การหาจุด CORE และ DELTA ในภาพพิมพ์ลายนิ้วมือ

(DETECTION OF SINGULAR POINT IN FINGERPRINT IMAGES)

โดย

นาย สมศักดิ์ แซ่จึง

นาย สุรชัย บุญมาพึ่ง

วัน เดือน ปี 1 ต.ค. 2538
เลขทะเบียน 037157
เลขเรียกหนังสือ T 58330 สจ.ม ก

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

037157

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2538

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง

การหาจุด CORE และ DELTA ในภาพพิมพ์ลายนิ้วมือ

(DETECTION OF SINGULAR POINT IN FINGERPRINT IMAGES)

ผู้จัดทำ

1 สมศักดิ์ แซ่จึง เลขประจำตัว 36012123

2. สุรชัย บุญมาพึ่ง เลขประจำตัว 36013315

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผ.ศ. เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมศักดิ์ แซ่จึง
สุรชัย บุญมาพึ่ง
ผ.ศ.เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2538

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการใช้เทคนิคสำหรับการตรวจจับ SINGULAR POINT ซึ่งเป็นจุดเด่นของลายนิ้วมือคือจุด CORE และ DELTA เป็นจุดที่ใช้นำมาเปรียบเทียบลายนิ้วมือ วิธีการนี้ทำโดยหาทางเดินของลายจากภาพพิมพ์ลายนิ้วมือแล้วนำมาตัดเป็นบล็อกของทิศทาง โดยใช้ทิศทางที่มากที่สุดภายในบล็อกเป็นทิศทางของบล็อก โดยแสดงเป็น 8 ทิศทาง 8 สี ต่อจากนั้นทำการประมวลผลภาพบล็อกของทิศทางที่ได้ทำการตรวจทิศทางหาจุด CORE และ DELTA ตามขั้นตอน 6 ขั้นตอนคือ 1.การเลือกจุด CORE และ DELTA ในขั้นแรก (SELECTION) 2.การกำจัดข้อมูลที่ไม่น่าจะเป็น จุดCORE และ DELTA ออก(PRUNING) 3.การหาส่วนโค้งทางด้านบวก (CURVATURE DETECTION) 4 การจัดแบ่งกลุ่มและหาจุดศูนย์กลางของแต่ละกลุ่ม (CLUSTERING) 5.การหาทิศทางหลักของลายนิ้วมือ (FINDING THE AXIS OF THE PATTERN AREA) 6.กำหนดจุด CORE และ DELTA (CORE AND DELTA POINT) หลังจากผ่านขั้นตอนทั้ง 6 ขั้นตอน จะได้จุด CORE และ DELTA ที่ถูกต้อง และมีการเสนอเทคนิคในการหาลักษณะเฉพาะของลายนิ้วมือโดยหาแกนหลักและแกนรองซึ่งใช้หลักการวิเคราะห์องค์ประกอบในการหาค่า Eigenvalue และ Eigenvector เพื่อใช้ในการหาแกนหลักและแกนรอง เพื่อใช้ในการหมุนภาพลายนิ้วมือที่เก็บเข้ามาใหม่จากกล้องเก็บภาพลายนิ้วมือให้มีตำแหน่งการวางลายนิ้วมือที่เหมือนกับตำแหน่งลายนิ้วมือที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ ทำให้การหาจุด CORE และ DELTA ถูกต้องมากยิ่งขึ้นหลังจากผ่านขั้นตอนทั้ง 6 ขั้นตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

This thesis deals with singular point detection techinque included core and delta which is characteristic of " Fingerprint " for comparative by finding the direction of fingerprint, than arrange are the block of direction. By using more direction of block are direction of block show to be eight direction, eight colors . It ' s was simulate six step by software , as 1.selection core and delta 2.pruning 3.curvature 4.clustering 5.finding the axis of the pattern area 6.core and delta point .

The result of six step make to know correct core and delta , than this thesis contain the technique for finding main axis and sub axis of fingerprint by consider factor of eigenvalue and eigenvector for rotate fingerprint position from video camera same fingerprint from memory when comparative .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	หลักการประมวลผลภาพ	5
	2.0 ลักษณะข้อมูลของภาพ	5
	2.1 ความหมายและนิยามของภาพในระบบดิจิตอล	6
	2.2 การแทนภาพด้วยข้อมูลดิจิตอล	7
	2.3 ระบบการประมวลผลทางดิจิตอล	7
	2.4 การส่งแบบสม่ำเสมอและควอนไตเซชั่น	9
	2.5 เทคนิคต่างๆสำหรับการประมวลผล	11
	2.6 พื้นฐานลายนิ้วมือเบื้องต้น	13
	2.7 กฎเกณฑ์ความจริงตัวกลาง	16
บทที่ 3	ทฤษฎี	22
	ขั้นตอนที่ 1 Selection	34
	ขั้นตอนที่ 2 Pruning	36
	ขั้นตอนที่ 3 Curvature Detection	38
	ขั้นตอนที่ 4 Clustering	42
	ขั้นตอนที่ 5 Finding The Axis of The Pattern Area	45
	ขั้นตอนที่ 6 Core and Delta Point	46
	ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง	48
บทที่ 4	การหาแกนหลักและแกนรองของภาพลายนิ้วมือ	77
	ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง	90
บทที่ 5	สรุปงานวิจัย	100
	กิตติกรรมประกาศ	
	หนังสืออ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ลายนิ้วมือถูกใช้เพื่อจำแนกและพิสูจน์บุคคลที่สามารถเชื่อถือได้มามากกว่า 100 ปี แล้ว และถูกใช้ในวงการต่างๆ เช่น ด้านความปลอดภัย การเงินและการธนาคาร และด้านอาชญากรรม ซึ่งจะมีวิธีการใช้งานที่แตกต่างกัน ในด้านอาชญากรรมจำเป็นต้องมีผลการพิสูจน์ที่รวดเร็วและเชื่อถือได้ ดังนั้นจึงมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้แทนมนุษย์เพื่อสร้างระบบที่มีต้นทุนต่ำ รวดเร็วและเชื่อถือได้ ซึ่งจะมีการพัฒนาทั้งระบบอัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติ

ระบบพิสูจน์ลายนิ้วมืออัตโนมัติมีระบบพื้นฐาน 2 ระบบด้วยกันคือ ใช้วิธีการของ Digitalfilter และการจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) และ Coherent Optical Correlation โดยทั่วไป ฟังก์ชันของระบบตรวจสอบลายนิ้วมือสามารถแบ่งตามการทำงานได้ดังนี้ ตรวจจับหรืออ่าน , ลงทะเบียนบันทึกลายนิ้วมือ, จำแนกค้นหา , เปรียบเทียบ

เครื่องอ่านลายนิ้วมือจะต้องสามารถอ่านข้อมูลลายนิ้วมือจากสื่อบางอย่าง ซึ่งวิธีที่ใช้เป็นมาตราฐานในระบบอัตโนมัติคือ การ์ดมาตราฐานที่ได้จากการพิมพ์ลายนิ้วมือด้วยหมึกพิมพ์ เนื่องจากมีคุณภาพของลายนิ้วมือดีมากและราคาถูกกว่าวิธีอื่นๆ ซึ่งจะใช้ SCANNER เป็นตัวอ่านข้อมูล หลังจากนั้นจะเข้าขั้นตอนการประมวลผลภาพ เพื่อแปลงข้อมูลภาพเป็นรหัสข้อมูล สำหรับการเปรียบเทียบในระบบดิจิตอลในขั้นตอนนี้จะมีการปรับปรุงภาพซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ระบบมีความเชื่อถือ การเข้ารหัสของภาพลายนิ้วมือเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อลดข้อมูลในการประมวลผล ในระบบตรวจสอบลายนิ้วมือแบบดิจิตอล จะเลือกใช้คุณสมบัติที่เป็นหนึ่งเดียวบนลาย(Minutiae) มาใช้เข้ารหัส

ขั้นตอนการจำแนกลายนิ้วมือนี้จะเป็นขั้นตอนแบ่งแยกรูปแบบของลายนิ้วมือ ซึ่งขั้นตอนนี้มีส่วนสำคัญมากที่จะทำให้การค้นหาแฟ้มข้อมูลขนาดใหญ่มีความเร็วเพิ่มขึ้น ขั้นตอนการค้นหาและเปรียบเทียบในระบบดิจิตอลจะใช้ขบวนการ Matching

คุณสมบัติที่ทำให้ลายนิ้วมือแต่ละคนไม่เหมือนกันถูกเรียกว่า ลักษณะเด่น(Minutiae) ซึ่งเป็นสิ่งขัดขวางทางเดินของลายนิ้วมือ และเป็นสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นบนลายนิ้วมือ ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้ลายนิ้วมือแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ลักษณะเด่นที่ว่านี้ก็คือ ปลายทาง(Ridge Ending) ทางแยก(Bifurcation) ลายจุด(Dot) และลายสั้นๆ(Short Ridge) โดยปกติลายนิ้วมือ 1 ลาย จะมีลักษณะเด่นมากกว่า 100 แห่ง ซึ่งลักษณะเด่นเพียงไม่ถึง 12 จุดก็สามารถพิสูจน์และใช้เป็นหลักฐานในศาลเพื่อตัดสินความผิดของผู้กระทำผิดถึงแม้จะขาดพยานหลักฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อื่นๆ การบันทึกลักษณะเด่นจนกลายเป็นวิธีมาตราฐานโดยจะบันทึกตำแหน่ง x-y และทิศทางมุมที่เทียบกับแกน x ของลักษณะเด่น ซึ่งการหาทิศทางของลักษณะเด่นไม่ว่าจะเป็นจุดปลายและจุดแยกจะใช้วิธีการเหมือนเดิม

บางระบบที่เป็นแบบกึ่งอัตโนมัติจะใช้ตำแหน่ง CORE , DELTA และลักษณะเด่นโดยเครื่องจะแสดงภาพลายนิ้วมือที่จอภาพแล้วให้ผู้ใช้งานป้อนข้อมูลผ่านทางเครื่อง DIGITIZER หรือจอภาพ (SCREEN-ACTIVATING) หลังจากนั้นเครื่องจะเข้ารหัสลักษณะเด่น และจำแนกลายเส้นระหว่าง CORE และ DELTA เพื่อ Matching กับแฟ้มข้อมูลลายนิ้วมือ

ลายนิ้วมือของคนเราจะเป็นเอกลักษณ์ของแต่ละบุคคล ความแตกต่างกันของลายนิ้วมือได้แก่จุดสำคัญต่างๆ ของลายนิ้วมือของคนเรานั้นเอง จุดสำคัญต่างๆ เหล่านี้ได้แก่ จุด CORE และจุดของ DELTA ดังนั้นจึงเป็นคุณลักษณะเฉพาะตัวของบุคคล จากคุณสมบัติดังกล่าวของลายนิ้วมือ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมาย

ในงานวิจัยนี้จะนำหลักการทางคณิตศาสตร์และทิศทางของลายนิ้วมือมาทำการตรวจเช็คหาจุด CORE และจุด DELTA โดยจะเริ่มจากการพิจารณาจากความน่าจะเป็นส่วนใหญ่ก่อน และตัดจุดที่ไม่น่าจะเป็นออก จนได้จุดที่เป็น CORE และ DELTA ที่ถูกต้อง

ภาพพิมพ์ลายนิ้วมือในอดีต จะต้องเก็บภาพลายนิ้วมือการพิมพ์โดยใช้หมึกพิมพ์และใช้ SCANNER เก็บภาพ หรือใช้เครื่องอ่านลายนิ้วมือเก็บภาพลายนิ้วมือ แล้วนำภาพลายนิ้วมือมาทำการปรับปรุงเพราะภาพลายนิ้วมือที่ได้มีการขาดหรือหายไปบางส่วน จากนั้นนำภาพลายนิ้วมือที่เก็บมาได้มาแปลงเป็นภาพไบนารี่คือมีค่าเป็น " 0 " และ " 1 " เมื่อนำภาพนั้นมาตรวจหาจุดปลายหรือจุดแยก หรือหาจุด CORE และ DELTA ทำให้ผลที่ได้ผิดผลาด

ในปัจจุบันรุ่นพี่ได้ทำเครื่องอ่านภาพพิมพ์ลายนิ้วมือขนาด 512*512 พิกเซล และมีการต่อเครื่องอ่านกับ COMPUTER โดยมีโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องอ่านภาพลายนิ้วมือ มีการกำหนด CONFIG.SYS DEVICE:C\DOS\EMM386.EXE X=D000-DFFF เช่น ตัดค่าระดับความสว่างให้เป็นภาพไบนารี่ได้ หมุนภาพลายนิ้วมือและเก็บภาพลายนิ้วมือได้ จากเครื่องอ่านภาพลายนิ้วมือจะถูกเก็บเป็น 2 แบบ คือ เก็บเป็น .PCX และ .RAW ซึ่งจะใช้หน่วยความจำขนาด 128 กิโลไบต์ 2 ครั้งต่อการเก็บภาพ 1 ภาพ จะได้ภาพขนาด 256*256 พิกเซล แล้วนำภาพที่ได้มากลับภาพ 180 องศา โดยใช้โปรแกรม PHOTOSTYLER ซึ่งจะเก็บเป็นภาพ .BMP จากนั้นนำมาแปลงเป็นภาพ .IMG โดยใช้โปรแกรม BMPTOI.EXE ภาพที่ได้จะเป็นภาพขนาด 256*256 พิกเซล ซึ่งมีค่า 256 ระดับ คือมีค่าตั้งแต่ 0-255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การที่ใช้ CORE และ DELTA เพราะภาพลายนิ้วมือส่วนใหญ่จะมีจุด CORE และ DELTA ทุกลายนิ้วมือ จำนวนลายและระยะห่างของ CORE และ DELTA ของลายนิ้วมือเดียวกันจะมีจำนวนลายและระยะห่างเท่ากัน นำค่าระยะห่างหรือจำนวนลายมาเป็นฐานข้อมูลเมื่อมีการกดลายนิ้วมือเดิม จากนั้นนำระยะห่างของ CORE กับ DELTA หรือจำนวนลายมาเทียบว่าใช่ลายนิ้วมือคนเดียวกันหรือไม่ จึงเป็นวิธีที่ได้ผลถูกต้องกว่าวิธีการตรวจหาจุดปลายและจุดแยก ภาพลายนิ้วมือที่นำมาใช้ไม่ต้องมีการปรับปรุงภาพก่อนเนื่องจากการเก็บภาพจากหมึกพิมพ์จะมีบางส่วนขาดหายไปจึงต้องมีการต่อเส้นลายนิ้วมือก่อนจึงจะนำไปใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการทำงานทั้งหมดของ PROJECT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการประมวลผลภาพ

(Image processing)

ในการประมวลผลสัญญาณภาพด้วยระบบคอมพิวเตอร์ จำเป็นต้องเปลี่ยนข้อมูลหรือสัญญาณภาพที่อยู่ในรูปอนาลอก ให้เป็นสัญญาณทางดิจิตอล เพื่อประโยชน์ในการคำนวณและประมวลผลได้ง่าย ในบทนี้อาจกล่าวถึง ความหมายของภาพในระบบดิจิตอลและคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

2.0 ลักษณะข้อมูลของภาพ

ซึ่งแบ่งตามการจัดเก็บข้อมูลได้เป็น

1. ภาพ 2 ระดับ คือ มีแค่จุดขาวกับดำเท่านั้น โดยแต่ละจุดเป็นข้อมูล 1 bit
2. ภาพ 16 ระดับ ซึ่งในแต่ละจุดภาพจะเป็นข้อมูล 4 bit ซึ่งทำให้สามารถแสดงภาพได้ 16 ระดับสี หรือ 16 ระดับ Graylevel ขึ้นอยู่กับว่าภาพนั้นเป็น ภาพสี หรือภาพขาว-ดำ
3. ภาพ 256 ระดับ ซึ่งในแตละจุดภาพจะเป็นข้อมูล 8 bit ซึ่งทำให้สามารถแสดงภาพได้ 256 ระดับสี หรือระดับ Graylevel ขึ้นอยู่กับภาพนั้นว่าเป็น ภาพสี หรือภาพขาว-ดำ
4. ภาพ TRUE COLOUR ซึ่งในแต่ละจุดภาพจะเป็นข้อมูลขนาด 24 bit ทำให้สามารถแสดงผลภาพได้เหมือนภาพจริงที่สุด เพราะสามารถ แสดงสีได้ถึง 16,777,216 สี ภาพ True colour สามารถแสดงได้เฉพาะภาพสีเท่านั้น ไม่สามารถแสดงภาพขาว-ดำ

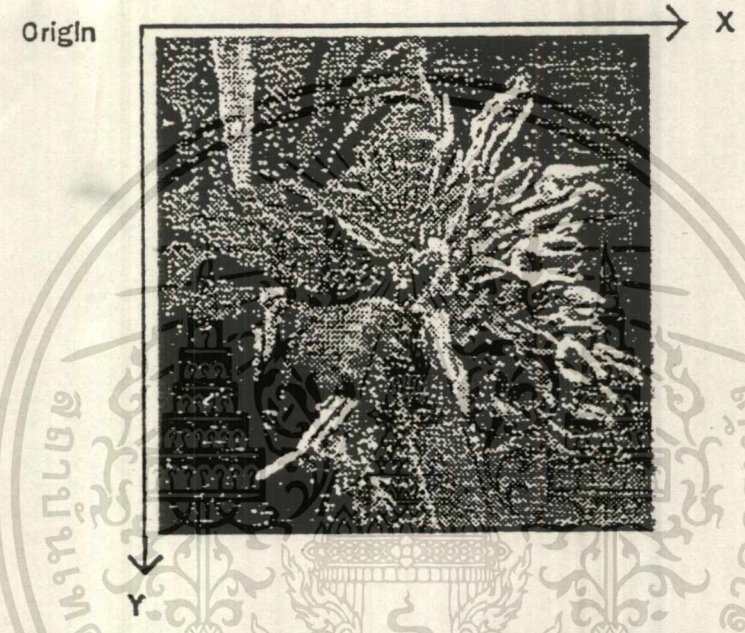
การแสดงภาพนี้ใช้วิธี ตั้งค่าของแม่สีในตารางสี โดยอาจเลือกสีเป็นแบบ 16 สี จาก 64 สี หรือ 16 สี จาก 262144 สี หรือ 256 สี จาก 262,144 ขึ้นอยู่กับ mode การแสดงผล สำหรับ True colour ไม่มีการเลือกสี แสดงผลโดยการส่งค่าสี RGB ผ่าน D/A สีละ 8 bit ออกไปเลย ความแตกต่างของการแสดงภาพสีและภาพขาวดำคือ ภาพขาวดำจะต้องตั้งให้แม่สีแสดงผลได้เพียง 34 ระดับเท่านั้น ยังผลให้เราแสดงภาพ 256 ระดับ ให้เห็นได้เพียง 64 ระดับเท่านั้น หากต้องการให้เห็นจริงทั้ง 256 ระดับต้องแสดงใน mode True colour แล้วให้ RGB มีค่าเท่ากัน ซึ่ง mode นี้ใช้ register 8 bit สำหรับแม่สีแต่ละสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ความหมายและนิยามของภาพในระบบดิจิตอล

ภาพ(Image) ในเชิงคณิตศาสตร์จะหมายถึง ฟังก์ชั่น 2 มิติ f(x,y) โดย x และ y เป็นแกนพิกัดในระนาบ 2 มิติ ค่าฟังก์ชั่น f (x,y) จะเป็นสัดส่วนกับความสว่างหรือความเข้มของภาพ ที่ตำแหน่ง (x,y)

ซึ่งเราเรียก ว่า ระดับสีเทา (Gray level) ในรูปที่ 2.1 แสดงให้เห็นถึงระนาบและจุดพิกัดของภาพ ซึ่งปกติเราจะให้จุดกำเนิดของแกนพิกัด (Cordinate) อยู่ทางมุมบนซ้ายของภาพ



รูป 2.1 ระนาบและพิกัดที่ใช้ในระบบภาพ

ภาพ 2 มิติ ที่แทนด้วยฟังก์ชั่น f(x,y) โดย x และ y เป็นแกนในระนาบของภาพ ค่าของฟังก์ชั่นที่จุด (x,y) คือความเข้มของแสงที่จุดนั้น เนื่องจากแสงเป็นพลังงานรูปหนึ่ง ดังนั้น f(x,y) ต้องไม่เป็นศูนย์ และมีค่า (finite) นั้นคือ

$$0 < f(x,y) < \alpha \qquad \ldots(2.1.1)$$

โดยธรรมชาติของแสง ซึ่งจะต้องมีแหล่งกำเนิดแสงและส่วนที่สะท้อนของแสง ดังนั้นเราสามารถแยกฟังก์ชัน f(x,y) ออกเป็น 2 ส่วนคือ อิลูมินชั่นคอมโพเนนท์ (illuminstion component) และรีเฟล็กแทนท์คอมโพเนนท์ (reflectant component) จะได้ว่า

$$f(x,y) = I(x,y) \times r(x,y) \qquad \ldots(2.1.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ

$$0 < i(x,y) < \alpha \qquad ...(2.1.3)$$

และ

$$0 < r(x,y) < 1 \qquad ...(2.1.4)$$

สมการ (2.4) แสดงให้เห็นว่า ฟังก์ชันการสะท้อนถูกจำกัดขอบเขตระหว่าง 0 (ซึ่งหมายถึง การดูดซึมสมบูรณ์) และ 1 (ซึ่งหมายถึง การสะท้อนโดยสมบูรณ์) ธรรมชาติของ i(x,y) ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดแสง ในขณะที่ r(x,y) ขึ้นอยู่กับวัตถุที่สะท้อนแสงมาเข้าตา

ดังที่กล่าวมาแล้ว ความเข้มของภาพที่จุด (x,y) เราเรียกว่า ระดับสีเทา (Gray level)l จากสมการที่(2.2) ถึง (2.4) จะเห็นว่า l ควรอยู่ในช่วง

$$L_{min} \leq l \leq L_{max} \qquad ...(2.1.5)$$

ในทางทฤษฎี L_{min} ต้องมีค่าบวก ในขณะที่ L_{max} ต้องมีค่าน้อยกว่าอนันต์ ในทางปฏิบัติ $L_{min} = L_{min}\, r_{min}$ และ$L_{max} = L_{max}\, r_{max}$ ช่วงของ (L_{min}, L_{max})เราเรียกว่าช่วงของระดับสีเทา ในทางปฏิบัติโดยใช้หลักคณิตศาสตร์ เรานิยมปรับช่วง (L_{min}, L_{max}) ให้เป็นช่วง (O,L) โดย L=0 หมายถึง ดำสนิท และ L=1 หมายถึง ขาว

2.2 การแทนภาพด้วยข้อมูลแบบดิจิตอล

ภาพดิจิตอล (digital image) เป็นภาพที่ถูกแปลงมาจากภาพอนาลอก อยู่ในรูปตัวเลข โดยภาพอนาลอกถูกแบ่งเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมเล็กๆ ที่เรียกว่า Pixel ในแต่ละ Pixel จะถูกระบุตำแหน่งโดย (x ,y) และค่าระดับสีเทาของ Pixel นั้น คือ f(x ,y) ค่าของ f(x ,y) รูป 2.2 เป็นภาพดิจิตอลขนาด 64 ×64 $Pixel^2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประมวลผลคือ คอมพิวเตอร์ ซึ่งเปรียบเสมือนสมอง ทำหน้าที่ประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลภาพ

ส่วนแสดงผล ทำหน้าที่เปลี่ยนข้อมูลตัวเลข (ซึ่งเป็นระดับสีเทา) ที่เก็บเป็น array ในคอมพิวเตอร์ ให้อยู่ในรูปที่เหมาะสม และสื่อความหมายกับมนุษย์ได้ คือเป็นภาพที่ปกติทั่วไป อุปกรณ์ส่วนนี้ได้แก่ moniter ทีวี เครื่องพิมพ์ที่สามารถแสดงผลในรูปกราฟฟิกได้

ภาพ 1 ภาพ ที่ถูกเปลี่ยนจากสัญญาณ ดิจิตอล สำหรับคอมพิวเตอร์นี้มีขนาดใหญ่ ขึ้นอยู่กับความละเอียดของภาพที่ต้องการ และจะมีผลทำให้ใช้เนื้อที่ในหน่วยความจำมากในการเก็บข้อมูล 1 ภาพเช่น การเก็บภาพ 1 ภาพ ขนาด 256× 256 จุด^2 ที่มีความแตกต่างของระดับความเข้มของแต่ละจุด เทากับ 256 ระดับ จะต้องใช้เนื้อที่ในหน่วยความจำถึง 64 kbyte ในการเก็บภาพนี้ ดังนั้นในปัจจุบันนี้ได้มีการค้นคว้าและวิจัย หาวิธีการที่จะเก็บภาพด้วยคอมพิวเตอร์ โดยให้ใช้เนื้อที่ในหน่วยความจำให้น้อยที่สุด และยังรักษาความละเอียดของภาพตามการใช้งานได้อีกด้วย

2.4 การสุ่มแบบสม่ำเสมอและควอนไตเซชั่น

(Unifrom sampling and Quantization)

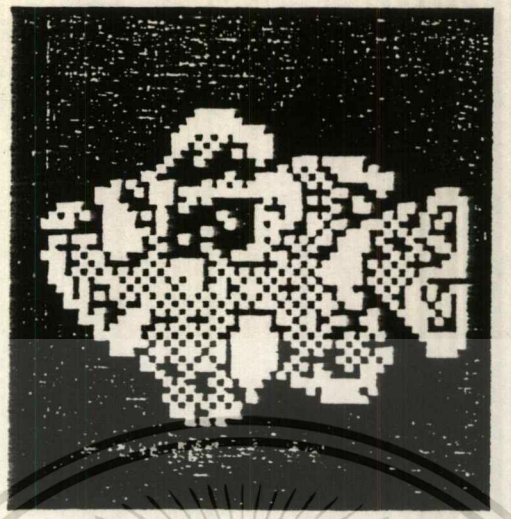
เพื่อที่จะประมวลสัญญาณภาพด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ฟังก์ชั่นของภาพ f(x,y) จะถูก ทำให้เป็นสัญญาณไม่ต่อเนื่อง ทั้งระนาบของภาพ ซึ่งเราเรียกว่า การสุ่มภาพ (image sampling) ของฟังก์ชันที่เรียกว่า การควอนไตเซชั่นระดับสีเทา (gray level quantization)

สมมุติว่าสัญญาณภาพต่อเนื่อง f(x,y) ถูกดิจิไตซ์ ในระนาบ X,Y เป็นช่วงเท่าๆ กัน เราสามารถจัด f(x,y) ให้อยู่ในรูปเมตริกซ์ ขนาด N ×N ได้ดังสมการ (2.4.1)

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \ldots f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \ldots f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \ldots f(N-1,N-1) \end{bmatrix}$$

ทางขวาของสมการ จะเรียกว่าภาพดิจิตอล และทุกๆ สมาชิกของเมตริกซ์จะเรียกว่าพิกเซล

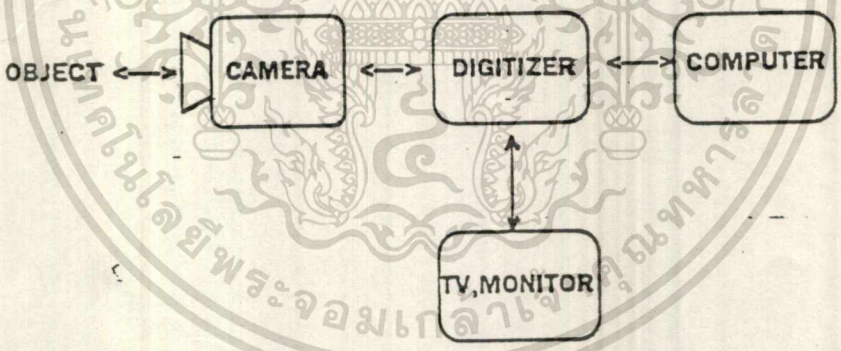
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.2 แสดงภาพดิจิตอลขนาด 64 × 64 Pixel^2

2.3 ระบบการประมวลผลทางดิจิตอล

ระบบการประมวลผลภาพประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณทางด้านดิจิตอล ซึ่งเรียกว่า ดิจิไดเซอร์ (Digitizer) ส่วนประมวลผล (Processing) และส่วนแสดงผล (display) แสดงในรูป 2.3



รูปที่ 2.3 ระบบประมวลผลภาพดิจิตอล

จากรูปที่ 2.3 ส่วนแรกคือ ส่วนที่เปลี่ยนเป็นสัญญาณอนาลอก ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล กล้อง(CAMERA) เปรียบเสมือนดวงตาของมนุษย์ ทำหน้าที่เปลี่ยนภาพวัตถุมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าและส่งให้ ดิจิไดเซอร์ (Digitizer) ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณดิจิตอล อุปกรณ์ส่วนนี้ได้แก่ กล้องโทรทัศน์ดิจิไดเซอร์ ซึ่งภายในประกอบด้วย หลอด วิดิคอน ทำหน้าที่เป็นสื่อนำไฟฟ้าทางแสง ภาพถูกโฟกัสลงบนผิวของหลอด และถูกเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าที่สอดคล้องกับความสว่างของภาพในตำแหน่งนั้นๆ จากนั้น ทำการควอนไดซิ่ง (quantizing) ข้อมูลภาพที่ได้เป็นสัญญาณดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกระบวนการสร้างภาพดิจิตอลข้างต้น จะเห็นว่า เราต้องทราบขนาดความละเอียดของภาพ N X N พิกเซล และจำนวนระดับของ Gray level ในทางปฏิบัติการทำควอนไดเซชั่นในระบบภาพดิจิตอล จะเป็นค่าของ 2 ยกกำลังจำนวนเต็ม คือ

$$N=2^{n} \qquad ...(2.4.2)$$

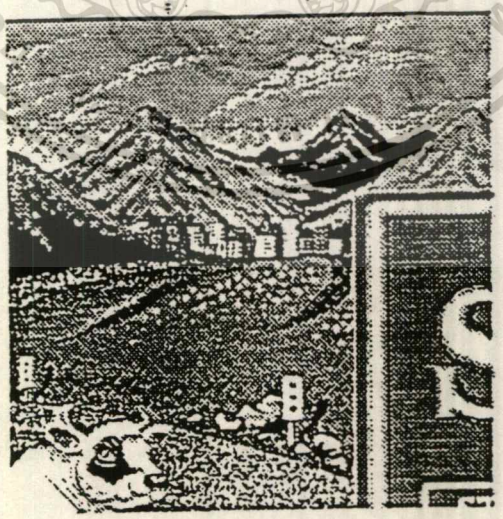
และ

$$G=2^{m} \qquad ...(2.4.3)$$

เมื่อ G คือ จำนวนระดับของ Gray level ดังนั้นจำนวนบิท (bit) ที่ใช้ในการเก็บภาพหนึ่งภาพที่ถูกดิจิไตซ์ คือ

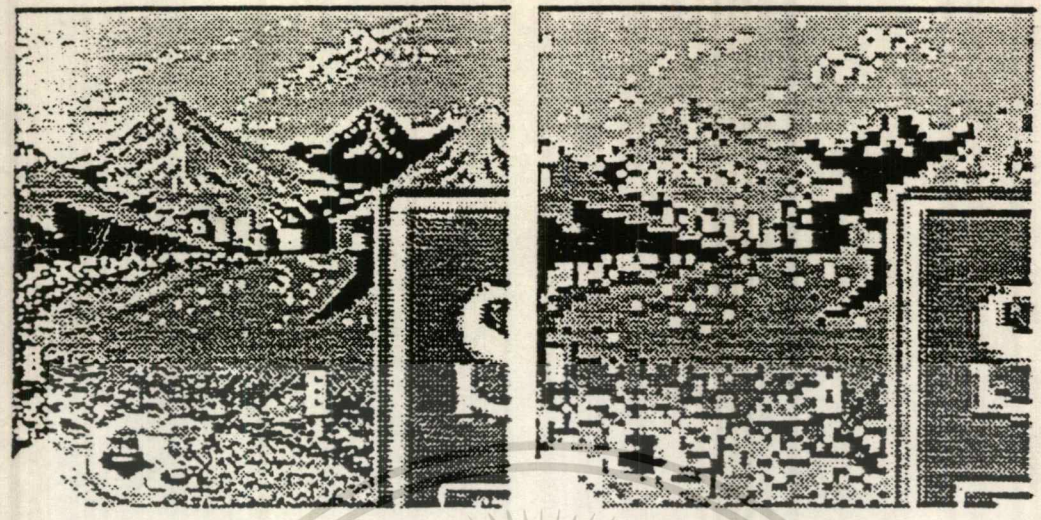
$$B=N \times N \times m \qquad ...(2.4.4)$$

