

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

**การตรวจสอบลายมือ
PALM PRINT VERIFICATION**



**ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญาบัตร การตรวจสอบลายมือ
TITLE PALM PRINT VERIFICATION
ชื่อนักศึกษา นายวรวุฒิ สิทธิพรวรกุล รหัสนักศึกษา 48015633
นายสิริพงศ์ ชวินปุ่นขวัญน์ รหัสนักศึกษา 48015641
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.พิทักษ์ ธรรมวาริน
ระดับการศึกษา ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา 2550

หัวข้อปริญญาบัตรฉบับนี้ ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง



(ดร.พิทักษ์ ธรรมวาริน)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาบัตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การตรวจสอบลายมือ	
ชื่อนักศึกษา	นาย วรวุฒิ สิทธิพรวรกุล	รหัสประจำตัว 48015633
	นาย สิริพงศ์ ชวินบุญจันทร์	รหัสประจำตัว 48015641
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. พิทักษ์ ธรรมวาริน	
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ	
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
ปีการศึกษา	2550	

บทคัดย่อ

โครงการนี้นำเสนอการพิสูจน์ตัวตนของบุคคลโดยใช้การลายมือบนฝ่ามือ โดยในขั้นต้นภาพของฝ่ามือถูกเก็บโดยใช้กล้องดิจิทัลและ ส่งภาพเข้าเก็บมายังคอมพิวเตอร์ จากนั้นจึงทำการประมวลผลเบื้องต้นซึ่งประกอบด้วยกำจัดสัญญาณรบกวนและ การแยกภาพมือออกจากพื้นหลังด้วยการกำหนดค่าขีดแบ่ง (Thresholding) การหาขอบของภาพด้วยวิธีตรวจสอบขอบภาพ (edge detection) และสร้างเวกเตอร์กำหนดขอบเขตเพื่อใช้ในการกำหนดพื้นที่เฉพาะส่วนของลายมือ แล้วทำการตัดภาพส่วนที่เป็นลายมือบนฝ่ามือออกมาเพื่อมาดึงลักษณะเด่นด้วยเมตริกซ์ร่วมสัมพันธ์ (Co-occurrence matrix) หลังจากนั้นจะคำนวณค่าเอกลักษณ์ (IDS: Identification) 5 ชนิดจากเมตริกซ์ร่วมสัมพันธ์เพื่อดึงลักษณะเด่นของลายมือบนฝ่ามือและสุดท้ายนำค่าเอกลักษณ์ดังกล่าวมาใช้พิสูจน์ตัวตนของบุคคล

Thesis Title	Palm print verification
Student	Mr. Worrawut Sittipornworrakul ID. 48015633 Mr. Siriphong Chavinpunyawat ID. 48015641
Advisor	Dr. Pitak Thumwarin
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering
Department	Information Engineering
Academic Year	2007

ABSTRACT

This project presents a personal identification by using palm print of hand image. First, the handimage is collected by using digital camera. The preprocessing process such as noise reduction, edge detection are performed to reduce the fluctuation of the handimage. Then the co-occurrence matrices of the handimage are calculated to describe the feature of the plam point of the handimage. Finally five identification features are determined from the co-occurrence matrices to extract the feature of the plam print. The obtained identification features are used as the individual feature for a particular person.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดีด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาเกี่ยวกับเรื่อง การตรวจสอบลายมือ จาก ดร. พัทธ์ชัย ธรรมวาริน ซึ่งเป็นอาจารย์ควบคุมปริญญาบัตร ผู้จัดทำโครงการนี้รู้สึกรับซึ่งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. อรรถสิทธิ์ หล้าสกุล และ ผศ.ดร. สมเกียรติ อุดมธรรมยากุล ที่ได้กรุณาแนะนำตลอดจนชี้แนะทำให้ปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จด้วยดี ขอขอบพระคุณ คุณพิเชฐ คุณมารวงศ์ ที่ช่วยเหลือด้านคำปรึกษาแก่ผู้จัดทำ ขอขอบพระคุณบุคคลที่สำคัญที่สุดที่ทำให้คณะผู้จัดทำมีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่งซึ่งให้ความดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่และคอยเป็นกำลังใจให้เสมอมาในทุกๆด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ผู้จัดทำขอระลึกในพระคุณอันสูงสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณ ณ ที่นี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญาบัตรฉบับนี้ ผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
2.1 ดิจิตอลอิมเมจ(Digital Image)	2
2.1.1 ลักษณะดิจิตอลอิมเมจ (Digital Image)	2
2.1.2 ชนิดของข้อมูลภาพ (Image Types)	3
2.1.3 รูปแบบของไฟล์ภาพ (Image File Format)	4
2.2 การประมวลผลภาพดิจิตอล (Digital Image Processing)	5
2.2.1 การกำหนดเทรชโฮลด์ (Thresholding)	5
2.2.2 การทำให้คุณภาพของภาพดีขึ้น	6
2.2.3.1 สัญญาณรบกวน (Noise)	6
2.2.3.2 รูปแบบของสัญญาณรบกวน (Noise Model)	6
2.2.3.3 การลดสัญญาณรบกวนของภาพ (Image Noise Reduction)	6
2.2.3 การหาขอบภาพ(Edge Detection)	8
2.2.4 วิธีการดึงลักษณะเด่น	12
2.2.4.1 ฮิสโทแกรม ลำดับที่ 1	12
2.2.4.2 ฮิสโทแกรม ลำดับที่ 2 หรือ เมตริกซ์ร่วมสัมพันธ์	13
2.2.5 สมการคุณลักษณะเด่น	14
บทที่ 3 การออกแบบระบบ	15
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	18
4.1 ผลการทดลองส่วนแรก	18
4.2 การแปลงจากภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา	20
4.3 การกำหนดค่าเทรชโฮลด์	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และตั้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.4 การหาขอบภาพด้วย Edge Detection in Sobel	24
4.5 การพล็อตค่าตำแหน่งที่เก็บค่าของขอบภาพ	26
4.6 การตัดภาพด้วยการกำหนดจุด 2 จุด	28
4.7 การตัดภาพด้วยการกำหนดจุด 3 จุด	30
4.8 การดึงและการแยกแยะลักษณะเด่นด้วยเมตริกซ์ร่วมสัมพันธ์	32
4.9 การดึงและการแยกแยะลักษณะเด่นด้วยสมการคุณลักษณะเด่น	34
4.10 ส่วนที่สอง เก็บข้อมูลภาพด้วยกล้องดิจิตอล	40
4.11 การแยกแยะลักษณะเด่น	48
4.12 การรู้จำลายมือบนฝ่ามือ	50
บทที่ 5 สรุป	62
บรรณานุกรม	63

