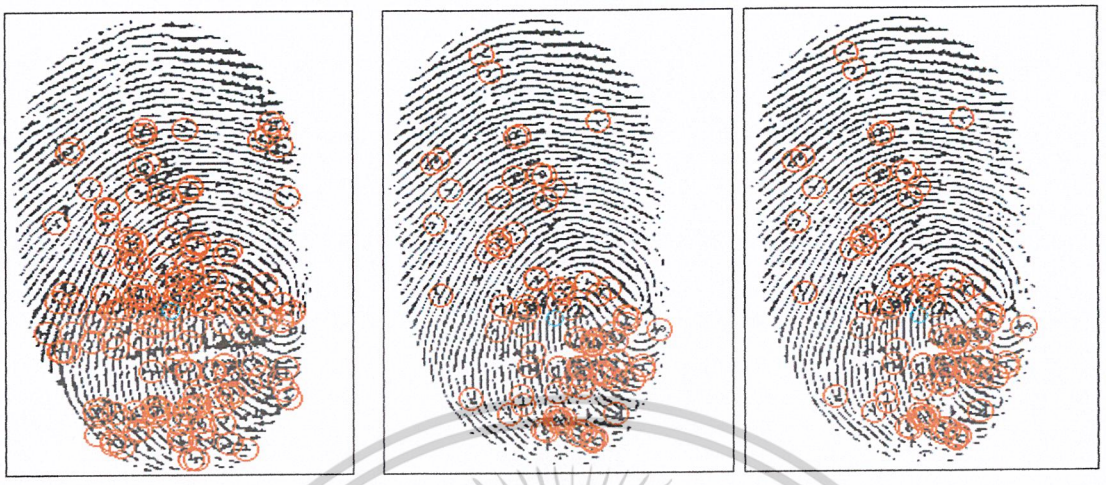
(ก) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 1 (ข) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 2 (ค) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 3



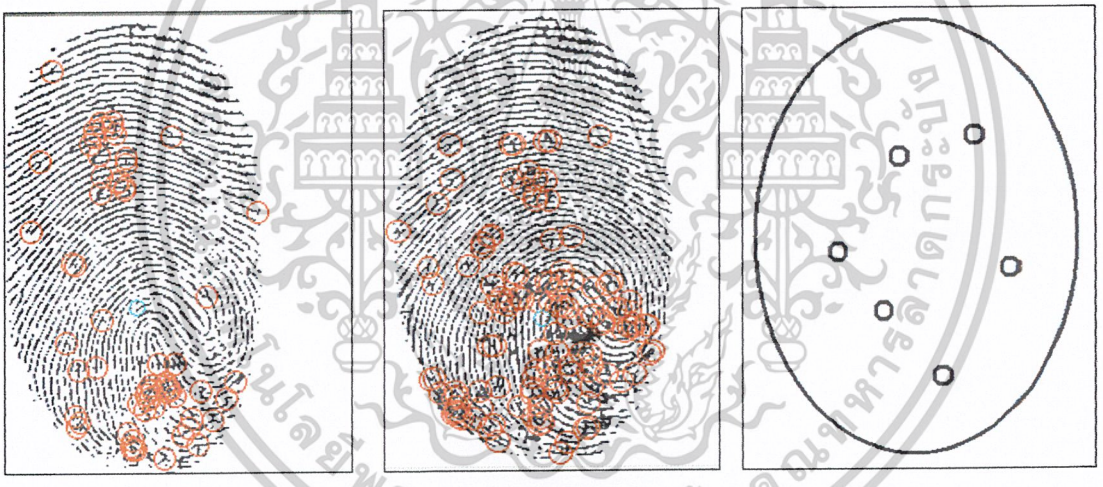
(ง) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 4 (จ) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 5 (ฉ) ภาพจุด Y รวมจากการปั้มทั้ง 5 ครั้ง

รูปที่ 4.21 ภาพการหาจุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันที่ปั้ม 5 ครั้ง
จุด Y ในลายนิ้วหัวแม่มือของบุคคลที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 1 (ข) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 2 (ค) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 3



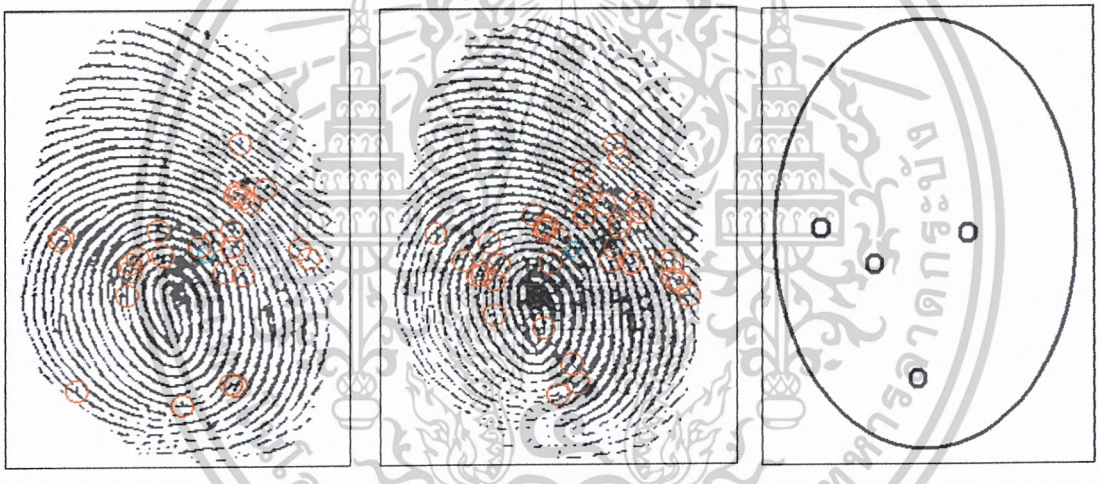
(ง) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 4 (จ) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 5 (ฉ) ภาพจุด Y รวมจากการปั้มทั้ง 5 ครั้ง

รูปที่ 4.22 ภาพการหาจุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันที่ปั้ม 5 ครั้ง
จุด Y ในลายนิ้วหัวแม่มือของบุคคลที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 1 (ข) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 2 (ค) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 3



(ง) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 4 (จ) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 5 (ฉ) ภาพจุด Y รวมจากการปั้มทั้ง 5 ครั้ง

รูปที่ 4.23 ภาพการหาจุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันที่ปั้ม 5 ครั้ง
จุด Y ในลายนิ้วหัวแม่มือของบุคคลที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 1 (ข) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 2 (ค) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 3



(ง) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 4 (จ) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 5 (ฉ) ภาพจุด Y รวมจากการปั้มทั้ง 5 ครั้ง

รูปที่ 4.24 ภาพการหาจุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันที่ปั้ม 5 ครั้ง
จุด Y ในลายนิ้วหัวแม่มือของบุคคลที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 1 (ข) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 2 (ค) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 3

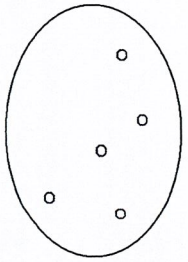
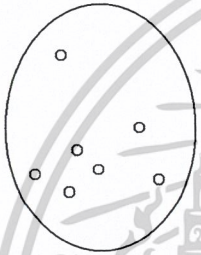
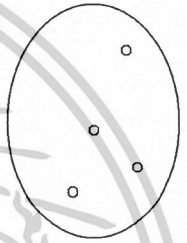
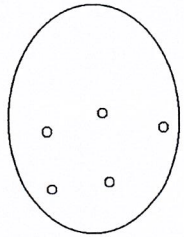
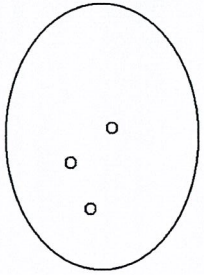
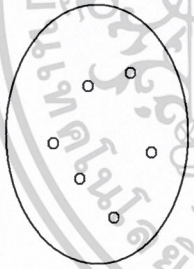
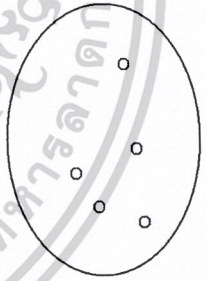
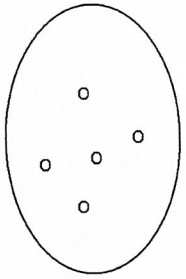


(ง) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 4 (จ) ภาพลายนิ้วมือปั้มครั้งที่ 5 (ฉ) ภาพจุด Y รวมจากการปั้มทั้ง 5 ครั้ง

รูปที่ 4.25 ภาพการหาจุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันที่ปั้ม 5 ครั้ง
จุดY ในลายนิ้วหัวแม่มือของบุคคลที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ค่าของจุด Y รวมจากการปั้มลายนิ้วมือเดียวกัน 5 ครั้งของลายนิ้วมือของบุคคลเดียวกัน

บุคคลที่ 1	บุคคลที่ 2	บุคคลที่ 3	บุคคลที่ 4	บุคคลที่ 5
				
บุคคลที่ 6	**บุคคลที่ 7**	**บุคคลที่ 8**	**บุคคลที่ 9**	**บุคคลที่ 10**
				

ตารางที่ 4.4 ค่าความคล้ายของการเปรียบเทียบลายนิ้วมือที่รับเข้ามาใหม่ของแต่ละคนกับลายนิ้วมือที่ทำการรวมจุด Y ไว้ในฐานข้อมูลของแต่ละบุคคล