ดังตัวอย่างของภาพขนาด 128 X 128 Pixel และระดับ Gray level จำนวน 256 ระดับ ต้องใช้หน่วยความจำขนาด 131,072 บิท ในรูปที่ 2.4 ได้แสดงการเปรียบเทียบภาพ เมื่อลดความละเอียดของภาพลง และตาราง 2.1 แสดงจำนวนไบท์ที่ใช้ในการเก็บภาพ เมื่อ N และ M เปลี่ยนไป



256 X256

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



128 X 128 64 X64

รูป 2.4 เปรียบเทียบภาพเมื่อลดความละเอียดของภาพลง

ตาราง 2.1 จำนวน BYTE ที่ใช้ในการเก็บภาพ เมื่อ N และ m เปลี่ยนไป

N \ m	1	2	3	4	5	6	7	8
32	128	256	512	512	1024	1024	1024	1024
64	512	1024	2048	2048	4096	4096	4096	4096
128	2048	4096	8192	8192	16384	16384	16384	16384
256	8192	16384	32768	32768	65536	65536	65536	65536
512	32768	65536	131072	131072	262144	262144	262144	262144

2.5 เทคนิคต่าง ๆ สำหรับการประมวลผลภาพ

เทคนิคต่างๆสำหรับการประมวลผลภาพ แบ่งเป็น 4 พวกใหญ่ๆ คือ

1. อิเมจดิจิไดเซชัน (image digitization)
2. อิเมจเอนฮานเมนต์และรีสตอเรชั่น (image enhancement and restoration)
3. อิเมตรีคอมสตรัคชัน (image reconstruction)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 อิมเมจดิจิไตเซชัน (image digitization)

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าหมายถึงความหมายของการ digitize ภาพ ซึ่งความละเอียดของภาพที่ได้ขึ้นอยู่กับการจัดระดับภาพ ในปัจจุบันใช้เครื่องมือทำขบวนการนี้เรียกว่า ดิจิไดเซอร์ (digitizer) ดิจิไดเซอร์สามารถเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลได้ ดังนั้นข้อมูลที่ได้จึงเก็บเป็นเลขไบนารี่ โดยใช้ดิจิไดเซอร์ เป็นตัวจัดการ

2.5.2 อิมเมจเอนฮานแมนท์และรีสตอเรชัน (image enhancement and restoration)

อิมเมจเอนฮานแมนท์เป็นการทำภาพให้อยู่ในรูปที่เหมาะสมขึ้น มีความคมชัดมากขึ้น สำหรับการนำไปใช้งานเฉพาะอย่าง กล่าวคือ วิธีที่ทำภาพ หรือปรับปรุงภาพ X-ray อาจจะไม่เป็นวิธีที่ดี เมื่อนำมาปรับปรุงภาพถ่ายดาวเคราะห์ที่ส่งมาจากการสำรวจทางอวกาศ

วิธีปรับปรุงคุณภาพของภาพ (enhancement) มีหลายวิธี ดังนี้

1 คอนทราสท์เอนฮานแมนต์ (Contrasr enhandement) เป็นวิธีที่ทำให้ภาพคมชัดขึ้น โดยอาศัยฮิสโตแกรม อาจใช้แบบลิเนียร์สเทรท (linear strecth) , พีชลิเนียร์สเทรท (piecewise linear strecth) หรือ อิควอไลเซชัน (equalization)

2 เอดจ์เอนฮานแมนท์ (Edge enhancdment) เป็นการแบ่งแยกความแตกต่างของจุดภาพที่ใกล้เคียงกัน เพื่อหาขอบเขตของภาพ

3. การประมวลผลภาพสีเทียม (Pseudo-color imane processing) เป็นการใช้เทคนิคของการทำ density slicing และการใส่สีเทียมให้กับภาพขาว-ดำ ที่มีระดับ Gray level ต่างๆ กัน

4. การกรองภาพ (Filtering) เพื่อให้ภาพเรียบ (smoothing) หรือคมชัด (sharpening) โดยใช้ตัวกรองความถี่ต่ำ (low pass filter) หรือ ตัวกรองความถี่สูง (high pass filter) ตามลำดับ

ดิเมจรีสตอเรชัน (Image restoration)

เป็นขบวนการในการสร้างภาพกลับคืน โดยการหาค่าขอบเขต และแก้ความคลาดเคลื่อนเนื่องมาจากข้อมูลในภาพผิดพลาดไป หรือเป็นขบวนการสร้างภาพกลับคืน จากภาพที่ถูกทำให้เสียไป เนื่องจาก

ปรากฏการณ์ต่างๆ โดยใช้หลักการของพีชคณิตเชิงเส้น (linear algevra)

2.5.3 ดิเมจรีคอนสตรัคชัน (Image reconstuction)

เป็นวิธีการสร้างภาพตัดขวางของวัตถุ โดยไม่ต้องผ่า เพื่อประมวลผลโดยใช้คอมพิวเตอร์ เราเรียกการสร้างภาพตัดขวางด้วยคอมพิวเตอร์ว่า คอมพิวเตอร์โทโมกราพี่ (Computer tomography)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 พื้นฐานลายนิ้วมือเบื้องต้น

ลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของแต่ละบุคคลอย่างหนึ่งก็คือลายนิ้วมือ เพราะลายนิ้วมือแต่ละบุคคลจะไม่เหมือนกัน ลายนิ้วมือมีลักษณะเป็นลายเส้นที่ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ไม่มีกฎเกณฑ์ ไม่ขึ้นอยู่กับกรรมพันธุ์ ไม่ว่าจะเป็นหญิงหรือชาย หรือเชื้อชาติใดก็ตาม ดังนั้นลายนิ้วมือที่มีลักษณะเป็นเส้นนูนจำนวนมากมาย สามารถที่จะทำการจำแนกลายนิ้วมือออกเป็น 4 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

2.6.1 แบบเส้นโค้ง (Arch)

เป็นลายนิ้วมือที่มีลักษณะโครงสร้างของลายทั้งหมด เป็นเส้นโค้งที่ลากจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งของลายนิ้วมือ โดยเส้นโค้งของลายนิ้วมือจะขนานกับแนวนวนและมีส่วนที่ชันขึ้นเล็กน้อยดังรูปที่ 2.16 (Plain Arch) ส่วน Tented Art ลักษณะลายเส้นโค้งจะทำมุมกันทั้งสามด้านจนมีลักษณะคล้ายรูปสามเหลี่ยม (delta) ดังรูปที่ 2.6.1

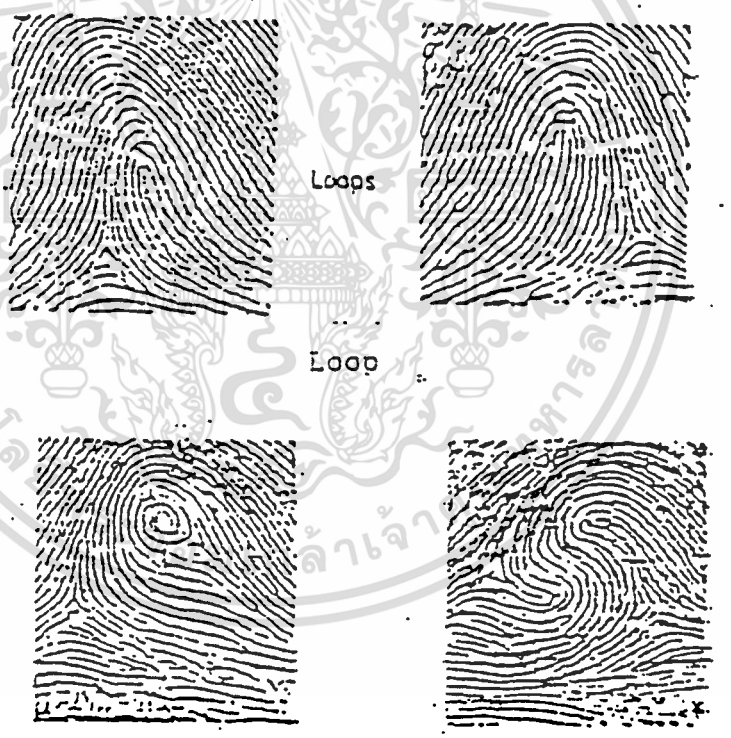
Plain Arch Tented Arch

รูปที่ 2.6.1 ลักษณะลายนิ้วมือแบบเส้นโค้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 แบบลูป (Loop)

ลักษณะโครงสร้างของลาย เป็นเส้นโค้งที่ลากจากด้านหนึ่งของลายนิ้วมือแล้ววกกลับไปออกที่ด้านเดิมของลายนิ้วมือ โดยเส้นโค้งที่เริ่มจากวงที่เล็กสุดจนขยายไปเป็นวงใหญ่ที่สุดโดยเส้นจะไม่ลากมาพบกันและจะประกอบด้วยเส้นโค้งที่เป็นสามเหลี่ยม(delta) ปนอยู่ในภาพลายนิ้วมือแบบลูป ดังรูปที่ 2.14 ยังมีแบบ doubic loop เส้นโค้งจะโค้งเป็นรูปตัว S ดังรูปที่ 2.6.2



รูปที่ 2.6.2 ลักษณะของลายนิ้วมือแบบลูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 แบบก้นหอย (Whorl)

ลักษณะโครงสร้างของลาย เป็นวงวนเข้าหาจุดศูนย์กลาง โดยแต่ละเส้นลายจะวนมาพบกันเป็นวงที่เล็กที่สุดจนขยายเป็นวงใหญ่ที่สุดและจะมีเส้นโค้งที่มีลักษณะเหมือนกับสามเหลี่ยม (delta) อย่างน้อย 2 แห่งจากลายนิ้วมือแบบก้นหอยดังรูปที่ 2.6.3

Plain Whorl

รูปที่ 2.6.3 ลักษณะลายนิ้วมือแบบก้นหอย

2.6.4 แบบรวม (Accidental)

ลักษณะโครงสร้างของลายที่ไม่เข้าแบบใดแบบหนึ่งในสามแบบที่ผ่านมา หรือมีมากกว่าหนึ่งแบบประกอบกัน ดังรูปที่ 2.6.4 ซึ่งเป็นแบบก้นหอยผสมกับแบบลูป

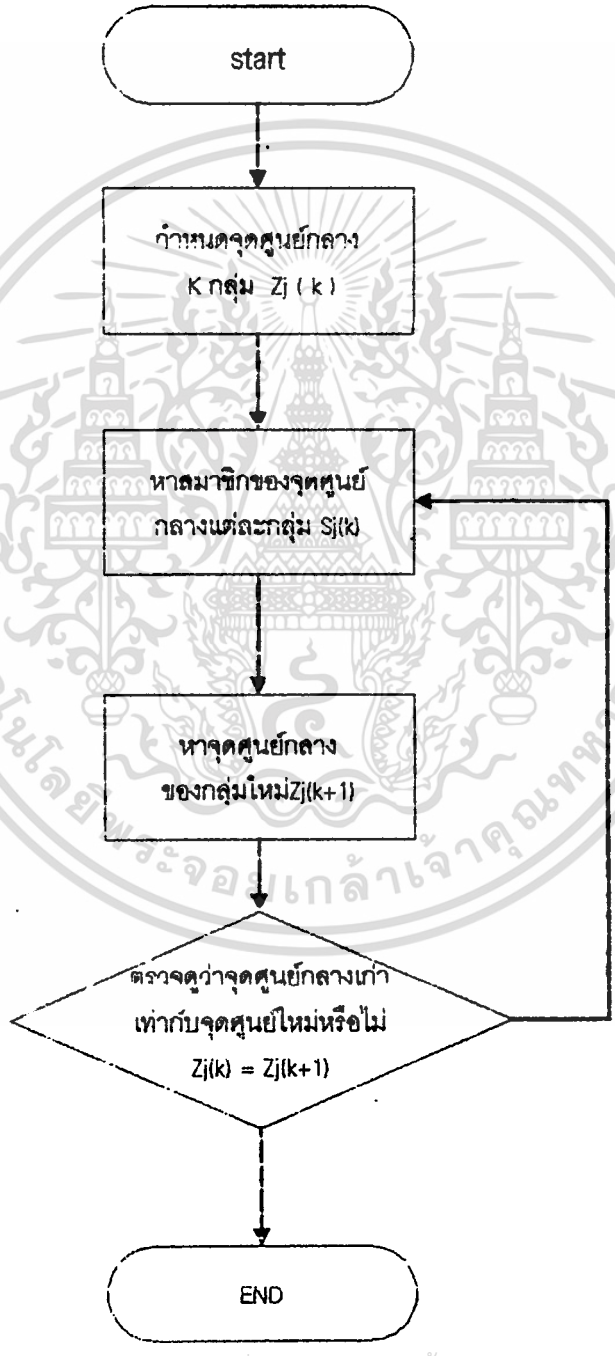
Accidental

รูปที่ 2.6.4 ลักษณะลายนิ้วมือแบบรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

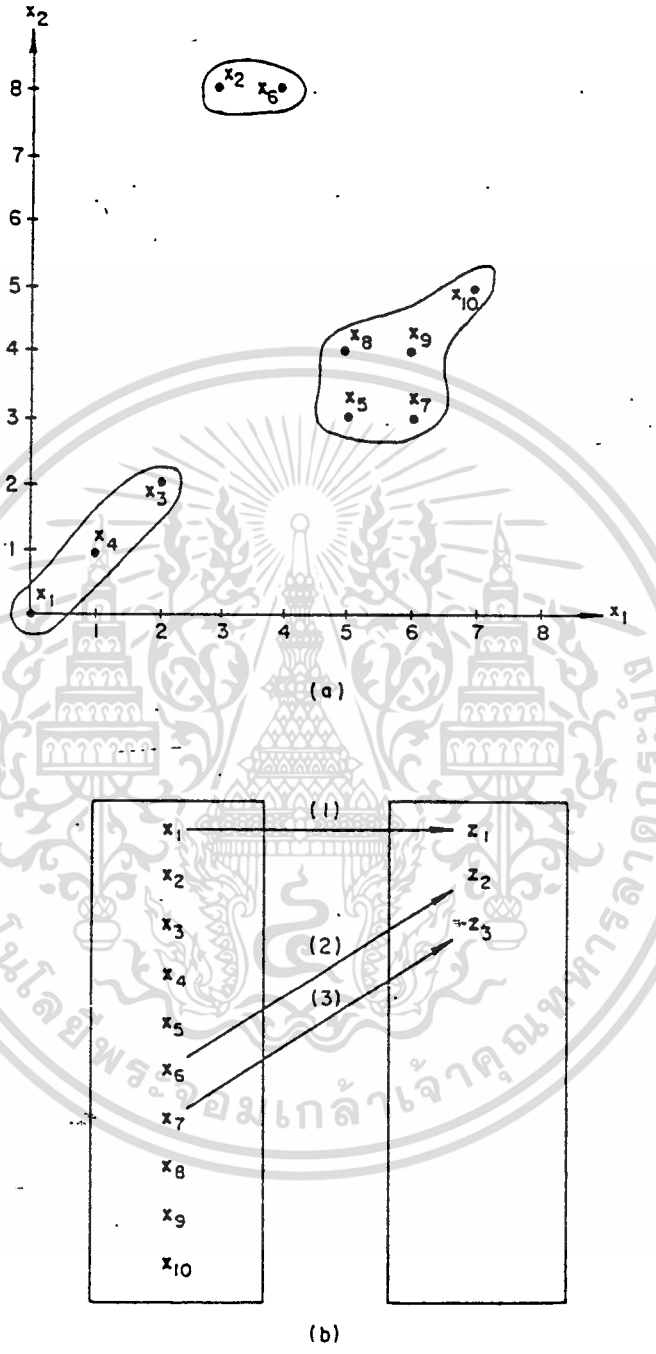
2.7 การหาจุดกลางของกลุ่ม (K - Means Algorithm)

เป็นการหาผลบวกระยะทางกำลังสองจากจุดทุกจุดในกลุ่มไปยังจุดศูนย์กลางของกลุ่ม วิธีการนี้เรียกว่า การหาจุดกลางของกลุ่ม (K-Means Algorithm) ซึ่งมีการกระทำดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.7.1 ลำดับขั้นในการหาจุดกลางของกลุ่ม K



รูปที่ 2 7 2 (a) ตัวอย่างรูปแบบที่จะใช้แสดงเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ความจริงที่ใช้ระยะทางน้อยมาก

(b) ตัวอย่างรูปแบบและตารางของกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 1 เลือกศูนย์กลางของกลุ่มเริ่มต้นจำนวน K กลุ่ม คือ $Z_1(1), Z_2(1), \ldots, Z_k(1)$ จุดนี้เลือกขึ้นเองตามความพอใจ แต่ปกติจะถือเอาจำนวนจุด K จุดแรกเป็นกลุ่มที่เป็นจุดศูนย์กลาง

ขั้นตอนที่ 2 หาสมาชิกของจุดศูนย์กลางแต่ละจุด ว่าจุดใดเป็นสมาชิกของจุดศูนย์กลางไหนโดยใช้ความสัมพันธ์

$$X \in S_j(k) \text{ ถ้า } \|X - Z_j(k)\| < \|X - Z_i(k)\| \qquad (2.7\text{-}1)$$

สำหรับทุกๆ $i = 1, 2, \ldots, K$ ยกเว้น $i = j$ โดยที่ $S_j(k)$ เป็นกลุ่มข้อมูลของจุดศูนย์กลาง $Z_j(k)$ เป็นไปตามสมการสมการ (2.7 - 1)

ตอนที่ 3 หาจุดศูนย์กลางใหม่ $Z_j(k+1), j = 1, 2, \ldots, k$ นั่นคือเพื่อหาผลบวกกำลังสองของระยะทางจากทุกจุดใน $S_j(k)$ ไปยังจุดศูนย์กลางกลุ่มใหม่ที่มีค่าน้อยที่สุด ถ้าหาไม่ได้จุดศูนย์กลางกลุ่มใหญ่ $Z_j(k+1)$ จะถูกคำนวณต่อไปเพื่อทำให้

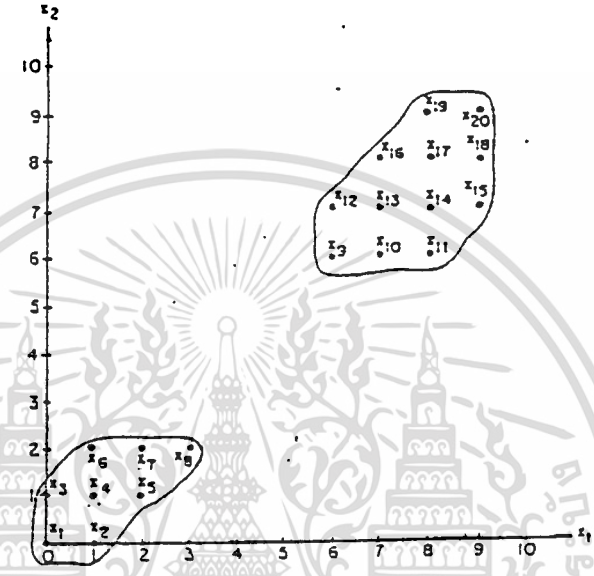
$$J_j = \sum_{x \in S_j(k)} \|X - Z_j(k+1)\|^2, \quad j = 1, 2, \ldots, K \qquad (2.7\text{-}2)$$

มีค่าน้อยที่สุด , $Z_j(k+1)$ ที่มีค่าน้อยที่สุดนี้จะเป็นรูปแบบตัวกลางง่ายๆของ $S_j(k)$ ดังนั้นจุดศูนย์กลางกลุ่มใหม่กำหนดได้โดย

$$Z_j(k+1) = \frac{1}{N_j} \sum_{x \in S_j(k)} X, \quad j = 1, 2, \ldots, K \qquad (2.7\text{-}3)$$

โดยที่ N_j คือจำนวนข้อมูลของกลุ่มใน $S_j(k)$ = สมาชิกของกลุ่มจุดศูนย์กลางใหม่ ซึ่งเกิดจากการที่จุดศูนย์กลางกลุ่มถูกเปลี่ยนแปลงค่าใหม่ สมาชิกของกลุ่มใหม่ถูกเรียงกันไปตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 7 3 ตัวอย่างรูปแบบที่ใช้แสดงการหาจุดกลางของกลุ่ม K

ขั้นตอนที่ 4 เพราะว่า $Z_j(2) \neq Z_j(1)$, $j = 1, 2$ เราจะกลับไปยังขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 2 ด้วยจุดศูนย์กลางกลุ่มใหม่ เราจะได้ $\|X_i - Z_1(2)\| < \|X_i - Z_2(2)\|$ **สำหรับ** $i = 1, 2, \ldots, 8$ และ $\|X_i - Z_2(2)\| < \|X_i - Z_1(2)\|$ **สำหรับ** $i = 9, 10, \ldots, 20$ ดังนั้น $S_1(2) = \{X_1, X_2, \ldots, X_8\}$ และ $S_2(2) = \{X_9, X_{10}, \ldots, X_{20}\}$

ขั้นตอนที่ 3 ปรับปรุงจุดศูนย์กลางกลุ่ม :

$$Z_1(3) = \frac{1}{N_1} \sum_{X \in S_1(2)} X$$
$$= \frac{1}{8}(X_1 + X_2 + \ldots + X_8)$$
$$= \begin{pmatrix} 1.25 \\ 1.13 \end{pmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

037157

ขั้นตอนที่ 4 ถ้า $Z_j(k + 1) = Z_j(k)$ สำหรับ $j = 1,2,.....,K$ ตรวจดูว่าจุดศูนย์กลางเก่าเท่ากับจุดศูนย์กลางใหม่หรือไม่ ถ้าเท่ากันก็ถือว่าจุดนั้นเป็นจุดศูนย์กลางของกลุ่ม ถ้าไม่เท่ากันก็ต้องกลับไปทำในขั้นตอนที่ 2 ใหม่

ตัวอย่าง

เพื่อที่จะแสดงเกี่ยวกับการหาจุดกลางของกลุ่ม K ขอให้เรามาพิจารณารูปแบบดังในรูปที่ 2.7.2 โดยการทำตามวิธีการที่ได้กล่าวมาแล้วเราจะได้

ขั้นตอนที่ 1 ให้ $K = 2$ และเลือกให้ $Z_1(1) = X_1 = (0 ,0)'$, $Z_2(1) = X_2 = (1 ,0)'$

ขั้นตอนที่ 2 เพราะว่า $\|X_1 - Z_1(1)\| < \|X_1 - Z_i(1)\|$ และ $\|X_3 - Z_1(1)\| < \|X_3 - Z_i(1)\|$,$i = 2$ เราจะได้ $S_1(1) = \{ X_1 ,X_3 \}$ ในทำนองเดียวกัน รูปแบบที่ยังเหลืออยู่ที่อยู่ใกล้ $Z_2(1)$ จะถูกกระทำ ดังนั้น $S_2(1) = \{ X_2 ,X_4 ,X_5 ,.... ,X_{20} \}$

ขั้นตอนที่ 3 ปรับปรุงจุดศูนย์กลางกลุ่ม

$$Z_1(2) = \frac{1}{N_1} \sum_{X \in S_1(1)} X$$
$$= \frac{1}{2} (X_1 + X_3)$$
$$= \begin{pmatrix} 0.0 \\ 0.5 \end{pmatrix}$$

$$Z_2(2) = \frac{1}{N_2} \sum_{X \in S_2(1)} X$$
$$= \frac{1}{18} (X_2 + X_4 + ... + X_{20})$$
$$= \begin{pmatrix} 5.67 \\ 5.32 \end{pmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Z_j(3) = \frac{1}{N_2}\sum_{x \in S_2(2)} X$$
$$= \frac{1}{12}(X_9 + X_{10} + \ldots + X_{20})$$
$$= \begin{pmatrix} 7.67 \\ 7.33 \end{pmatrix}$$

ขั้นตอนที่ 4 เพราะว่า $Z_j(3) \neq Z_j(2)$ สำหรับ j = 1 ,2 เราจะต้องกลับไปยังขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 2 กระทำในลักษณะเดียวกับที่ได้ผลเกิดขึ้นมาแล้ว

$$S_1(4) = S_1(3)$$
$$S_2(4) = S_2(3)$$

ขั้นตอนที่ 3 กระทำเช่นเดียวกับที่ได้ผลมาแล้ว

ขั้นตอนที่ 4 เพราะว่า $Z_j(4) = Z_j(3)$ สำหรับ j = 1 ,2 การหาจุดกลางจะเกิดการย้อนกลับผลของจุดศูนย์กลางกลุ่มจะได้

$$Z1 = \begin{pmatrix} 1.25 \\ 1.13 \end{pmatrix}, Z_2 = \begin{pmatrix} 7.67 \\ 7.33 \end{pmatrix}$$

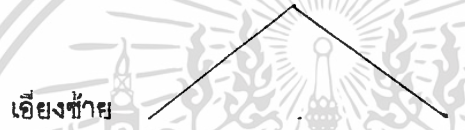
ถ้าสังเกตดูจากข้อมูลในรูปที่ 2.7.3 ก็จะได้จุดกลางของกลุ่มตามที่คำนวนออกมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

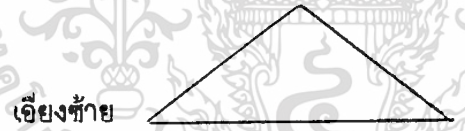
บทที่ 3
ทฤษฎี

SINGULAR POINT ในที่นี้ใช้เรียกจุด CORE และ DELTA ปกติแล้วลายนิ้วมือจะมีจุด CORE 1 จุด และจุด DELTA มี 1-3 จุด (ในลายเส้นโค้งจะมีแต่จุด CORE แต่ไม่มีจุด DELTA)

จุด CORE เป็นจุดส่วนโค้งที่มีค่าความชันเป็นบวก ด้านซ้ายเอียงไปทางซ้ายเป็นมุมที่น้อยกว่า 90 องศา ด้านขวาเอียงไปทางขวาเป็นมุมที่มากกว่า 90 องศา แต่ไม่มีเส้นที่เป็นพื้นฐาน

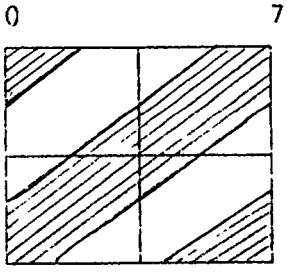


จุด DELTA เป็นสามเหลี่ยม ด้านซ้ายเอียงซ้ายมุมน้อยกว่า 90 องศา ด้านขวาเอียงขวาเป็นมุมที่มากกว่า 90 องศา ด้านล่างมีเส้นฐานในแนวนอน



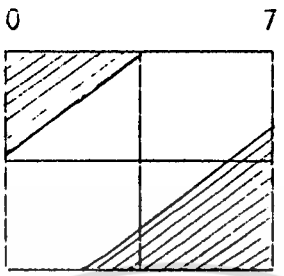
เส้นของฐานแนวนอน

การตัดบล็อกขนาด 8*8 พิกเซลลงในภาพขนาด 256*256 พิกเซล จะได้ 1024 บล็อก ในบล็อกจุดกึ่งกลางคือ (3,3) ในการตัดบล็อกเพื่อหาทิศทางจะต้องการให้ลายซึ่งเป็นสีดำจะอยู่กลางบล็อกและร่องคือส่วนที่เป็นส่วนที่ไม่ใช่ลายคือ ส่วนที่เป็นสีขาว

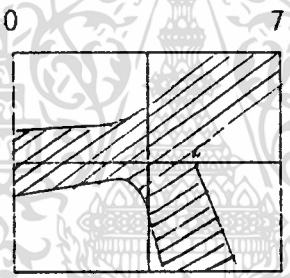


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ในการตัดบล็อกจริงๆ แล้วจะเกิดปัญหาคือ ลายนั้นไม่อยู่ตรงกลางกลายเป็นร่องอยู่ตรงกลางแทน



บางทีอาจจะเป็นทางแยกหรือจุดปลายของลายนิ้วมือ ซึ่งจะเกิดจากการที่ลายนิ้วมือติดกันหรืออาจจะเป็นลายที่ใหญ่ เกิดจากการกดลายนิ้วมือแรงเกินไป



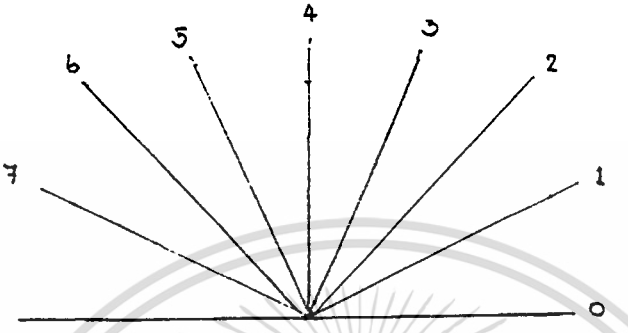
จากสูตร

$$Sd = \sum_{m=0}^{M-1} | G(im,jm) - G(i,j) | \quad \text{จาก } d = 1....N$$

ได้ทำการหาทิศทางของลายนิ้วมือโดยได้ทำการตีความจากสูตร M= จำนวนจุดที่ใช้ในการคำนวน,N= ทิศทางของขนาดภาพลายนิ้วมือ= 256*256 พิกเซล ทิศทางที่ได้ทุกวิธีจะต้องได้ค่าSd น้อยที่สุดของ 7 ทิศ

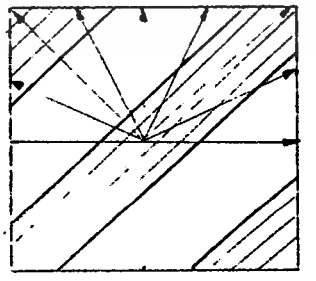
วิธีนี้ทำการตัดบล็อกขนาด 8*8 พิกเซล จะได้ 1024 บล็อก การคำนวนจะเป็นจุดที่ (3,3) กับจุด (4,3) เพราะการคำนวนจะต้องคิดเพียงครั้งเดียวคือ 4 พิกเซล โดยทิศทางที่ 0-4 ใช้จุด (4,3) ทิศทางที่ 5-7 ใช้จุด (3,3) จากนั้นทำการหาทิศทางจากสูตรด้านบนโดยทำการหาทิศทางจากจุดถึงกลางของบล็อกทำการหาจาก 0 องศาถึง 180องศา คิดเฉพาะด้านบนแสดงดังรูปที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



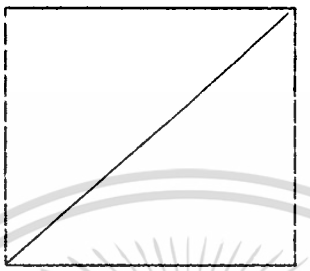
รูปที่ 1

1 คัดบล็อกขนาด 8*8 ในภาพพิมพ์ลายนิ้วมือ



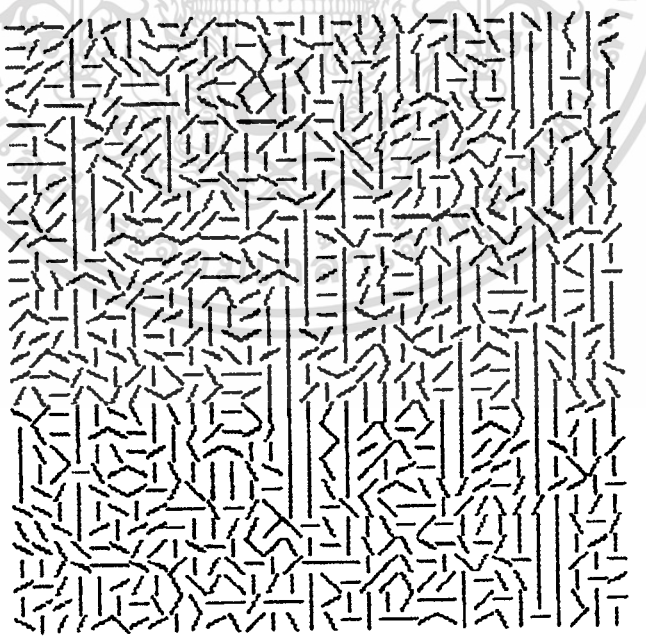
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ภาพบล็อกที่ตัดขยายขนาดและแบ่งครึ่งบล็อก หาทิศทางของลายนิ้วมือทำจากมุม 0 องศา - 180 องศา จากสูตรการหาทิศทาง โดยวิ่งจากจุดกึ่งกลางไปทางซ้าย 4จุด และวิ่งจากจุดกึ่งกลางไปทางขวา 4 จุด