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

4.1 ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล

34



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะของคิจิตอลอิมเมจ(Digital Image)	2
2.2 ตัวกรองแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Median Filtering) ขนาด 3x3	7
2.3 ค่ามัธยฐานของตัวกรองแบบไม่เป็นเชิงเส้นขนาด 3x3	7
2.4 ผลลัพธ์การกรองสัญญาณรบกวนด้วย median filter	8
2.5 ค่าระดับความเข้มเทาของภาพแต่ละพิกเซล	9
2.6 มาส์ค 2 มิติของ Prewitt และ Sobel operator	9
2.7 การหาขอบภาพโดยวิธีการหาค่าอนุพันธ์อันดับ 1 โดยใช้มาส์ค 2 มิติ ของ Sobel	10
2.8 การขาดจุดข้างเคียงในบริเวณของการทำคอนโวลูชันในบริเวณกรอบภาพ	11
2.9 ความสัมพันธ์ของทิศทางของจุดปฏิบัติการทั้ง 4 จุด	14
3.1 รูป(ก)ภาพต้นฉบับ รูป(ข)ภาพหลังจากกำจัดสัญญาณรบกวน รูป(ค)ภาพเมื่อกำหนดค่าจัดแบ่ง รูป(ง)ภาพเมื่อหาขอบภาพ	15
3.2 รูป(ก)จุดที่ได้จากการคำนวณค่าความชัน รูป(ข)กราฟความชันที่คำนวณได้ รูป(ค)ภาพจากจุดที่กำหนด (ง)ภาพแบ่งออกเป็น 4 ส่วน	16
3.3 แบบจำลองของของระบบ การตรวจสอบลายมือ	17
4.1 ภาพที่ได้สแกนมือของคนที่ 1	18
4.2 ภาพที่ได้สแกนมือของคนที่ 2	19
4.3 ภาพที่ได้สแกนมือของคนที่ 3	19
4.4 ภาพแสดงการแปลงภาพสีเป็นภาพเทาคนที่ 1	20
4.5 ภาพแสดงการแปลงภาพสีเป็นภาพเทาคนที่ 2	21
4.6 ภาพแสดงการแปลงภาพสีเป็นภาพเทาคนที่ 3	21
4.7 ภาพที่ถูกแยกออกจากพื้นหลังด้วยเทรสโฮลด์ คนที่ 1	22
4.8 ภาพที่ถูกแยกออกจากพื้นหลังด้วยเทรสโฮลด์ คนที่ 2	23
4.9 ภาพที่ถูกแยกออกจากพื้นหลังด้วยเทรสโฮลด์ คนที่ 3	23
4.10 ภาพที่หาขอบภาพด้วย Edge Detection in Sobel คนที่ 1	24
4.11 ภาพที่หาขอบภาพด้วย Edge Detection in Sobel คนที่ 2	25
4.12 ภาพที่หาขอบภาพด้วย Edge Detection in Sobel คนที่ 3	25