นิ้วหัวแม่มือ	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10
จุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันของคนที่ 1	72 %	25%	38%	0%	61%	15%	23%	54%	8%	38%
จุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันของคนที่ 2	17%	94%	50%	17%	33%	58%	42%	75%	34%	26%
จุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันของคนที่ 3	41%	34%	59%	24%	12%	41%	4%	0%	50%	22%
จุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันของคนที่ 4	15%	10%	9%	39%	31%	23%	31%	10%	0%	19%
จุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันของคนที่ 5	13%	40%	19%	14%	82%	35%	36%	60%	30%	40%
จุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันของคนที่ 6	11%	35%	11%	14%	30%	56%	33%	23%	31%	28%
จุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันของคนที่ 7	7%	38%	9%	12%	20%	22%	45%	17%	24%	30%
จุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันของคนที่ 8	15%	30%	20%	24%	11%	44%	15%	60%	36%	58%
จุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันของคนที่ 9	20%	57%	19%	11%	40%	22%	29%	25%	89%	37%
จุด Y รวมจากลายนิ้วมือเดียวกันของคนที่ 10	9%	39%	17%	9%	32%	33%	42%	46%	41%	49%

4.9.3 สรุปผลการทดลอง

1) ขั้นตอนที่ 1

จากตารางที่ 4.4 สามารถสรุปได้ดังนี้

ในการเปรียบเทียบลายนิ้วมือของบุคคลเดียวกันโดยการเปรียบเทียบระหว่างค่าของจุด Y รวมจากการปั้มลายนิ้วมือเดียวกัน 5 ครั้งของลายนิ้วมือของบุคคลเดียวกัน กับลายนิ้วมือนิ้วเดียวกันที่รับเข้ามาใหม่จะมีอัตราส่วนของความคล้ายมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับลายนิ้วมือของบุคคลอื่นที่รับเข้ามาใหม่

2) ขั้นตอนที่ 2

วิธีการทดลอง

นำค่าของจุด Y รวม แล้วสรุปเป็นอีกลายนิ้วมือหนึ่งซึ่งจะนำไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลของทั้ง 10 คน ที่ได้ทำไว้แล้วในขั้นตอนการทดลองที่1มาทำการเปรียบเทียบกันในแต่ละคนทั้ง 10 คน เพื่อหาค่าความคล้ายของลายนิ้วมือ

ผลการทดลองขั้นตอนที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ค่าความคล้ายของการเปรียบเทียบจุด Y รวมที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลของแต่ละบุคคลกับจุด Y รวมที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลของทุกคน

นิ้วหัวแม่มือ	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10
คนที่ 1	100%	45%	32%	24%	33%	62%	56%	25%	8%	0%
คนที่ 2	38%	100%	10%	19%	57%	41%	13%	9%	29%	51%
คนที่ 3	60%	21%	100%	12%	72%	69%	37%	11%	56%	42%
คนที่ 4	31%	10%	11%	100%	14%	47%	39%	82%	34%	54%
คนที่ 5	69%	20%	43%	27%	100%	40%	75%	47%	13%	86%
คนที่ 6	22%	17%	55%	14%	85%	100%	45%	24%	74%	29%
คนที่ 7	59%	66%	12%	38%	31%	67%	100%	35%	68%	77%
คนที่ 8	11%	13%	59%	57%	54%	75%	28%	100%	11%	29%
คนที่ 9	36%	40%	47%	12%	72%	28%	61%	26%	100%	17%
คนที่ 10	0%	32%	21%	48%	58%	69%	47%	57%	23%	100%

จากตารางที่ 4.5 สามารถสรุปได้ดังนี้

ในการเปรียบเทียบระหว่างค่าของจุด Y รวมจากการปั้มลายนิ้วมือเดียวกัน 5 ครั้งของลายนิ้วมือของบุคคลหนึ่ง กับค่าของจุด Y รวมจากการปั้มลายนิ้วมือเดียวกัน 5 ครั้งของลายนิ้วมือของอีกบุคคลหนึ่งจะมีอัตราส่วนความคล้ายน้อยกว่าการเปรียบเทียบโดยใช่ค่าของจุด Y รวมจากการปั้มลายนิ้วมือเดียวกัน 5 ครั้งของลายนิ้วมือของบุคคลที่เป็นเจ้าของจุด Y รวมในฐานข้อมูลโดยหากเป็นบุคคลที่เป็นคนเดียวกันกับจุด Y รวมในฐานข้อมูลจะมีอัตราความคล้ายมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

โปรแกรมที่ได้ออกแบบและจัดสร้างขึ้นนี้เป็นโครงงานการรู้จำลายนิ้วมือ ตัวโปรแกรมนี้ถูกเขียนด้วยวิชวลเบสิก เวอร์ชัน 6.0 ซึ่งโปรแกรมจะมีอยู่ 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนที่เป็นการวิเคราะห์ภาพลายนิ้วมือและส่วนที่เป็นโปรแกรมของฐานข้อมูล โดยการใช้งานต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ภายนอกดังนี้ คือ เครื่องสแกนเนอร์ ผลลัพธ์ของโครงงานนี้ จะได้แฟ้มที่มีส่วนขยายเป็น BMP

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

ภาพที่รับเข้ามาจากเครื่องสแกนมีความเสถียรน้อย คือ ในการพิมพ์ลายนิ้วมือแต่ละครั้งของคนคนเดียวกันจะได้ภาพที่มีน้ำหนักในการพิมพ์ต่างกัน และมีทิศทางของการวางนิ้วต่างไปจากเดิม ซึ่งถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของโครงงานนี้ จึงทำให้เกิดปัญหาดังนี้

1. ปัญหา เกิดความยุ่งยากในการปรับปรุงภาพลายนิ้วมือที่รับเข้ามา ดังเช่น ในการปรับภาพให้เป็นระดับขาว-ดำ ซึ่งต้องมีการกำหนดค่าเทรสโฮลด์ ซึ่งเป็นค่าที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการปรับระดับสีภาพ ณ. จุดนั้นให้เป็นสีขาวหรือสีดำ เมื่อให้โปรแกรมเป็นตัวกำหนดค่าเทรสโฮลด์เพียงตัวเดียว ทำให้ได้ภาพระดับขาว-ดำที่ไม่สมบูรณ์

แนวทางแก้ไข ซึ่งในการปรับค่าเทรสโฮลด์ไม่สามารถทำได้โดยอัตโนมัติจากตัวโปรแกรมอย่างเดียว ดังนั้นจึงทำการปรับโดยผู้ใช้งานเป็นคนกำหนดค่าร่วมด้วยโดยใช้ค่าเทรสโฮลด์ที่ได้จากการโปรแกรมเป็นค่าตั้งต้นในการปรับหาค่าเทรสโฮลด์เพื่อที่จะได้ภาพที่มีคุณภาพมากที่สุด

2. ปัญหา ความหนาของเส้นลายนิ้วมือในภาพที่รับเข้ามามีการพิมพ์ด้วยหมึกทำให้ภาพที่ได้มีเส้นลายนิ้วมือที่หนากว่าปกติซึ่งทำให้เกิดความผิดเพี้ยนของการหาลักษณะเด่น (จุดวายและจุดปลาย) ทำให้ไม่สามารถนำมาเข้าเงื่อนไขในการหาลักษณะเด่นได้

แนวทางแก้ไข ทำการทำภาพให้บางโดยใช้วิธีการที่เรียกว่า ทินนิ่ง โดยวิธีการได้ใส่ไว้ในบทที่ 3

3. ปัญหา ภาพลายนิ้วมือที่รับเข้ามาถึงแม้จะผ่านการปรับปรุงภาพแล้วก็ตามแต่ก็ยังมีความผิดเพี้ยนของภาพเกิดขึ้นอยู่ เช่น ลายนิ้วมือที่เป็นเส้นต่อกัน เมื่อรับเข้ามาแล้วทำการปรับปรุงภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจขาดออกจากกันทำให้โปรแกรมมองเป็นเส้นปลายได้ ซึ่งทำให้เกิดการผิดพลาดในการหาลักษณะเด่นได้

แนวทางแก้ไขในขั้นตอนการรับภาพในการพิมพ์ลายนิ้วมือควรให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก เพื่อที่จะมาทำการปรับปรุงภาพให้น้อยที่สุด เพราะในการปรับปรุงผลที่ได้ก็ย่อมไม่ดีเท่าภาพต้นแบบโดยสมบูรณ์แล้ว

4. ปัญหาทางด้านอุปกรณ์รับภาพ แผนผังการทำงานที่ใช้สำหรับสั่งให้ชิป MBF 200 เริ่มทำงานยังไม่ละเอียดพอ

แนวทางแก้ไขปัญหา ให้ทำการดูแผนผังการทำงานของชิปตัวอื่นที่มีโครงสร้างเหมือนกัน

5. ปัญหาทางด้านอุปกรณ์รับภาพ ตัวชิปMBF 200 ไม่สามารถระบุได้ว่าตัวชิปเสียหรือไม่

แนวทางแก้ไขปัญหา ทำการสั่งซื้อโมดูลสำเร็จรูปแล้วทำการนำชิปที่ซื้อมาลองเปลี่ยนกับชิปในโมดูลเพื่อทดสอบว่าเสียหรือไม่

6. ปัญหาทางด้านอุปกรณ์รับภาพ การประมวลผลของค่าอุปกรณ์ MBF 200 มีความเร็วมาก ทำให้การกระทำให้การกระทำในบางส่วนอาจจะทำไม่ทัน

แนวทางการแก้ไขปัญหา ให้ใช้ DSP หรือประมวลผลบนคอมพิวเตอร์ หรือใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ PIC แทน

7. ปัญหาทางด้านอุปกรณ์รับภาพ ภาพลายนิ้วมือที่ได้จากการใช้เครื่องสแกนและกล้องดิจิตอล เมื่อนำมาทำการปรับภาพแบบเทรสโฮลด์แล้วบริเวณที่จะนำไปวิเคราะห์มีน้อยเกินไป

แนวทางการแก้ไขปัญหา เปลี่ยนไปใช้หมึกปั้มลายนิ้วมือแล้วภาพที่ได้นำไปสแกนอีกครั้งจะได้ภาพลายนิ้วมือออกมา