3.ภาพทิศทางที่ได้

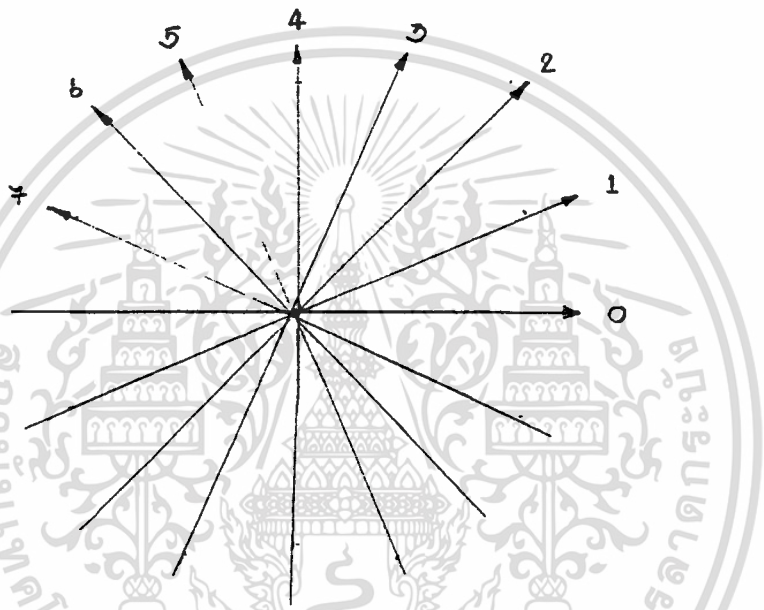
ส่วนผลของการทดลองที่ 1 นั้นจะแสดงในรูปที่ 2 ผลที่ได้จากวิธีที่ 1 นั้นมีผลผิดพลาดก็คือเมื่อจุดกึ่งกลางไม่ใช่ลายที่เป็นร่อง หรือเป็นลายที่ใหญ่และอาจเป็นทิศทางที่ใกล้เคียงกันทำให้ทิศทางผิดเพราะอาจเกิดค่า Sd ที่น้อยที่สุด ผิดไปจากทิศทางจริง



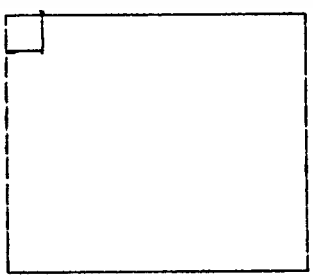
รูปที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีนี้ทำการตัดบล็อกขนาด 8*8 พิกเซล จะได้ 1024 บล็อก การคำนวนจะเป็นจุดที่ (3,3)กับจุด (4,3) เพราะการคำนวนจะต้องคิดเพียงครึ่งเดียวคือ 4 พิกเซล โดยทิศทางที่ 0-4 ใช้จุด (4,3) ทิศทางที่ 5-7 ใช้จุด (3,3) จากนั้นทำการหาทิศทางจากสูตรด้านบนโดยทำการหาทิศทางจากจุดกึ่งกลางของบล็อก แต่แตกต่างคือหาจาก 0 องศา ถึง 360 องศา คือรอบจุดกึ่งกลาง แสดงดังรูปที่ 3

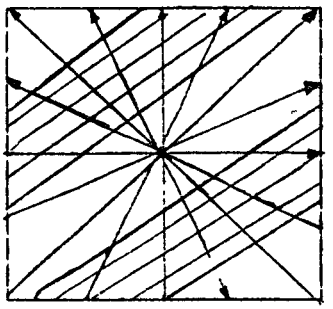


รูปที่ 3

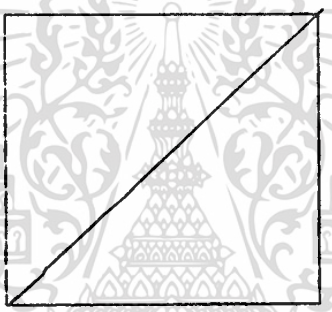


1.ตัดบล็อกขนาด 8*8 ในภาพพิมพ์ลายนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



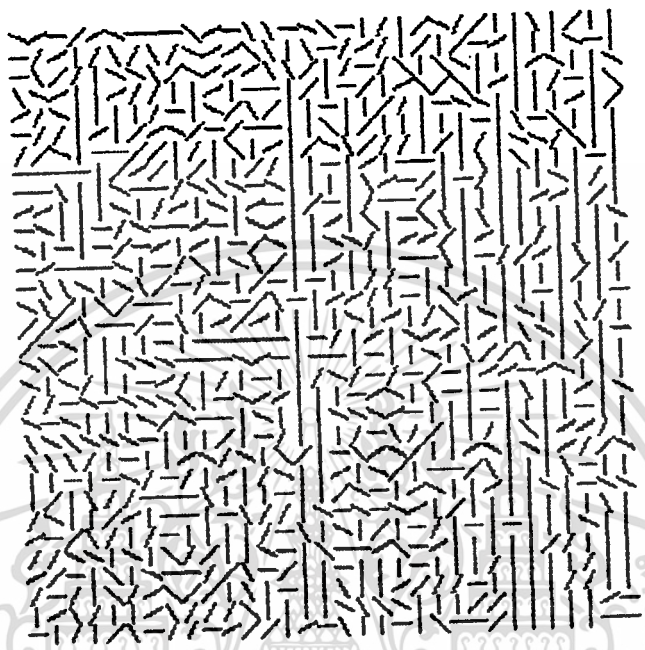
2.ภาพบล็อกที่ตัดขยายขนาดและแบ่งครึ่งบล็อก หาทิศทางของลายนิ้วมือทำจากมุม 0 องศา - 360 องศา จากสูตรการหาทิศทาง โดยวิ่งจากจุดกึ่งกลางไปทางซ้าย 4จุด และวิ่งจากจุดกึ่งกลางไปทางขวา 4 จุด



3.ภาพทิศทางที่ได้

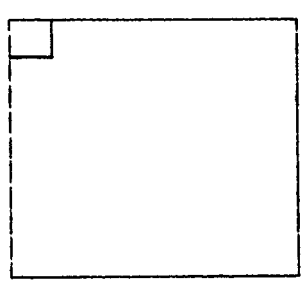
ส่วนผลของการทดลองที่ 2 จะแสดงในรูปที่ 4 ผลที่ได้จากการทดลองที่ 2 จะแก้ปัญหาของวิธีที่ 1เมื่อจุดกึ่งกลางเป็นร่องก็จะหาทิศทางได้ใกล้เคียง แต่วิธีนี้เมื่อเจอการแยกของลายนิ้วมือนั้นผลที่ออกมาผิดจากทิศทางจริงทำให้ผลที่ได้มาไม่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



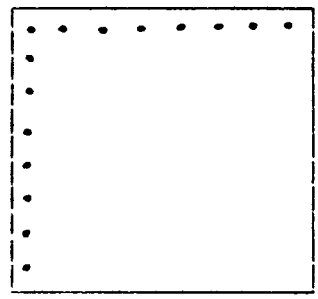
รูปที่ 4

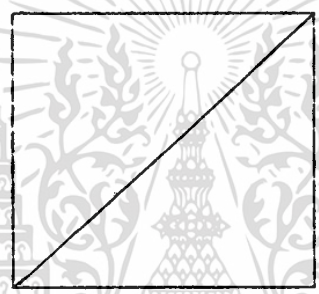
3. วิธีที่ 3 เป็นการตัดบล็อกขนาด 8*8 พิกเซล จะได้ 1024 บล็อก จากนั้นหาทิศทางจากจุดทุกจุดใน บล็อก จากสูตรข้างต้นโดยหาทิศทางรอบจุดนั่นคือ 0 องศา ถึง 360 องศา ดังรูปที่ 3 เมื่อทิศทางแสดงเป็นสีประจำทิศทางนั้นต่อมาหาค่าสีต่อมาหาค่าสีที่มากที่สุดแล้วแสดงทิศทางนั้น



1.ตัดบล็อกขนาด 8*8 ในภาพพิมพ์ลายนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

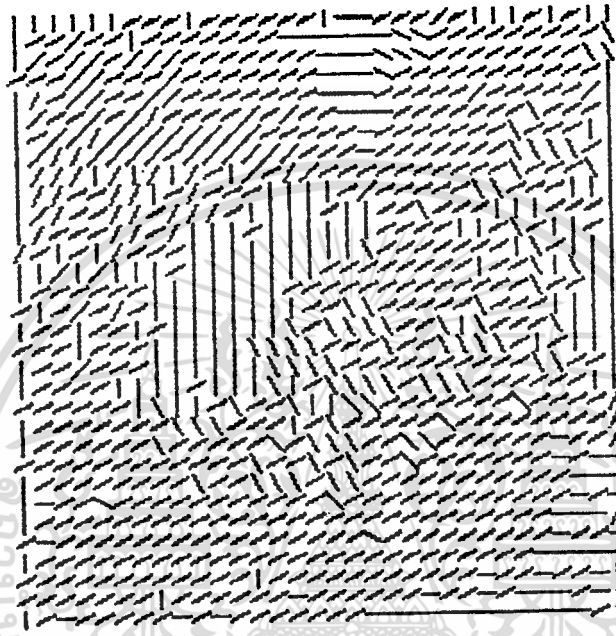




3.หาทิศทางที่มีผลรวมความแตกต่างของระดับสีเทาที่น้อยที่สุด แสดงเป็นสีประจำของทิศทางนั้น ขนาด 64 จุด นำทิศทางของสีที่มากที่สุดแสดงเป็นทิศทางของสีนั้น

ผลการทดลองจากวิธีที่ 3 มีทิศทางใกล้เคียงกับภาพพิมพ์ลายนิ้วมือ แต่ไม่ถูกต้องเลยทีเดียวเพราะค่าของข้อมูลในการนำมาหาทิศทางนั้นน้อยเกินไปแต่ผลที่ได้จะถูกต้องตามวิธีที่ 1 และ 2 ส่วนผลของวิธีนี้จะแสดงในรูปที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

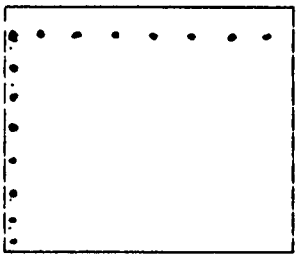


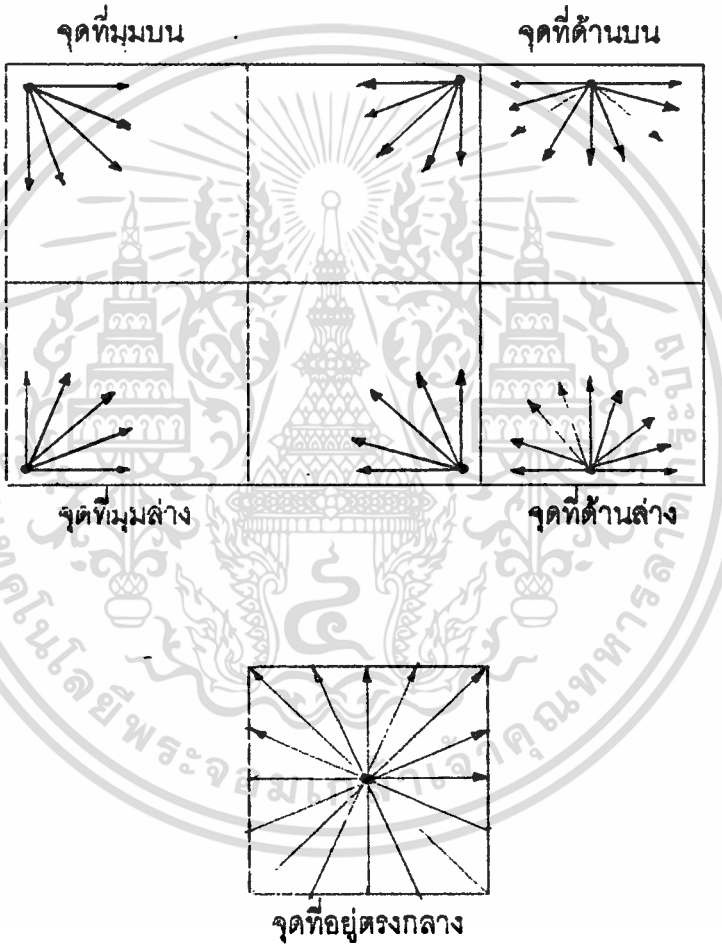
รูปที่ 5

4. วิธีที่ 4 ทำการหาทิศทางจากสูตรด้านบนโดยคิดทุกจุดจากภาพลายนิ้วมือโดยคิดรอบจุด 0 องศาถึง 360 องศา ดังรูปที่ 3 เมื่อได้ทิศทางแสดงเป็นสีแสดงทิศทางนั้น ต่อมาทำการตัดบล็อกขนาด 8*8 พิกเซลจากนั้นทำการหาสิที่มากที่สุด ของBLOCK จากนั้นแสดงเป็นทิศทางของบล็อกนั้น

1 หาทิศทางของทุกจุดของภาพพิมพ์ลายนิ้วมือทั้งภาพขนาด 256*256 จุด โดยใช้สูตรการหาทิศทาง โดยวิ่งจากจุดกึ่งกลางไปทางซ้าย 4 จุด และวิ่งจากจุดกึ่งกลางไปทางขวา 4 จุด ต้องทำทุกจุดของภาพ

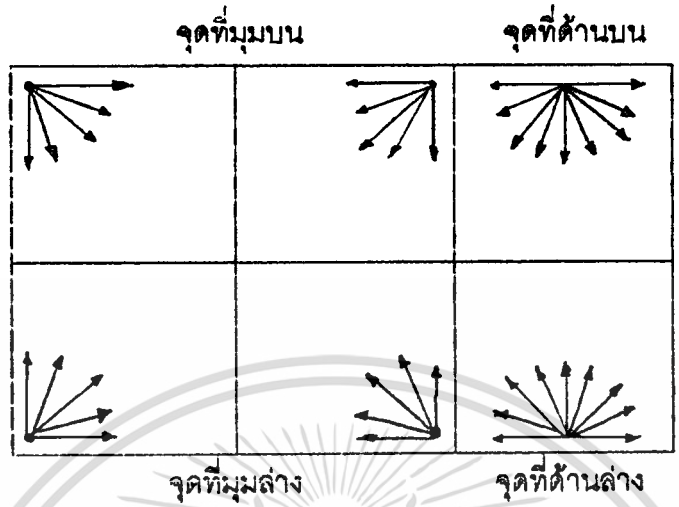
เอกสารนี้เป็นเอกสารสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

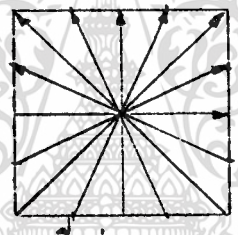




2.หาทิศทางของจุดทุกจุดของภาพพิมพ์ลายนิ้วมือที่ตัดเป็นบล็อกขนาด 64 จุด โดยใช้สูตรการหาทิศทาง โดยวิ่งจากจุดกึ่งกลางไปทางซ้าย 4จุด และวิ่งจากจุดกึ่งกลางไปทางขวา 4 จุด ต้องทำทุกจุดของบล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





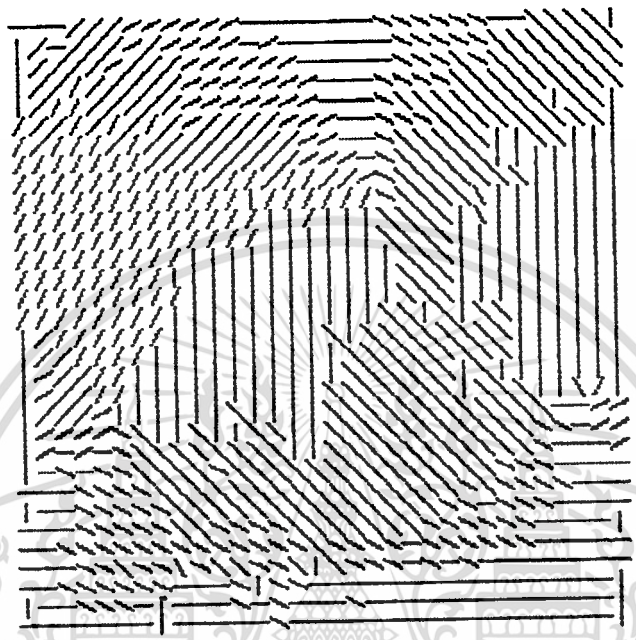
จุดที่อยู่ตรงกลาง

2.แสดงเป็นสีซึ่งแสดงทิศทางของแต่ละจุดทุกจุดของภาพพิมพ์ลายนิ้วมือ โดยใช้สูตรการหาทิศทางของลายนิ้วมือ

3.ตัดบล็อกขนาด 8*8 พิกเซล แล้วหาค่าสีที่มากที่สุด มาแสดงเป็นทิศทางของบล็อก โดยต่อบล็อกทั้งภาพพิมพ์ลายนิ้วมือ

ผลการทดลองจากวิธีนี้จะได้ทิศทางใกล้เคียงที่สุดใน 4 วิธีนี้เพราะข้อมูลในทิศทางนั้นคือข้อมูลทั้งภาพลายนิ้วมือดังแสดงในรูปที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



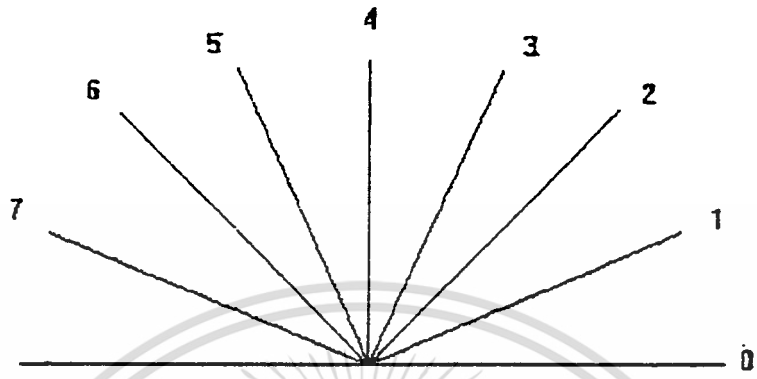
รูปที่ 6

จากภาพลายนิ้วมือ 256 ระดับ โดยขนาดภาพเท่ากับ 512*512 พิเซลต่อภาพ นำมาเข้าสมการ 3.1

$$S_2 = \sum \; | \; G(i_m , j_m) - G(i , j) \; | \qquad \text{for } d = 1 \ldots N \qquad (2.1)$$

โดย $G(i , j)$ และ $G(i_m , j_m)$ เป็นค่า Grey ของจุด (i , j) และ (i_m , j_m) ตามลำดับ M= จำนวนของจุด N=จำนวนของทิศทาง = 8 ทิศทาง (ทิศทางแต่ละทิศทางจะมีมุม = $\pi(d-1)$ เรเดียน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1

จากสมการ2.1 โดยเอาจุดที่ต้องการหาทิศทางคำนวนหาค่าที่จุด(i ,j) แล้วนำค่าของ Grey ที่จุดห่างออกไป 1 จุด (d = 1...N) จนครบ N จุด เมื่อมีทิศทางเดียวกับจุด(i,j) ค่า Sd ที่ทิศทางนั้นจะน้อยที่สุดเพราะข้อมูลลบกันจะเท่ากับ "0" จึงให้จุดนั้นมีสีของทิศทางที่ N

จากนั้นนำภาพสีที่ได้มาเปลี่ยนเป็นบล็อกในที่นี้ใช้ขนาด 8*8 แล้วหาค่าสีของทิศทางที่มากที่สุด แสดงออกมาเป็นลายเส้น โดยแบ่งทิศทางดังนี้

1. เอียงซ้าย มุมจะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ 90°
2. เอียงขวา มุมจะต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 90°
3. เส้นฐาน มุมจะต้องไม่อยู่ระหว่าง 45° - 135°

ขั้นตอนที่ 1 SELECTION

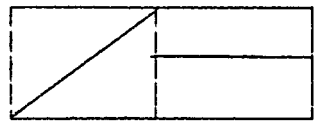
การหาจุด CORE และ DELTA ขั้นแรก

1. CORE POINT CP จะถือว่าเป็น CORE ก็ต่อเมื่อมุมที่แตกต่างของบล็อกทั้งซ้ายมากกว่าหรือเท่ากับ k_1 ($k_1 = 45^{\circ}$) เนื่องจากจุด CORE จะต้องมีด้านซ้ายเอียงซ้ายและด้านขวาเอียงขวา จะต้องมีมุมที่เป็นความแตกต่างระหว่างมุมทางด้านซ้ายและมุมทางด้านขวามีค่าไม่ต่ำกว่า 45 องศาขึ้นไปดังสมการ

$$d\{ B(i,j) - B(i-1,j) \} \geq k_1$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B(i-1,j) บล็อกที่พิจารณา B(i,j)



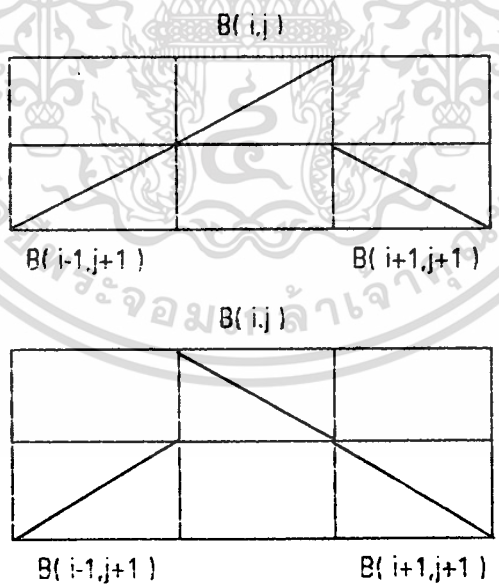
2. DELTA POINT DP ถือว่าเป็นจุด DELTA ก็ต่อเมื่อให้อยู่ในรูปของ mattrix 3*2 เนื่องจากจุด DELTA จะต้องมีด้านซ้ายเอียงซ้าย มีด้านขวาเอียงขวา และมีเส้นฐาน แต่ในสมการนี้จะใช้หลักการพื้นฐาน คือ

B(i-1,j+1) หมายถึงจะเอียงไปทางด้านซ้ายคือมีมุมน้อยกว่าหรือเท่ากับ 90 องศา

B(i+1,j+1) หมายถึงจะเอียงไปทางด้านขวาคือมีมุมมากกว่าหรือเท่ากับ 90 องศา

ส่วน B(i,j) จะอยู่ระหว่าง B(i-1,j+1) กับ B(i+1,j+1) และ B(i,j) จะมีมุมเท่ากับ B(i-1,j+1) หรือมีมุมเท่ากับ B(i+1,j+1) แต่ไม่สามารถที่จะมีมุมเท่ากับ B(i-1,j+1) และ B(i+1,j+1) เพราะจะทำให้บริเวณนั้นไม่เป็นสามเหลี่ยม โดยมีสมการดังนี้

| X B(i ,j) X |
| B(i-1 ,j+1) X B(i+1 ,j+1) |



เมื่อ X ไม่สนใจ

$B(i-1,j+1) \le B(i,j) < B(i+1,j+1)$ or

$B(i-1,j+1) < B(i,j) \le B(i+1,j+1)$

$B(i-1,j+1) \le k_2$ และ $B(i+1,j+1) \ge k_2$ ($k_2 = 90^{\circ}$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 PRUNING

จุด DELTA $DP_k(i\ j)$ **สร้างบล็อกขนาด** S*S (S = 5) H_1 ,H_2 **และ** H_3 **เป็นตัวเก็บความถี่ของทิศทาง** (directional histograms) **โดยแบ่งเป็น** 3 **ส่วน** R_1 ,R_2 **และ** R_3 **ดังรูป** 3.2 R_1 **จะเอียงซ้าย,** R_2 **จะเป็นฐาน และ** R_3 **จะเอียงทางขวา**

ซึ่งจะถือว่าเป็น DELTA **ได้เป็นไปตามสูตร**

$\sum_{k=0}^{N/2-1} H_1(k) = \sum_{k=0}^{3} H_1(k)$ **เป็นผลรวมของทิศทางในส่วนที่เอียงซ้ายคือมีมุมตั้งแต่** 0 องศา - 67.5 องศา

$\sum_{k=N/2}^{N-1} H_1(k) = \sum_{k=4}^{7} H_1(k)$ **เป็นผลรวมของทิศทางในส่วนที่เอียงขวาคือมีมุมตั้งแต่** 90 องศา - 157.5 องศา

$\sum_{k=0}^{N/2} H1(k) + \sum_{k=3N/4}^{N-1} H1(k) = \sum_{k=0}^{2} H_1(k) + \sum_{k=6}^{7} H_1(k)$

เป็นผลรวมของทิศทางในส่วนที่เป็นฐานซึ่งมี 2 **ช่วงคือ**

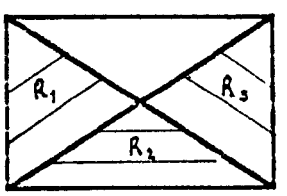
1.มีมุมตั้งแต่ 0 องศา - 45 องศา

2.มีมุมตั้งแต่ 135 องศา - 157.5 องศา

$P_1 = \sum_{k=0}^{N/2-1} H_1(k) \geq$ TR STEP 2

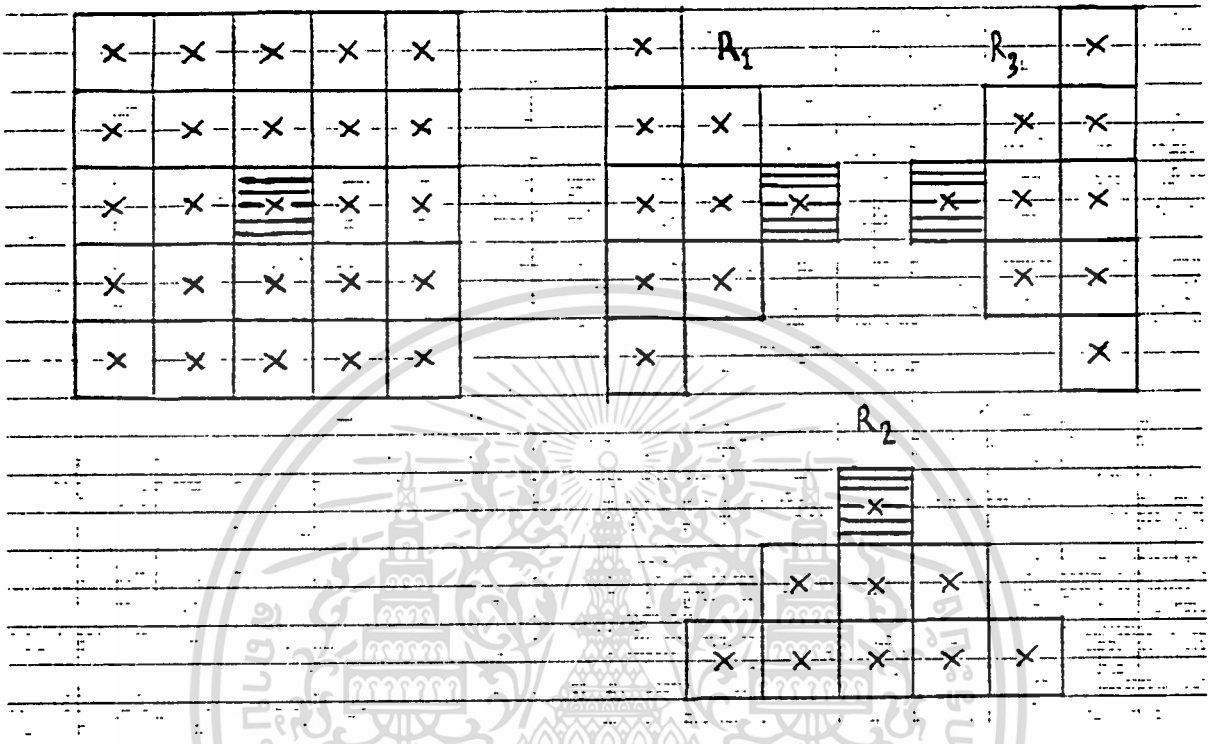
$P_1 \geq \sum_{k=N/2}^{N-1} H_1(k)$ และ $P_1 \geq \sum_{k=0}^{N/4} H_1(k) + \sum_{k=3N/4}^{N-1} H_1(k)$

$P_2 = \sum_{k=0}^{N/4} H_2(k) + \sum_{k=3N/4}^{N-1} H_2(k) \geq t_1$



รูป 3.2 **การแบ่งส่วนของ** DELTA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2.1 การแบ่งส่วนของ DELTA

$$P_2 \geq \sum_{k=0}^{N/2-1} H_2(k) \quad \text{และ} \quad P_2 \geq \sum_{k=N/2}^{N-1} H_2(k);$$

$$P_3 = \sum_{k=N/2}^{N-1} H_3(k) \geq t_1 \,, \; P_3 \geq \sum_{k=0}^{N/2-1} H_3(k) \quad \text{และ}$$

$$P_3 \geq \sum_{k=0}^{N/4} H_3(k) + \sum_{k=3N/4}^{N-1} H_3(k)$$

ใน R_1 จะต้องมีค่าผลรวมของทิศทาง 0 - 3 มากกว่าค่าที่กำหนด TR STEP 2 มากกว่าผลรวมของทิศทาง 1 - 7 และผลรวมของทิศทาง 0 - 2 กับ 6 - 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R_1 จะต้องมีค่าผลรวมของทิศทาง 0 - 2 กับ 6 - 7 ต้องมากกว่าค่าที่กำหนด TR STEP 2 มากกว่าผลรวมของทิศทาง 0 - 3 และผลรวมของทิศทาง 4 - 7

R_3 จะต้องมีค่าผลรวมของทิศทาง 4 - 7 ต้องมากกว่าค่าที่กำหนด TR STEP 2 มากกว่าผลรวมของทิศทาง 0 - 2 และ 6 - 7 และผลรวมของทิศทาง 0 - 3

จุด DELTA ที่ผ่านขั้นตอนนี้จะต้องมีค่าผ่านกับเงื่อนไขที่กำหนดไว้ให้ ข้างต้น

ส่วนของจุด CORE ก็คือ สร้างบล็อคขนาด 5 * 5 แล้วเข้าสมการข้างล่างนี้ ซึ่งเป็นการหาทิศทางที่ร่วมกันเพราะจุด CORE จะเป็นส่วนโค้งและส่วนโค้งนั้นจะประกอบด้วยทิศทางข้างเคียงกัน

$$\max_{k=0}^{N-1} f_1(H_4(k)) < t_2 \text{ STEP 2}$$

ซึ่ง

$$f_1(H(k)) = \sum_{j=(k-1) \bmod N}^{(k+1) \bmod N} H(j)$$

ค่า $f_1(H(k))$ ก็คือ รวมค่าของทิศทางของ H(k +1) กับ H(k) และ H(k - 1) เช่น ทิศทางที่ 0 ก็คือ

$$f_1(H(0)) = H(1) + H(0) + H(7) \text{ เป็นต้น}$$

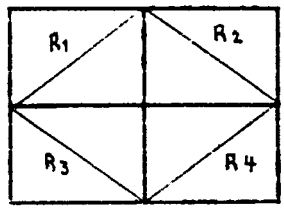
โดยค่าของ $f_1(H(k))$ มากที่สุด จะต้องมากกว่า TR STEP 2จุดที่ผ่านขั้นตอนนี้ไปได้จะผ่านเงื่อนไขของสมการข้างต้น