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.13 ภาพที่พล็อตค่าตำแหน่งที่เก็บค่าของขอบภาพ คนที่ 1	26
4.14 ภาพที่พล็อตค่าตำแหน่งที่เก็บค่าของขอบภาพ คนที่ 2	27
4.15 ภาพที่พล็อตค่าตำแหน่งที่เก็บค่าของขอบภาพ คนที่ 3	28
4.16 ภาพที่ตัดภาพด้วยการกำหนดจุด 2 จุด คนที่ 1	28
4.17 ภาพที่ตัดภาพด้วยการกำหนดจุด 2 จุด คนที่ 2	29
4.18 ภาพที่ตัดภาพด้วยการกำหนดจุด 2 จุด คนที่ 3	29
4.19 ภาพที่ตัดภาพด้วยการกำหนดจุด 3 จุด คนที่ 1	30
4.20 ภาพที่ตัดภาพด้วยการกำหนดจุด 3 จุด คนที่ 2	31
4.21 ภาพที่ตัดภาพด้วยการกำหนดจุด 3 จุด คนที่ 3	31
4.22 การแยกแยะหรือระบุตัวบุคคล โดยใช้เมตริกซ์ร่วมสัมพันธ์คนที่ 1	32
4.23 การแยกแยะหรือระบุตัวบุคคล โดยใช้เมตริกซ์ร่วมสัมพันธ์คนที่ 2	33
4.24 การแยกแยะหรือระบุตัวบุคคล โดยใช้เมตริกซ์ร่วมสัมพันธ์คนที่ 3	33
4.25 กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยลักษณะเฉพาะจากคนที่ 1	36
4.26 กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยลักษณะเฉพาะจากคนที่ 2	37
4.27 กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยลักษณะเฉพาะจากคนที่ 3	37
4.28 กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยลักษณะเฉพาะจากคนที่ 4	38
4.29 กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยลักษณะเฉพาะจากคนที่ 5	38
4.30 กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยลักษณะเฉพาะจากคนที่ 6	39
4.31 กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยลักษณะเฉพาะจาก 6 บุคคล	39
4.32 ภาพมือที่ได้จากการถ่ายภาพของบุคคลที่ 1	40
4.33 ภาพมือที่ได้จากกำหนดจุดตัดอ้างอิงเริ่มจากจุดระหว่างข้อมือกับฝ่ามือของบุคคลที่ 1	41
4.34 ภาพบริเวณที่ตัดออกได้จากกำหนดจุดตัดอ้างอิงเริ่มจากจุดระหว่างข้อมือกับฝ่ามือของบุคคลที่ 1	42
4.35 ภาพการกำหนดจุดตัดอ้างอิงเริ่มจากจุดระหว่างข้อมือกับฝ่ามือของคนี 2	42
4.36 ภาพบริเวณที่ตัดออกได้จากกำหนดจุดตัดอ้างอิงเริ่มจากจุดระหว่างข้อมือกับฝ่ามือของคนี 2	43
4.37 ภาพการกำหนดจุดตัดอ้างอิงเริ่มจากจุดระหว่างข้อมือกับฝ่ามือของคนี 3	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และส่งต่ออ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.38 ภาพบริเวณที่ตัดออกได้จากกำหนดจุดตัดอ้างอิงเริ่มจากจุดระหว่างข้อมือกับฝ่ามือของคนที่ 3	43
4.39 ภาพการกำหนดจุดตัดอ้างอิงเริ่มจากจุดระหว่างข้อมือกับฝ่ามือของคนที่ 4	44
4.40 ภาพบริเวณที่ตัดออกได้จากกำหนดจุดตัดอ้างอิงเริ่มจากจุดระหว่างข้อมือกับฝ่ามือของคนที่ 4	45
4.41 ภาพมือที่ได้จากกำหนดจุดตัดอ้างอิงจากจุดระหว่างนิ้วมือของบุคคลที่ 1	46
4.42 ภาพบริเวณที่ตัดออกได้จากกำหนดจุดตัดอ้างอิงเริ่มจากจุดระหว่างนิ้วมือของคนที่ 1	46
4.43 ภาพมือที่ได้จากกำหนดจุดตัดอ้างอิงจากจุดระหว่างนิ้วมือของบุคคลที่ 4	47
4.44 ภาพบริเวณที่ตัดออกได้จากกำหนดจุดตัดอ้างอิงเริ่มจากจุดระหว่างนิ้วมือของคนที่ 4	47
4.45 ภาพพื้นที่บริเวณที่แบ่งส่วนการแยกแยะออกเป็น 4 ส่วน	48
4.46 ผลลัพธ์ของการแยกแยะลักษณะเด่นเบื้องต้นด้วยเมตริกซ์ร่วมสัมพันธ์จาก 4 ส่วนของ บริเวณภาพที่ตัดออกมาได้	49
4.47 ผลลัพธ์ของการคำนวณค่าระยะห่างแบบยูคลิดที่มีค่าอ้างอิง(b) 1 ค่าและทดสอบจำนวน 25 ครั้ง	50
4.48 ผลลัพธ์ของการคำนวณค่าระยะห่างแบบยูคลิดที่มีค่าอ้างอิง(d) 1 ค่าและทดสอบจำนวน 25 ครั้ง	51
4.49 ลัพธ์ของการคำนวณค่าระยะห่างแบบยูคลิดที่มีค่าอ้างอิง(b) 3 ค่าและทดสอบจำนวน 25 ครั้ง	52
4.50 ผลลัพธ์ของการคำนวณค่าระยะห่างแบบยูคลิดที่ใช้ค่าจากบุคคล(b)เป็นข้อมูลอ้างอิง3 ค่าและทดสอบจำนวน 25 ครั้ง	53
4.51 ผลลัพธ์ของการคำนวณค่าระยะห่างแบบยูคลิดที่ใช้ค่าจากบุคคล(c)เป็นข้อมูลอ้างอิง3 ค่าและทดสอบจำนวน 25 ครั้ง	54
4.52 ผลลัพธ์ของการคำนวณค่าระยะห่างแบบยูคลิดที่ใช้ค่าจากบุคคล(d)เป็นข้อมูลอ้างอิง3 ค่าและทดสอบจำนวน 25 ครั้ง	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.53 ผลลัพธ์ของการคำนวณค่าระยะห่างแบบยูคลิดที่ใช้ค่าจากบุคคล(c)เป็นข้อมูล อ้างอิง3 ค่าและทดสอบจำนวน 25 ครั้ง	56
4.54 ผลลัพธ์ของการคำนวณค่าระยะห่างแบบยูคลิดที่ใช้ค่าจากบุคคล(f)เป็นข้อมูล อ้างอิง3 ค่าและทดสอบจำนวน 25 ครั้ง	57
4.55 ผลลัพธ์ของการคำนวณค่าระยะห่างแบบยูคลิดที่ใช้ค่าจากบุคคล(g)เป็นข้อมูล อ้างอิง 3 ค่าและทดสอบจำนวน 25 ครั้ง	58
4.56 ผลลัพธ์ของการคำนวณค่าระยะห่างแบบยูคลิดที่ใช้ค่าจากบุคคล(h)เป็นข้อมูล อ้างอิง 3 ค่าและทดสอบจำนวน 25 ครั้ง	59
4.57 ผลลัพธ์ของการคำนวณค่าระยะห่างแบบยูคลิดที่ใช้ค่าจากบุคคล(i)เป็นข้อมูล อ้างอิง3 ค่าและทดสอบจำนวน 25 ครั้ง	60
4.58 ผลลัพธ์ของการคำนวณค่าระยะห่างแบบยูคลิดที่ใช้ค่าจากบุคคล(j)เป็นข้อมูล อ้างอิง 3 ค่าและทดสอบจำนวน 25 ครั้ง	61

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเป็นยุคของเทคโนโลยีสารสนเทศซึ่งข้อมูลเป็นสิ่งสำคัญดังนั้นการพิสูจน์ตัวตนของบุคคลในการเข้าใช้งานระบบใด ๆ การดูแลรักษาความปลอดภัย รวมไปถึงการทำธุรกรรมบนระบบสารสนเทศจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเข้า-ออกสถานที่สำคัญต่าง ๆ ที่อนุญาตเป็นการส่วนบุคคล เช่น ห้องเก็บเอกสารสำคัญ ซึ่งในปัจจุบันนี้การพิสูจน์ตัวตนโดยการใช้รหัส (password) ซึ่งอาจเป็นตัวเลข ตัวอักษรซึ่งผู้ใช้หรือผู้ดูแลระบบกำหนดขึ้น ปัญหาหนึ่งของการใช้ระบบรหัสนี้คืออาจถูกโจรกรรมได้ง่าย วิธีการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้แก้ปัญหานี้คือการใช้ข้อเท็จจริงประกอบของร่างกายมนุษย์ที่เป็นเอกลักษณ์เพื่อพิสูจน์ตัวตน (biometric identification) เช่น ลายนิ้วมือ ม่านตา รูปร่างใบหน้า

ลายมือเป็นสิ่งที่สามารถใช้ในการระบุตัวตนเนื่องจากลายมือเป็นสิ่งที่เป็เอกลักษณ์เฉพาะตัวของบุคคลเช่นเดียวกับองค์ประกอบอื่น ๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการจัดทำโครงการ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์ในการพิสูจน์ตัวตนของบุคคลด้วยวิธีการประมวลผลภาพมือ

1.3 สมมุติฐานของโครงการ

ลายมือของบุคคลแต่ละบุคคลจะเป็นเอกลักษณ์และไม่เปลี่ยนแปลงในระยะเวลาอันสั้น

1.4 ขอบเขตของการจัดทำโครงการ

สามารถแยกแยะและพิสูจน์ตัวตนของบุคคลได้โดยการจำลองระบบการตรวจสอบ

1.5 เงื่อนไขของโครงการ

- 1.5.1 ภาพลายมือที่ใช้ในโครงการนี้ถูกเก็บในระบบปิดซึ่งมีการควบคุมสภาพแวดล้อมของแสง
- 1.5.2 ภาพลายมือที่ใช้ในโครงการนี้มีความละเอียดและขนาดที่เท่ากัน
- 1.5.3 ภาพลายมือที่ใช้ในโครงการนี้มีสัญญาณรบกวนที่ต่ำและสามารถแยกออกจากภาพลายมือที่ต้องการได้