8. ปัญหาทางด้านอุปกรณ์รับภาพ เส้นลายนิ้วมือที่ได้จากการพิมพ์ลายนิ้วมือและการสแกนยังไม่คมชัด

แนวทางการแก้ไขปัญหา ให้นำภาพที่ได้ไปทำการปรับแต่งภาพโดยใช้โปรแกรมโฟโต้ชอป

5.3 แนวทางการพัฒนา

เนื่องจากภาพลายนิ้วมือที่ได้มาจากการพิมพ์ลายนิ้วมือแล้วนำไปสแกนยังมีความคมชัดไม่มากนัก ควรพัฒนาโดยการใช้เครื่องอ่านลายนิ้วมือจะทำให้ได้ลายนิ้วมือที่คมชัดสมบรูณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กฤษกร ฤกษ์หร่าย. “การรู้จำลายนิ้วมือโดยใช้จุดโฟกัสเป็นจุดอ้างอิง.” มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2543

พรรณทิพย์ ลีตะชีวะ. “การประมวลผลภาพสำหรับการรู้จำลายนิ้วมือด้วย DSP.” มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2543

พิศิษฏ์ โภคารัตน์กุล. “การจดจำรอยอนุภาคแอลฟาในฟิล์มเซลลูโลสไนเตรท.” สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2533

วีรวัฒน์ ลักษมีการค้า, สมพงษ์ บุษราคัมมณี. “โปรแกรมรู้จำตัวอักษรพิมพ์ภาษาไทย.” สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2537

อุกฤษฏ์ ศรีเสือขาม, ร้อยตำรวจเอก. “การประมวลลายพิมพ์นิ้วมือเบื้องต้นสำหรับ ระบบตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมืออัตโนมัติ.” สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

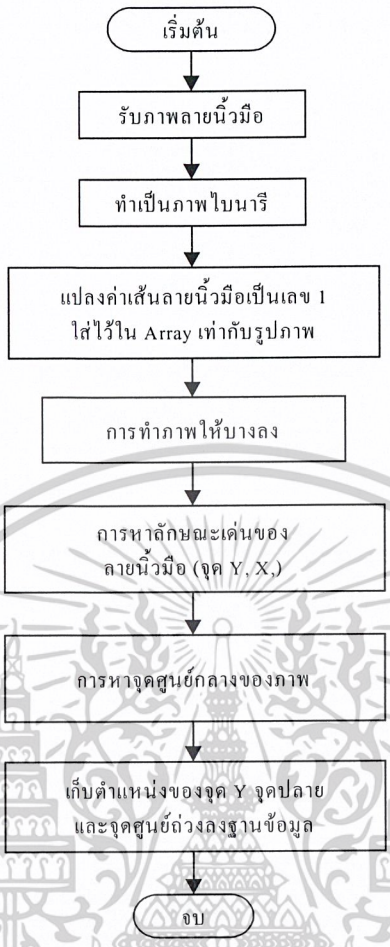
ตารางที่ ก.1 รายการอุปกรณ์ของการรู้จำลายนิ้วมือ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
เครื่องสแกนเนอร์	- ความละเอียด 600x1200 DPI - ใช้ไฟ 12 V - ส่งผ่านข้อมูลออกพอร์ตขนาน	1 ตัว
เครื่องคอมพิวเตอร์	-ใช้ระบบปฏิบัติการอย่างต่ำ Windows 98 - มีพื้นที่ว่างฮาร์ดดิส 500 เมกะไบต์ - มีหน่วยประมวลผลกลาง (ซีพียู) อย่างต่ำ 1 กิกะไบต์ - มีหน่วยความจำข้อมูลชั่วคราว 128 เมกกะไบต์ - การ์ดแสดงผลอย่างต่ำ 32 เมกกะไบต์ - ใช้จอคอมพิวเตอร์อย่างต่ำ 15 นิ้ว - โปรแกรมโฟโต้ชอป เวอร์ชั่น 7	1 เครื่อง
หมึกพิมพ์	ใช้ในการพิมพ์ลายนิ้วมือ	1 ตลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

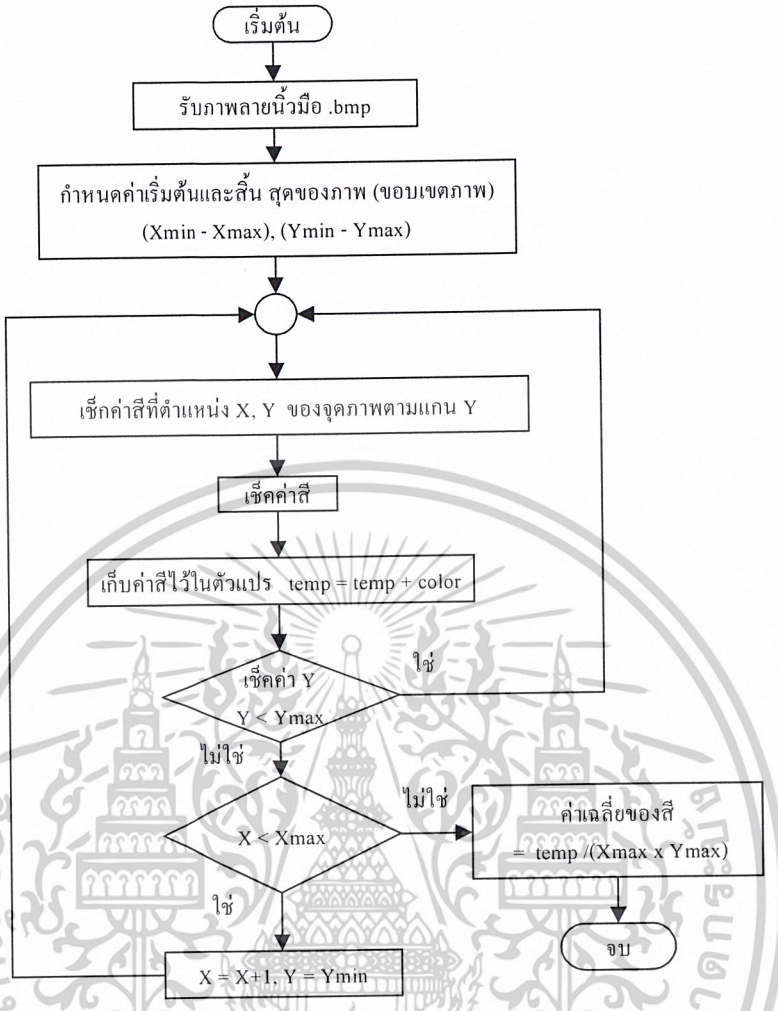
ภาคผนวก ข
แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



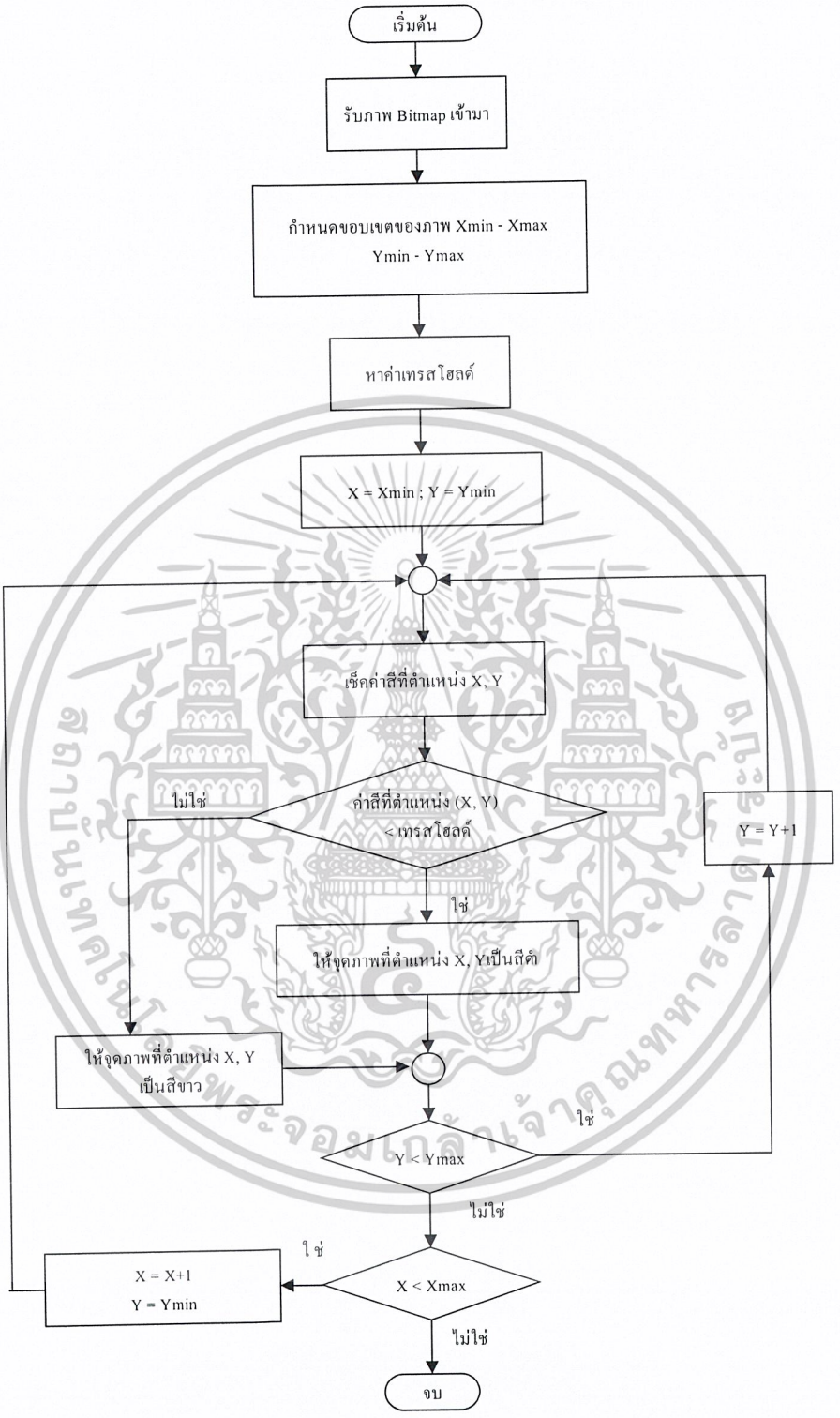
รูปที่ ข.1 แผนผังการหาทำงานในส่วนการวิเคราะห์ภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