ขั้นตอนที่ 3 CURVATURE DETECTION

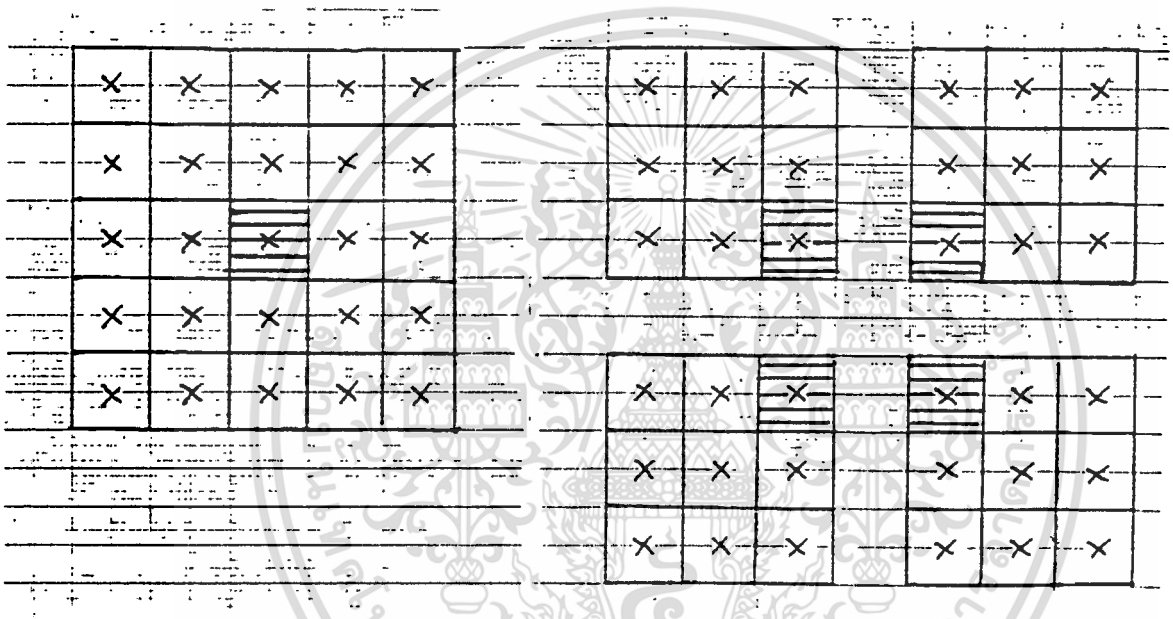
การหาส่วนโค้งด้านบน (CONVEX) โดยนำจุด CORE (CP) ที่ผ่านขั้นตอนที่แล้วมาทำบล็อคขนาด 5* 5 และแบ่งเป็น 4 ส่วน คือความถี่ของทิศทาง H_1 ,H_2 ,H_3 และH_4 และมี R_1 ,R_2 , R_3 และR_4 ดังรูป 3.3

จุดส่วนโค้งที่มีค่าความชันเป็นบวก (CONVEX) H_1 จะเอียงซ้าย และ H_2 เอียงด้านขวา จุดส่วนโค้งที่มีความชันเป็นลบ (CONCAVE) H_3 จะเอียงทางขวาและ H_4 เอียงด้านซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 การแบ่งส่วนของ CORE



รูปที่ 3.3.1

CURV (CP_k (i ,j))

$$= \begin{cases} \text{CONVEX , if } f_{3+}(H_1, H_2) > f_{3-}(H_3, H_4) \\ \quad \text{and } f_{3+}(H_1, H_2) > TR_3 \text{ STEP 3} \\ \text{CONCAVE , if } f_{3+}(H_1, H_2) < f_{3-}(H_3, H_4) \\ \quad \text{and } f_{3-}(H_3, H_4) > TR_3 \text{ STEP 3} \end{cases}$$

ฟังก์ชัน f_3 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$f_{3+}(H_m, H_n, Ho) = \sum_{j=0}^{N-1} w_\alpha(j) H_m(j) + \sum_{j=0}^{N-1} w_\beta(j) H_n(j) + \sum_{j=0}^{N-1} w_\gamma(j)\, Ho(j)$$

$$\alpha = 2,\ \beta = 6,\ \gamma = 4$$

$$f_{3-}(H_m, H_n, Ho) = \sum_{j=0}^{N-1} w_\alpha(j) H_m(j) + \sum_{j=0}^{N-1} w_\beta(j) H_n(j) + \sum_{j=0}^{N-1} w_\gamma(j)\, Ho(j)$$

$$\alpha = 6,\ \beta = 2,\ \gamma = 4$$

w_α และ w_β เป็นตัวคูณโดยจะเน้นที่ทิศทางใด

ตัวอย่าง

การหาส่วนโค้งทางด้านบวก ซึ่งจะเป็นการคำนวนของโปรแกรมโดยใช้ค่า w สามค่าคือ 6, 4, 2 เป็นตัวคูณความถี่กับทิศทางที่ได้

R1 = ทิศทางที่ 2 คูณด้วย 6

ทิศทางที่ 1 กับ 3 คูณด้วย 4

ทิศทางอื่นๆ คูณด้วย 2

R2 = ทิศทางที่ 6 คูณด้วย 6

ทิศทางที่ 5 กับ 7 คูณด้วย 4

ทิศทางอื่นๆ คูณด้วย 2

R3 = ทิศทางที่ 6 คูณด้วย 6

ทิศทางที่ 5 กับ 7 คูณด้วย 4

ทิศทางอื่นๆ คูณด้วย 2

R4 = ทิศทางที่ 2 คูณด้วย 6

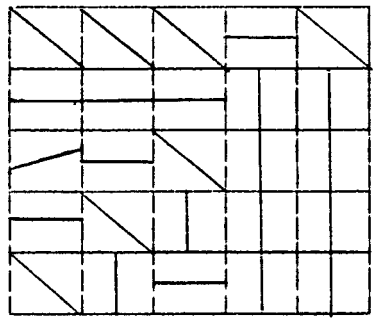
ทิศทางที่ 1 กับ 3 คูณด้วย 4

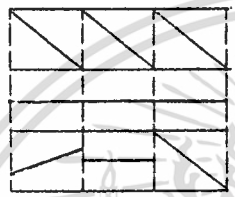
ทิศทางอื่นๆ คูณด้วย 2

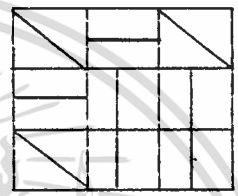
F_{3+} = ค่าของด้าน R1 บวกกับ R2 ซึ่งเป็นความถี่ทางด้านบวก

F_{3-} = ค่าของด้าน R3 บวกกับ R4 ซึ่งเป็นความถี่ทางด้านลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

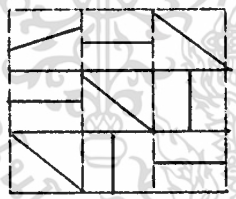


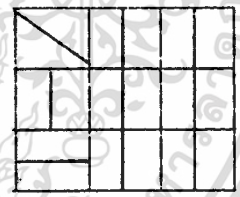




R1

R2





R3

R4

ตารางค่าความถี่ของทิศทางแต่ละส่วน

	H[0]	H[1]	H[2]	H[3]	H[4]	H[5]	H[6]	H[7]
R1	4	1	0	0	0	0	4	0
R2	2	0	0	0	4	0	3	0
R3	3	1	0	0	2	0	3	0
R4	1	0	0	0	0	0	1	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวน

R1 H[0] = 4*2 = 8 H[1] = 1*4 = 4 H[2] = 4*2 = 8 Hm=20

R2 H[0] = 2*2 = 4 H[1] = 4*2 = 8 H[2] = 3*6 = 18 Hn=30

F_{3+} = 50

R3 H[0] = 3*2 = 6 H[1] = 1*2 = 2 H[4] = 2*2 = 4 H[6] = 3*6 =18

Hm=30

R4 H[0] = 1*2 = 2 H[4] = 7*2 = 14 H[6] = 1*2 =2 Hn=18

F_{3-} = 48

ผลจากการทำการหาค่าส่วนโค้งทางด้านบวก F_{3+} กับส่วนโค้งทางด้านลบ F_{3-} จะได้ค่าของ $F_{3+} > F_{3-}$ และค่าของ F_{3+} จะต้องมากกว่า TR3 step 3 จึงจะแสดงว่าจุดกึ่งกลางเป็นจุด CORE ทางด้านบวก

ขั้นตอนที่ 4 CLUSTRING

การหาจุดศูนย์กลางของกลุ่มของ CORE POINT และ DELTA POINT โดยใช้ทฤษฎี K-MEANS ALGORITHM โดยหาจุดที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดในกลุ่ม เพื่อเป็นจุดศูนย์กลางของกลุ่ม โดยทฤษฎีของ K- MEANS ALGORITHM ทั้งหมดจะอยู่ในบทที่ 2 ส่วนโปรแกรมของ K-MEANS ALGORITHM มีการกำหนดค่าจำนวนกลุ่ม K=8 ระยะห่างระหว่างกลุ่ม(Ti)=10 ระยะห่างระหว่างกลุ่ม(Te)=15 ค่าต่างๆที่ได้มามาจากการทดลองหลายครั้งจนได้ค่าที่ดีที่สุด โดยเอาตำแหน่ง (i,j) ของทุกจุดมาแบ่งเป็นกลุ่ม และหาจุดศูนย์กลางของแต่ละกลุ่มหลังจากผ่านการคำนวนก็จะได้จุดศูนย์กลางของกลุ่ม เพื่อที่จะนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป โดยมีตัวอย่างการหาจุดศูนย์ของกลุ่มดังตัวอย่างต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง

เป็นการหาจุดศูนย์กลางโดยใช้ทฤษฎี K-MEANS

$$X = \begin{bmatrix} a1 \\ a2 \end{bmatrix} \quad , \quad Z = \begin{bmatrix} b1 \\ b2 \end{bmatrix}$$

จาก K-MEANS

$$\| X - Z \| = \sqrt{(a1-b1)^2-(a2-b2)^2}$$

k = การแยกกลุ่ม

n = กลุ่มที่ n

m = ทำรอบที่ m

$\| X - Zj(k) \| < \| X - Zi(k) \|$

i = 1,2,3,....,k

เช่น

x1 = (0,0)

$$x1 - z1(1) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \sqrt{(0-0)^2-(0-0)^2} = 0$$

$$x1 - z2(1) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} = \sqrt{(0-1)^2+(0-0)^2} = \sqrt{1}$$

$$x1 - z3(1) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \sqrt{(0-0)^2+(0-1)^2} = \sqrt{1}$$

$$x1 - z4(1) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \sqrt{(0-1)^2+(0-1)^2} = \sqrt{2}$$

$$x1 - z5(1) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix} = \sqrt{(0-2)^2+(0-1)^2} = \sqrt{5}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$x1 - z6(1) = \begin{bmatrix}0\\0\end{bmatrix} - \begin{bmatrix}1\\2\end{bmatrix} = \sqrt{(0-1)^2+(0-2)^2} = \sqrt{5}$$

$$x1 - z7(1) = \begin{bmatrix}0\\0\end{bmatrix} - \begin{bmatrix}2\\2\end{bmatrix} = \sqrt{(0-2)^2+(0-2)^2} = \sqrt{8}$$

$$x1 - z8(1) = \begin{bmatrix}0\\0\end{bmatrix} - \begin{bmatrix}3\\2\end{bmatrix} = \sqrt{(0-3)^2+(0-2)^2} = \sqrt{13}$$

$$x1 - z9(1) = \begin{bmatrix}0\\0\end{bmatrix} - \begin{bmatrix}6\\6\end{bmatrix} = \sqrt{(0-6)^2+(0-6)^2} = \sqrt{72}$$

$$x1 - z10(1) = \begin{bmatrix}0\\0\end{bmatrix} - \begin{bmatrix}7\\6\end{bmatrix} = \sqrt{(0-7)^2+(0-6)^2} = \sqrt{85}$$

$$x1 - z11(1) = \begin{bmatrix}0\\0\end{bmatrix} - \begin{bmatrix}8\\6\end{bmatrix} = \sqrt{(0-8)^2+(0-6)^2} = \sqrt{100}$$

$$x1 - z12(1) = \begin{bmatrix}0\\0\end{bmatrix} - \begin{bmatrix}6\\7\end{bmatrix} = \sqrt{(0-6)^2+(0-7)^2} = \sqrt{85}$$

$$x1 - z13(1) = \begin{bmatrix}0\\0\end{bmatrix} - \begin{bmatrix}7\\7\end{bmatrix} = \sqrt{(0-7)^2+(0-7)^2} = \sqrt{98}$$

$$x1 - z14(1) = \begin{bmatrix}0\\0\end{bmatrix} - \begin{bmatrix}8\\7\end{bmatrix} = \sqrt{(0-8)^2+(0-7)^2} = \sqrt{113}$$

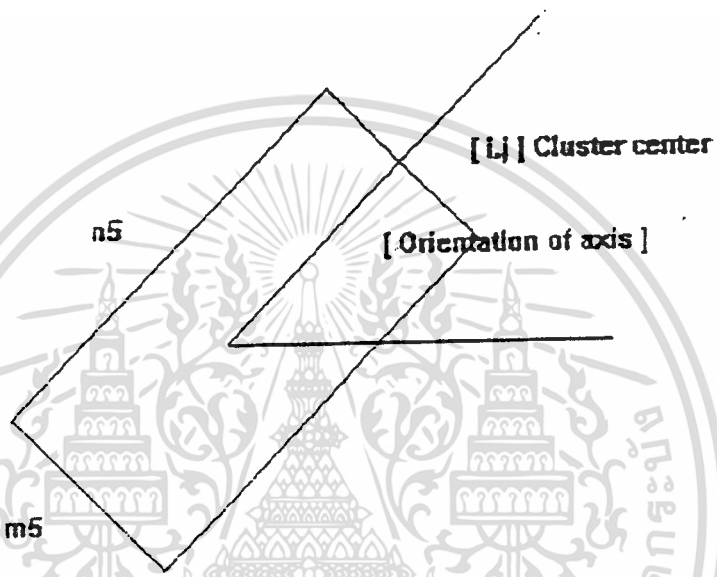
ค่า $\| x-1 \|$ อยู่ระหว่าง 0 ถึง ti=40 ถ้าเกิน te=15 ก็จะจัดกลุ่มเพิ่มขึ้นมาอีก ต้องวนกลับไปทำขั้นตอนที่ 2 ทำจนครบ 4 รอบ และ Zi(4)=Zj(3) ทำให้ Zj(4) เป็นจุดศูนย์กลางของกลุ่ม

$$Z1 = \begin{bmatrix}1.25\\1.13\end{bmatrix} \quad , \quad Z2 = \begin{bmatrix}7.67\\7.33\end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 5 FINDING THE AXIS OF THE PATTERN AREA

หามุมของแกนหลักของ CORE POINT (A_c) จากลายนิ้วมือ โดยเป็นฮิสโตแกรม μ = 0... N-1 โดยการสร้างบล็อค ขนาด M_1*M_2 (ในที่นี้ใช้ 5*7) หมุนเป็นมุม $\frac{\pi\mu}{N}$ เรเดียน



รูปที่ 3.6

ค่า H_μ ,μ= 0. N-1 คำนวนค่าข้อมูลในบล็อค และหมุนบล็อครอบจุด Cluster centre โดยบล็อคหมุนเป็นมุม $\frac{\pi\mu}{N}$ เรเดียน ซึ่งมุม μ ซึ่งมีค่าของ f_s มากที่สุดก็คือมุมหลัก

โดยทิศทางที่ตัวคูณมีค่าเท่ากับ 6 คือ ทิศทางที่เป็นทิศทางของบล็อก ส่วนตัวคูณที่มีค่าเท่ากับ 4 คือ ทิศทางของบล็อกบวกกับหนึ่งและ ทิศทางของบล็อกลบกับหนึ่ง ส่วนทิศทางนอกเหนือจากที่กล่าวมาให้คูณด้วย 2

$$f_{s\mu}(H_\alpha) > f_{s\mu} (H_\mu) \quad \text{for all } \alpha \neq \mu , 0 \leq \alpha , \mu \leq \text{N-1}$$

เมื่อ

$$f_{s\mu}(H) = \sum_{i=0}^{N-1} w_\mu(i) H(i)$$

ค่า w_μ ใช้ค่าเดียวกับขั้นตอนที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 6 CORE AND DELTA POINT

จุด CORE **และ** DELTA **ที่ผ่านขั้นตอนข้างต้นแล้ว มาหาค่า** P (PROBABILITY) **ที่มากที่สุดในแต่ละกลุ่ม**

จุด DELTA **ให้หาค่า** P **มี** H_1, H_2 **และ** H_3 **และแบ่งเป็น** R_1, R_2 **และ** R_3 **ตามรูปที่** 3.2

R1 = ทิศทางที่ 2 คูณด้วย 6

ทิศทางที่ 1 กับ 3 คูณด้วย 4

ทิศทางอื่นๆ คูณด้วย 2

R2 = ทิศทางที่ 0 คูณด้วย 6

ทิศทางที่ 1 กับ 7 คูณด้วย 4

ทิศทางอื่นๆ คูณด้วย 2

R3 = ทิศทางที่ 6 คูณด้วย 6

ทิศทางที่ 5 กับ 7 คูณด้วย 4

$$P = \sum_{j=1}^{3} f_{6\alpha}(H_j)$$

ซึ่ง

$$f_{6\alpha}(H) = \sum_{i=0}^{N-1} w_\alpha(i)H(i)$$

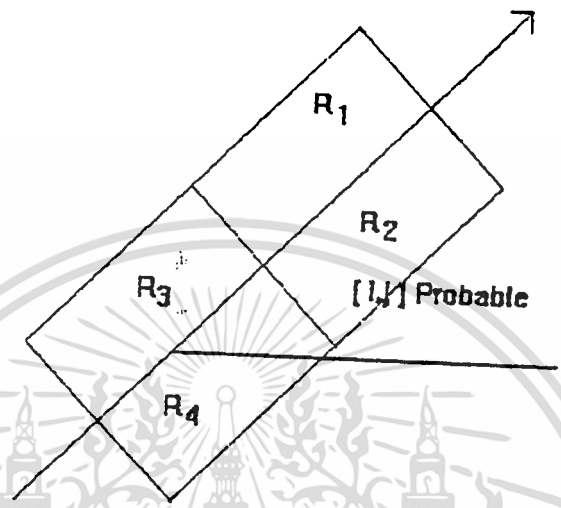
w_α **ใช้ค่าตัวคูณที่ใช้ในขั้นตอนก่อนหน้านี้**

ส่วนจุด CORE **หาค่า** P **โดยใช้ฮิสโตแกรม** H_1, H_2, H_3 **และ** H_4 **แบ่งเป็นส่วนๆ คือ** R_1, R_2, R_3 **และ** R_4 **ตามลำดับ ตามมุมของแกนหลัก** A_k **จากจุดส่วนโค้งความชันเป็นบวก โดยค่าของตัวคูณเท่ากับทิศทางของ** Ak **ส่วนค่าตัวคูณเท่ากับ** 4 **จะใช้กับทิศทาง** A_{k+1} **กับ** A_{k-1} **ส่วนทิศทางอื่นๆ คูณด้วย** 2

$$P = \sum_{j=1}^{4} f_{7\alpha}(H) \qquad \text{เมื่อ} \quad f_{7\alpha}(H) = \sum_{i=0}^{N-1} w_\alpha(i)H(i)$$

โดยการหมุนของ DELTA **จะหมุนตามทิศทางของข้อมูล และค่าตัวคูณสูงสุดจะเป็นค่าทิศทางของข้อมูล ส่วน** CORE **ให้สร้างบล็อคขนาด** 5*7 **แล้วแบ่งส่วนตามรูป** 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7

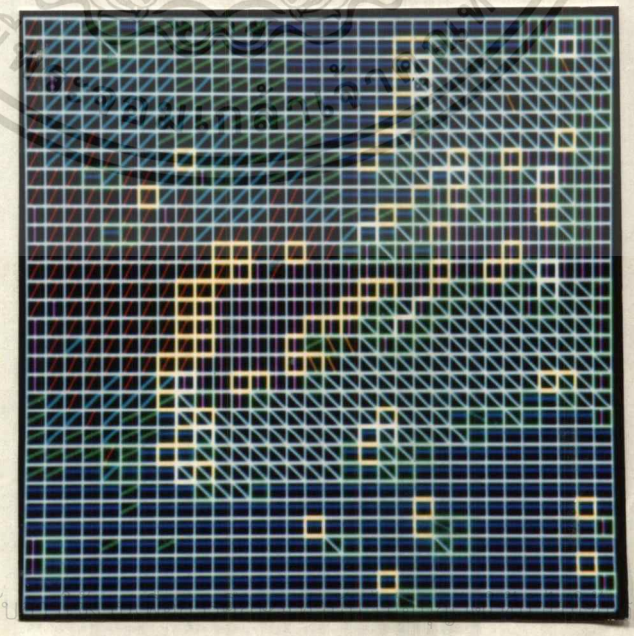
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากการทดลองนี้ ได้ใช้ภาพลายนิ้วมือสองชนิดคือ 1.ภาพลายนิ้วมือจากสแกนเนอร์ 2. ภาพลายนิ้วมือจากการเก็บภาพลายนิ้วมือ ในผลการทดลองนี้ได้นำเสนอผลทั้งสองแบบ

รูปที่ 3.8 ภาพลายนิ้วมือจากสแกนเนอร์

จากรูปที่ 3.8 เป็นภาพลายนิ้วมือซึ่งได้จากสแกนเนอร์และนำมาหาทิศทางของลายเส้นดัง รูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ ะโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นภาพการหา CORE (บล็อกสีเขียว) และ DELTA (บล็อกสีเหลือง) ถ้าเป็นทั้ง CORE และ DELTA (บล็อกสีขาว) ในขั้นตอนที่ 1 (step 1) โดยรายละเอียดของบล็อกต่างๆหมายถึง

บล็อกสีน้ำเงินหมายถึงทิศทางที่ 0 หรือมุม 0 องศา

บล็อกสีเขียวหมายถึงทิศทางที่ 1 หรือมุม 22.5 องศา

บล็อกสีฟ้าหมายถึงทิศทางที่ 2 หรือมุม 45 องศา

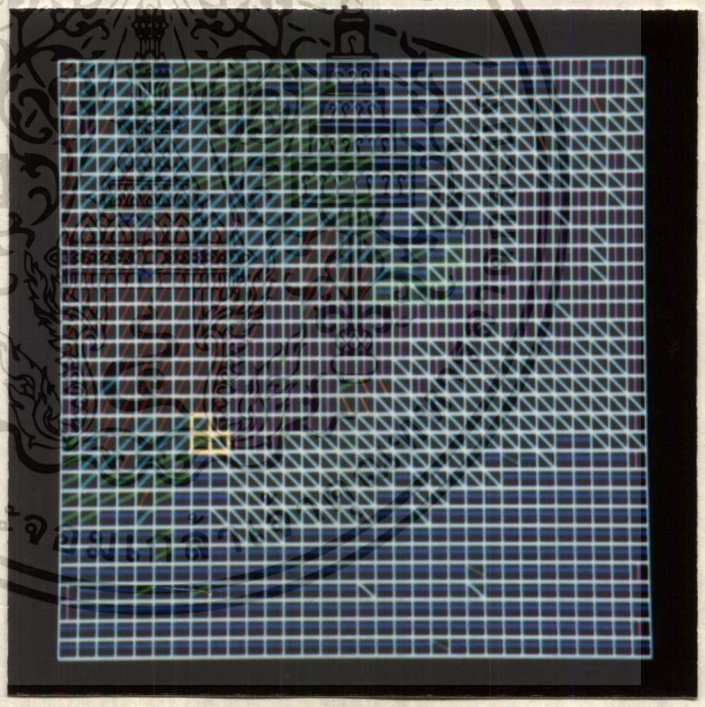
บล็อกสีแดงหมายถึงทิศทางที่ 3 หรือมุม 67.5 องศา

บล็อกสีชมพูหมายถึงทิศทางที่ 4 หรือมุม 90 องศา

บล็อกสีน้ำตาลหมายถึงทิศทางที่ 5 หรือมุม 112.5 องศา

บล็อกสีขาวหมายถึงทิศทางที่ 6 หรือมุม 135 องศา

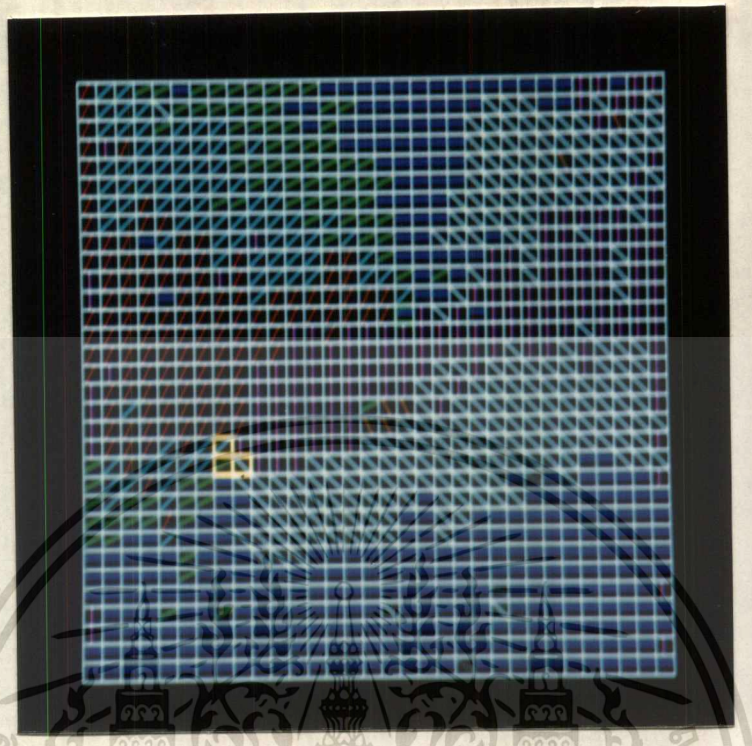
บล็อกสีเทาดำหมายถึงทิศทางที่ 7 หรือมุม 157.5 องศา



รูปที่ 3.10 เป็นการกำจัด CORE และ DELTA ใน step 2

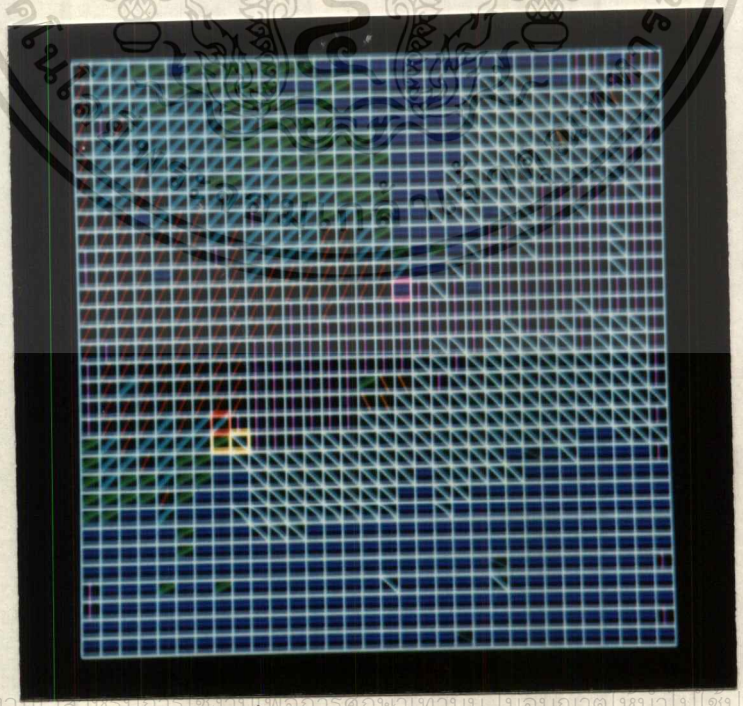
โดยใน step 2 ของ DELTA กำหนดให้ TR1 step 2 = 7 และ จำนวนของ DELTA ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ TR1 step 2 = 7 ส่วน CORE กำหนดให้ TR2 step 2 = 20 จำนวนของ CORE ต้องน้อยกวา TR2 step 2 = 20 และ ตัวคูณ (w1 = 2, w2 = 6, w3 = 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11

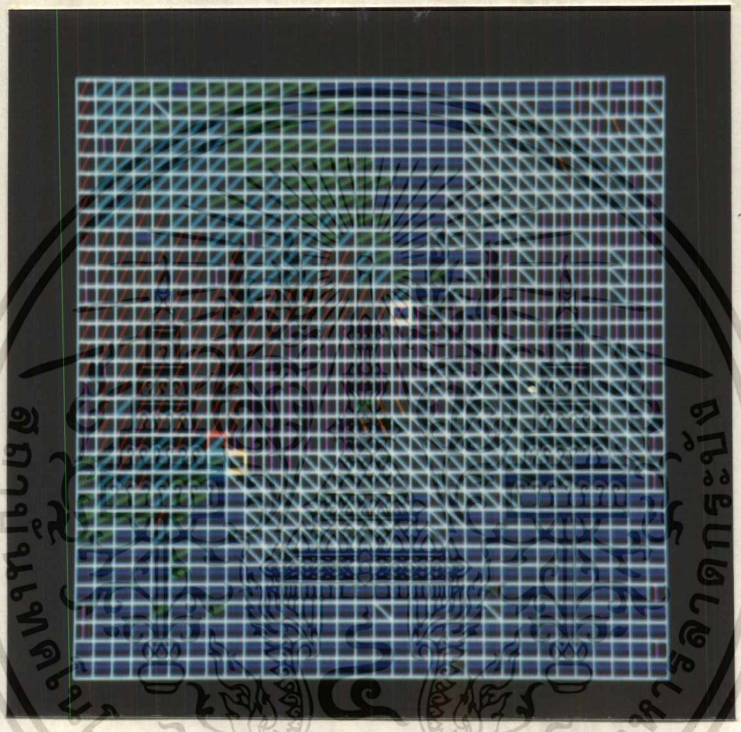
เป็นการหาจุด CORE ในขั้นตอนที่ 3 (step 3) กำหนดให้ TR3 step 3 = 60 และจำนวนทิศทางของ CORE ด้านบวกจะต้องมีมากกว่าด้านลบ และมากกว่า TR3 step 3 = 60



รูปที่ 3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นการหาจุดศูนย์ของกลุ่มโดยวิธี K-MEANS โดยหาทั้งจุดศูนย์กลางของ CORE (บล็อกสีชมพู) และ DELTA (บล็อกสีแดงอ่อน) คือ step 4 มี DELTA 1 กลุ่ม CORE 1 กลุ่ม โดยมีการกำหนดระยะห่างของกลุ่ม (Ti=10) ระยะห่างระหว่างกลุ่ม (Te=15) จำนวนกลุ่ม (K) = 8 และจำนวนข้อมูล (NDATA) = 20

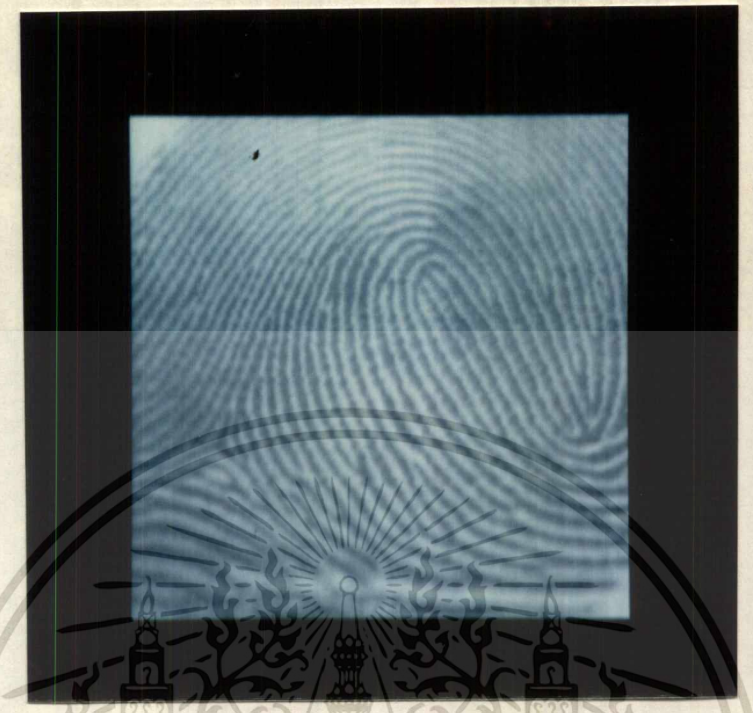


รูปที่ 3.13

เป็นการหาแกนหลักของ CORE โดยหาจากจุดศูนย์กลางของกลุ่มใน step 5 จะแสดงทิศทางในบล็อกของจุดศูนย์กลางของกลุ่มและจะพิมพ์ค่า axis = 4 , kc = 1 คือ มี CORE 1 กลุ่ม และมีทิศทางเท่ากับ 4