1.6 ข้อจำกัดของโครงการ

ผลลัพธ์ของการจำลองจะขึ้นกับข้อมูลภาพที่ได้ว่ามีความสมบูรณ์หรือไม่ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

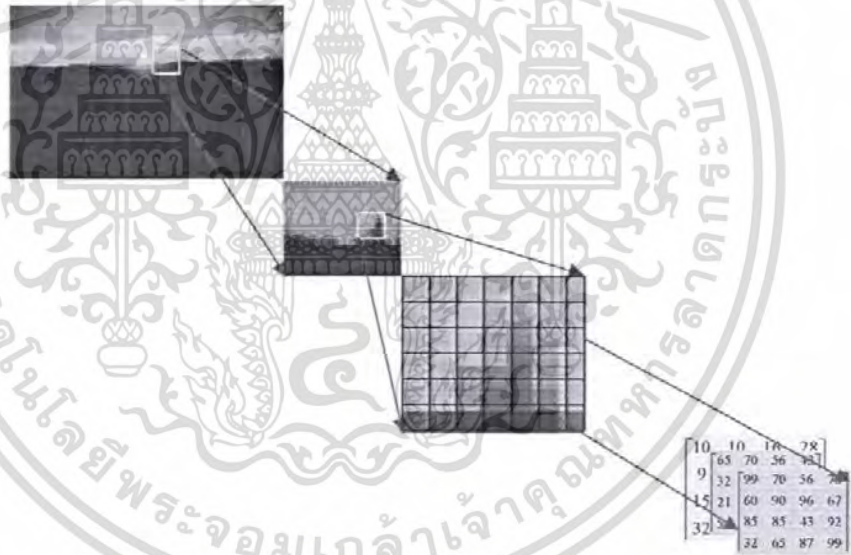
บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ดิจิตอลอิมเมจ (Digital Image)

2.1.1 ลักษณะดิจิตอลอิมเมจ (Digital Image)

ภาพที่ถูกเก็บในรูปแบบดิจิตอลค่าของภาพจะถูกเก็บในอาร์เรย์ (Array) ซึ่งค่าที่ถูกเก็บนั้นจะเป็นเม็ดสีของภาพ ซึ่งเรียกว่าพิกเซล (Pixel) หรือความเข้มแสง (Intensity) ลักษณะของภาพเป็นแบบ ฟังก์ชัน 2 มิติ (two-dimensional function) $f(x, y)$ ซึ่งมีผลลัพธ์ของการ การสุ่มภาพ (Sampling) และ ควอนไทเซชัน (quantization) เป็น เมตริกซ์ (matrix) ของจำนวนจริง รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของภาพแบบดิจิตอล โดยภาพจะถูกแสดงด้วยค่าความเข้มแสงที่ประกอบกันเป็นเมตริกซ์



รูปที่ 2.1 ลักษณะของดิจิตอลอิมเมจ(Digital Image)

พิกเซล หรือองค์ประกอบภาพ (Pixel or Picture elements)

ภาพที่ถูกแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า จะได้รับการแบ่งรายละเอียดของภาพเป็นตารางเล็กๆ และตารางเล็กๆนั้นก็คือ พิกเซลและเมื่อมีการจัดเรียงพิกเซลก็จะเกิดพิกเซลที่เป็นแถว(row) และหลัก(column) โดยมีจำนวนแถวทางแนวนอนเป็น N แถว และมีจำนวนหลักทางเป็น M หลัก ซึ่งในแต่ละพิกเซลจะแทนด้วย $P(i,j)$ โดยที่ i, j จะเป็นเลขจำนวนเต็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทราบตำแหน่งของพิกเซลแล้วจำเป็นต้องทราบว่าจะที่ตำแหน่งนั้นๆ พิกเซลมีค่าเท่าไร ซึ่งค่าที่ว่ามีก็คือค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงที่ตกกระทบบนตำแหน่งของแต่ละพิกเซลซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 เมื่อทำเป็นภาพที่มีความเข้มสองระดับ

เมตริกซ์ของภาพ (Image as Matrix)

ระบบพิกัดในฟังก์ชันของเมตริกซ์ดังสมการที่ 2.1

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0,1) & f(0,2) & \dots & f(0, N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1, N-1) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1, N-1) \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

2.1.2 ชนิดของข้อมูลภาพ (Image Types)

2.1.2.1. ภาพ 2 ระดับ (Binary image) คือ มีแค่จุดขาวกับจุดดำเท่านั้น โดยแต่ละจุดเป็นข้อมูล 1 บิต

2.1.2.2. ภาพ 16ระดับ (Gray Level 16 images) ซึ่งในแต่ละจุดภาพจะเป็นข้อมูล 4 บิต ซึ่งจะทำให้แสดงภาพได้ 16 ระดับสีหรือ 16 ระดับสีเทา ขึ้นอยู่กับว่าภาพนั้นเป็นภาพสีหรือขาว-ดำ

2.1.2.3. ภาพ 256 ระดับ (Gray Level 256 images) ซึ่งในแต่ละจุดภาพจะเป็นข้อมูล 8 บิต ซึ่งทำให้สามารถแสดงภาพได้ 256 สี หรือ ระดับสีเทา ขึ้นอยู่กับว่าภาพนั้นเป็นภาพสีหรือขาว-ดำ

2.1.2.4. ภาพ True Color (RGB images) ซึ่งในแต่ละจุดจะเป็นข้อมูลขนาด 24 บิต ทำให้สามารถแสดงภาพได้เสมือนจริงมากที่สุด เพราะสามารถแปลงสีได้ถึง 16,777,216 สี ภาพ true color สามารถแสดงได้เฉพาะภาพสีเท่านั้น ไม่สามารถแสดงภาพขาว-ดำได้

การแสดงผลสีนี้ใช้ค่าแม่สีในตารางสี โดยอาจเลือกสีเป็นแบบ 16 สี จาก 64 สี หรือ 16 สี จาก 262,144 สี หรือ 256 สี จาก 262,144 สี ขึ้นอยู่กับโหมดการแสดงผล สำหรับ true color ไม่มีการเลือกสี แสดงผลได้โดยการส่งค่าสี RGB ผ่าน D/A (Digital to Analog) สี ละ 8 บิตออกไปเลยความแตกต่างของการแสดงผลสีและขาว-ดำ คือภาพขาว-ดำ จะต้องตั้งให้แม่สีทั้ง 3 สี มีค่าเท่ากัน เนื่องจาก VGA กำหนดให้แม่สีแต่ละสีใช้รีจิสเตอร์(Register) 6 บิต ทำให้แม่สีแต่ละสีแสดงผลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพียง 64 ระดับเท่านั้น ซึ่งผลให้เราแสดงภาพ 256 ระดับให้เห็นเพียง 64 ระดับเท่านั้น หากต้องการให้เห็นจริงทั้ง 256 ระดับต้องแสดงใน true color mode แล้วให้ RGB มีค่าเท่ากัน ซึ่งโหมคนี้ใช้ รีจิสเตอร์ 8 บิต สำหรับแม่สีแต่ละสี