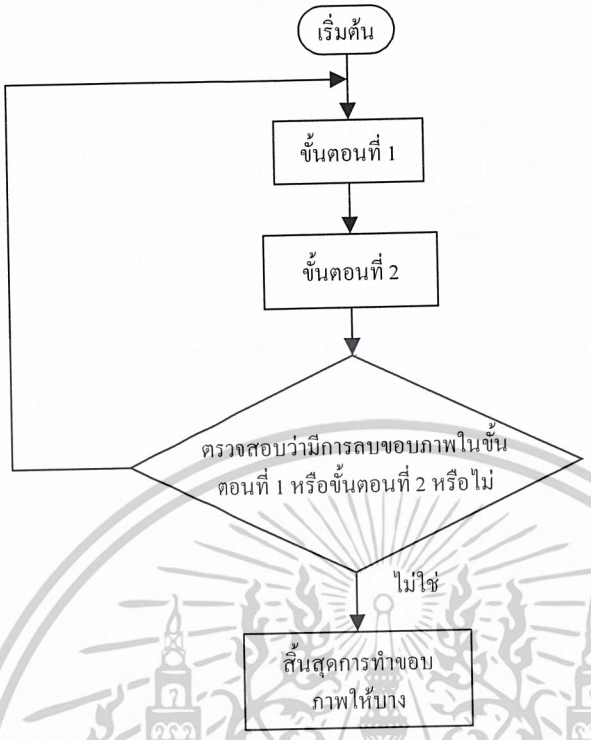
รูปที่ ข.2 แผนผังการหาค่าเทรสโฮลด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



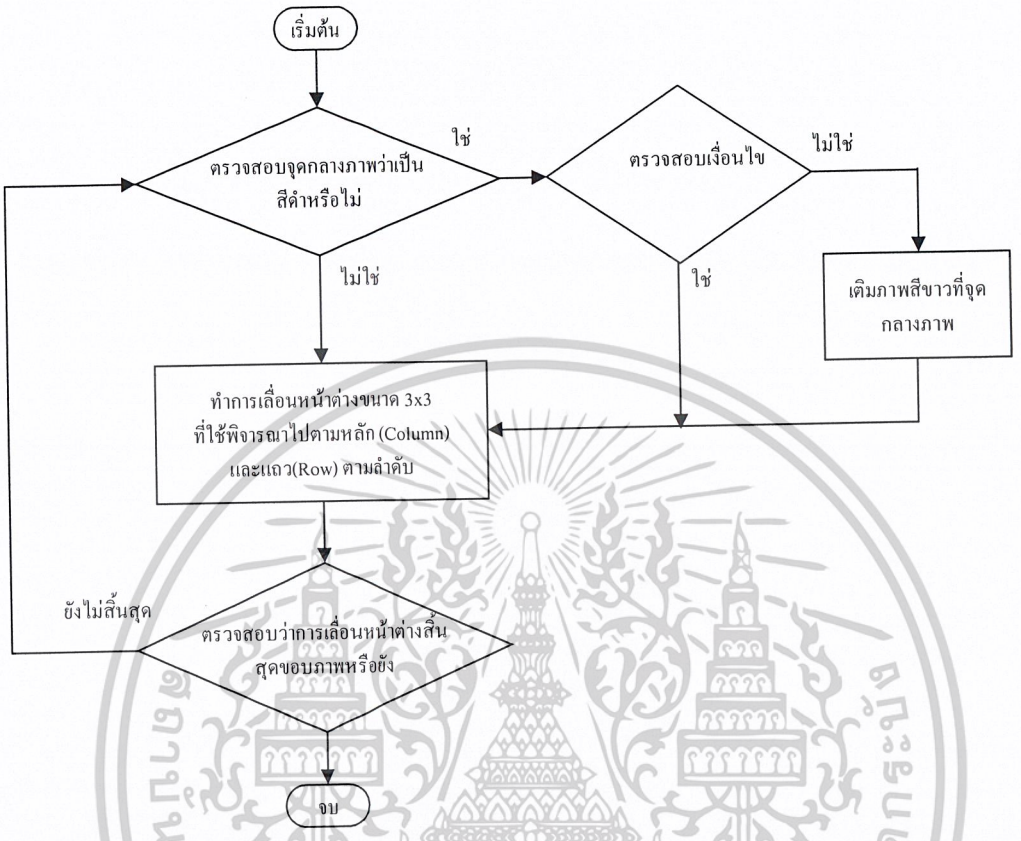
รูปที่ ข.3 แผนผังการทำงานการปรับภาพเป็นไบนารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



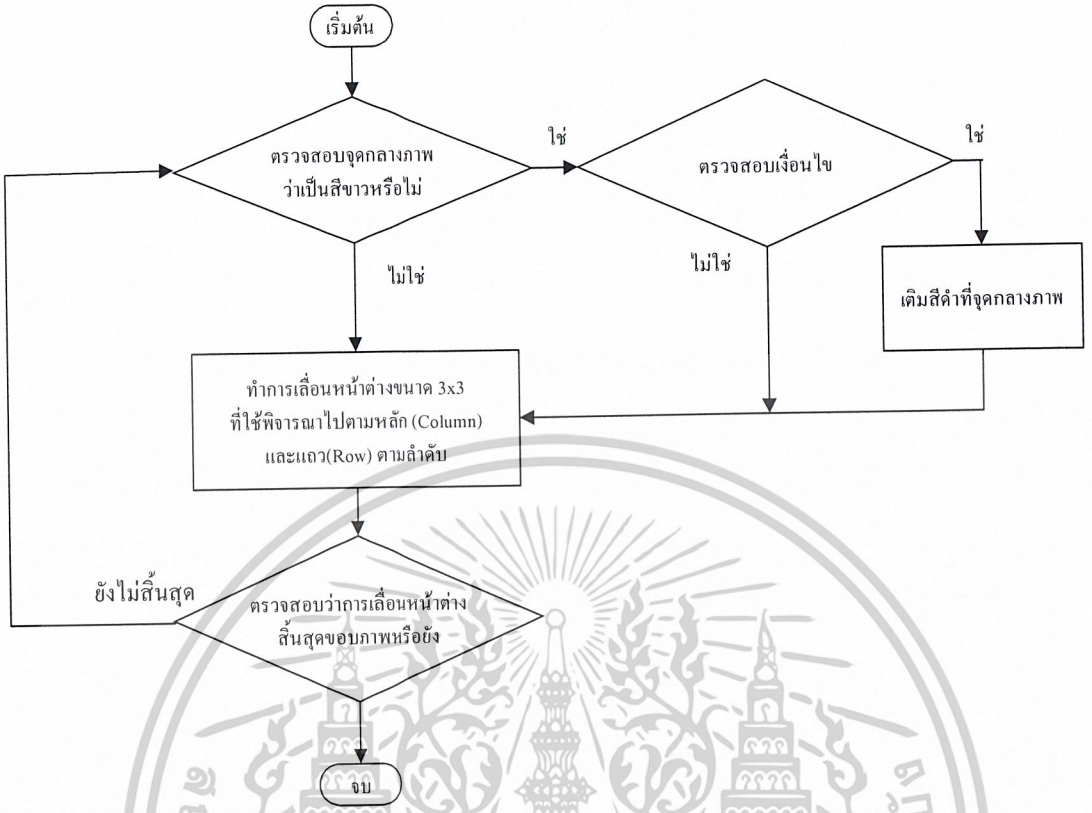
รูปที่ ข.4 แผนผังการทำขอบภาพให้บาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