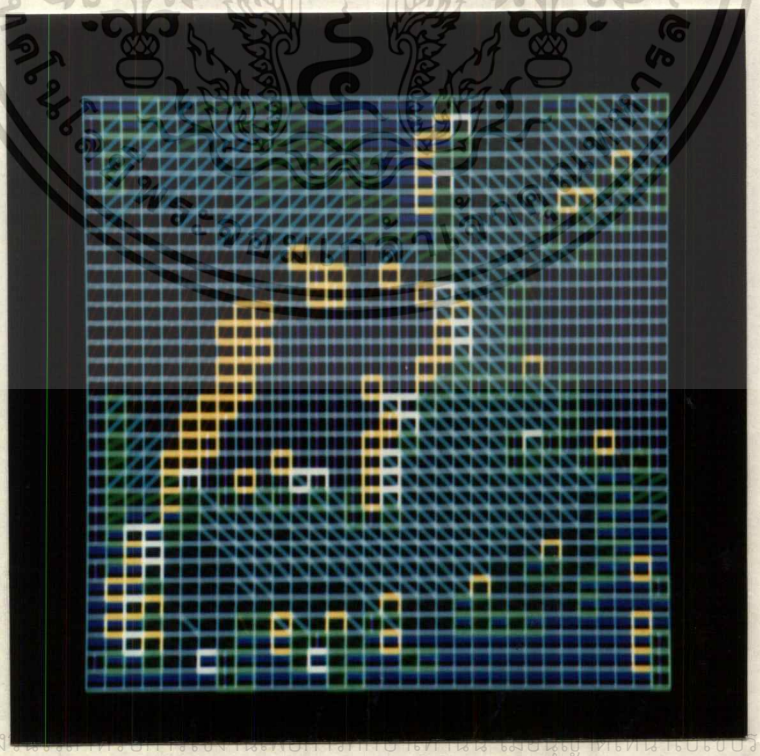
ใน step 6 จะแสดงค่า POP ว่ามี DELTA (บล็อกสีฟ้า) มี 1 จุด คือ (i=7 , j=20 , pop=153) ส่วนจุด CORE (บล็อกสีขาว) มี 1 จุด คือ (i=17 , j=12 , pop=122)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14

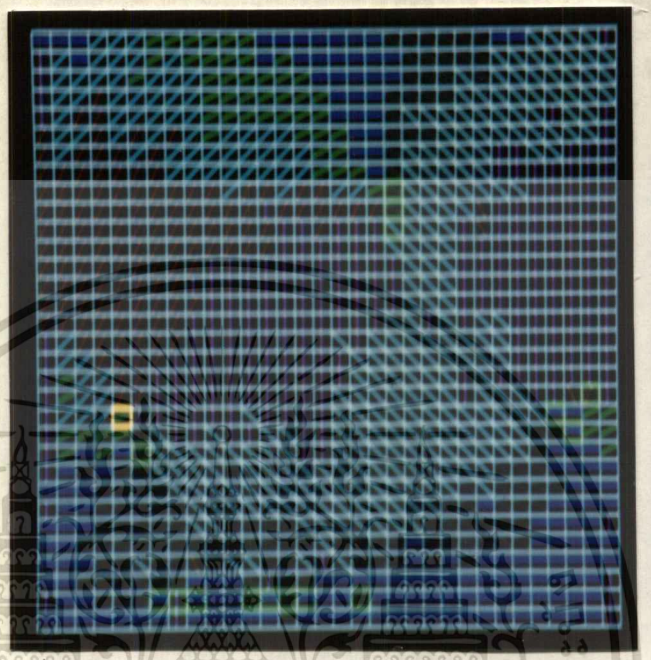
เป็นภาพลายนิ้วมือจากกล้องเก็บภาพลายนิ้วมือ แล้วทำการหาทิศทางได้ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15

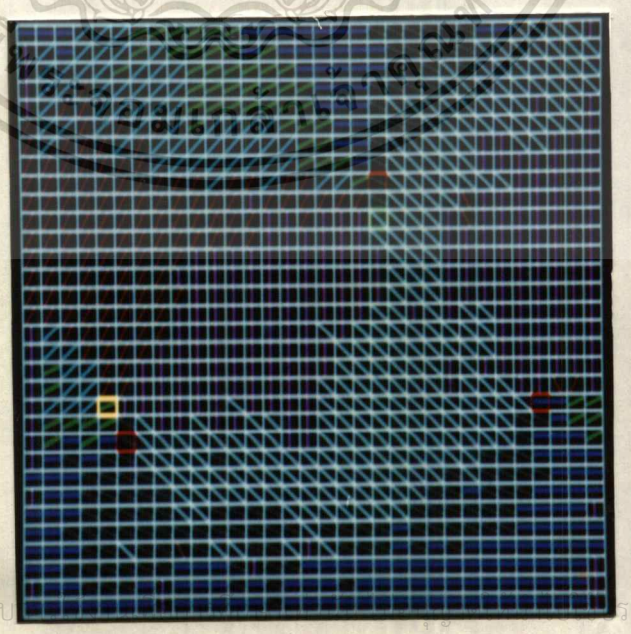
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นภาพการหา CORE (บล็อกสีเขียว) และ DELTA (บล็อกสีเหลือง) ถ้าเป็นทั้ง CORE และ DELTA (บล็อกสีขาว) ในขั้นตอนที่ 1 (step 1)



รูปที่ 3.16 เป็นการกำจัด CORE และ DELTA ใน step 2

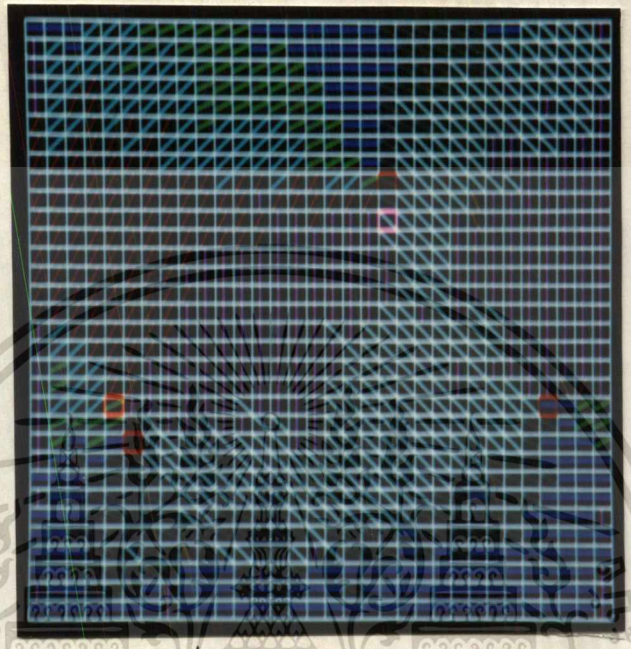
โดยใน step 2 ของ DELTA กำหนดให้ TR1 step 2 = 7 และ จำนวนของ DELTA ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ TR1 step 2 = 7 ส่วน CORE กำหนดให้ TR2 step 2 = 20 จำนวนของ CORE ต้องน้อยกว่า TR2 step 2 = 20 และ ตัวคูณ (w1 = 2, w2 = 6, w3 = 4)



รูปที่ 3.17

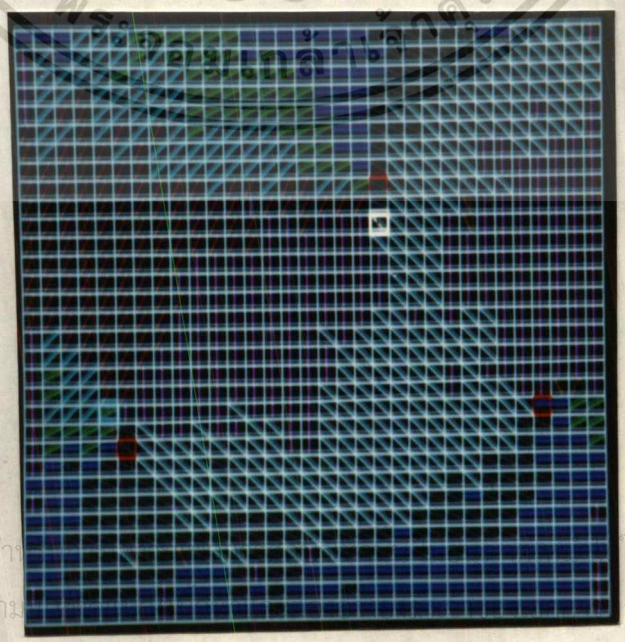
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ ระโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นการหาจุด CORE ในขั้นตอนที่ 3 (step 3) กำหนดให้ TR3 step 3 = 60 และจำนวนทิศทางของ CORE ด้านบวกจะต้องมีมากกว่าด้านลบ และมากกว่า TR3 step 3 = 60



รูปที่ 3.18

เป็นการหาจุดศูนย์ของกลุ่มโดยวิธี K-MEANS โดยหาทั้งจุดศูนย์กลางของ CORE (บล็อกสีชมพู) และ DELTA (บล็อกสีแดงอ่อน) คือ step 4 มี DELTA 1 กลุ่ม CORE 1 กลุ่ม โดยมีการกำหนดระยะห่างของกลุ่ม (Ti=10) ระยะห่างระหว่างกลุ่ม (Te=15) จำนวนกลุ่ม (K) = 8 และจำนวนข้อมูล (NDATA) = 20



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำ ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้าม ครั้งที่มีการนำไปใช้

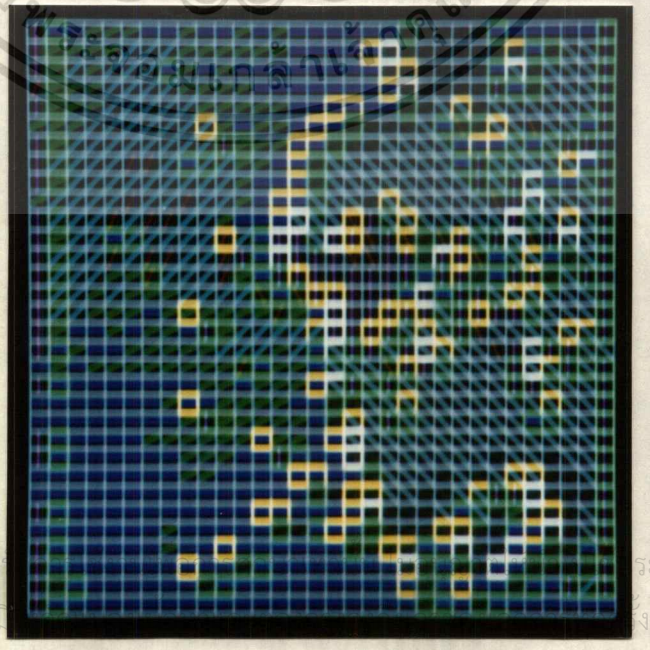
รูปที่ 3.19

เป็นการหาแกนหลักของ CORE โดยหาจากจุดศูนย์กลางของกลุ่มใน step 5 จะแสดงทิศทางในบล็อกของจุดศูนย์กลางของกลุ่มและจะพิมพ์ค่า axis = 6 , kc = 1 คือ มี CORE 1 กลุ่ม และมีทิศทางเท่ากับ 6

ใน step 6 จะแสดงค่า POP ว่ามี DELTA (บล็อกสีฟ้า) มี 1 จุด คือ (i=4 , j=20 , pop=168) ส่วนจุด CORE (บล็อกสีขาว) มี 1 จุด คือ (i=19 , j=10 , pop=118)

รูปที่ 3.20

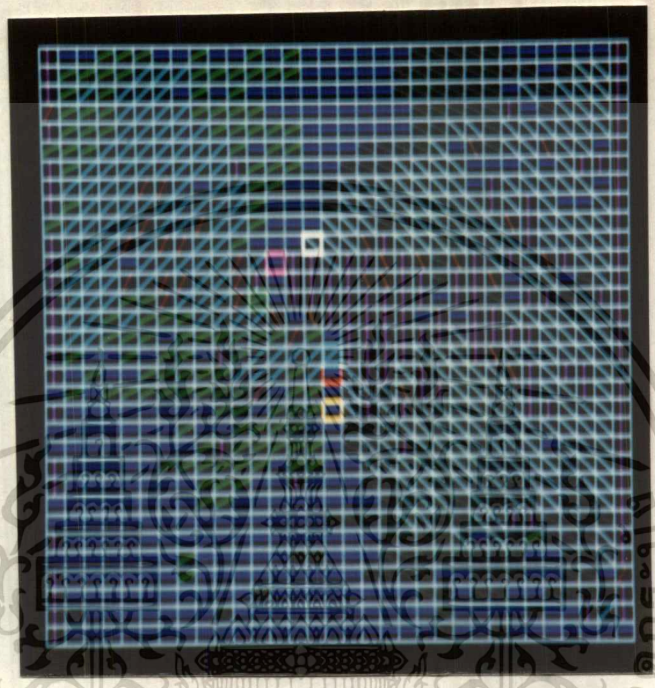
เป็นภาพลายนิ้วมือที่เก็บจากกล้องเก็บภาพลายนิ้วมือแล้วทำการหาทิศทางได้ดังรูป 3.21



รูปที่ 3.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำห ระโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิ งที่มีการนำไปใช้

เป็นภาพการหา CORE (บล็อกสีเขียวอ่อน) และ DELTA (บล็อกสีเหลือง) ถ้าเป็นทั้ง CORE และ DELTA (บล็อกสีขาว) ใน step 1



รูปที่ 3.22

จากรูปที่ 3.20 จะใช้ TR1 step2=6 , TR2 step=19 , TR3 step=60

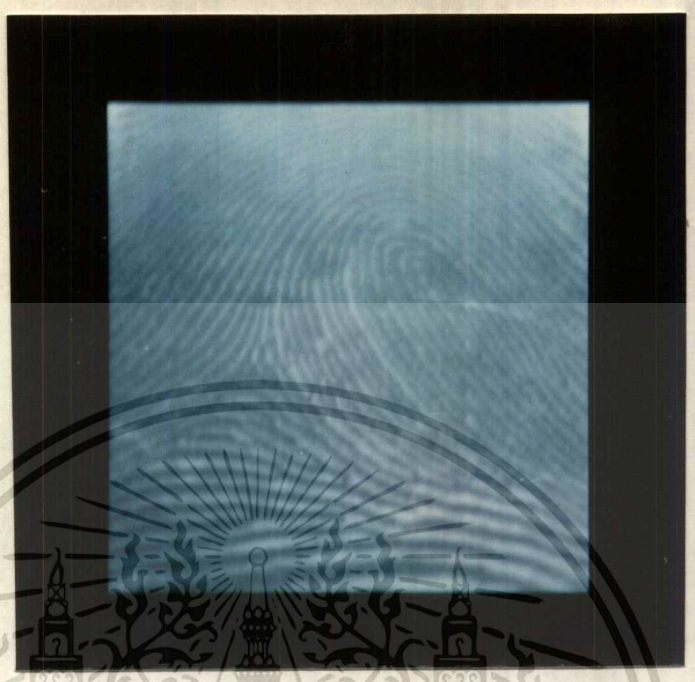
จากรูปที่ 3.22 เป็นภาพหาแกนหลักของ CORE มี 1 กลุ่ม โดยมี axis=1 ใน step 5 และใน step 6 จะแสดงว่ามี DELTA 1 จุด

1.(i=15 , j=16 , pop=118)

จุด CORE มี 1 จุด

1.(i=14 , j=10 , pop=120)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



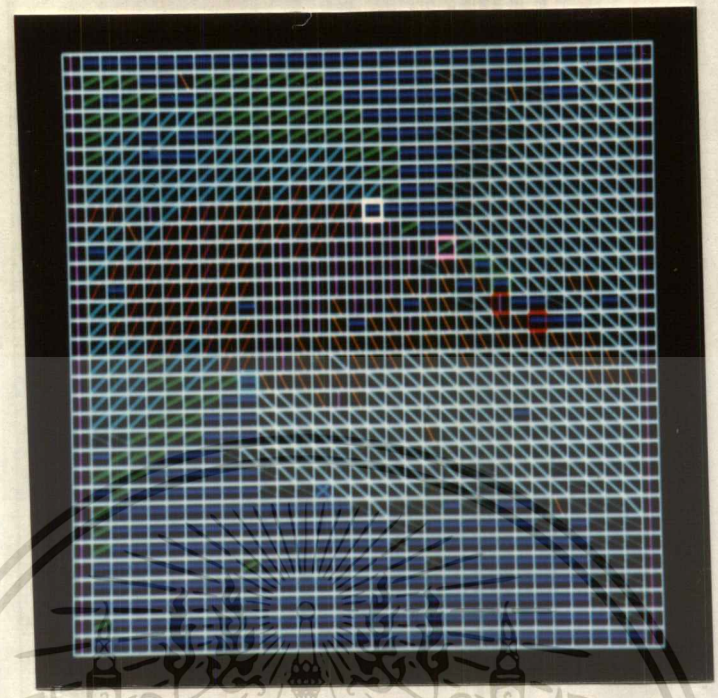
รูปที่ 3.23

เป็นภาพลายนิ้วมือที่เก็บจากกล้องเก็บภาพลายนิ้วมือแล้วทำการหาทิศทางได้ดังรูป 3.24

รูปที่ 3.24

เป็นภาพการหา CORE (บล็อกสีเขียวอ่อน) และ DELTA (บล็อกสีเหลือง) ถ้าเป็นทั้ง CORE และ DELTA (บล็อกสีขาว) ใน step 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

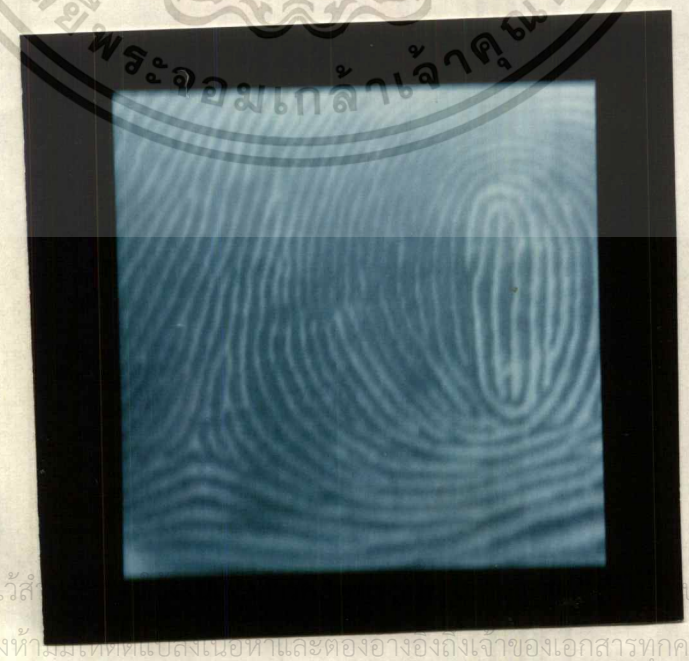


รูปที่ 3.25

จากรูปที่ 3.23 จะใช้ TR1 step2=6 , TR2 step=19 , TR3 step=60

จากรูปที่ 3.25 เป็นการหาแกนหลักของ CORE มี 1 กลุ่ม โดยมี axis=0 ใน step 5 และใน step 6 จะแสดงวามี DELTA 1 จุด 1.(i=9 , j=17 , pop=63)

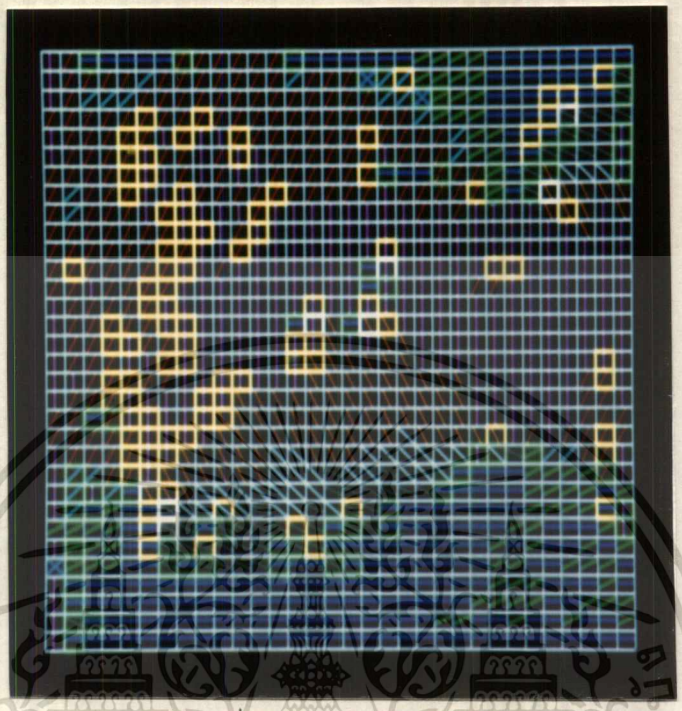
จุด CORE มี 1 จุด 1.(i=16 , j=8 , pop=0)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำ ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

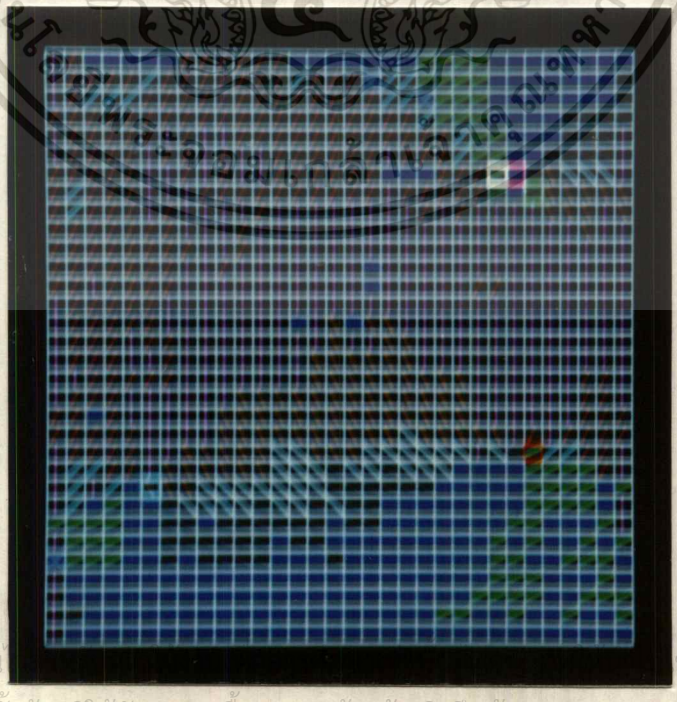
รูปที่ 3.26

เป็นภาพลายนิ้วมือที่เก็บจากกล้องเก็บภาพลายนิ้วมือแล้วทำการหาทิศทางได้ดังรูป 3.27



รูปที่ 3.27

เป็นภาพการหา CORE (บล็อกสีเขียวอ่อน) และ DELTA (บล็อกสีเหลือง) ถ้าเป็นทั้ง CORE และ DELTA (บล็อกสีขาว) ใน step 1



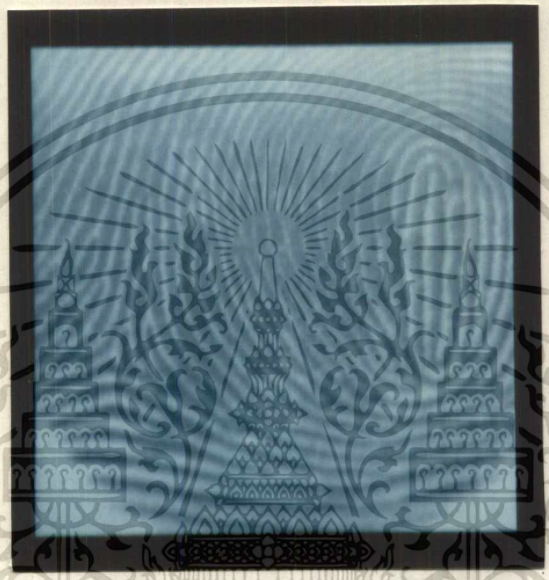
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวน ชัประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.28

จากรูปที่ 3.26 จะใช้ TR1 step2=6 , TR2 step=15 , TR3 step=60

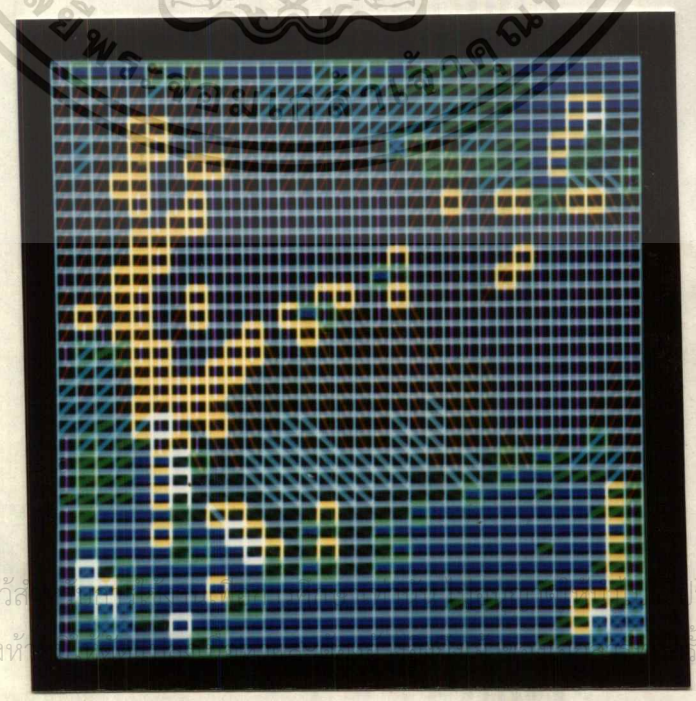
จากรูปที่ 3.28 เป็นการหาแกนหลักของ CORE มี 1 กลุ่ม โดยมี axis=0 ใน step 5 และใน step 6 จะแสดงว่ามี DELTA 1 จุด 1.(i=5 , j=23 , pop=107)

จุด CORE มี 1 จุด 1.(i=24 , j=6 , pop=0)



รูปที่ 3.29

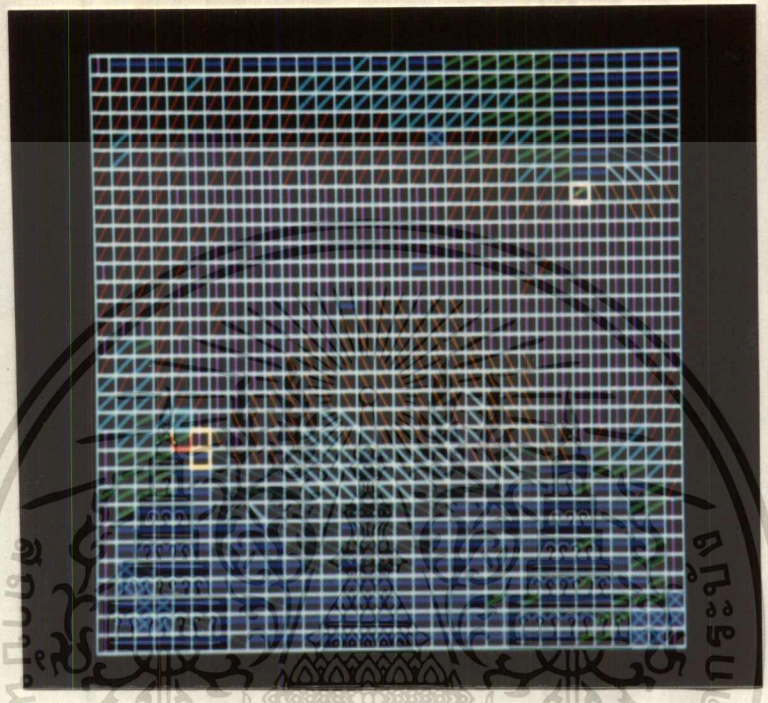
เป็นภาพลายนิ้วมือที่เก็บจากกล้องเก็บภาพลายนิ้วมือแล้วทำการหาทิศทางได้ดังรูป 3.30



รูปที่ 3.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ส ระโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ ังที่มีการนำไปใช้

เป็นภาพการหา CORE (บล็อกสีเขียวอ่อน) และ DELTA (บล็อกสีเหลือง) ถ้าเป็นทั้ง CORE และ DELTA (บล็อกสีขาว) ใน step 1



รูปที่ 3.31

จากรูปที่ 3.29 จะใช้ TR1 step2=6 , TR2 step=15 , TR3 step=60

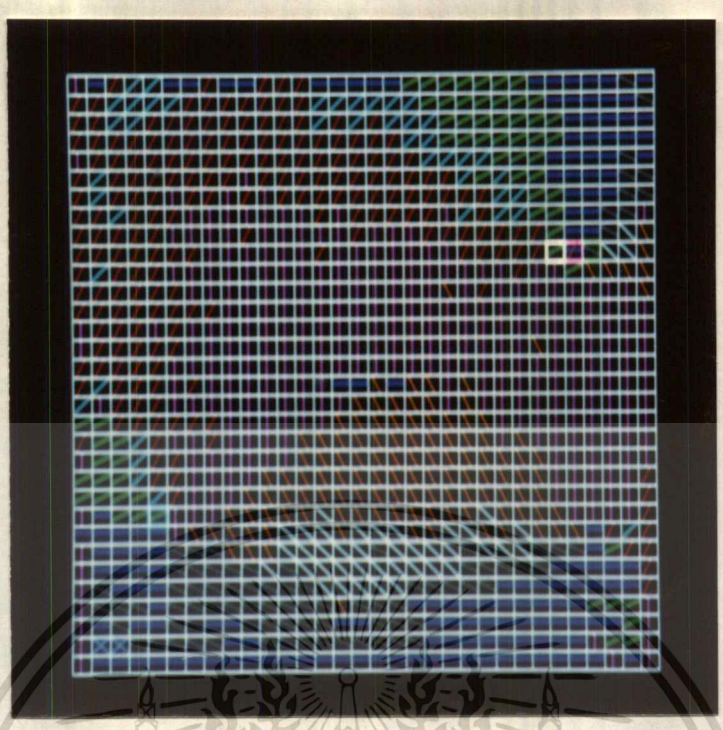
จากรูปที่ 3.31 เป็นการหาแกนหลักของ CORE มี 1 กลุ่ม โดยมี axis=4 ใน step 5 และใน step 6 จะแสดงว่ามี DELTA 1 จุด

1.(i=4 , j=19 , pop=180)

จุด CORE มี 1 จุด

1.(i=26 , j=7 , pop=112)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.34

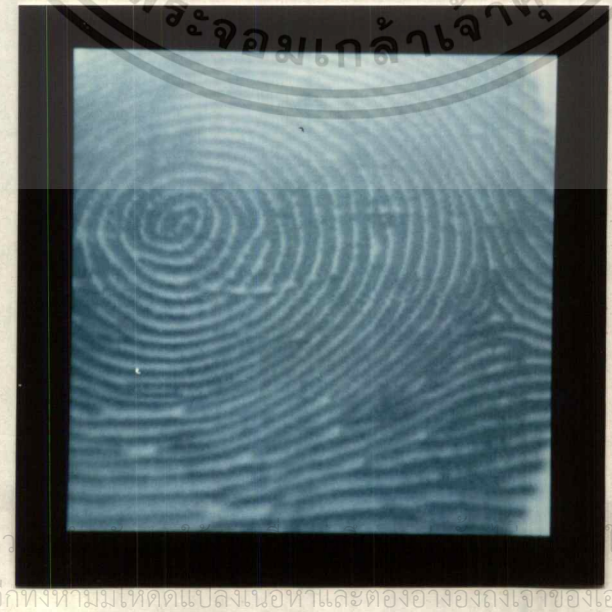
จากรูปที่ 3.32 จะใช้ TR1 step2=6 , TR2 step=15 , TR3 step=60

จากรูปที่ 3.34 เป็นการหาแกนหลักของ CORE มี 1 กลุ่ม โดยมี axis=4 ใน step 5 และใน step 6 จะแสดงว่ามี DELTA 1 จุด

1.(i=4 , j=23 , pop=91)

จุด CORE มี 1 จุด

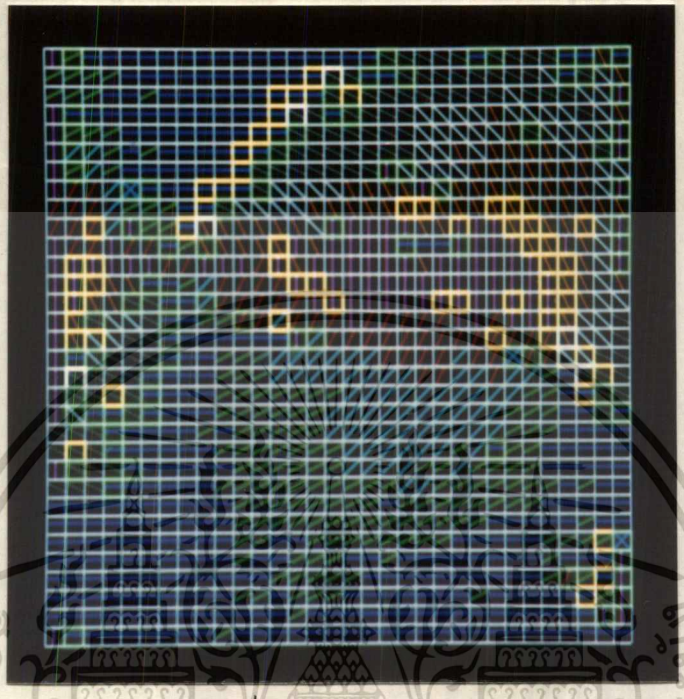
1.(i=26 , j=9 , pop=114)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวน ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.35