ภาพระดับสีเทา (Gray scale)

ระดับสีเทา หมายถึง ความแตกต่างของระดับความเข้มแสง โดยระดับสีเทาหนึ่งๆ โดยระดับที่ว่ามีก็คือ ระดับสีเทา ในภาพหนึ่งๆถ้าต้องการแบ่งระดับความเข้มแสงหรือระดับสีเทาให้มีหลาย ๆ ค่า นั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเพิ่มจำนวนบิต ที่แสดงค่าพิกเซล ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการภาพที่มีระดับสีเทา 4 ระดับต้องแทนด้วยเลขฐานสองจำนวน 2 บิต ถ้าต้องการภาพที่มีระดับสีเทา 16 ระดับ ต้องแทนด้วยเลขฐานสองจำนวน 4 บิต และถ้าต้องการภาพที่มีระดับสีเทา 256 ระดับต้องแทนด้วยเลขฐานสองจำนวน 8 บิต เป็นต้น การแปลงภาพสีเป็นระดับสีเทาสามารถทำได้ดัง สมการที่ 2.2

$$0.289 \times R + 0.5870 \times G + 0.1140 \times B \quad (2.2)$$

ความสามารถในการแบ่งแยกระดับความแตกต่างของสายตามนุษย์ โดยทั่วไปจะอยู่ระหว่าง 10 ถึง 15 ระดับ ดังนั้นระดับสีเทาขนาด 16 ระดับ จึงถือได้ว่าใกล้เคียงกับสายตามนุษย์หรืออาจจะละเอียดน้อยกว่าสายตามนุษย์บ้างเล็กน้อย(ในบางคน)ในขณะที่ระดับสีเทาขนาด 64 หรือ 256 นั้นละเอียดเกินไปสำหรับมนุษย์

2.1.3 รูปแบบของไฟล์ภาพ (Image File Format)

รูปแบบของไฟล์ภาพ เป็นรูปแบบเฉพาะที่เราต้องการจัดเก็บข้อมูลภาพนั้นๆ ซึ่งแต่ละรูปแบบ ลักษณะ ข้อดี ข้อเสียแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับนำไปใช้งาน โดย รูปแบบแต่ละแบบจะมีนามสกุลของไฟล์ที่มีตัวอักษร 3 หรือ 4 ตัวต่อท้ายชื่อไฟล์ (File) นั้นเพื่อใช้ระบุรูปแบบของไฟล์ภาพนั้นๆ

การเก็บข้อมูลรูปภาพในคอมพิวเตอร์นั้นจะทำการเข้ารหัสตามมาตรฐานการจัดเก็บข้อมูลที่ถูกออกแบบมาในแต่ละชนิด โดยจะมีนามสกุลของแฟ้มข้อมูลที่แตกต่างกันออกไปตามรูปแบบการจัดเก็บ เราสามารถแบ่งมาตรฐานการจัดเก็บข้อมูลภาพออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ตามระบบที่ใช้งาน คือ ประเภทที่ไม่ขึ้นอยู่กับระบบปฏิบัติการที่ใช้และประเภทที่ขึ้นอยู่กับระบบปฏิบัติการที่ใช้

รูปแบบภาพ JPEG (Join Photographic Experts Group)

เป็นมาตรฐานการจัดเก็บข้อมูลรูปภาพที่ไม่ขึ้นอยู่กับระบบปฏิบัติการที่ใช้ เป็นมาตรฐานในการบีบอัดข้อมูลรูปภาพที่เหมาะสมสำหรับภาพถ่ายได้รับการพัฒนาขึ้นมาโดย Joint Photographic Experts Group โดยหลักการบีบอัดข้อมูลที่ใช้มาตรฐานนี้จะอาศัยหลักการของระบบการมองภาพของมนุษย์ที่มีขีดจำกัด ซึ่งทำให้สามารถบีบอัดข้อมูลได้ในอัตราที่สูงมาก โดยการบีบอัดข้อมูลในรูปแบบนี้ข้อมูลบางส่วนจะสูญหายไปและไม่สามารถกู้กลับคืนมาได้ อย่างไรก็ตามเราสามารถกำหนดคุณภาพของรูปภาพที่ผ่านการบีบอัดข้อมูลชนิดนี้ได้ซึ่งคุณภาพที่ได้จะแปรผกผันกับอัตราส่วนการบีบอัดข้อมูล (Compression Ratio) นั่นคือ ยิ่งอัตราการบีบอัดข้อมูลสูงเท่าใดคุณภาพของรูปก็จะลดต่ำลงเท่านั้น

2.2 การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing)

การประมวลผลภาพเป็นกระบวนการที่ใช้ในการจัดการข้อมูลที่เป็นรูปภาพต่างๆ ให้อยู่ในลักษณะของสัญญาณไฟฟ้าเพื่อที่จะได้นำข้อมูลที่เป็นสัญญาณไฟฟ้านั้นไปใช้ประโยชน์ทางอื่น เช่น การตกแต่งรูป การส่งรูปภาพไปตามสายนำสัญญาณ นอกจากนี้สามารถนำไปใช้ในงานด้านอื่นๆ เช่น การรักษาความปลอดภัย โดยใช้ตรวจสอบลายนิ้วมือ เป็นต้น หรือ กระทำการอย่างใดอย่างหนึ่งกับภาพนำเข้า (Input Image) เพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์ (Output Image) มีลักษณะภาพเป็นไปตามที่ต้องการ ซึ่งกระบวนการกระทำการกับภาพที่ใช้ในการประมวลผลภาพดิจิทัลมีอยู่มากมายหลายแบบ ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะ และการแยกแยะประเภทของกระบวนการกระทำการกับภาพ จะช่วยให้เราสามารถคาดคะเนภาพผลลัพธ์ที่จะได้จากกระบวนการกระทำการแต่ละแบบ หรือ ประเมินความซับซ้อนของกระบวนการกระทำการกับภาพที่จะนำไปใช้ได้

2.2.1 การกำหนดค่าขีดจำกัด (Thresholding)

เทคนิคการกำหนดค่าขีดแบ่ง คือการกำหนดค่าระดับความเข้มเทาคงที่ค่าหนึ่งเพื่อแยกสิ่งที่ต้องการ (Object) ออกจากพื้นหลังของภาพ (Background) และยังเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งเพื่อใช้ในการสร้างภาพแบบไบนารี ซึ่งในการกำหนดค่าขีดแบ่ง ถ้าใช้ที่ไม่เหมาะสม เช่น ค่าน้อยหรือมากเกินไป อาจทำให้รายละเอียดบางส่วนของภาพวัตถุที่ต้องการขาดหายไป หรือภาพจะมีสิ่งไม่พึงประสงค์ปนมาด้วยเช่นสัญญาณรบกวน (Noise) ดังนั้นจะต้องมีการกำหนดค่าขีดแบ่งที่เหมาะสม