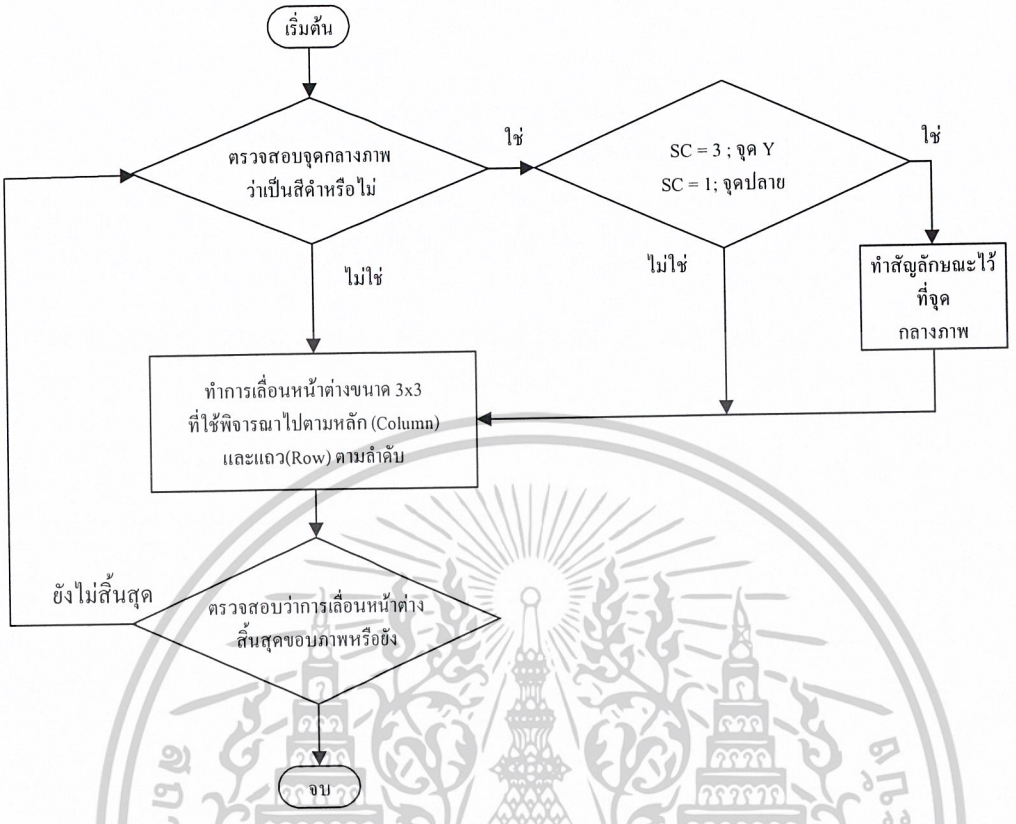
รูปที่ ข.5 แผนผังการทำงานในการกำจัดจุดภาพรบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.6 แผนผังการทำงานในการต่อจุดภาพที่ขาดจากการทำภาพบาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.7 แผนผังการทำงานในการหาจุด Y และจุดปลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการรู้จำลายนิ้วมือ

```
Option Explicit
Dim choose As Integer
Dim Index As Integer
Dim obj As Object
Dim Conn As New ADODB.Connection
Dim xa  As Integer
Dim xb  As Integer
Dim xc  As Integer
Dim xd  As Integer
Dim ya  As Integer
Dim yb  As Integer
Dim yc  As Integer
Dim yd  As Integer
Dim Xmean  As Integer
Dim Ymean  As Integer
Dim Ay(0 To 301) As Double
Dim Wx(0 To 301) As Double
Dim nx(0 To 301) As Double
Dim my(0 To 301) As Double
Dim YRProt1, YRProt As String
Dim Yprot1, Rprot1 As String
Dim Yprot, Rprot As String

Dim F() As Integer
Dim E() As Integer
Dim D() As Integer
Dim C() As Integer
Dim A() As Double
Dim B() As Integer
Dim G() As Integer
Dim R(0 To 301) As Integer
Dim l(0 To 301) As Integer
Dim R1(0 To 301) As Integer
Dim degree(0 To 301) As Integer
Dim radians(0 To 301) As Integer
Dim i As Integer
Dim n(0 To 301) As Integer
Dim m(0 To 301) As Integer
Dim h(0 To 301, 0 To 253) As Integer
Dim J(0 To 301, 0 To 253) As Integer
Dim k(0 To 301, 0 To 253) As Integer
Const PI = 3.141592
Dim xmax As Integer
Dim ymax As Integer
Private Sub Command1_Click()
ReDim F(0 To 301, 0 To 253) As Integer
ReDim E(0 To 301, 0 To 253) As Integer
ReDim D(0 To 301, 0 To 253) As Integer
ReDim C(0 To 301, 0 To 253) As Integer
ReDim A(0 To 301, 0 To 253) As Double
ReDim B(0 To 2, 0 To 2) As Integer
ReDim G(0 To 301, 0 To 253) As Integer
Yprot1 = ""
Picture2.Picture = LoadPicture("")
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
xmax = Picture1.ScaleWidth
ymax = Picture1.ScaleHeight
Dim X, i As Integer
Dim Y As Integer
Dim threshold As Double
Dim X1 As Integer
Dim Y1 As Integer
Dim Temp As Integer
Dim Compare As Integer


'***B&W picture***
  For Y = 0 To ymax
     For X = 0 To xmax
         threshold = 10000000
        If Picture1.Point(X, Y) < threshold Then
        Picture2.PSet (X, Y)
        End If
        'DoEvents
     Next X
     i = (Y / ymax) * 10
         Process.Caption = "Process  " & i & " %"
    Bar1.Value = i
  Next Y



'***binary***
  For Y = 0 To xmax
     For X = 0 To ymax
      A(X, Y) = Picture2.Point(Y, X)
          If A(X, Y) < 16777215 Then
           A(X, Y) = 1
          Else: A(X, Y) = 0
          End If

      'DoEvents
    Next X
Next Y

Process.Caption = "Process  15 %"
    Bar1.Value = 15
'****arayC***
  For Y = 0 To xmax
     For X = 0 To ymax
      C(X, Y) = A(X, Y)
         DoEvents
      Next X
   Next Y
   Process.Caption = "Process  20 %"
    Bar1.Value = 20
'****thining step1****
    For X = 0 To ymax - 2
       For Y = 0 To xmax - 2
          For X1 = 0 To 2
             For Y1 = 0 To 2
               B(X1, Y1) = A(X + X1, Y + Y1)
           Temp = Temp + B(X1, Y1)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            Next Y1
          Next X1
          Temp = Temp - B(1, 1)


'****compare****
   Compare = 0
   For Y1 = 0 To 1
       X1 = 0
      B(X1, Y1) = A(X + X1, Y + Y1)
       If B(X1, Y1) < B(X1, Y1 + 1) Then
         Compare = Compare + 1
       End If

       X1 = 2
       B(X1, Y1) = A(X + X1, Y + Y1)
       If B(X1, Y1) > B(X1, Y1 + 1) Then
         Compare = Compare + 1
       End If
   Next Y1

   For X1 = 0 To 1
       Y1 = 0
       B(X1, Y1) = A(X + X1, Y + Y1)
       If B(X1, Y1) > B(X1 + 1, Y1) Then
         Compare = Compare + 1
       End If

       Y1 = 2
       B(X1, Y1) = A(X + X1, Y + Y1)
       If B(X1, Y1) < B(X1 + 1, Y1) Then
         Compare = Compare + 1
       End If
   Next X1
   If B(1, 1) < B(0, 1) Then
         Compare = Compare + 1
       End If
 '****end:compare*****/

           If Temp >= 2 And Temp <= 6 And Compare = 1 And B(0, 1) * B
(1, 2) * B(2, 1) = 0 And B(1, 2) * B(2, 1) * B(1, 0) = 0 Then
           C(X + 1, Y + 1) = 0
           End If
           Temp = 0
        DoEvents
      Next Y
   Next X
   Process.Caption = "Process  25 %"
    Bar1.Value = 25
 '****end:thining step1*****/
  '**arrayD**
   For X = 0 To ymax
      For Y = 0 To xmax
      D(X, Y) = C(X, Y)
         DoEvents
      Next Y
   Next X
   Process.Caption = "Process  27 %"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Bar1.Value = 27
'**thining step2**
    For X = 0 To ymax - 2
       For Y = 0 To xmax - 2
          For X1 = 0 To 2
             For Y1 = 0 To 2
               B(X1, Y1) = C(X + X1, Y + Y1)
           Temp = Temp + B(X1, Y1)
             Next Y1
           Next X1
           Temp = Temp - B(1, 1)


'******* compare ********
   Compare = 0
   For Y1 = 0 To 1
       X1 = 0
       B(X1, Y1) = A(X + X1, Y + Y1)
      If B(X1, Y1) < B(X1, Y1 + 1) Then
         Compare = Compare + 1
       End If

       X1 = 2
       B(X1, Y1) = A(X + X1, Y + Y1)
       If B(X1, Y1) > B(X1, Y1 + 1) Then
         Compare = Compare + 1
       End If
   Next Y1

   For X1 = 0 To 1
       Y1 = 0
       B(X1, Y1) = A(X + X1, Y + Y1)
       If B(X1, Y1) > B(X1 + 1, Y1) Then
         Compare = Compare + 1
       End If

       Y1 = 2
       B(X1, Y1) = A(X + X1, Y + Y1)
       If B(X1, Y1) < B(X1 + 1, Y1) Then
         Compare = Compare + 1
       End If
   Next X1
       If B(1, 1) < B(0, 1) Then
         Compare = Compare + 1
       End If

 '******end:compare********/

           If Temp >= 2 And Temp <= 6 And Compare = 1 And B(0, 1) * B
(1, 2) * B(1, 0) = 0 And B(0, 1) * B(2, 1) * B(1, 0) = 0 Then
           D(X + 1, Y + 1) = 0
           End If

           Temp = 0
        DoEvents
      Next Y
   Next X
   Process.Caption = "Process  28 %"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Bar1.Value = 28
 '******end:thining step2*******

 '*****arrayE*************
   For X = 0 To ymax
      For Y = 0 To xmax
      E(X, Y) = D(X, Y)
        DoEvents
      Next Y
   Next X
   Process.Caption = "Process  30 %"
    Bar1.Value = 30
'***************thining step3*****************************
    For X = 0 To ymax - 2
       For Y = 0 To xmax - 2
          For X1 = 0 To 2
             For Y1 = 0 To 2
               B(X1, Y1) = D(X + X1, Y + Y1)
           Temp = Temp + B(X1, Y1)
             Next Y1
           Next X1
          Temp = Temp - B(0, 0) - B(0, 2) - B(1, 1) - B(2, 0) - B(2,
2)
           '******* compare ********
 '**********************end:compare**********************/

         If Temp = 3 And B(0, 1) * B(1, 0) = 1 And B(2, 2) = 0 And B
(0, 1) * B(1, 2) = 1 And B(2, 0) = 0 And B(1, 2) * B(2, 1) = 1 And B
(0, 0) = 0 And B(2, 1) * B(1, 0) = 1 And B(0, 2) = 0 Then
           E(X + 1, Y + 1) = 0
           End If

           Temp = 0
        DoEvents
      Next Y
   Next X
  Process.Caption = "Process  35 %"
    Bar1.Value = 35
  '******************end:thining step3*****************/

 '*********************************arrayF*****************************
      For X = 0 To ymax
      For Y = 0 To xmax
      F(X, Y) = E(X, Y)
         DoEvents
      Next Y
   Next X
   Process.Caption = "Process  37 %"
    Bar1.Value = 37
'********************Y-point*****************************
    For X = 0 To ymax - 2
       For Y = 0 To xmax - 2
          For X1 = 0 To 2
             For Y1 = 0 To 2
               B(X1, Y1) = E(X + X1, Y + Y1)
             Next Y1
           Next X1
    Process.Caption = "Process  38 %"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Bar1.Value = 38
          '******* compare ********
     Compare = 0
    If B(1, 1) = 1 Then
    For Y1 = 0 To 1
       X1 = 0
       If B(X1, Y1) < B(X1, Y1 + 1) Then
         Compare = Compare + 1
       End If

       X1 = 2
       If B(X1, Y1) > B(X1, Y1 + 1) Then
         Compare = Compare + 1
       End If
   Next Y1

   For X1 = 0 To 1
       Y1 = 0
       If B(X1, Y1) > B(X1 + 1, Y1) Then
         Compare = Compare + 1
       End If

       Y1 = 2
       If B(X1, Y1) < B(X1 + 1, Y1) Then
         Compare = Compare + 1
       End If
   Next X1

       End If


'*************end:compare*****************/

           If Compare = 3 Then