เป็นภาพลายนิ้วมือที่เก็บจากกล้องเก็บภาพลายนิ้วมือแล้วทำการหาทิศทางได้ดังรูป 3.36



รูปที่ 3.36

เป็นภาพการหา CORE (บล็อกสีเขียวอ่อน) และ DELTA (บล็อกสีเหลือง) ถ้าเป็นทั้ง CORE และ DELTA (บล็อกสีขาว) ใน step 1

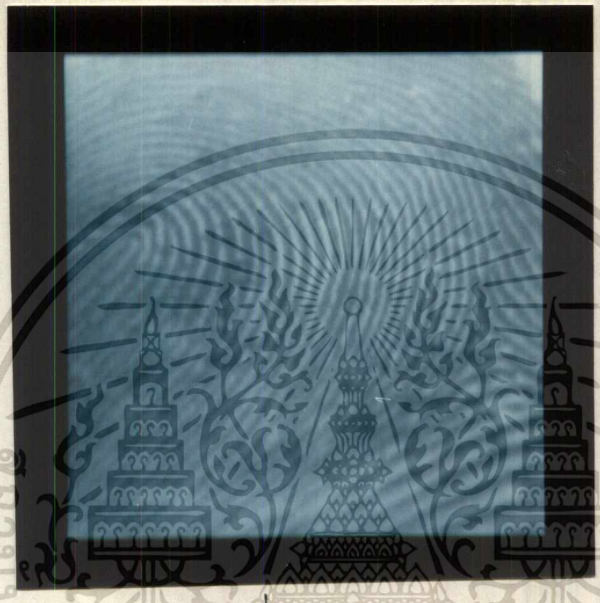
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.37

จากรูปที่ 3.35 จะใช้ TR1 step2=6 , TR2 step=15 , TR3 step=60

จากรูปที่ 3.37 เป็นการหาแกนหลักของ CORE มี 1 กลุ่ม โดยมี axis=0 ใน step 5 และใน step 6 จะแสดงว่ามี DELTA 1 จุด 1.(i=28 , j=16 , pop=136)

จุด CORE มี 1 จุด 1.(i=8 , j=10 , pop=0)



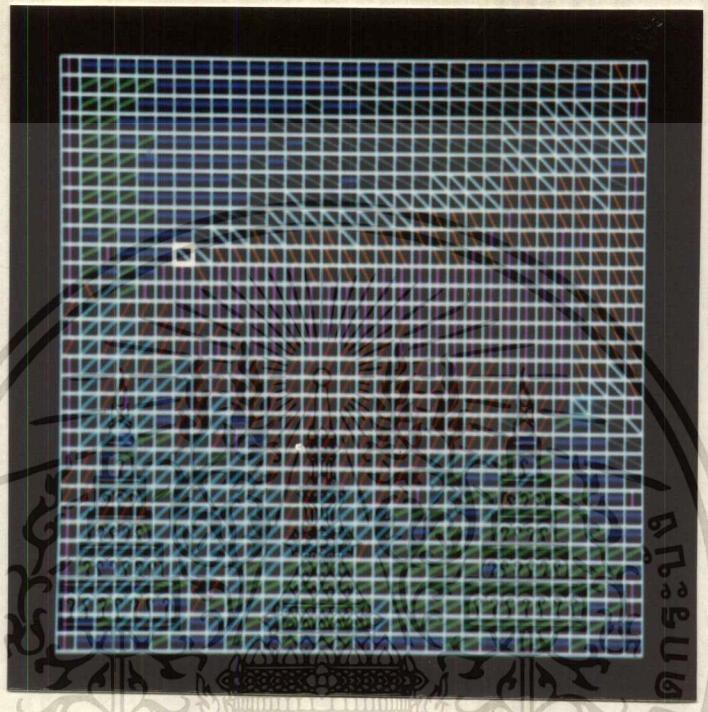
รูปที่ 3.38

เป็นภาพลายนิ้วมือที่เก็บจากกล้องเก็บภาพลายนิ้วมือแล้วทำการหาทิศทางได้ดังรูป 3.39

รูปที่ 3.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นภาพการหา CORE (บล็อกสีเขียวอ่อน) และ DELTA (บล็อกสีเหลือง) ถ้าเป็นทั้ง CORE และ DELTA (บล็อกสีขาว) ใน step 1



รูปที่ 3.40

จากรูปที่ 3.38 จะใช้ TR1 step2=6 , TR2 step=15 , TR3 step=55

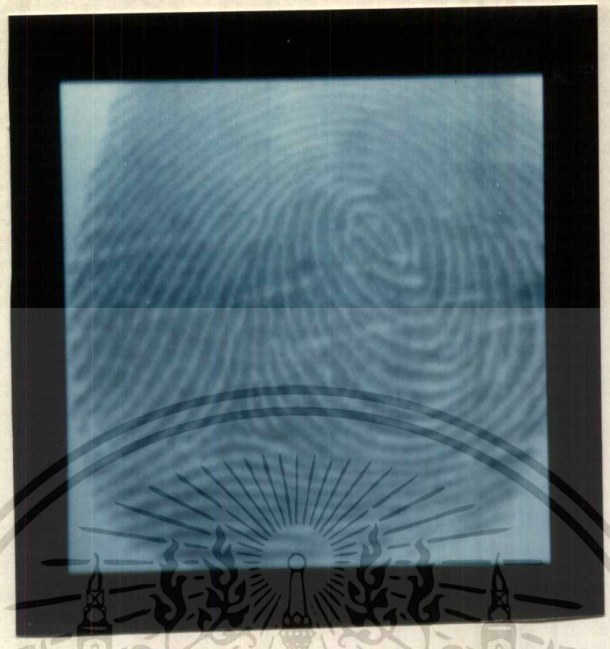
จากรูปที่ 3.40 เป็นการหาแกนหลักของ CORE มี 1 กลุ่ม โดยมี axis=0 ใน step 5 และใน step 6 จะแสดงว่ามี DELTA 1 จุด

1.(i=28 , j=18 , pop=92)

จุด CORE มี 1จุด

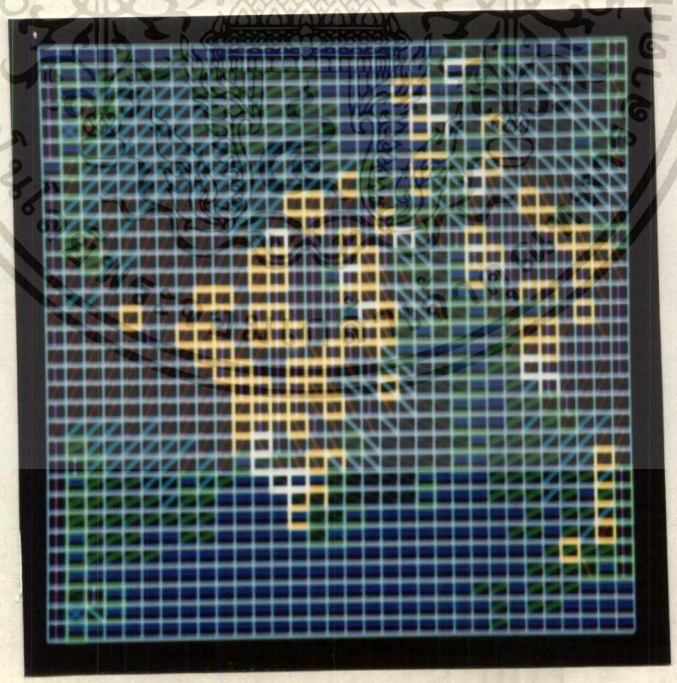
1.(i=6 , j=10 , pop=0)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.41

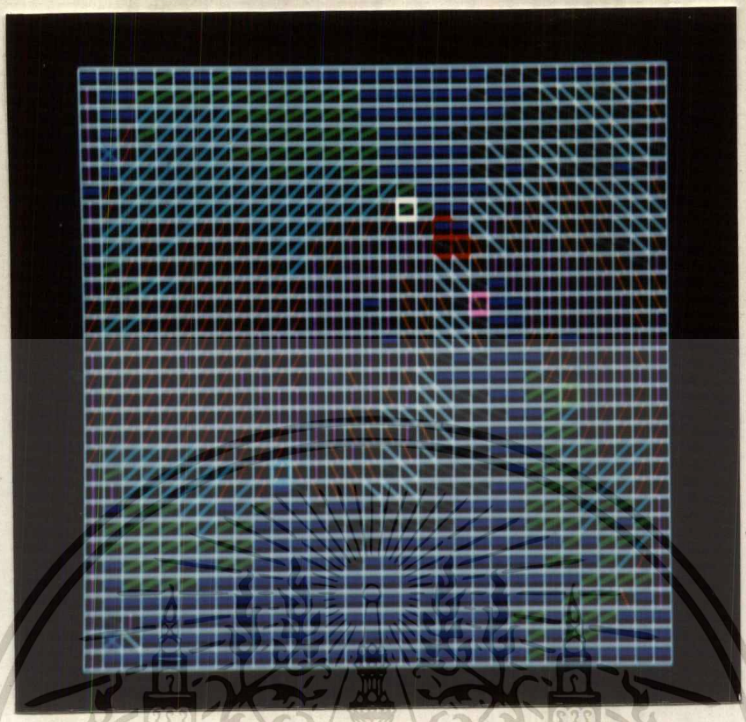
เป็นภาพลายนิ้วมือที่เก็บจากกล้องเก็บภาพลายนิ้วมือแล้วทำการหาทิศทางได้ดังรูป 3.42



รูปที่ 3.42

เป็นภาพการหา CORE (บล็อกสีเขียวอ่อน) และ DELTA (บล็อกสีเหลือง) ถ้าเป็นทั้ง CORE และ DELTA (บล็อกสีขาว) ใน step 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.43

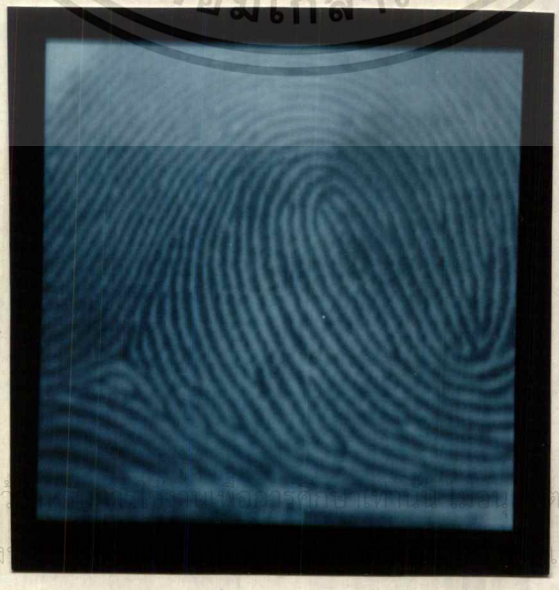
จากรูปที่ 3.41 จะใช้ TR1 step2=6 , TR2 step=17 , TR3 step=58

จากรูปที่ 3.43 เป็นการหาแกนหลักของ CORE มี 1 กลุ่ม โดยมี axis=6 ใน step 5 และใน step 6 จะแสดงว่ามี DELTA 1 จุด

1.(i=10 , j=21 , pop=105)

จุด CORE มี 1 จุด

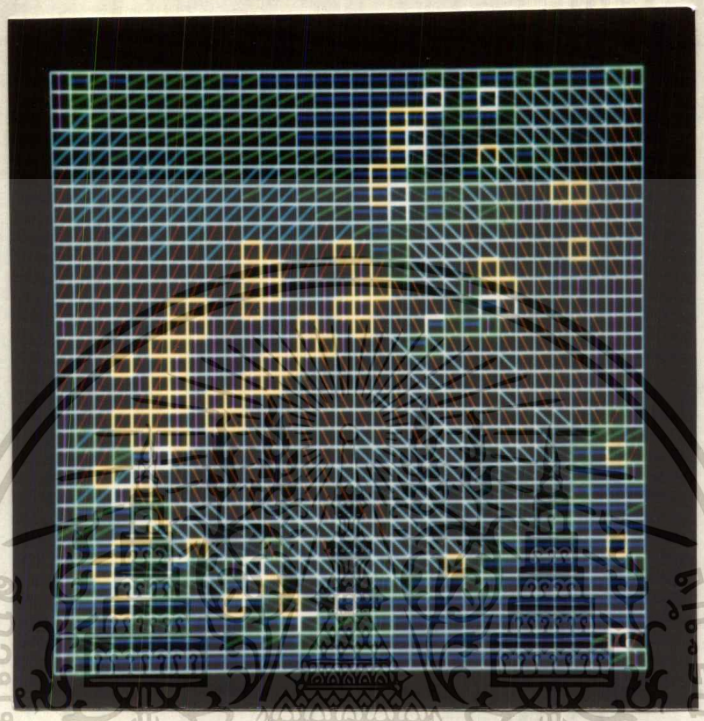
1.(i=17 , j=7 , pop=92)



รูปที่ 3.44

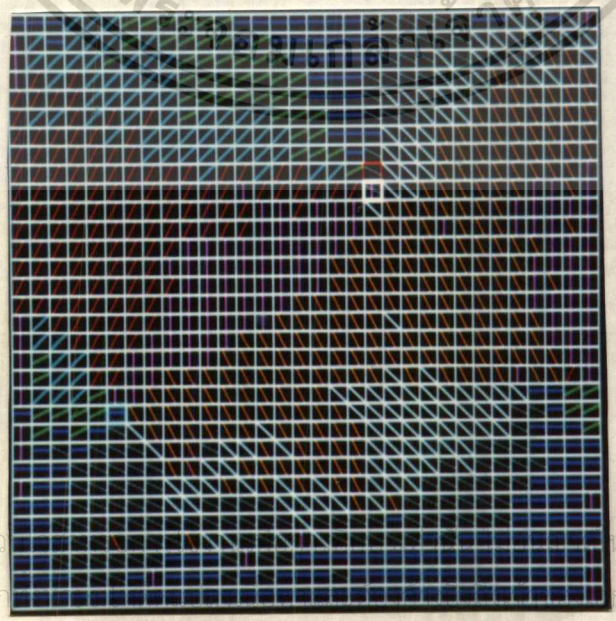
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้ง เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นภาพลายนิ้วมือที่เก็บจากกล้องเก็บภาพลายนิ้วมือที่วางตรง แล้วทำการหาทิศทางได้ดังรูป 3.45



รูปที่ 3.45

เป็นภาพการหา CORE (บล็อกสีเขียวอ่อน) และ DELTA (บล็อกสีเหลือง) ถ้าเป็นทั้ง CORE และ DELTA (บล็อกสีขาว) ใน step 1



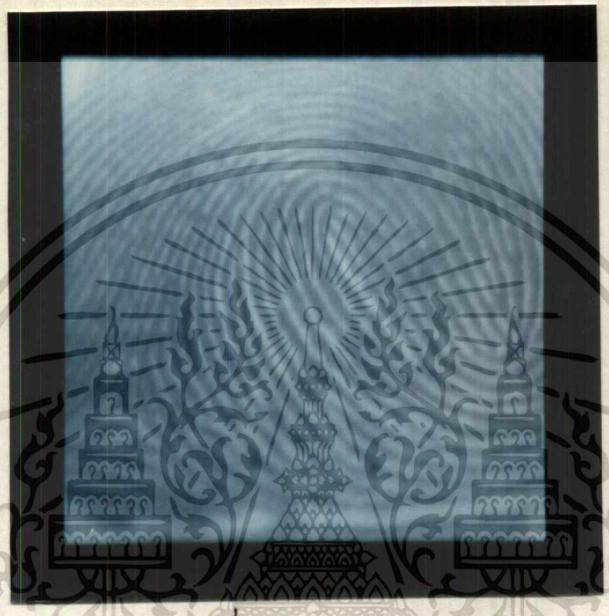
รูปที่ 3.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงว ห้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีก กสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.44 จะใช้ TR1 step2=5 , TR2 step=18 , TR3 step=75

จากรูปที่ 3.46 เป็นการหาแกนหลักของ CORE มี 1 กลุ่ม โดยมี axis=5 ใน step 5 และใน step 6 จะแสดงว่ามี DELTA 1 จุด 1.(i=5 , j=21 , pop=81)

จุด CORE มี 1 จุด 1.(i=19 , j=9 , pop=112)



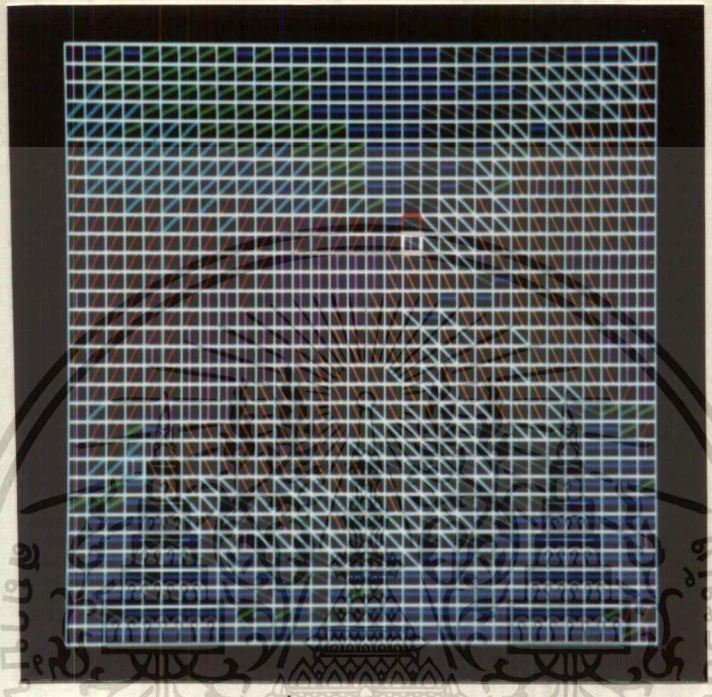
รูปที่ 3.47

เป็นภาพลายนิ้วมือที่เก็บจากกล้องเก็บภาพลายนิ้วมือที่วางเอียง 20 องศา ซึ่งเป็นรูปเดียวกับรูปที่ 3.45 แล้วทำการหาทิศทางได้ดังรูป 3.48

รูปที่ 3.48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สง ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อิ ครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นภาพการหา CORE (บล็อกสีเขียวอ่อน) และ DELTA (บล็อกสีเหลือง) ถ้าเป็นทั้ง CORE และ DELTA (บล็อกสีขาว) ใน step 1



รูปที่ 3.49

จากรูปที่ 3.47 จะใช้ TR1 step2=5 , TR2 step=18 , TR3 step=75

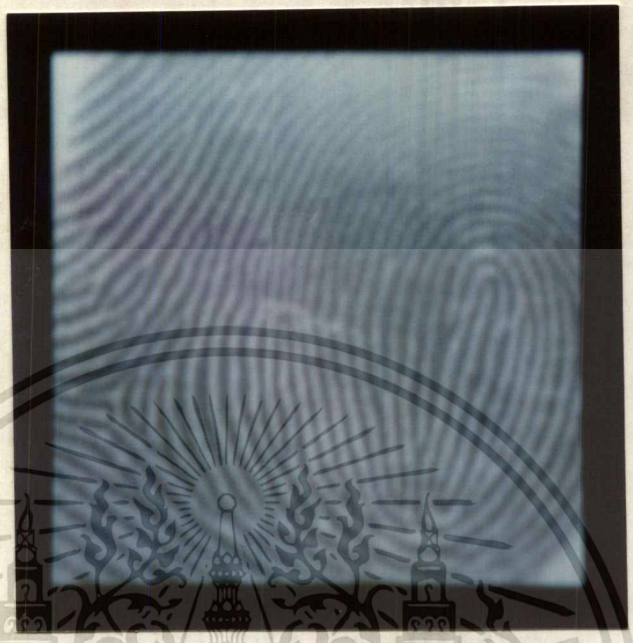
จากรูปที่ 3.49 เป็นการหาแกนหลักของ CORE มี 1 กลุ่ม โดยมี axis=5 ใน step 5 และใน step 6 จะแสดงว่ามี DELTA 1 จุด

1.(i=3 , j=22 , pop=147)

จุด CORE มี 1 จุด

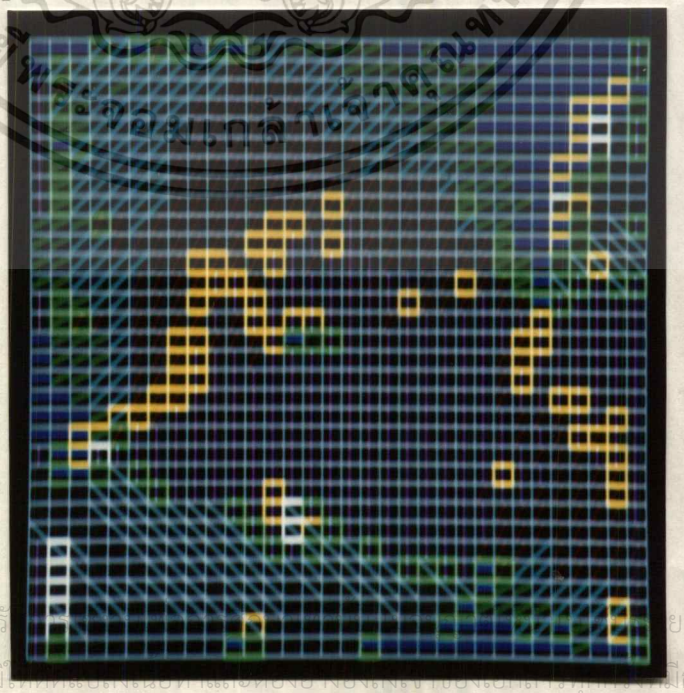
1.(i=18 , j=10 , pop=108)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.50

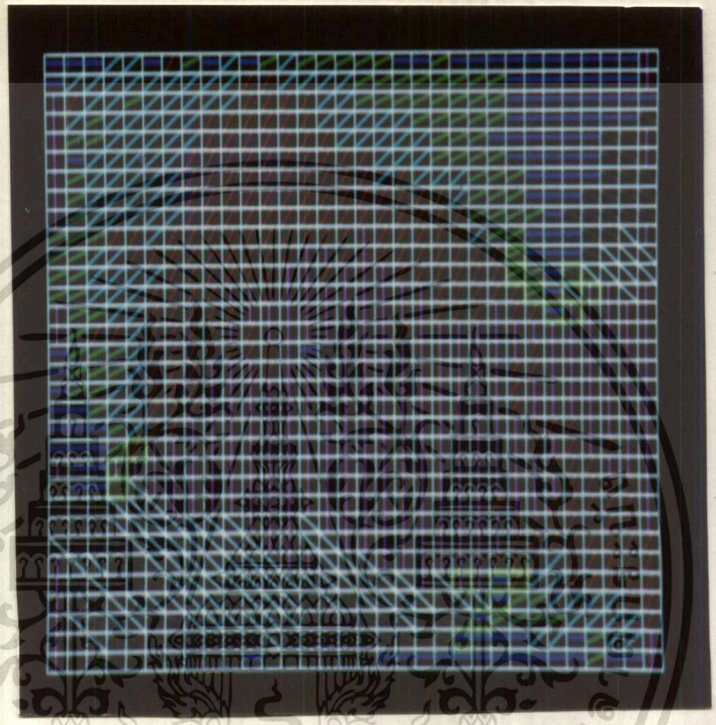
เป็นภาพลายนิ้วมือจากกล้องเก็บภาพลายนิ้วมือที่วางเอียงประมาณ 30 องศา แล้วทำการหาทิศทางได้ดังรูปที่ 3.51



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ ยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิ มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.51

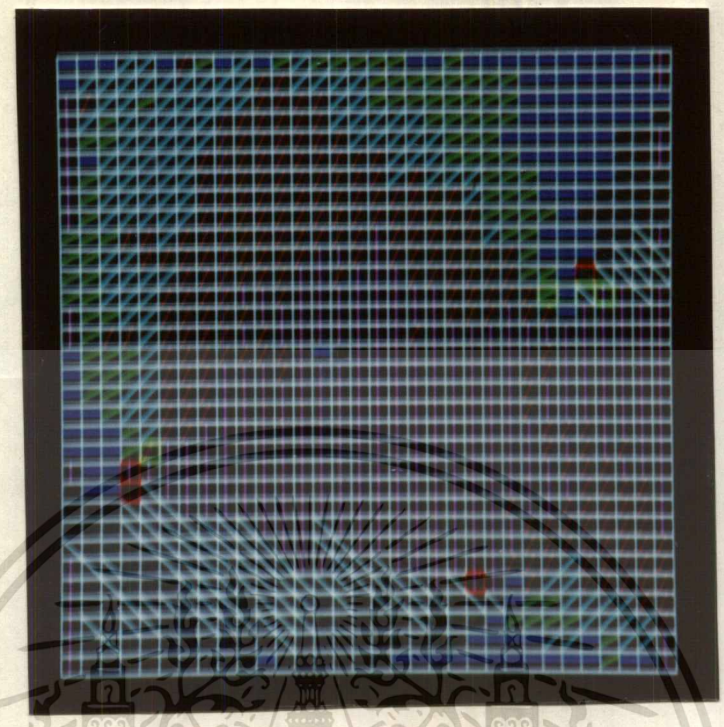
เป็นภาพการหา CORE (บล็อกสีเขียว) และ DELTA (บล็อกสีเหลือง) ถ้าเป็นทั้ง CORE และ DELTA (บล็อกสีขาว) ในขั้นตอนที่ 1 (step 1)



รูปที่ 3.52 เป็นการกำจัด CORE และ DELTA ใน step 2

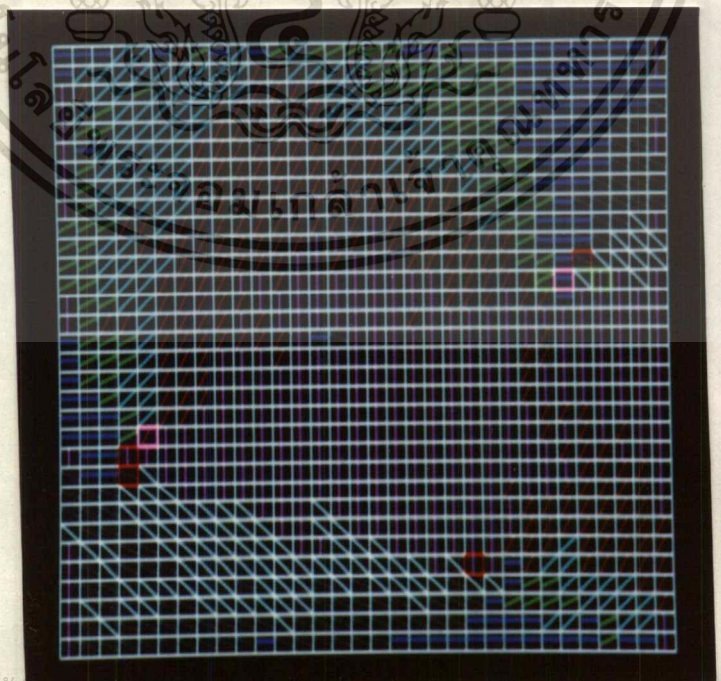
โดยใน step 2 ของ DELTA กำหนดให้ TR1 step 2 = 7 และ จำนวนของ DELTA ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ TR1 step 2 = 7 ส่วน CORE กำหนดให้ TR2 step 2 = 20 จำนวนของ CORE ต้องน้อยกว่า TR2 step 2 = 20 และ ตัวคูณ (w1 = 2, w2 = 6, w3 = 4) จุด DELTA ในส่วนที่เอียงนั้น โปรแกรมนั้นมองเป็นจุด CORE เพราะ R1 = ด้านซ้ายเอียงซ้าย แต่ R2 = ด้านเส้นฐาน ไม่เป็นเส้นทางแนวนอน และ R3 = ด้านขวาไม่เป็นเส้นที่เอียงขวา แต่เป็นทิศทางที่ 4 ซึ่งทำมุม 90 องศา จุดที่เราเป็นมองเป็นจุด 90 องศา โปรแกรมจึงมีผลลัพธ์เป็นจุด CORE แทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.53

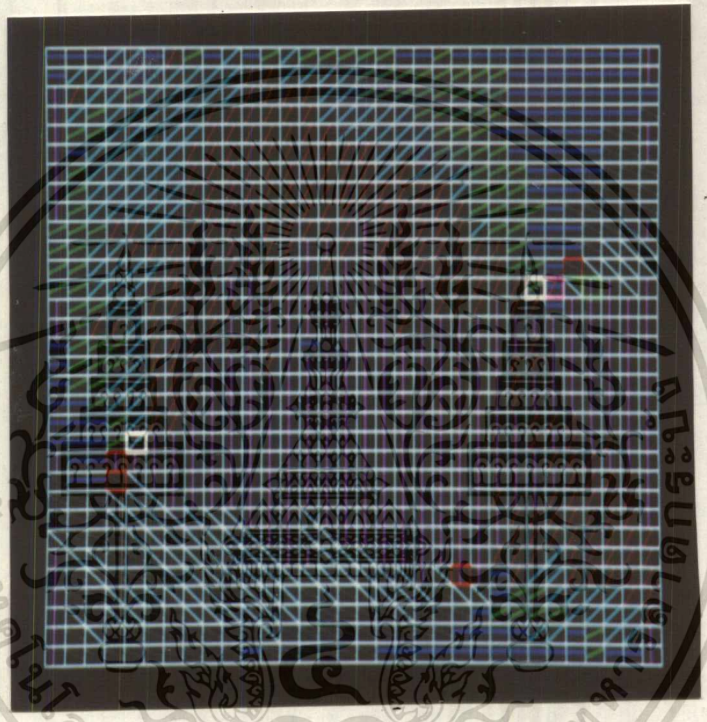
เป็นการหาจุด CORE ในขั้นตอนที่ 3 (step 3) กำหนดให้ TR3 step 3 = 60 และจำนวนทิศทางของ CORE ด้านบวกจะต้องมีมากกว่าด้านลบ และมากกว่า TR3 step 3 = 60



รูปที่ 3.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นการหาจุดศูนย์ของกลุ่มโดยวิธี K-MEANS โดยหาทั้งจุดศูนย์กลางของ CORE (บล็อกสีชมพู) และ DELTA (บล็อกสีแดงอ่อน) คือ step 4 มี DELTA 1 กลุ่ม CORE 1 กลุ่ม โดยมีการกำหนดระยะหางของกลุ่ม (Ti=10) ระยะห่างระหว่างกลุ่ม (Te=15) จำนวนกลุ่ม (K) = 8 และจำนวนข้อมูล (NDATA) = 20



รูปที่ 3.55

เป็นการหาแกนหลักของ CORE โดยหาจากจุดศูนย์กลางของกลุ่มใน step 5 จะแสดงทิศทางในบล็อกของจุดศูนย์กลางของกลุ่มและจะพิมพ์ค่า axis = 3 กลุ่มที่ 1 axis = 4 กลุ่มที่ 2 คือ มี CORE 2 กลุ่ม และมีทิศทางเท่ากับ 3 กับ 4

ใน step 6 จะแสดงค่า POP ว่ามีจุด CORE (บล็อกสีขาว) มี 2 จุด คือ

1. (i=4 , j=20 , pop=104)

2. (I=25 , j=12 , pop=116)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>สรุปผลการทดลอง</u>

จากการทดลองเก็บภาพลายนิ้วมือจากกล้องเก็บภาพลายนิ้วมือทั้งหมด 20 ภาพ แต่สามารถตรวจหาจุด CORE และ DELTA ได้ 12 ภาพ คิดเป็น 60 % ของภาพทั้งหมด และ 40 % ที่ไม่สามารถตรวจจับหา CORE และ DELTA ได้ หรือบางภาพสามารถที่หาจุด CORE ได้แต่หาจุด และ DELTA ไม่ได้ หรือบางภาพหาจุด DELTA ได้ แต่หาจุด CORE ไม่ได้