2.2.2 การทำให้คุณภาพของภาพดีขึ้น

รูปภาพดิจิทัลที่ใช้งานจริง ในบางครั้งภาพต้นแบบอาจจะมีสัญญาณรบกวน (Noise) ปนอยู่ด้วย หรือภาพต้นแบบมีลักษณะเบลอ ไม่ชัดเจน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมียุทธศาสตร์ในการประมวลผลภาพที่จะมาทำให้คุณภาพของภาพต้นแบบมีคุณภาพดีขึ้น ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการขจัดสัญญาณรบกวนของภาพต้นแบบด้วยวิธีการแบบเชิงเส้นและไม่เป็นเชิงเส้น (Linear and nonlinear filtering) และการทำให้ภาพต้นแบบมีความคมชัดมากขึ้น

2.2.2.1 สัญญาณรบกวน (Noise)

โดยทั่วไปสัญญาณรบกวนของภาพส่วนใหญ่ จะเกิดขึ้นเนื่องจากขั้นตอนในการเปลี่ยนสัญญาณแสงมาเป็นสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งลักษณะของสัญญาณรบกวนแต่ละประเภทจะถูกแบ่งออกไปตามลักษณะในรูปของฟังก์ชันการกระจายของสัญญาณรบกวน (Noise Distribution Function) ดังนั้นในกระบวนการลดสัญญาณรบกวน ในการประมวลผลภาพจึงต้องมีการจำลองลักษณะของสัญญาณรบกวนแบบต่างๆ ซึ่งสัญญาณรบกวนที่นิยมใช้กันจะเป็นสัญญาณรบกวนแบบเกาส์เซียน (Gaussian noise) สัญญาณรบกวนที่มีการกระจายแบบสม่ำเสมอ (Uniform noise) และสัญญาณรบกวนแบบจุด (Impulse noise)

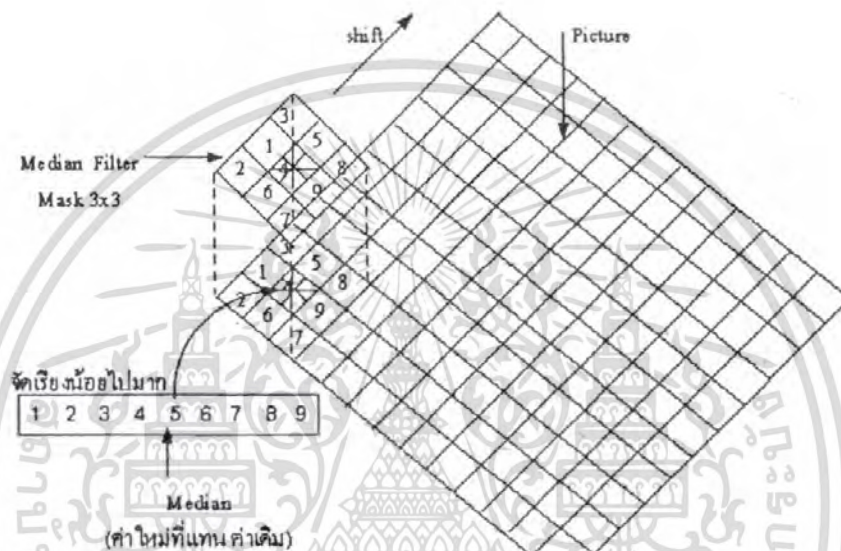
2.2.2.2 รูปแบบของสัญญาณรบกวน (Noise Model)

รูปแบบของสัญญาณรบกวนแบบต่างๆ จะมีการกระจายของข้อมูลของสัญญาณรบกวนตามรูปแบบของฟังก์ชัน Probability density function (PDF) โดยลักษณะของการสุ่มของสัญญาณรบกวนชนิดต่างๆ จะเป็นไปตามหลักการทั่วไปของทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability theory) ดังตัวอย่างเช่น สัญญาณรบกวนแบบเกาส์เซียน (Gaussian noise) สัญญาณรบกวนที่มีการกระจายแบบสม่ำเสมอ (Uniform noise) และสัญญาณรบกวนแบบจุด (Impulse noise) ถูกแสดงไว้ดังรูปที่ 2.2 และ ซึ่งแสดงถึงลักษณะกราฟของฟังก์ชันการกระจายข้อมูลของสัญญาณรบกวน และฮิสโตแกรมของภาพที่ประกอบด้วยสัญญาณรบกวนชนิดต่างๆ ตามลำดับ

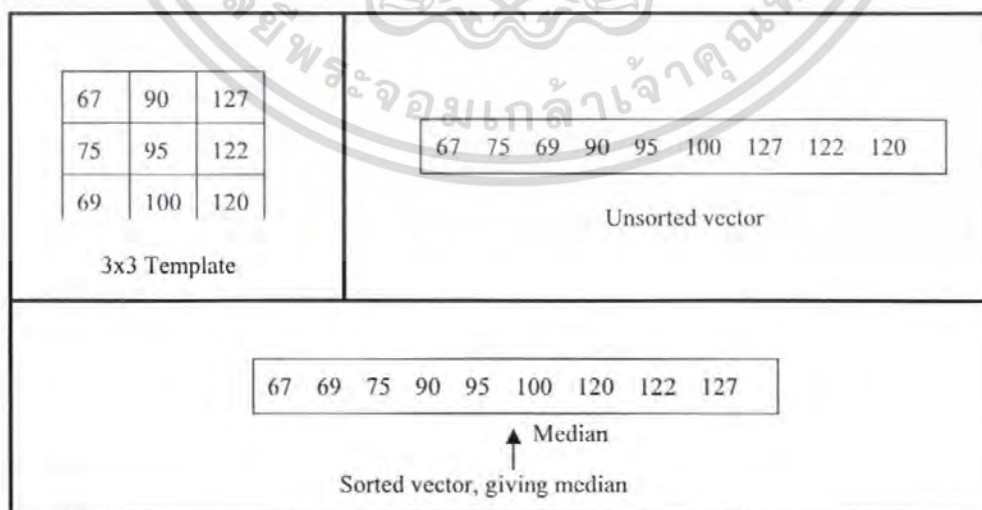
2.2.2.3 การลดสัญญาณรบกวนของภาพ (Image Noise Reduction)