           F(X + 1, Y + 1) = 5
           End If

        DoEvents
      Next Y
   Next X
   Process.Caption = "Process  45 %"
    Bar1.Value = 45
'************************end:Y-point************************

'***************pain picture*********************
 For X = 0 To ymax
    For Y = 0 To xmax
        If F(X, Y) > 0 Then
        'Picture3.PSet (Y, X)
        End If
        DoEvents
     Next Y
  Next X
  Process.Caption = "Process  50 %"
    Bar1.Value = 50
'*******arrayG***********
      For X = 0 To ymax
      For Y = 0 To xmax
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      k(X, Y) = E(X, Y)
         DoEvents
       Next Y
   Next X
   Process.Caption = "Process  55 %"
    Bar1.Value = 55
'***********************
    For X = 0 To ymax - 2
       For Y = 0 To xmax - 2
          For X1 = 0 To 2
             For Y1 = 0 To 2
               B(X1, Y1) = E(X + X1, Y + Y1)
             Next Y1
           Next X1

           '******* compare ********
           Compare = 0
           If B(1, 1) = 1 Then
                 If (B(2, 0) And B(2, 1) And B(2, 2) = 1) Or (B(0, 0)
And B(0, 1) And B(0, 2) = 1) Or (B(0, 2) And B(1, 2) And B(2, 2) = 1)
Or (B(0, 0) And B(1, 0) And B(2, 0) = 1) Then
                 k(X + 1, Y + 1) = 0
               End If
            End If
            DoEvents
            Next Y

        Next X
    Process.Caption = "Process  60 %"
    Bar1.Value = 60
'**********************arrayG**********************
      For X = 0 To ymax
      For Y = 0 To xmax
      J(X, Y) = k(X, Y)
         DoEvents
      Next Y
   Next X
   Process.Caption = "Process  65 %"
    Bar1.Value = 65
'************************Y-point************************
    For X = 0 To ymax - 2
       For Y = 0 To xmax - 2
          For X1 = 0 To 2
             For Y1 = 0 To 2
               B(X1, Y1) = k(X + X1, Y + Y1)
             Next Y1
           Next X1
           '******* compare ********
           Compare = 0
           If B(1, 1) = 0 Then

              If (B(1, 0) And B(1, 2) = 1) Or (B(0, 1) And B(2, 1) =
1) Or (B(1, 0) And B(0, 2)) Or (B(1, 0) And B(2, 2)) Then
                J(X + 1, Y + 1) = 1
               End If
            End If
            Next Y
        Next X
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Process.Caption = "Process  70 %"
    Bar1.Value = 70

'******************arrayF*****************
      For X = 0 To ymax
      For Y = 0 To xmax
      F(X, Y) = J(X, Y)
         DoEvents
      Next Y
   Next X
   Process.Caption = "Process  75 %"
    Bar1.Value = 75
'********************Y-point******************
    For X = 0 To ymax - 2
       For Y = 0 To xmax - 2
          For X1 = 0 To 2
             For Y1 = 0 To 2
               B(X1, Y1) = J(X + X1, Y + Y1)
             Next Y1
           Next X1
           Process.Caption = "Process  80 %"
    Bar1.Value = 80

           '******* compare ********
     Compare = 0
    If B(1, 1) = 1 Then
    For Y1 = 0 To 1
       X1 = 0
       If B(X1, Y1) < B(X1, Y1 + 1) Then
         Compare = Compare + 1
       End If

       X1 = 2
       If B(X1, Y1) > B(X1, Y1 + 1) Then
         Compare = Compare + 1
       End If
    Next Y1

    For X1 = 0 To 1
        Y1 = 0
        If B(X1, Y1) > B(X1 + 1, Y1) Then
          Compare = Compare + 1
        End If

        Y1 = 2
        If B(X1, Y1) < B(X1 + 1, Y1) Then
          Compare = Compare + 1
        End If
    Next X1

        End If


 '************end:compare***********/

           If Compare = 3 Then
           F(X + 1, Y + 1) = 5
           End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DoEvents
      Next Y
   Next X
   Process.Caption = "Process  90 %"
    Bar1.Value = 90
 '*************end:Y-point***************
Picture2.Refresh

'********pain picture*************
 For X = 0 To ymax
    For Y = 0 To xmax
        If F(X, Y) > 0 Then
        Picture2.PSet (Y, X)
        End If
        DoEvents
     Next Y
  Next X
  Process.Caption = "Process  95 %"
    Bar1.Value = 95
'**********pain picture*************
  For X = 0 To ymax
     For Y = 0 To xmax
        If F(X, Y) = 5 Then
          If F(X - 1, Y - 1) = 1 And (F(X - 1, Y - 2) Or F(X - 2, Y -
1) Or F(X - 2, Y - 2) = 1) Then
            F(X, Y) = 7
            Picture2.Circle (Y, X), 7, RGB(255, 0, 0)
          End If
          If F(X - 1, Y + 1) = 1 And (F(X - 1, Y + 2) Or F(X - 2, Y +
1) Or F(X - 2, Y + 2) = 1) Then
            F(X, Y) = 7
            Picture2.Circle (Y, X), 7, RGB(255, 0, 0)
           End If
           If F(X + 1, Y - 1) = 1 And (F(X + 1, Y - 2) Or F(X + 2, Y
- 1) Or F(X + 2, Y - 2) = 1) Then
            F(X, Y) = 7
            Picture2.Circle (Y, X), 7, RGB(255, 0, 0)
          End If
         If F(X + 1, Y + 1) = 1 And (F(X + 1, Y + 2) Or F(X + 2, Y +
1) Or F(X + 2, Y + 2) = 1) Then
            F(X, Y) = 7
            Picture2.Circle (Y, X), 7, RGB(255, 0, 0)
          End If
        If ((F(X - 1, Y) = 1 And F(X - 2, Y) = 1) Or (F(X + 1, Y) = 1
And F(X + 2, Y) = 1)) And ((F(X, Y - 1) = 1 And F(X, Y - 2) = 1) Or
(F(X, Y + 1) = 1 And F(X, Y + 2) = 1)) Then
           F(X, Y) = 7
        Picture2.Circle (Y, X), 7, RGB(255, 0, 0)
        End If
        If ((F(X, Y - 1) = 1 And F(X, Y - 2) = 1) Or (F(X, Y + 1) = 1
And F(X, Y + 2) = 1)) And ((F(X - 1, Y) = 1 And F(X - 2, Y) = 1) Or
(F(X + 1, Y) = 1 And F(X + 2, Y) = 1)) Then
           F(X, Y) = 7
        Picture2.Circle (Y, X), 7, RGB(255, 0, 0)
        End If

         DoEvents
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        End If
      Next Y
  Next X
  Process.Caption = "Process  97 %"
    Bar1.Value = 97
'********************new**********************
xa = 0
ya = 0
Do Until F(xa, ya) = 1
   xa = xa + 1
   If xa > ymax - 1 Then
   ya = ya + 1
   xa = 0
   End If
   Loop
   If F(xa, ya) = 1 Then
  ' Picture2.Circle (ya, xa), 5, RGB(255, 0, 255)
   End If

xb = 0
yb = xmax - 1
Do Until F(xb, yb) = 1
   xb = xb + 1
   If xb > ymax - 1 Then
   yb = yb - 1
   xb = 0
   End If
   Loop
   If F(xb, yb) = 1 Then
  ' Picture2.Circle (yb, xb), 5, RGB(255, 0, 255)
   End If

xc = 0
yc = 0
Do Until F(xc, yc) = 1
   yc = yc + 1
   If yc > xmax - 1 Then
   xc = xc + 1
   yc = 0
   End If
   Loop
   If F(xc, yc) = 1 Then
  ' Picture2.Circle (yc, xc), 5, RGB(255, 0, 255)
   End If

xd = ymax - 1
yd = 0
Do Until F(xd, yd) = 1
   yd = yd + 1
   If yd > xmax - 1 Then
   xd = xd - 1
   yd = 0
   End If
   Loop
   If F(xd, yd) = 1 Then
  ' Picture2.Circle (yd, xd), 5, RGB(255, 0, 255)
   End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Xmean = (yb - ya) / 2
Ymean = (xd - xc) / 2
  Picture2.Circle (Xmean, Ymean), 5, RGB(255, 0, 255)

'Debug.Print "xa"; xa; "ya"; ya
'Debug.Print "xb"; xb; "yb"; yb
'Debug.Print "xc"; xc; "yc"; yc
'Debug.Print "xd"; xd; "yd"; yd
'Debug.Print "Xmean"; Xmean
'Debug.Print "Ymean"; Ymean
'************************************************
For X = 0 To ymax
       For Y = 0 To xmax
           If F(X, Y) = 7 Then
                i = i + 1
                nx(i) = Y
                my(i) = X

            End If

        DoEvents
      Next Y
Next X
Process.Caption = "Process  98 %"
    Bar1.Value = 98
 '***************coordinate*************
    For i = 1 To i
              If nx(i) <> Xmean Then
               Ay(i) = my(i) - Ymean
               Wx(i) = nx(i) - Xmean
               radians(i) = Atn(Ay(i) / Wx(i))
               degree(i) = radians(i) * (180 / PI)
               R(i) = ((Ay(i) ^ 2) + (Wx(i) ^ 2)) ^ 0.5

                End If
           'Debug.Print "i"; i; "degree "; degree(i)
           'Debug.Print "R"; i; R(i)


    Next i
 '***************end;coordinate**********************

For i = 1 To 60

'Prot1 = Prot1 & degree(i) & "," & R(i) & "|"
Rprot1 = Rprot1 & degree(i) & "|"
Yprot1 = Yprot1 & R(i) & "|"
Text2 = (Yprot1)
'Prot1 = RProt1 & R(i) & "|"
'YRProt1 = YRProt1 & Yprot1 & "," & Rprot1 & "|"
    Next i

i = 0
Xmean = 0
Ymean = 0
Ay(i) = 0
Wx(i) = 0

        DoEvents
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Process.Caption = "Process  99 %"
        Bar1.Value = 99

 '******************end:*************
Process.Caption = "Process Complet"
Bar1.Value = 100
cmdOK.Enabled = True
End Sub
```