ส่วนค่าที่กำหนดในโปรแกรมคือ ค่าใน step 2 มี TR1 step 1 กับ TR2 step 2 ส่วนค่าใน step 3 มี TR3 step 3 มี w1=2 , w2=6 , w3=4 และใน step 4 มีค่า K=8 ,Ti(ระยะห่างของกลุ่ม)=10 , Te(ระยะห่างระหว่างกลุ่ม)=15 , จำนวนของข้อมูล(NDATA)=20 ข้อมูล

ค่า TR1 step 1 ,TR2. step 2 และ TR3 step 3 ของแต่ละภาพในการทดลองบางค่าอาจใช้ได้ 2 ภาพ หรือ 4 ภาพ บางค่าอาจใช้ได้เพียงภาพเดียว

ภาพที่ตรวจหาจุด CORE และ DELTA ไม่ได้เพราะจุด DELTA วางเอียง ทำให้โปรแกรมดูจุด DELTA เป็นจุด CORE จึงทำให้โปรแกรมตรวจจับเป็นจุด CORE ควรจะหาวิธีการที่ทำการกำหนดค่าให้สามารถครอบคลุมได้ทุกภาพ

จากภาพลายนิ้วมือที่วางเอียงประมาณ 30 องศา ทำให้จุด DELTA เอียง ส่วน R1 = ส่วนที่เอียงซ้าย , R2 = ส่วนที่เป็นเส้นฐานตามแนวนอน แต่ไม่เป็นเส้นฐาน และ R3 = ส่วนที่เอียงขวา แต่ภาพนั้นเป็นทิศทางที่ทำมุม 90 องศา ทำให้โปรแกรมตรวจจุดนี้เป็น CORE ไม่เป็นจุด DELTA การแก้ปัญหาก็คือ ควรจะหมุนภาพให้ตรง เมื่อภาพตรงแล้วโปรแกรมก็สามารถตรวจหาจุด CORE และ DELTA ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การหาแกนหลักและแกนรองของภาพลายนิ้วมือ

ในขั้นตอนนี้ก่อนที่จะได้หลักการการหาแกนหลักและแกนรองโดยใช้ค่าของ Eigenvalue และ Eigenvecter เมื่อจะได้เส้น 2 เส้นที่ตั้งฉากกันโดยจะมีเส้นหนึ่งที่มีความยาวมากกว่าอีกเส้นหนึ่งโดยเรียกเส้นที่ยาวกว่าว่าแกนหลักส่วนเส้นที่มีความยาวน้อยลงมาเรียกว่า แกนรอง ได้มีความคิดและทดลองเพื่อที่จะได้หาแกนหลักและแกนรองของภาพลายนิ้วมือแต่ละภาพโดยวิธีการคิดนั้นจะยึดถือหลักการที่ว่าต้องหาจุดเด่น ของภาพลายนิ้วมือแต่ละแบบว่าภาพลายนิ้วมือแต่ละแบบมีอะไรบ้างที่มีความเหมือนกันเพื่อจะได้หาจุดอ้างอิงในการลากเส้นแกนหลักและแกนรองเพราะในการลากเส้นแกนหลักและแกนรองต้องหาจุดอ้างอิง โดยใช้วิธีทางคณิศาสตร์และทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบที่ใช้ในการคำนวน 2 จุด ที่อยู่ภาพลายนิ้วมือเพื่อลากเส้นหนึ่งเส้นออกมา หลังจากนั้นแบ่งครึ่งเส้นดังกล่าวแล้วลากเส้นตั้งฉากกับเส้นแรกก็จะได้แกนหลักและแกนรองแต่ในการตรวจดูลักษณะจากภาพลายนิ้วมือแต่ละแบบได้แก่ แบบลูป แบบก้นหอย แบบเส้นโค้ง แบบรวม จะเห็นได้ว่าภาพลายนิ้วมือแต่ละแบบจะมีลักษณะเด่นที่แตกต่างกันออกไปดังนั้นจึงเป็นส่วนที่ยากมากที่จะหาจุดเด่นจากทุกลายนิ้วมือที่จะเหมือนกันหมดเพื่อจะได้หาจุดอ้างอิง 2 จุด ดังที่กล่าวไปแล้วโดยมีวิธีคิดที่แตกต่างกันออกไปดังนี้

วิธีที่ 1 จากการตรวจดูในขั้นต้นจะพบว่าภาพลายนิ้วมือของทุกแบบได้แก่ แบบลูป แบบก้นหอย แบบรวม แบบเส้นโค้ง อย่างน้อยภายในภาพลายนิ้วมือจะต้องมี DELTA ที่พบในภาพลายนิ้วมือ 1 แห่ง ดังนั้นจึงคิดว่าจะใช้ DELTA เป็นจุดอ้างอิงจุดแรกจากนั้นก็เป็นจุดอ้างอิงที่ 2 ที่ต้องทำต่อไป จึงสังเกตต่อไปอีกว่าส่วนที่เป็น CORE ในภาพลายนิ้วมือก็มีเกือบทุกแบบก็จะขาดแบบเส้นโค้งที่จะมีแต่ DELTA เพียงอย่างเดียว โดยอ้างจุดอ้างอิงที่ 2 อยู่บนยอดของ CORE ในวงที่เล็กสุดจากนั้นจะลากเส้นจากจุดอ้างอิงที่หนึ่งไปยังจุดอ้างอิงที่ 2 ก็จะได้เส้นหนึ่งที่เราให้เป็นเส้นแกนหลัก และแบ่งครึ่งเส้นดังกล่าวจะได้จุดกึ่งกลางหลังจากนั้นลากเส้นขึ้นตั้งฉากกับเส้นแรกโดยถือให้เป็นเส้นแกนรองเราก็จะได้ เส้นแกนหลักและแกนรองออกมาแต่ก็ไม่ง่ายอย่างที่คิดเอาไว้เพราะในการให้เครื่องคอมพิวเตอร์รับรู้ว่าส่วนไหนเป็น DELTA และส่วนไหนเป็น CORE เป็นเรื่องที่ยากเพราะในการตรวจภาพลายนิ้วมือการวางนิ้วมือเพื่อเก็บภาพไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้วางนิ้วมือให้ตั้งตรงคือต้องมีการเอียงซ้ายและเอียงขวาเกิดขึ้นแน่นอนดังการตรวจหา CORE และ DELTA เป็นสิ่งที่ยากมากและเกิดความผิดพลาดสูงดังนั้นวิธีการดังกล่าวจึงเป็นปัญหาอย่างยิ่งทำให้คิดวิธีใหม่เพื่อหาแกนหลักและแกนรองต่อไป

วิธีที่2 จากภาพลายนิ้วมือแบบต่างๆ ก็ยังสังเกตเห็นว่าในส่วนฐานของภาพลายนิ้วมือแบบต่างๆ โดยเฉพาะแบบเส้นโค้งจะมีเส้นฐานเกือบเป็นเส้นตรง จึงคิดว่าเส้นตรงเหล่านี้น่าจะเป็นเส้นหลักของภาพลายนิ้วมือได้ส่วนเส้นรองจะหาได้แน่นอนถ้าหาเส้นหลักของภาพลายนิ้วมือได้ แต่คิดถึงปัญหาในวิธีที่ 1 ที่พบได้ยังมีผลมาถึงวิธีที่2 คือการรับรู้ของเครื่องคอมพิวเตอร์เมื่อภาพลายนิ้วมือที่นำมาตรวจสอบมีการเอียงซ้ายและการเอียงขวา ทำให้จุดอ้างอิงที่เป็นเส้นตรงขนานกับแนวราบใช้ไม่ได้กับภาพลายนิ้วมือเอียงซ้ายทำให้เส้นลายเอียงตามไปด้วย ทำให้เงื่อนไขที่ตั้งไว้ให้เครื่องคอมพิวเตอร์ตรวจสอบ ว่าต้องเป็นเส้นตรงมีมุม 0 องศา ก็ไม่เข้าตามเงื่อนไขเพราะลายเส้นโค้งเอียงขึ้นไปเป็นมุมต่างๆ กัน ทำให้การหาหลักอ้างอิงจากวิธีนี้ก็ใช้ไม่ได้อีกเช่นเคยทำให้ต้องคิดวิธีใหม่

จากทั้งสองวิธีจะมีปัญหาที่คล้ายกัน จึงคิดว่าน่าจะหาทางหลีกเลี่ยงในการหาลักษณะเด่นจากภาพลายนิ้วมือทั้ง CORE และ DELTA มาใช้การคำนวนจากภาพลายนิ้วมือแทนโดยให้เป็นภาพ Binary คือมีเส้นลายนิ้วมือให้มีค่าเป็น 1 ถ้าไม่มีเส้นลายนิ้วมือให้เป็น 0 แล้วนำมาคำนวนตามสูตรคณิตศาสตร์ เพื่อจะหาค่าเฉลี่ยของภาพโดยจะให้ค่าออกมาที่ตำแหน่ง x , y ก็เป็นอันว่าได้จุดอ้างอิง 1 จุด จากนั้นจะใช้วิธีการหาค่าของ EIGENVALUE และ EIGENVECTOR ก็จะได้แกนหลักและแกนรองออกมาตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ในการหาแกนหลักและแกนรอง

ขั้นตอนนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดการหาแกนหลักและแกนรองของภาพลายนิ้วมือ เพื่อที่จะนำไปใช้ในการหมุนภาพลายนิ้วมือโดยจุดประสงค์ของการหมุนภาพลายนิ้วมือก็เพื่อทำให้การหาจุด CORE และ DELTA ถูกต้องมากยิ่งขึ้น และแก้ปัญหาจาก PROJECT ของรุ่นพี่ เนื่องจากการหาลายนิ้วมือแล้วทำการตัด windows ขนาด 16 บล็อก แล้วหาจุดปลายและจุดแยกเพื่อนำมาจดจำ แต่เกิดปัญหาเมื่อภาพลายนิ้วมือเอียง แล้วทำการตัด windows ขนาด 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บล๊อก แล้วทำให้จุดปลายและจุดแยกนั้นเปลี่ยนไปทำให้ไม่สามารถตรวจเช็คว่าเป็นลายนิ้วมือชนิดเดียวกันหรือไม่ จึงต้องทำการหมุนภาพลายนิ้วมือแล้วตัด windows ขนาด 16 บล๊อก จะทำให้การหาจุดปลายและจุดแยกไม่เปลี่ยนแปลง ทำให้ตรวจเช็คและจดจำว่าเป็นลายนิ้วมือชนิดเดียวกัน เนื่องจากในขั้นตอนแรก ๆ ของการหาจุด CORE และ DELTA ในบทก่อน ๆ นี้ ในช่วงการนำภาพลายนิ้วมือที่เป็นภาพ GREY 256 ระดับ โดยมีขนาดภาพเท่ากับ 256*256 พิเซลต่อภาพ และนำมาหาผลรวมของทิศทางจากสูตร

$$Sd = \sum \left| G(im,jm) - G(i,j) \right| \quad \text{for } d=1\ldots N$$

โดย G(im,jm) และ G(i,j) เป็น grey ของจุด (i,j) และ (im,jm) ตามลำดับ

กำหนดให้

M = จำนวนของจุด

N = จำนวนของทิศทาง = 8 ทิศทาง

จากสูตรนำเอาจุดที่ต้องการหาทิศทางหาค่า เมื่อให้ลายนิ้วมือ = " 1 " และไม่มีลายนิ้วมือ = " 0 " หาที่จุด (i,j) แล้วนำค่าของ GREY ที่จดห่างออกไป 1 จุด (d = 1... N) จนครบ N จุด เมื่อมีทิศทางเดียวกับจุด (i,j) ค่า Sd ที่ทิศทางนั้นจะน้อยที่สุดเพราะข้อมูลที่ลบกับจะเท่ากับ "0" จึงให้จุดนั้นมีสีของทิศทางที่ N จากนั้นนำภาพสีที่ได้มาเปลี่ยนเป็นบล๊อก ในที่นี้ใช้ขนาด 8*8 แล้วหาค่าสีของทิศทางที่มากที่สุดแสดงออกมาเป็นลายเส้น โดยแบ่งทิศทางดังนี้

1.เอียงซ้าย มุมจะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ 90 องศา

2.เอียงขวา มุมจะต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 90 องศา

3.ขอบ มุมจะต้องไม่อยู่ระหว่าง 45-135 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นเมื่อได้ภาพลายนิ้วมือออกมาเป็นบล็อกแล้วได้ทิศทาง จะนำมาผ่าน 6 ขั้นตอนในการหา CORE และ DELTA คือ

1.ขั้นตอน SELECTION เป็นการเลือกจุด CORE และ DELTA ในขั้นแรก

2 ขั้นตอน PRUNING เป็นการกำจัดจุดที่ไม่น่าเป็น CORE และ DELTA

3.ขั้นตอน CURVATURE DETECTION เป็นการหาส่วนโค้งทางด้านบวก

4.ขั้นตอน CLUSTERING การแบ่งกลุ่มแล้วหาจุดศูนย์กลางแต่ละกลุ่ม

5.ขั้นตอน FINDING THE AXIS OF THE PATTERN AREA การหาทิศทางหลักของลายนิ้วมือ

6.ขั้นตอน CORE AND DELTA POINT เป็นจุด CORE และ DELTA ที่ถูกต้อง

โดยละเอียดในขั้นตอนต่างๆ ทั้งหมด 6 ขั้นตอนจะอยู่ในบทที่ 3 ในที่นี้จะไม่กล่าวถึงอีก แต่ยกมาเพื่อใช้อ้างอิงเท่านั้น จากขั้นตอนการหาจุด CORE และ DELTA ในภาพพิมพ์ลายนิ้วมือจะเก็บภาพลายนิ้วมือที่ได้มาตราฐานหมายความว่าในขั้นตอนการเก็บภาพลายนิ้วมือโดยใช้กล้องเก็บภาพลายนิ้วมือของรุ่นพี่มาเก็บเป็นภาพ .PCX จากนั้นนำมาแปลงเป็นภาพ .BMP แล้วมาแปลงเป็นภาพ .IMG ซึ่งจะใช้ในการคำนวนทั้ง 6 ขั้นตอนที่กล่าวมาก่อนหน้านี้หลังจากนั้นจะเก็บภาพลายนิ้วมือที่ตั้งตรง คือจะไม่มีการเอียงซ้ายหรือเอียงขวา ทำให้การคำนวนโดยผ่านขั้นตอน 6 ขั้นตอน จะเป็นการคำนวนในลายนิ้วมือที่ตรงแล้วได้จุด CORE และ DELTA ออกมาถูกต้องเมื่อเทียบกับภาพลายนิ้วมือที่เก็บมา จากนั้นนำตำแหน่งที่เป็นจุด CORE และ DELTA ที่หาได้นำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำเพื่อใช้เปรียบเทียบกับภาพลายนิ้วมือที่เก็บเข้ามาใหม่ว่าเป็นภาพลายนิ้วมือเดียวกันหรือไม่ แต่ก็มีปัญหาในการเปรียบเทียบลายนิ้วมือระหว่างลายนิ้วมือที่เก็บไว้ในหน่วยความจำกับลายนิ้วมือที่เก็บเข้ามาใหม่ เนื่องจากลายนิ้วมือที่เก็บเข้ามาใหม่ไม่ได้มาตราฐานในที่นี้หมายถึงการวางนิ้วมือให้กล้องเก็บภาพได้ไม่ตรงคือมีการเอียงซ้ายหรือเอียงขวาทำให้มีแนวความคิดว่าควรมีการหมุนภาพลายนิ้วมือที่เก็บเข้ามาใหม่ให้เหมือนกับภาพลายนิ้วมือที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ โดยจะหาแกนหลักและแกนรองของภาพลายนิ้วมือที่เก็บไว้ในหน่วยความจำก่อนเมื่อเก็บภาพลายนิ้วมือเข้ามาใหม่ก็จะหาแกนหลักและแกนรองของภาพลายนิ้วมือที่เก็บเข้ามาใหม่ แล้วนำไปเปรียบเทียบว่ามีทิศทางหรือมุมของแกนหลักและแกนรองต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากลายนิ้วมือในหน่วยความจำที่องศาแล้วให้หมุนตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกาแล้วแต่ว่าห่างออกไปทางไหนจนแกนหลักและแกนรองของภาพลายนิ้วมือที่เก็บเข้ามาใหม่เหมือนกับแกนหลักและแกนรองของภาพลายนิ้วมือที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ ดังนั้นเราจะได้ภาพลายนิ้วมือที่ถูกต้องได้มาตราฐานที่ใช้ในการหา CORE และ DELTA ที่ถูกต้องที่สุด แต่ในปริญญานิพนธ์เล่มนี้จะไม่กล่าวถึงขั้นตอนในการหมุนภาพ แต่จะกล่าวถึงเฉพาะวิธีการหาแกนหลักและแกนรองเท่านั้น เนื่องจากระยะเวลาในการศึกษาค้นคว้าไม่เพียงพอจึงเสนอเฉพาะหลักการที่นำไปใช้งานได้ไว้สำหรับบุคคลที่สนใจนำไปใช้ต่อไป

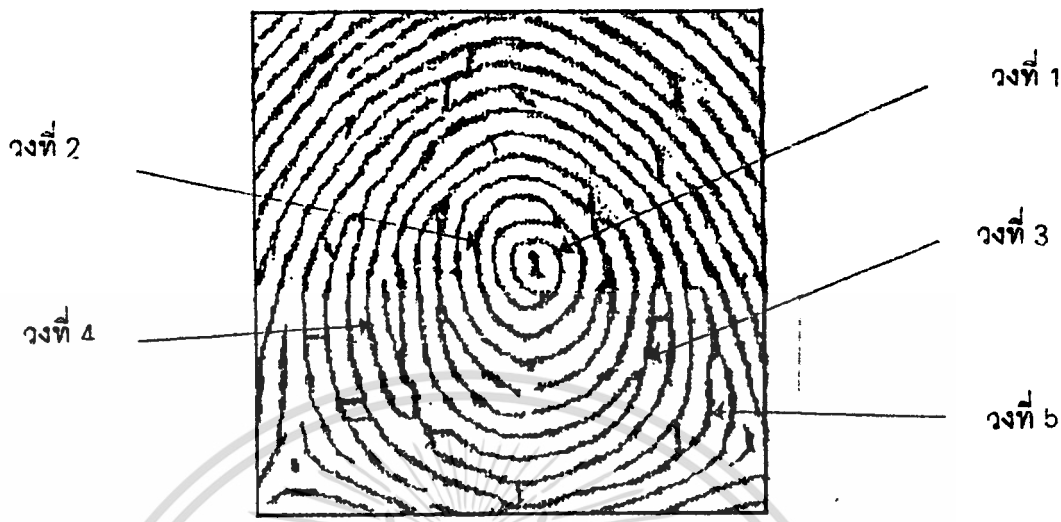
แนวความคิดเริ่มต้นที่เห็นว่าควรนำการหาแกนหลักและแกนรองมาใช้ ในการหมุนภาพลายนิ้วมือเนื่องจากการหาแกนหลักและแกนรองจะเป็นการหาลักษณะเฉพาะของภาพวัตถุ โดยภาพวัตถุชนิดเดียวกันจะได้แกนหลักและแกนรองเหมือนกัน ดังนั้นเห็นว่าลายนิ้วมือก็น่าจะเหมือนกันเพราะลายนิ้วมือจะมีลักษณะส่วนมากแล้วจะเป็นลายเส้นที่วนเข้าหากันเป็นลูปแล้วแต่ชนิดของลายนิ้วมือ จึงนำแต่ละลูปในลายนิ้วมือมาหาค่าแกนหลักและแกนรองจากนั้นนำแกนหลักและแกนรองของแต่ละลูปมาหาค่าเฉลี่ยก็จะได้แกนหลักและแกนรองเฉลี่ยของภาพลายนิ้วมือชนิดนั้นออกมา โดยมีหลักและวิธีการคำนวนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการหาแกนหลักและแกนรองของภาพลายนิ้วมือ โดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ของ Eigenvalue และ Eigenvector จะนำภาพลายนิ้วมือที่มีขนาด 256*256 จุดพิเซลต่อภาพ ที่เป็นภาพไบนารี่คือมีระดับความสว่างเป็น "0" กับ "1" โดยให้พื้นที่ที่เป็นเส้นลายมีค่าเป็น "1" ส่วนไม่มีเส้นลายนิ้วมือให้มีค่าเป็น "0"

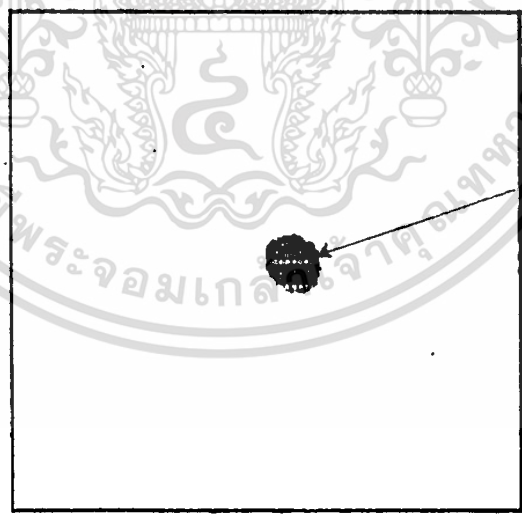
ขั้นตอนการหาแกนหลักและแกนรอง

4.1 นำภาพลายนิ้วมือที่เป็นภาพไบนารี่ที่มีขนาด 256*256 จุดเซลต่อภาพมาทำการลบเส้นของลายนิ้วมือจากวงเล็กที่สุดไปจนถึงวงใหญ่ที่สุด โดยใช้ program painbrush ในการลบภาพ โดยแต่ละวงข้างในจะระบายเป็นสีดำให้หมดเพื่อให้มีค่าเป็น "1" ในการลบเส้นลายนิ้วมือจากด้านในสุดและนับออกไปอีก 2-3 เส้นของลายนิ้วมือเพื่อลบต่อไปเรื่อยๆ จนได้วงใหญ่ที่สุดจะเก็บภาพของแต่ละวงรวมแล้วได้ 5 ภาพดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

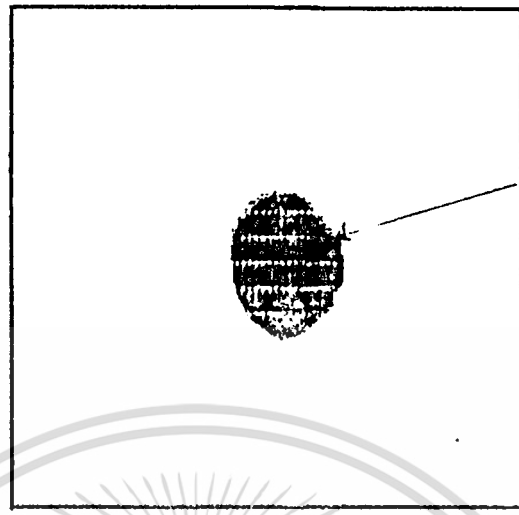


รูปที่ 4.1 ลักษณะลายนิ้วมือแบบลูป



รูปที่ 4.2 เป็นการลบลายเส้นของลายนิ้วมือให้เหลือลูปที่เล็กที่สุดแล้วระบายสีข้างในให้เป็นสีดำ

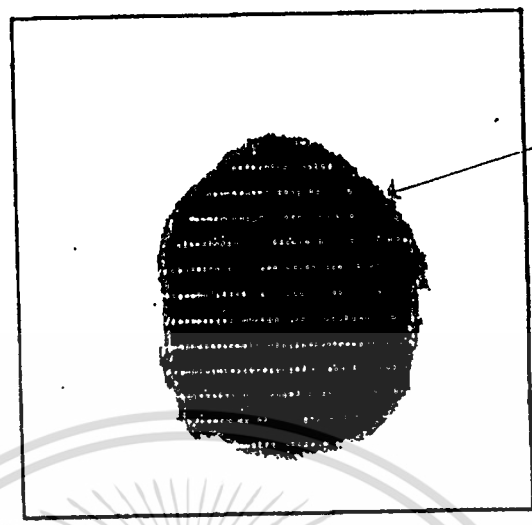
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 เป็นการลบลายเส้นของลายนิ้วมือโดยขนาดของลูปจะใหญ่ขึ้นจากรูปที่ 4.2 แล้วระบายสีข้างในให้เป็นสีดำ

รูปที่ 4.4 เป็นการลบลายเส้นของลายนิ้วมือโดยขนดของลูปจะใหญ่กว่ารูปที่ 4.3 แล้วระบายข้างในให้เป็นสีดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 เป็นการลบลายเส้นของลายนิ้วมือโดยขนาดของลูปจะใหญ่กว่ารูปที่ 4.4 แล้วระบายข้างในให้เป็นสีดำ

รูปที่ 4.6 เป็นการลบลายเส้นของลายนิ้วมือโดยขนาดของลูปจะใหญ่กว่ารูปที่ 4.5 แล้วระบายสีข้างในให้เป็นสีดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ขั้นตอนนี้จะใช้สูตรคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการคำนวนหา Eigenvalue และ Eigenvector โดยมีวิธีการดังนี้

4.2.1 จากภาพไบนารี่ที่มีขนาด 256*256 จุดพิเซลต่อภาพ โดยภาพแรกจะเป็นภาพเส้นลายวงเล็กที่สุดข้างในเส้นลายจะถูกระบายเป็นสีดำหมด จะเริ่มทำการตรวจสอบค่าตั้งแต่ตำแหน่งที่ x=0 , y=0 จนถึง x=255 , y=255 โดยตำแหน่งที่ไม่มีเส้นลายจะมีค่าเป็น "0" ส่วนตำแหน่งที่มีเส้นลายนิ้วมือจะมีค่าเป็น "1" จะเก็บจำนวนจุดภาพที่พบเป็น $\sum Ni$ และเก็บค่าตำแหน่งที่พบในแนวแกน x เอาไว้เป็น $\sum Xi$ และในแนวแกน y เป็น $\sum Yi$

กำหนดให้

$\sum Ni$=จำนวนจุดภาพ

$\sum Xi$=ผลรวมของจุดภาพทางแนวแกน x

$\sum Yi$=ผลรวมของจุดภาพทางแนวแกน y

จากนั้นนำค่ามาคำนวนหาค่าเฉลี่ยตามแนวแกน x และค่าเฉลี่ยตามแนวแกน y จากสูตร

$$X = \frac{\sum_{i=0}^{255} Xi}{N}$$

$$Y = \frac{\sum_{i=0}^{255} Yi}{N}$$

ในขั้นตอนการคำนวนนี้เราจะได้ตำแหน่งเฉลี่ยของภาพก็คือ X และ Y ก็เพื่อจะนำค่าเหล่านี้ไปใช้ในการหาค่า Eigenvalue โดยจะได้ค่า Eigenvalue ออกมา 2 ค่า คือ Maximum Eigenvalue และ Minimum Eigenvalue จากนั้นนำค่าทั้งสองไปคำนวนเพื่อหาค่า Eigenvector ก็จะได้แกนหลักและแกนรองจากการคำนวนออกมาโดยมีรายละเอียดที่จะกล่าวถึงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ใช้สูตรจากทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบก็คือการนำ matrix ขนาด 2*2 มาหาค่า Eigenvalue และ Eigenvector จากทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบในการหาค่า Eigenvalue และ Eigenvector จะใช้ matrix ได้หลายขนาดแต่ในขั้นตอนนี้จะใช้ matrix ขนาด 2*2 เนื่องจากจะหาแต่แกนหลักและแกนรองซึ่งมีจำนวนเส้น 2 เส้นที่ตั้งฉากกัน จึงถือว่าอยู่ในระนาบ 2 มิติทำให้ต้องใช้ mattrix ขนาด 2*2 ถ้าใช้ mattrix ที่มีขนาดใหญ่กว่าอย่างเช่น mattrix ขนาด 3*3 ก็จะได้เส้นออกมา 3 เส้น จะอยู่ในระนาบ 3 มิติ ซึ่งเกินความจำเป็นและทำให้การคำนวนยุ่งยากและไม่สะดวกรวดเร็ว การคำนวนโดยใช้ mattrix ขนาด 2*2

$$C = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$$

ค่า a,b,c และ d เป็นพารามิเตอร์ คำนวนหาค่า a,b,c และ d จากสูตร

$$a = \frac{\sum_{i=0}^{255}(Xi - X)}{N}$$

$$b = \frac{\sum_{i=0}^{255}(Xi - X)(Yi - Y)}{N}$$

$$c = \frac{\sum_{i=0}^{255}(Yi - Y)(Xi - X)}{N}$$

$$d = \frac{\sum_{i=0}^{255}(Yi - Y)}{N}$$

จากนั้นเมื่อคำนวนหาค่า a,b,c และ d ได้แล้วก็นำมาแทนค่าเพื่อหาค่า determinant จาก

$\det(C - LI) = 0$, L = ค่า Eigenvalue

$$C = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \quad , I = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$(a - L)(d - L) - bc = 0$

$ad - aL - dL - L - bc = 0$

$L - (a + d)L + (ad - bc) = 0$

จากสูตรการแก้สมการกำลังสองจะได้ค่า L ออกมา 2 ค่า

$$L1 = \frac{(a+d)+\sqrt{(a+d)-4(ad-bc)}}{2}$$

$$L2 = \frac{(a+d)-\sqrt{(a+d)-4(ad-bc)}}{2}$$

ค่าที่ได้มากที่สุดจะเป็นค่า Maximum Eigenvalue ส่วนค่าที่น้อยกว่าจะเป็นค่า Minimum Eigenvalue ค่าที่ได้ทั้งสองจะนำไปหา Eigenvector จากสูตร

$y = Cx$

$$y = \begin{bmatrix} y1 \\ y2 \end{bmatrix} = Cx = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x1 \\ x2 \end{bmatrix}$$

$y1 = ax1 + bx2$

$y2 = cx1 + dx2$

จาก $y = Lx$ และ $y = Cx$

$\therefore Cx = Lx$

$ax1 + bx2 = Lx1$

$cx1 + dx2 = Lx2$

หรือ

$(a - L)x1 + bx2 = 0$ .....(1)

$cx1 + (d - L)x2 = 0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำค่า Maximum Eigenvalue แทนค่าใน (1) เพื่อหาค่า x2 โดยให้ x1 = 1

นำค่า Minimum Eigenvalue แทนค่าใน (1) เพื่อหาค่า x2 โดยให้ x1 = 1

จากการแทนค่าของทั้งสองค่าก็จะได้ทิศทาง x2 ซึ่งเป็นทิศทางของแกนหลักและทิศทาง x2 ซึ่งเป็นทิศทางของแกนรอง โดยอัตราส่วนระหว่าง x1 และ x2 คือ x1 =1 และ x2 ที่คำนวนได้ถ้า x2 ที่คำนวนได้โดยการแทนค่า Lmax และ Lmin ค่า x2 ที่มีค่ามากจะเป็นทิศทางของแกนหลัก ส่วนค่า x2 ที่มีค่าน้อยจะเป็นทิศทางของแกนรอง ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

$$C = \begin{bmatrix} 5-L & 3 \\ 3 & 5-L \end{bmatrix}$$

จากนั้นนำมาหา determinant

$$(5 - L) - 9 = 0$$

$$L - 10L + 25 - 9 = 0$$

$$L - 10L + 16 = 0$$

จะได้ค่า L ออกมา 2 ค่าคือ 8 และ 2

ค่าที่มากจะเป็น Maximum Eigenvalue (Lmax) = 8

ค่าที่น้อยจะเป็น Minimum Eigenvalue (Lmin) = 2

นำค่า Lmax แทนค่าใน (1) เพื่อหาค่า x2

$$-3x1 + 3x2 = 0$$

$$3x1 - 3x2 = 0$$

กำหนดให้ x1 = 1

$$x2 = \frac{3x1}{3} = 1$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำค่า Lmin แทนค่าใน (1) เพื่อหาค่า x2

$$3x1 + 3x2 = 0$$

$$3x1 + 3x2 = 0$$

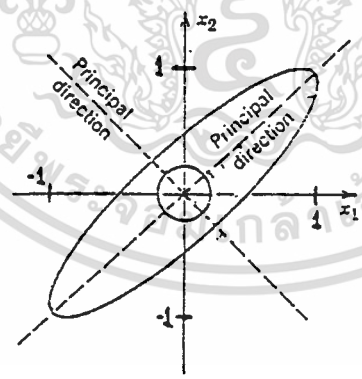
กำหนดให้ x1 = 1

$$x2 = \frac{-3x1}{3} = -1$$

จะได้ Eigenvector ดังรูปต่อไปนี้

$$Lmax = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$Lmin = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$$