กระบวนการในการลดสัญญาณรบกวนของภาพสามารถแบ่งออกได้เป็นสองประเภท คือ การลดสัญญาณรบกวนแบบเป็นเชิงเส้น (Linear Filtering) และไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear Filtering)

Median Filter เป็นตัวกรองความถี่ที่พิจารณาข้อมูลทางสถิติ โดยใช้ค่ามัธยฐาน (Median) การหาค่ามัธยฐานทำได้โดยการนำข้อมูลในมาร์ค (Mask) มาทำการเรียงค่าจากน้อยไปมากตามค่าระดับความเข้มเทาของข้อมูล ซึ่งค่ามัธยฐานเป็นค่าตำแหน่งกึ่งกลางของกลุ่มข้อมูลที่พิจารณา จากนั้นนำค่ามัธยฐานที่ได้นั้น แทนค่ากลับลงไปเป็นตำแหน่งตรงกลางของหน้าต่าง (Template) ดังรูปที่ 2.3 และ 2.4



รูปที่ 2.2 ตัวกรองแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Median Filtering) ขนาด 3x3 [1]



รูปที่ 2.3 ค่ามัธยฐานของตัวกรองแบบไม่เป็นเชิงเส้นขนาด 3x3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวกรองความถี่แบบ Median filter จะพิจารณาในลักษณะของมาร์คหน้าต่าง (Template) ซึ่งสามารถเลือกใช้ได้หลายขนาดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับปริมาณของสัญญาณรบกวน เช่น ขนาด 3x3, 7x7 และ 9x9 เป็นต้น ดังรูปที่ แสดงผลลัพธ์การกรองสัญญาณรบกวนด้วย Median filter ขนาด 3x3,7x7



รูปที่ 2.4 ผลลัพธ์การกรองสัญญาณรบกวนด้วย Median filter [4]

(ก) ภาพที่ประกอบด้วยสัญญาณรบกวนแบบจุดขาว-ดำ (Salt and Pepper Noise)

(ข) ผลลัพธ์ของภาพที่ถูกกรองด้วย Median filter ขนาด 5x5

(ค) ผลลัพธ์ของภาพที่ถูกกรองด้วย Median filter ขนาด 3x3

2.2.3 การหาขอบภาพ(Edge Detection)

เนื่องจากขอบภาพ (Edge) นั้นประกอบด้วยข้อมูลของภาพที่มีความสำคัญและมีประโยชน์ ในการนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ ตัวอย่างเช่นขอบของภาพสามารถนำไปใช้ในการระบุถึง ขนาดของวัตถุที่อยู่ในภาพ การนำไปใช้ในการแยกแยะระหว่างวัตถุหรือข้อมูลในภาพกับส่วนของ พื้นหลังของภาพ (Background) หรือการนำไปใช้ในการระบุหรือแยกแยะวัตถุที่อยู่ภายในภาพ ซึ่ง อาจกล่าวได้ว่าขอบของภาพ คือ ส่วนที่เกิดจากความไม่ต่อเนื่องของค่าระดับความเข้มเทาของ พิกเซล (Pixels) ที่อยู่ติดกันกล่าวคือ ค่าระดับความเข้มเทาของพิกเซลที่อยู่ติดกันมีค่าแตกต่างกัน มากดังรูปที่ 2.2 จากรูปจะเห็นได้ว่าค่าระดับความเข้มเทาของข้อมูลภาพในหลักที่ 2 และ 3 มีความ แตกต่างกันมากกว่า 100 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าบริเวณช่วงระหว่างค่าระดับความเข้มเทาของข้อมูลภาพ ในหลักที่ 2 และ 3 เป็นขอบภาพของภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

129	90	82	54
130	93	79	51
129	95	83	50
129	90	88	55

รูปที่ 2.5 ค่าระดับความเข้มเทาของภาพแต่ละพิกเซล

วิธีการในการหาขอบของภาพส่วนใหญ่จะเริ่มจากการหาค่า ขนาดของกราดิเียนท์ (Magnitude gradient) ของขอบภาพในด้านแนวหลัก และแนวแฉกของภาพ จากนั้นก็ทำการกำหนดค่า threshold เพื่อทำการแยกแยะขอบของภาพกับพื้นหลังของภาพ หรือทำได้โดยคอนโวลูชันภาพกับมาสก์ที่กำหนดโดยการคอนโวลูชันสามารถทำได้ดังสมการที่ 2.3

รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างของมาสก์ที่ใช้ในการหาขอบภาพ และรูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างการหาขอบภาพด้วยมาสก์ในรูปที่ 2.6

$$C(i, j) = \sum_{k=1}^{i+1} \sum_{l=1}^{j+1} F(k, l) M(i-k, j-l) \quad (2.3)$$

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad G_y = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{Prewitt operator}$$

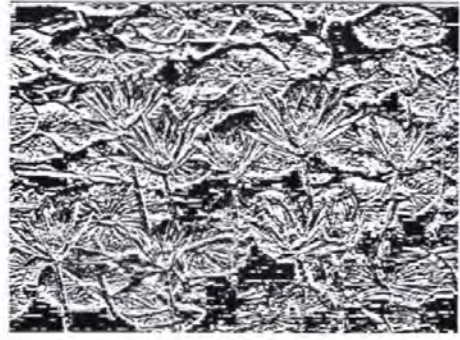
$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad G_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{Sobel operator}$$

รูปที่ 2.6 มาสก์ 2 มิติของ Prewitt และ Sobel operator

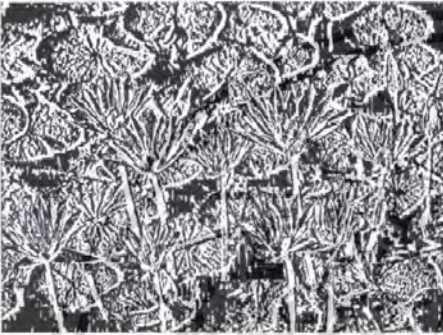
โดยที่ G_x จะเป็นมาสก์ที่ใช้หาขอบภาพในแนวหลักของภาพต้นแบบ และ G_y จะเป็นมาสก์ที่ใช้ในการหาขอบของภาพในแนวแฉกของภาพต้นแบบ



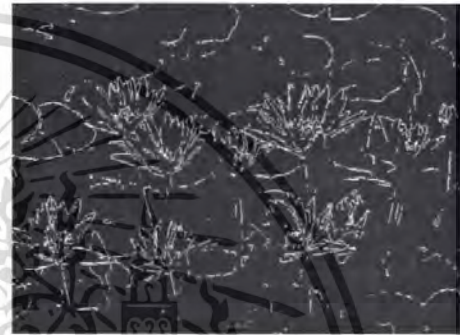
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 2.7 การหาขอบภาพโดยวิธีการหาค่าอนุพันธ์อันดับ 1 โดยใช้มาสก์ 2 มิติ ของ Sobel (ก) ภาพต้นแบบ (ข) เกรเดียนทางด้านแนวตั้ง (ค) เกรเดียนทางด้านแนวนอน (ง) ขนาดของเกรเดียนของภาพภายหลังการใช้มาสก์แบบ Sobel Operator