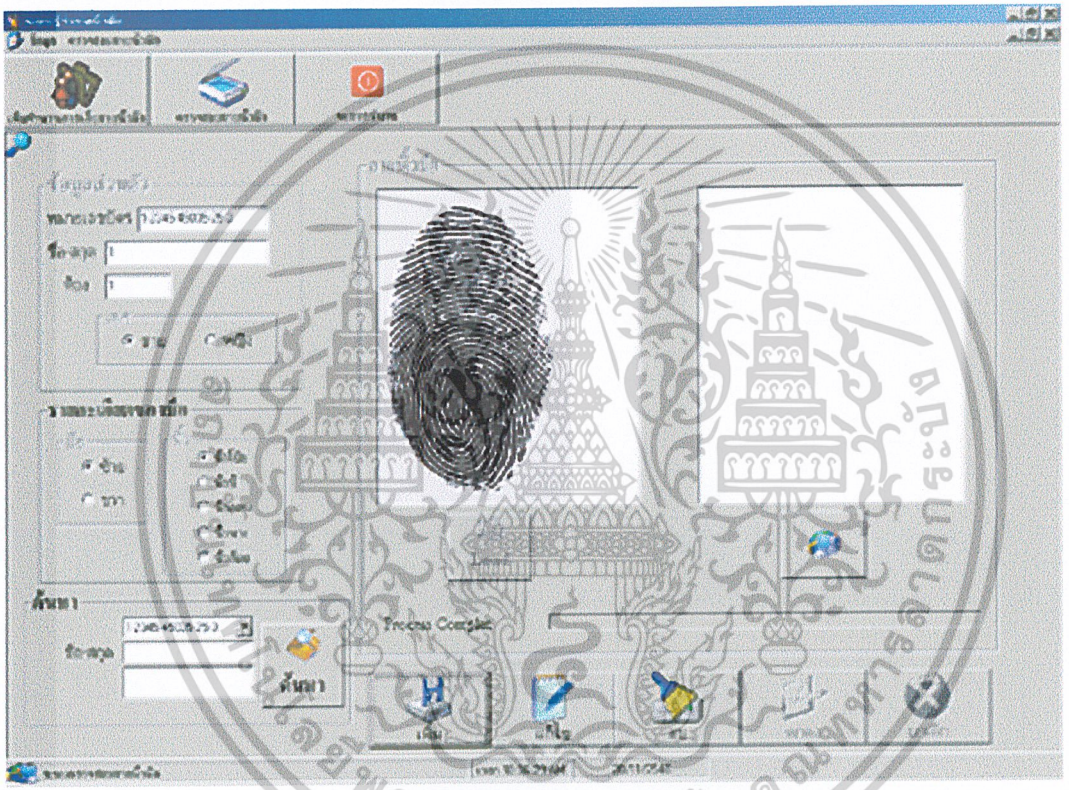

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
ระบบรู้จำลายนิ้วมือ



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

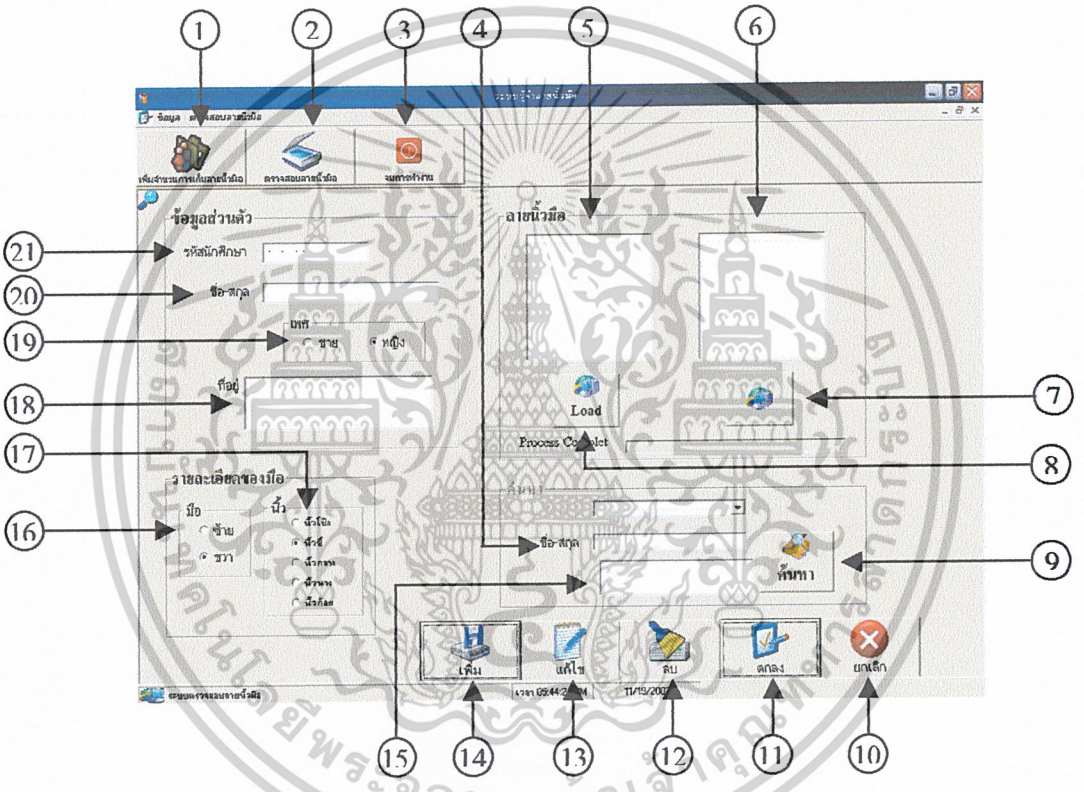
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะลงมือใช้โปรแกรมการรู้จำลายนิ้วมือ ควรจะทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจเพื่อที่จะได้ผลการรู้จำลายนิ้วมือที่ถูกต้อง และเป็นการป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับโปรแกรมการรู้จำลายนิ้วมือ

2. ส่วนประกอบและปุ่มใช้งาน



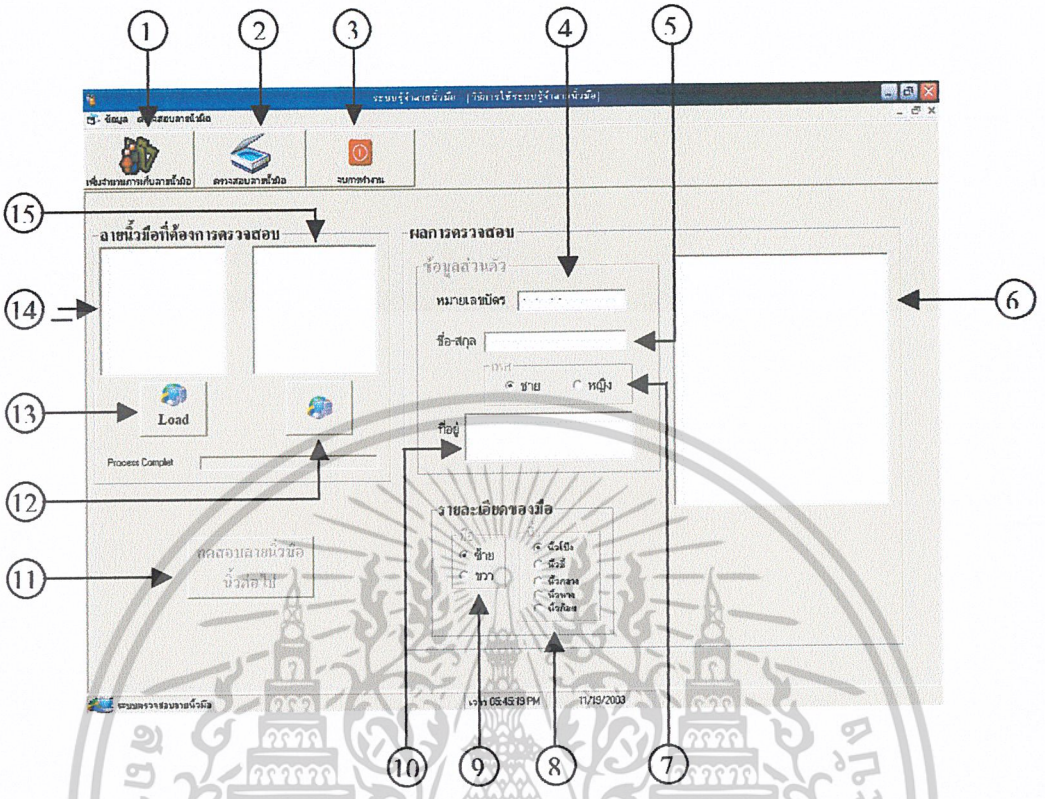
รูปที่ ค.1 ส่วนประกอบและปุ่มใช้งานของโปรแกรมการรู้จำลายนิ้วมือในส่วนที่การเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ค.1 มีรายละเอียดต่างๆดังนี้