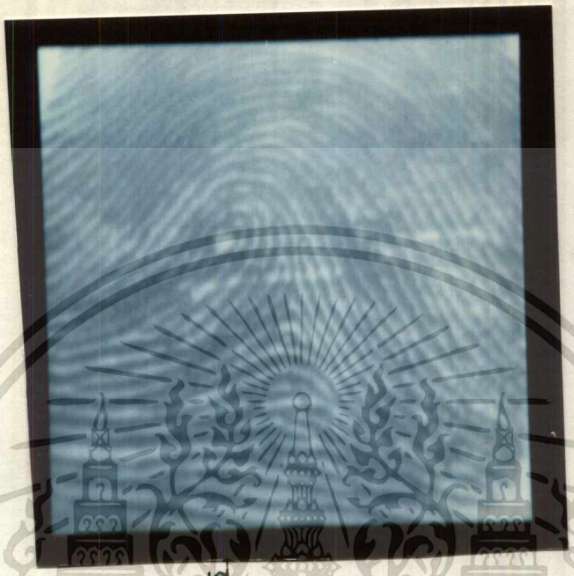
รูปที่ 4.7 เป็นภาพของ EIGENVECTOR ที่ได้

เมื่อหาแกนหลักและแกนรองของภาพแรกได้แล้ว ก็จะหาแกนหลักและแกนรองของภาพต่อไปจนครบทั้งหมด 5 ภาพ หลังจากนั้นนำแกนหลักและแกนรองของภาพทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ยก็จะได้แกนหลักและแกนรองของภาพลายนิ้วมือชนิดนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลจากการหาแกนหลักและแกนรองจากภาพลายนิ้วมือ

จากการทำตามขั้นตอนในการหาแกนหลักและแกนรองของภาพลายนิ้วมือ จะได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้



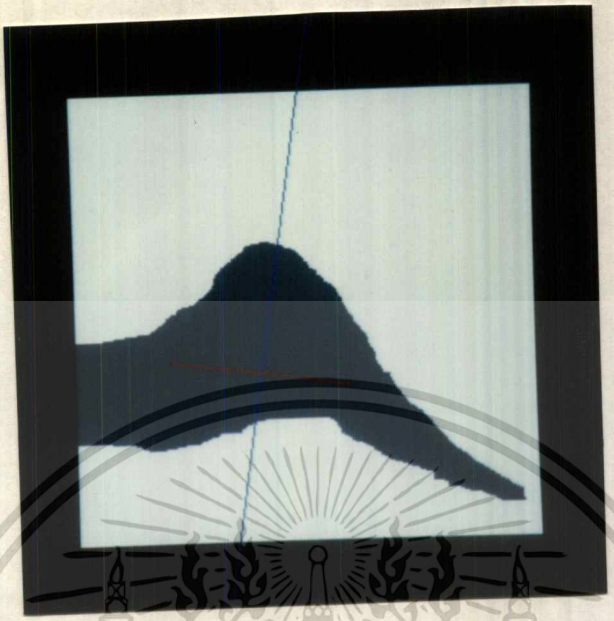
รูปที่ 4.8

เป็นภาพลายนิ้วมือแบบลูป (LOOP) ที่เก็บมาจากกล้องเก็บภาพลายนิ้วมือ โดยจะเก็บเป็น PCX หลังจากนั้นมาทำการแปลงเป็น BMP

รูปที่ 4.9

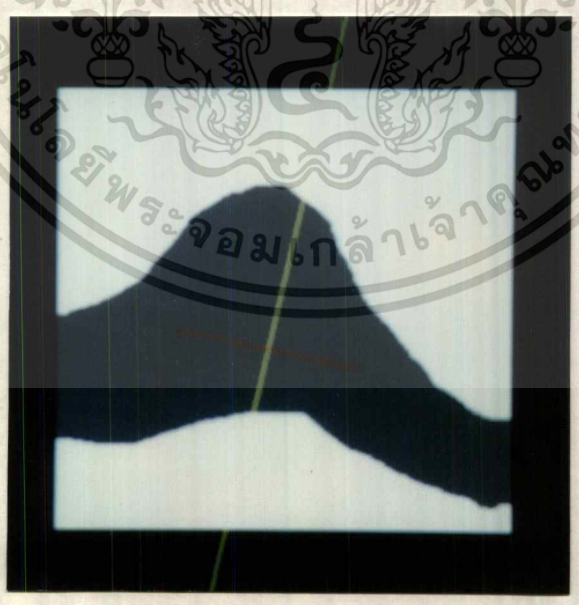
เป็นภาพที่มีการลบเส้นลายนิ้วมือให้เหลือลูปที่เล็กที่สุด แล้วระบายข้างในให้เป็นสีดำ จากนั้นนำมาคำนวนจะได้แกนหลักและแกนรองของภาพลายนิ้วมือ จากรูปที่ 4.9 แกนหลักจะเป็นเส้นสีเขียว และแกนรองจะเป็นเส้นสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ว่ากรณีใดๆ จะนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การหากำไร การโฆษณา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10

เป็นภาพที่มีการลบเส้นลายนิ้วมือให้ใหญ่กว่ารูปที่ 4.10 โดยนับระยะห่างในการลบออกมาอีกประมาณ 2 ลูป แล้วระบายข้างในให้เป็นสีดำจากนั้นนำมาคำนวนก็จะได้แกนหลักและแกนรองของภาพลายนิ้วมือ จากรูปที่ 4.10 แกนหลักจะเป็นเส้นสีน้ำเงิน และแกนรองจะเป็นเส้นสีแดง



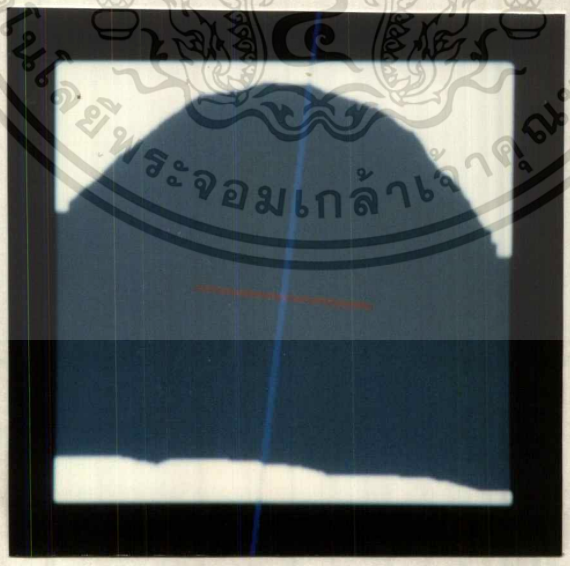
รูปที่ 4.11

เป็นภาพที่มีขนาดใหญ่กว่ารูปที่ 4.11 โดยใช้หลักการเดิมก็จะได้แกนหลักและแกนรองของภาพนี้ จากรูปที่ 4.11 แกนหลักจะเป็นเส้นสีเหลือง และแกนรองจะเป็นเส้นสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.12

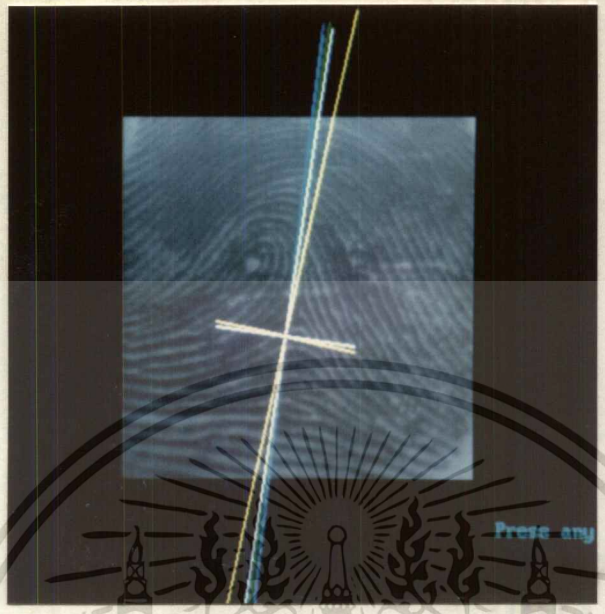
เป็นภาพที่มีขนาดใหญ่กว่ารูปที่ 4.11 โดยวิธีการเดิมก็จะได้แกนหลักและแกนรองออกมา จากรูปที่ 4.12 แกนหลักจะเป็นเส้นสีเทา และแกนรองจะเป็นเส้นสีแดง



รูปที่ 4.13

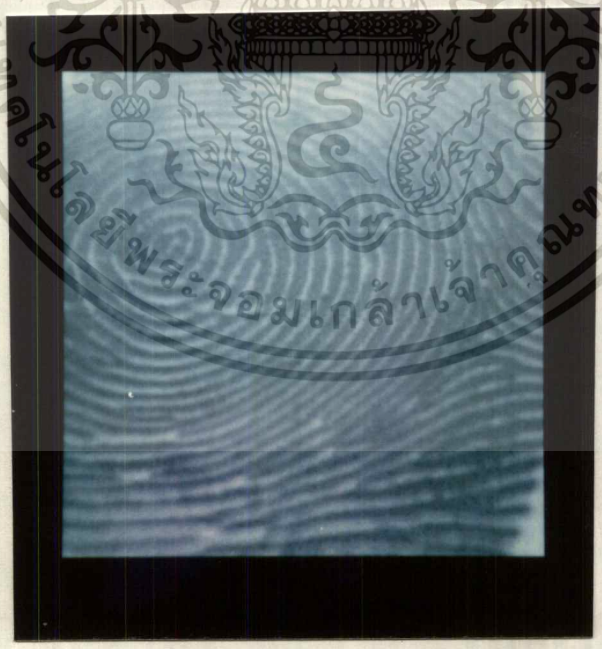
เป็นภาพที่มีขนาดใหญ่ที่สุดจากการลบเส้นลายนิ้วมือ จากนั้นนำมาคำนวนก็จะได้แกนหลักและแกนรอง โดยแกนหลักจะเป็นเส้นสีน้ำเงินเข้ม และแกนรองจะเป็นเส้นสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14

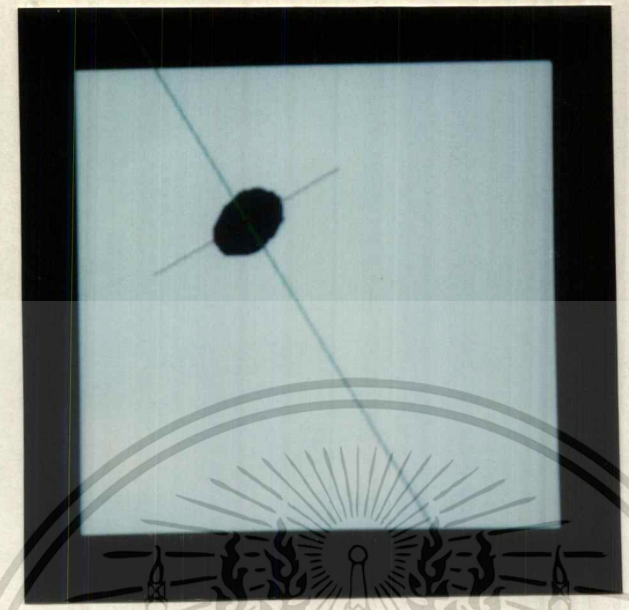
เป็นภาพลายนิ้วมือที่ได้แกนหลักและแกนรองจากการเฉลี่ยแกนหลักและแกนรองจากทั้ง 5 ภาพข้างต้นนี้ โดยแกนหลักและแกนรองจะเป็นเส้นสีขาว



รูปที่ 4.15

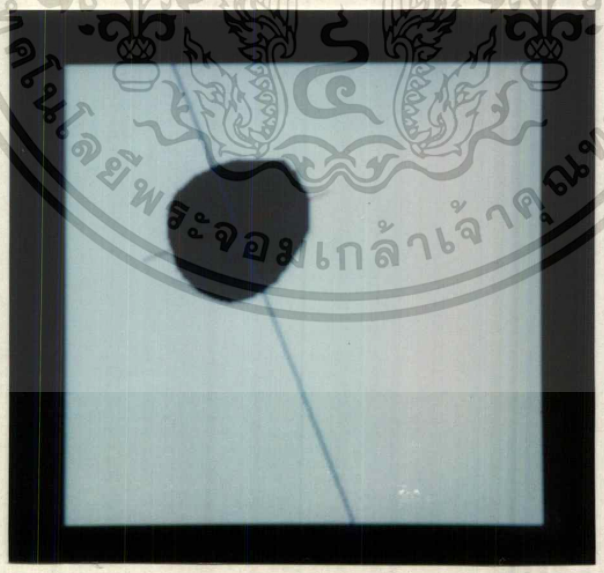
เป็นภาพลายนิ้วมือแบบก้นหอย ที่เก็บมาจากกล้องเก็บภาพลายนิ้วมือ โดยจะเก็บเป็น .PCX หลังจากนั้นมาทำการแปลงเป็น .BMP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16

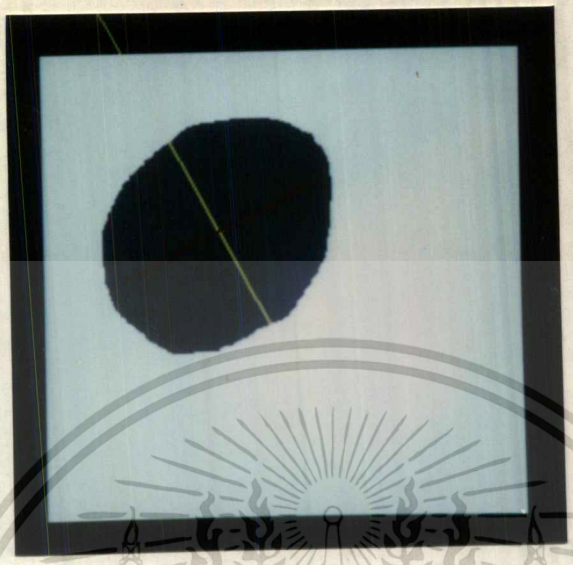
เป็นภาพที่มีการลบเส้นลายนิ้วมือให้เหลือลูปที่เล็กที่สุด แล้วระบายข้างในให้เป็นสีดำ จากนั้นนำมาคำนวนจะได้แกนหลักและแกนรองของภาพลายนิ้วมือ จากรูปที่ 4.16 แกนหลักจะเป็นเส้นสีเขียว และแกนรองจะเป็นเส้นสีแดง



รูปที่ 4.17

เป็นภาพที่มีการลบเส้นลายนิ้วมือให้ใหญ่กว่ารูปที่ 4.17 โดยนับระยะห่างในการลบออกมาอีกประมาณ 2 ลูป แล้วระบายข้างในให้เป็นสีดำจากนั้นนำมาคำนวนก็จะได้แกนหลักและแกนรองของภาพลายนิ้วมือ จากรูปที่ 4.17 แกนหลักจะเป็นเส้นสีน้ำเงิน และแกนรองจะเป็นเส้นสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น



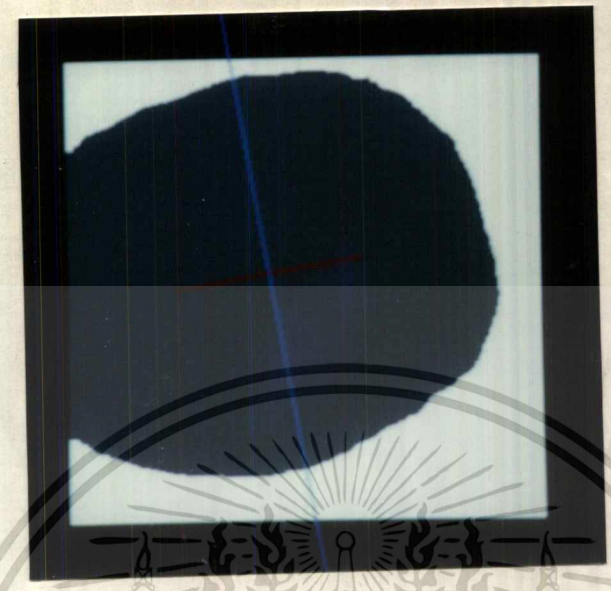
รูปที่ 4.18

เป็นภาพที่มีขนาดใหญ่กว่ารูปที่ 4.18 โดยใช้หลักการเดิมก็จะได้แกนหลักและแกนรองของภาพนี้ จากรูปที่ 4.18 แกนหลักจะเป็นเส้นสีเหลือง และแกนรองจะเป็นเส้นสีแดง

รูปที่ 4.19

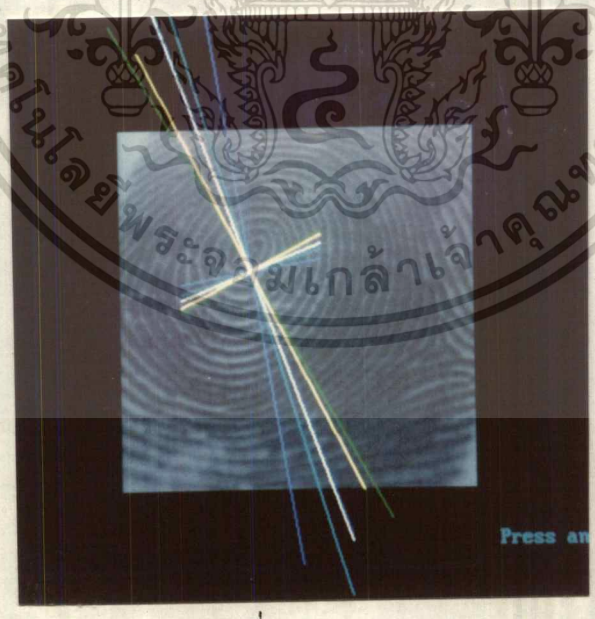
เป็นภาพที่มีขนาดใหญ่กว่ารูปที่ 4.19 โดยวิธีการเดิมก็จะได้แกนหลักและแกนรองออกมา จากรูปที่ 4.19 แกนหลักจะเป็นเส้นสีเทา และแกนรองจะเป็นเส้นสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20

เป็นภาพที่มีขนาดใหญ่ที่สุดจากการลบเส้นลายนิ้วมือ จากนั้นนำมาคำนวนก็จะได้แกนหลักและแกนรอง โดยแกนหลักจะเป็นเส้นสีน้ำเงินเข้ม และแกนรองจะเป็นเส้นสีแดง



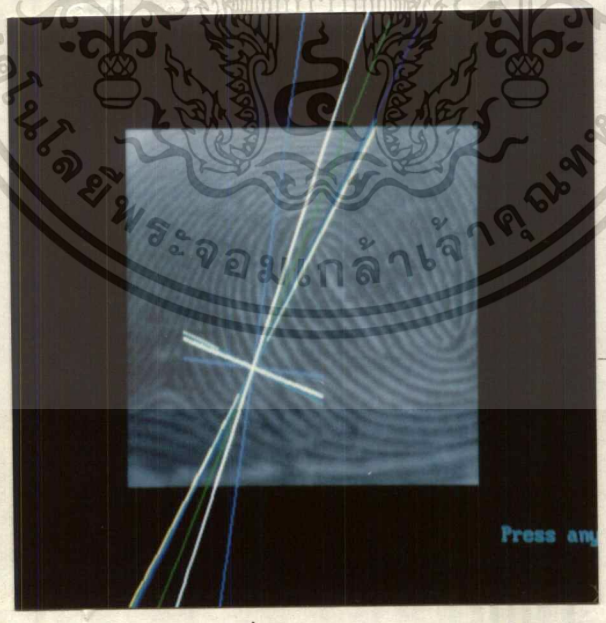
รูปที่ 4.21

เป็นภาพลายนิ้วมือที่ได้แกนหลักและแกนรองจากการเฉลี่ยแกนหลักและแกนรองจากทั้ง 5 ภาพข้างต้นนี้ โดยแกนหลักและแกนรองจะเป็นเส้นสีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.26

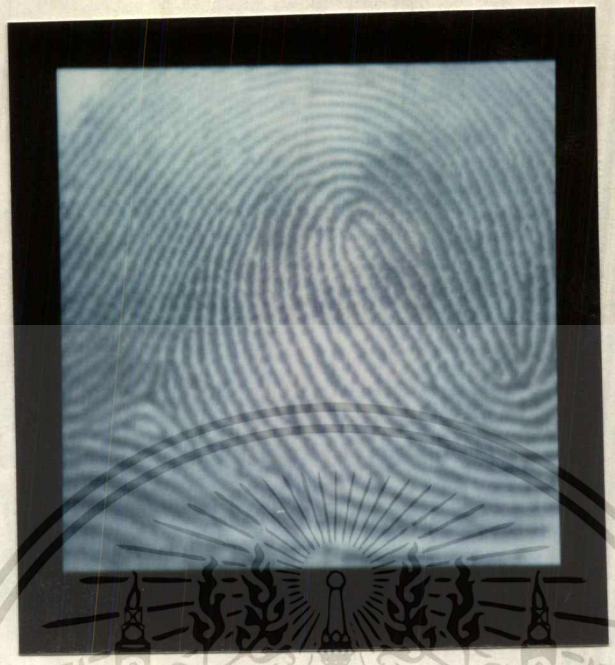
เป็นภาพลายนิ้วมือแบบลูป (LOOP) ที่เก็บมาจากกล้องเก็บภาพลายนิ้วมือ โดยจะเก็บเป็น .PCX หลังจากนั้นมาทำการแปลงเป็น .BMP โดยจะวางนิ้วเอียงเอียงประมาณ 20 องศา



รูปที่ 4.27

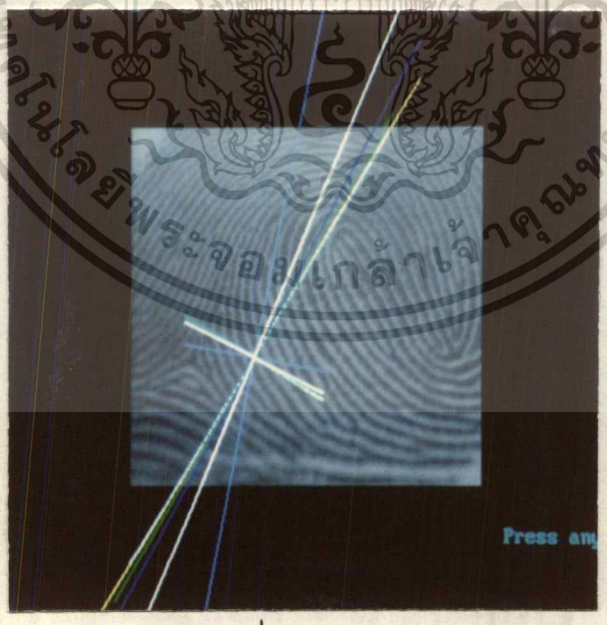
เป็นภาพลายนิ้วมือที่ได้แกนหลักและแกนรองจากการเฉลี่ยแกนหลักและแกนรองจากทั้ง 5 ภาพข้างต้นนี้ โดยแกนหลักและแกนรองจะเป็นเส้นสีขาว

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28

เป็นภาพลายนิ้วมือแบบลูป (LOOP) ที่เก็บมาจากกล้องเก็บภาพลายนิ้วมือ โดยจะเก็บเป็น .PCX หลังจากนั้นมาทำการแปลงเป็น .BMP



รูปที่ 4.29

เป็นภาพลายนิ้วมือที่ได้แกนหลักและแกนรองจากการเฉลี่ยแกนหลักและแกนรองจากทั้ง 5 ภาพข้างต้นนี้ โดยแกนหลักและแกนรองจะเป็นเส้นสีขาวรูปที่ 4.21

เอกสารนี้ ... ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>สรุปผลการทดลอง</u>

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าการหาแกนหลักและแกนรองของภาพลายนิ้วมือแต่ละแบบจะไม่เหมือนกันถือว่าเป็นลักษณะเฉพาะของลายนิ้วมือแต่ละแบบ ซึ่งจะนำจุดเด่นตรงนี้มาใช้ในการหมุนภาพลายนิ้วมือ เพราะจะใช้แกนหลักและแกนรองเป็นจุดอ้างอิงในการหมุนภาพลายนิ้วมือเนื่องจากต้องเปรียบเทียบแกนหลักและแกนรองที่เก็บไว้ในหน่วยความจำกับแกนหลักและแกนรองที่เก็บเข้ามาใหม่โดยกล้องเก็บภาพลายนิ้วมือว่ามีมุมต่างกันเท่าไหร่ แล้วให้หมุนภาพลายนิ้วมือที่เก็บเข้ามาใหม่ให้มีแกนหลักแกนรองเหมือนกับแกนหลักและแกนรองที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ เมื่อนำภาพลายนิ้วมือที่ผ่านการหมุนแล้วจะทำให้การหาจุด CORE และ DELTA มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลงานวิจัย

การทำงานวิจัยนี้จะนำเอาภาพจากกล้องเก็บภาพลายนิ้วมือของรุ่นพี่ ซึ่งเป็นจุด .PCXมาทำการกลับหัวแล้วแปลงเป็นจุด BMP จากนั้นก็ใช้โปรแกรม BMPTOI.EXE มาแปลง .BMP มาเป็น IMG จากนั้นนำภาพที่ได้มาเข้าโปรแกรม MOFILE.EXE เมื่อหาทิศทางของลายนิ้วมือจากนั้นก็ SAVE เป็น FILE จากนั้นนำภาพที่ได้มาหา CORE และ DELTA โดยโปรแกรม STEP1 ซึ่งจะมีโปรแกรม STEP1 นั้นมีหลายโปรแกรมเช่น STEP1-1 :EXE, STEP1-2,STEP1-3 เป็นต้น เพราะมีการเปลี่ยนแปลงค่า TR1,TR2 และ TR3 หลังจากผ่านโปรแกรม STEP1 เรียบร้อยจะได้จุด CORE และ DELTA

ข้อดีจากการหาทิศทางของลายนิ้วมือทำให้เราลดขั้นตอนในการการปรับปรุงภาพแก้ปัญหาการขาดหรือพิมพ์ลายนิ้วมือกดหนักกดเบาไม่เท่ากันและการหา CORE และ DELTA ได้ผลดี

ข้อเสีย การหา CORE และ DELTA นั้นยังต้องการหาค่าการสุ่มค่า TR1,TR2 และTR3 ซึ่งยังถือว่ายังไม่เป็นอัตโนมัติโดยสมบูรณ์ และค่าที่ได้ยังไม่ครอบคลุมทุกลายนิ้วมือ และการเก็บภาพจากกล้องที่มีการเอียงทำให้ตรวจหาจุด CORE และ DELTA ไม่ถูกต้องคือ จะตรวจจุด DELTA เป็นจุด CORE แทน

ข้อเสนอแนะ PROJECT นี้ รุ่นน้องหรือผู้สนใจควรหาวิธีหาค่าคงที่ที่มีการกำหนดในทฤษฎีและตั้งโปรแกรมให้เป็นค่าที่สามารถหาจุด CORE และ DELTA ทุกลายมือ ควรเอาโปรแกรมการหาทิศทางลายนิ้วมือ (MOFIND.EXE) และโปรแกรมการหา CORE และ DELTA (STEP1.EXE) ใช้ประกอบกันและนำส่วนนี้มาร่วมกับส่วนของกล้องเก็บภาพลายนิ้วมือ ควรจะมีการหมุนภาพให้ตรงเมื่อลายนิ้วมือที่เก็บมาจากกล้องเก็บภาพวางเอียง

จากงานนี้ควรหาหลักการหา DELTA ที่เอียงมากๆ หรือ ส่วนฐานที่ไม่เป็นแนวนอน

ขั้นตอนนี้เป็นการหาแกนหลักและแกนรองของภาพลายนิ้วมือ โดยใช้ค่าของ Eigenvalue และ Eigenvecter ในการหาแกนหลักและแกนรองของภาพลายนิ้วมือ หลักการในขั้นตอนนี้จะใช้สูตรทางคณิตศาสตร์และทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบ

ข้อดีก็คือ สามารถหาลักษณะเฉพาะของลายนิ้วมือก็คือการหาแกนหลักและแกนรองของภาพลายนิ้วมือแบบต่างๆ เพื่อที่จะนำไปใช้ในการหมุนภาพลายนิ้วมือโดยจุดประสงค์ที่ต้องหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพลายนิ้วมือก็เพื่อให้การหาจุด CORE และ DELTA ถูกต้องมากยิ่งขึ้นเนื่องจากการหาจุด CORE และ DELTA ต้องเก็บภาพลายนิ้วมือที่เก็บจากกล้องให้เหมือนกับที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ ถ้าภาพลายนิ้วมือที่เก็บจากกล้องไม่เหมือนกับที่เก็บไว้ในหน่วยความจำก็ต้องหมุนภาพลายนิ้วมือที่เก็บจากกล้องให้เหมือนกับที่เก็บไว้ในหน่วยความจำเพื่อให้การหาจุด CORE และ DELTA ถูกต้องมากยิ่งขึ้น และยังแก้ปัญหา PROJECT เก่าของรุ่นพี่ ที่หาลายนิ้วมือแล้วทำการตัด windows ขนาด 16 บล็อก แล้วหาจุดปลายและแยก เพื่อนำมาจดจำ จะเกิดปัญหาเมื่อภาพเอียงไปแล้วทำการตัด windows ขนาด 16 บล็อก แล้วจุดปลายและจุดแยกเปลี่ยนไปทำให้ไม่สามารถตรวจเช็คว่าลายนิ้วมือนั้นใช่ลายนิ้วมือเดียวกันหรือไม่ วิธีการหาแกนหลักและแกนรองจะทำการหาทิศทางของแกนหลักและแกนรองแล้วหมุนภาพตรง จึงทำการตัด windows แล้วจุดปลายและจุดแยกจะไม่เปลี่ยนแปลง ทำให้การตรวจเช็คว่าเป็นลายนิ้วมือเดียวกันถูกต้อง

ข้อเสียก็คือ ในขั้นตอนการหาแกนหลักและแกนรองของแต่ละภาพลายนิ้วมือ โดยการลบเส้นลายนิ้วมือจากเล็กสุดไปหาใหญ่สุดโดยใช้โปรแกรม โฟโต้สไตล์เลอร์ แล้วระบายสีข้างในให้เป็นสีดำหมด ในการลบเส้นลายแต่ละครั้งก็ผิดผลาดได้เพราะนับเส้นออกมา 2-3 เส้นของลายนิ้วมือเพื่อลบ บางทีลายนิ้วมือมีเส้นลายที่ถี่หรือห่างทำให้การหาแกนหลักและแกนรองเมื่อนำมาเฉลี่ยเพื่อหาค่าแกนหลักและแกนรองจะได้ค่าแกนหลักและแกนรองไม่เหมือนเดิมแม้จะเป็นภาพลายนิ้วมือเดียวกัน และโปรแกรมนี้ยังใช้เป็นแบบ manual อยู่ควรให้เป็นแบบอัตโนมัติทั้งหมดจึงจะสมบูรณ์

ข้อเสนอแนะก็คือควรมีการนำหลักการนี้ไปใช้เพื่อการหมุนภาพลายนิ้วมือเนื่องจากเวลาในการทำบริญญานิพนธ์นี้น้อยเกินไป จึงทำได้แค่เสนอแนะวิธีการเพื่อที่มีบุคคลสนใจนำไปใช้ต่อไปหวังว่าจะเป็นประโยชน์ไม่มากก็น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงาน และปริญญานิพนธ์นี้มิอาจสำเร็จลงได้ตามวัตถุประสงค์ ถ้าขาดความร่วมมือและคำแนะนำต่าง ๆ ดังนั้นในนามของผู้จัดทำจึงต้องขอขอบคุณแก่ผู้ให้ความร่วมมือทุกฝ่าย อาทิ อาจารย์ เพื่อน ๆ ทุกคน ตลอดจนผู้ร่วมงานที่ได้ช่วยกันแก้ปัญหา และสุดท้ายคือ อาจารย์ เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์ ที่ให้ความช่วยเหลือทุกด้านในการทำวิจัยครั้งนี้ และหวังว่าความดีที่ได้จากปริญญานิพนธ์นี้ ขอมอบกลับสู่ผู้ที่ให้ความร่วมมือ และกำลังใจทุกท่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

[1] V.S. SRINIVASAN and N.N. MURTHY "" Detection of Singular Point in Fingerprint Image "" IEEE Pattern Recognition Socity "" Vol. 25 , NO. 2pp 139-153 , 1992

[2] ร.ศ. ชม กิ้มปุ่งน " ทฤษฎีการจดจำรูปแบบ "" เรื่อง กฎเกณฑ์ความจริงตัวกลาง-K หน้า 78 - 82 พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ 2535

[3] อาโมทย์ สมบูรณ์ "" การตรวจสอบหาชนิดวัตถุของหุ่นยนต์โดยอาศัยการเปรียบเทียบแกนหลัก "" วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมมหาบัณฑิต 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้