(1) ปุ่มสำหรับเพิ่มข้อมูลลงฐานข้อมูล
(2) ปุ่มสำหรับตรวจสอบลายนิ้วมือ
(3) ปุ่มจบการทำงาน
(4) ที่กรอกชื่อที่ใช้ในการค้นหาข้อมูล
(5) ช่องแสดงรูปภาพที่ได้จากการสแกนครั้งแรก
(6) ช่องแสดงรูปภาพที่ได้จากการหาลักษณะเด่นของลายนิ้วมือ
(7) ปุ่มสำหรับการหาลักษณะเด่นของลายนิ้วมือ
(8) ปุ่มสำหรับการ โหลดภาพที่ได้จากการสแกนครั้งแรก
(9) ปุ่มสำหรับการค้นหาข้อมูลในฐานข้อมูล
(10) ปุ่มยกเลิกการเพิ่มข้อมูลลงฐานข้อมูล
(11) ปุ่มสำหรับการตกลงเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล
(12) ปุ่มสำหรับลบข้อมูลในฐานข้อมูล
(13) ปุ่มสำหรับแก้ไขข้อมูลในฐานข้อมูล
(14) ปุ่มสำหรับการกรอกข้อมูล
(15) ช่องแสดงข้อมูลที่ได้จากการค้นหา
(16) ช่องสำหรับคลิกเลือกมือซ้ายหรือมือขวาที่ใช้เก็บข้อมูล
(17) ช่องสำหรับคลิกเลือกนิ้วมือที่ใช้เก็บข้อมูล
(18) ช่องสำหรับกรอกที่อยู่ต่างๆ
(19) ช่องสำหรับคลิกเลือกเพศชายหรือเพศหญิง
(20) ช่องสำหรับกรอกชื่อ - นามสกุล
(21) ช่องสำหรับกรอกรหัสนักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.2 ส่วนประกอบและปุ่มใช้งานของโปรแกรมการรู้จำลายนิ้วมือในส่วนที่การตรวจสอบลายนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ค.2 มีรายละเอียดต่างๆดังนี้

(1) ปุ่มสำหรับเพิ่มข้อมูลลงฐานข้อมูล
(2) ปุ่มสำหรับตรวจสอบลายนิ้วมือ
(3) ปุ่มจบการทำงาน
(4) ช่องแสดงรหัสที่ได้จากการตรวจสอบลายนิ้วมือ
(5) ช่องแสดงชื่อ - นามสกุลที่ได้จากการตรวจสอบลายนิ้วมือ
(6) ช่องแสดงรูปลายนิ้วมือที่ได้จากการตรวจสอบลายนิ้วมือ
(7) ช่องแสดงเพศที่ได้จากการตรวจสอบลายนิ้วมือ
(8) ช่องแสดงนิ้วมือที่ได้จากการตรวจสอบลายนิ้วมือ
(9) ช่องแสดงมือขวาหรือมือซ้ายที่ได้จากการตรวจสอบลายนิ้วมือ
(10) ช่องแสดงที่อยู่ที่ได้จากการตรวจสอบลายนิ้วมือ
(11) ปุ่มสำหรับการตรวจสอบลายนิ้วมือนิ้วต่อไป
(12) ปุ่มสำหรับการหาลักษณะเด่นและทำการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ
(13) ปุ่มสำหรับการโหลดภาพที่ได้จากการสแกนครั้งที่สอง
(14) ช่องแสดงรูปภาพที่ได้จากการสแกนครั้งที่สอง
(15) ช่องแสดงรูปภาพที่ได้จากการหาลักษณะเด่นของลายนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การติดตั้งและใช้งาน

3.1) ให้ทำการก๊อบปี้โฟลเดอร์ที่ชื่อ “Program” ไปไว้ในไดร์วไหนก็ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์

3.2) ทำการดับเบิ้ลคลิกไฟล์ที่ชื่อ “Finger” เพื่อทำการเปิดโปรแกรม

3.3) ทำการเลือกการใช้ปุ่มการทำงาน 3 ปุ่มคือ

- ถ้าต้องการเพิ่มข้อมูลลายนิ้วลงฐานข้อมูลให้เลือกปุ่มที่ 1
- ถ้าต้องการตรวจสอบลายนิ้วมือให้เลือกปุ่มที่ 2
- ถ้าต้องการออกจากโปรแกรมให้เลือกปุ่มที่ 3

3.4) ขั้นตอนการเพิ่มข้อมูลลายนิ้วมือลงฐานข้อมูล

- ให้กรอกข้อมูลรหัสนักศึกษาลงที่ช่อง 21 ข้อมูลชื่อ-นามสกุลลงที่ช่อง 20 ระบุเพศของเจ้าของลายนิ้วมือที่ช่อง 19 ข้อมูลที่อยู่ของเจ้าของลายนิ้วมือที่ช่อง 18 ทำการเลือกนิ้วมือว่าเก็บนิ้วไหนมี ที่ช่อง 17 ทำการเลือกว่าจะเก็บลายนิ้วมือข้างไหนซ้ายหรือขวาเลือกที่ช่อง 16
- ภาพลายนิ้วมือที่ทำการสแกนเข้ามาที่ช่อง 5 โดยการนำภาพเข้ามาโดยปุ่มที่ 8
- ภาพที่ได้รับการหาลักษณะเด่นเรียบร้อยแล้วที่ช่อง 6 โดยใช้ปุ่มที่ 7
- ทำการค้นหาข้อมูลลายนิ้วมือในฐานข้อมูลโดยกรอกข้อมูลช่อง 4 แล้วกดปุ่มที่ 9 จะไปแสดงผลที่ช่อง 15
- ทำการเพิ่มข้อมูลลายนิ้วมือลงฐานข้อมูลโดยการกดปุ่มที่ 14 ถ้าจะลบกดปุ่ม 12 ทำการแก้ไขกดปุ่มที่ 13 แล้วกดปุ่มที่ 11 เป็นการตกลงคล้ายกับปุ่ม ENTER ถ้าไม่ตกลงให้กดปุ่มที่ 10

3.5) ขั้นตอนการตรวจสอบรายนิ้วมือ

- ทำการนำภาพลายนิ้วมือที่จะทำการทดสอบเข้ามาโดยกดปุ่มที่ 13 แล้วภาพจะปรากฏที่ช่อง 14 ทำการหาลักษณะเด่นของลายนิ้วมือโดยกดปุ่มที่ 12โดยภาพจะปรากฏที่ช่อง 15 ถ้าต้องการจะตรวจสอบนิ้วต่อไปให้กดปุ่มที่ 11
- ถ้าเราทำการกดปุ่มที่ 12 แล้วโปรแกรมจะทำการตรวจสอบลายนิ้วมือโดยจะแสดงรายละเอียดของลายนิ้วมือ โดยมีข้อมูลดังต่อไปนี้ รหัสนักศึกษาจะปรากฏที่ช่อง 4 ชื่อ-สกุลที่ช่อง 5 ที่อยู่ที่ช่อง 10 รายละเอียดเกี่ยวกับเพศที่หมายเลข 7 จะบอกว่าเป็นนิ้วไหนที่หมายเลข 8 ว่าเป็นมือข้างไหนที่ เลข 9 แล้วภาพลายนิ้วมือของคนคนเดียวกันจะปรากฏที่ช่อง 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล นายพงษ์ศักดิ์ นวลจริต

วัน เดือน ปีเกิด 16 กันยายน 2523

ภูมิลำเนา 7 หมู่ 3 ตำบลบ้านปง อำเภอสูงเม่น
จังหวัดแพร่ 54130

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านปงหัวหาดวิทยาคม

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนวัดพุทธเกษตรวัดโนนเมือง

มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสูงเม่นชนูอุปถัมภ์

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคแพร่

ปริญญาตรี สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ ความสำเร็จย่อมได้มากับความลำบาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล นางสาวพรพิมล กาวิชัย

วัน เดือน ปีเกิด 17 ธันวาคม 2524

ภูมิลำเนา 126 หมู่ 8 ตำบลเสริมขวา อำเภอเสริมงาม
จังหวัดลำปาง 52210

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านปงหัวทุ่ง

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนปงป่อวิทยา

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยการอาชีพเกาะคา

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โรงเรียนลำปางพาณิชยการและเทคโนโลยี

ปริญญาตรี สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ คนที่ไม่พบปัญหาคือ คนที่ไม่ทำอะไรเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล นายพัลลภ จาตุรัส

วัน เดือน ปีเกิด 8 กันยายน 2524

ภูมิลำเนา 166 ถ.บ้านหัวแหลม ตำบลอัมพวา อำเภออัมพวา
จังหวัดสมุทรสงคราม 75110

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนวิริยะวิทยามูลนิธิ

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนอัมพวันวิทยาลัย

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม

ปริญญาตรี สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ ไม่มีปัญหาใดๆในโลกที่เราไม่สามารถแก้ไขได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นางสาวเสาวลักษณ์ วัฒนานิกร
วัน เดือน ปีเกิด	12 ธันวาคม 2524
ภูมิลำเนา	24 ซอยมณโฑ ถ.ผังเมืองสอง ตำบลสเต็ง อำเภอเมือง จังหวัดยะลา 95000
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนนิบงชนูปถัมภ์
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนคณะราษฎรบำรุงจังหวัดยะลา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคยะลา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคยะลา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ ความลำบากคือ สิ่งที่ต้องเอาชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้