ปัญหาที่พบในการทำคอนโวลูชันภาพ คือการขาดจุดข้างเคียงในบริเวณของการทำคอนโวลูชันในบริเวณขอบรอบนอกกรอบภาพ หมายถึงการที่เราจะใช้หน้าจากรคอนโวลูชันมาทำการคอนโวลูชันบริเวณขอบภาพซึ่งไม่สามารถทำได้เนื่องจากการคำนวณจะขาดจุดภาพบริเวณภายนอกอาณาบริเวณของภาพแสดงในรูปที่ 2.5 โดยทั่วไปแล้ววิธีการแก้ปัญหานี้มักจะใช้วิธีการกำหนดจุดในบริเวณกรอบภาพทั้งสี่ด้านให้เป็นค่าเดิมหรือแล้วแต่กรณี ความกว้างของแถบด้านบนและด้านล่างของภาพมีค่าเท่ากับ $(Y_m-1)/2$ และเมื่อ X_m คือความกว้างของหน้าจากร และ Y_m คือความสูงของหน้าจากร ตัวอย่างเช่น หน้าจากรขนาด 3×3 จะมีแถบกว้าง 1 จุดภาพซึ่งไม่สามารถคำนวณได้รอบๆภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 การขาดจุดข้างเคียงในบริเวณของการทำคอนไวดูชั่นในบริเวณกรอบภาพ

ในการใช้งานจะต้องรู้ว่าจะนำภาพที่ได้จากการประมวลแล้วไปทำอะไรต่อไป เพราะอาจเป็นไปได้ที่ภาพผลลัพธ์อาจมีขนาดเล็กกว่าต้นแบบ บางระบบต้องการคำนวณที่ถูกต้องอย่างสมบูรณ์แบบอย่างแท้จริงโดยการนำข้อมูลในบริเวณอื่นๆมาใช้แทนบริเวณ แถวและหลักของจุดภาพที่เลยออกจากต้นแบบไปวิธีการหนึ่งนั้นทำได้โดยใช้แถวทางด้านล่างของภาพมาใช้เป็นข้อมูลที่ต้องการคำนวณของการคำนวณทางด้านบน และในทำนองเดียวกันที่ใช้วิธีทางด้านบนมาเป็นข้อมูลที่ต้องการคำนวณของการคำนวณทางด้านล่างในลักษณะที่คล้ายกัน โดยนำหลักทางขวาของภาพมาใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณของหลักทางด้านซ้ายของภาพนำมาเป็นข้อมูลของที่ต้องการคำนวณทางด้านขวา เช่นกัน ถึงแม้ว่าวิธีนี้จะเป็นการไม่เหมาะสมก็ตาม แต่ผลลัพธ์ที่ได้ก็ให้ภาพผลลัพธ์มีขนาดเท่ากับต้นแบบ เนื่องจากการทำคอนไวดูชั่นนี้ค่อนข้างที่จะใช้การคำนวณมากครั้ง เช่น หากเป็นหน้ากาขนาด 3×3 ในการที่จะได้ผลลัพธ์ 1 จุดภาพต้องมีการคูณ 9 ครั้ง การบวก 9 และการหารอีก ครั้ง และหากเรามีการใช้ขนาดของหน้ากาที่ใหญ่ขึ้นก็ย่อมต้องใช้การคำนวณมากครั้งขึ้นเราจึงพยายามใช้ขนาดหน้ากาที่เล็กที่สุดเท่าที่ทำได้ในการทำคอนไวดูชั่น

2.2.4 วิธีการดึงลักษณะเด่น

มือของมนุษย์มีลักษณะเด่นที่เป็นลักษณะเฉพาะอยู่มากมายและโดยที่ในโครงงานนี้สนใจที่ลักษณะพื้นผิวของฝ่ามือ โดยฝ่ามือเป็นพื้นผิวชนิดหนึ่งซึ่งการดึงเอาลักษณะเด่นออกจากพื้นผิวนั้นทำได้หลายวิธีดังนี้

- ฮิสโทแกรม อันดับที่ 1
- ฮิสโทแกรม อันดับที่ 2 หรือเมตริกซ์ร่วมสัมพันธ์ของการเกิดขึ้นระหว่างจุดของภาพพื้นผิว

ในโครงงานนี้เลือกเอาวิธีการของ ฮิสโทแกรมลำดับที่ 2 หรือเมตริกซ์ร่วมสัมพันธ์ของการเกิดขึ้นระหว่างจุดของภาพพื้นผิวซึ่งจะแสดงคุณสมบัติของความสัมพันธ์ของภาพพื้นผิวได้

2.2.4.1 ฮิสโทแกรม ลำดับที่ 1

ฮิสโทแกรมลำดับที่ 1 คือ ค่าความถี่ของระดับความเข้มที่เกิดขึ้นในภาพอินพุตซึ่งเป็นการบอกถึงข้อมูลอย่างง่ายที่เก็บอยู่ในภาพอินพุต โดยเป็นการเก็บค่าสถิติของการเกิดขึ้นของค่าความเข้มในระดับต่าง ๆ

เมื่อเราหาค่าสถิติดังกล่าวนี้ด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมดของภาพ(จำนวนพิกเซล) เราจะได้ค่าประมาณของความน่าจะเป็นในการเกิดขึ้นของความสัมพันธ์ในระดับความเข้มเราสามารถแสดงค่าฮิสโทแกรมลำดับที่ 1 ได้จากสมการต่อไปนี้

$$h(i) = \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} \delta(f(x, y), i) \quad (2.4)$$

$$\delta(i, j) = \begin{cases} 1 & j = i \\ 0 & j \neq i \end{cases}$$

$$p(i) = h(i) / N \cdot M \quad i = 0, 1, \dots, G-1 \quad (2.5)$$

เราสามารถใช้อิสโทแกรมลำดับที่ 1 ในการดึงคุณลักษณะบางประการของพื้นผิวออกมาได้เช่น อัตราความเข้มของแสงโดยเฉลี่ยที่อยู่ในภาพอินพุต และอื่น ๆ โดยได้แสดงสมการในการกำหนดลักษณะเด่นในหัวข้อถัดไป

2.2.4.2 ฮิสโทแกรม ลำดับที่ 2 หรือ เมตริกซ์ร่วมสัมพันธ (Co-Occurrence matrix)

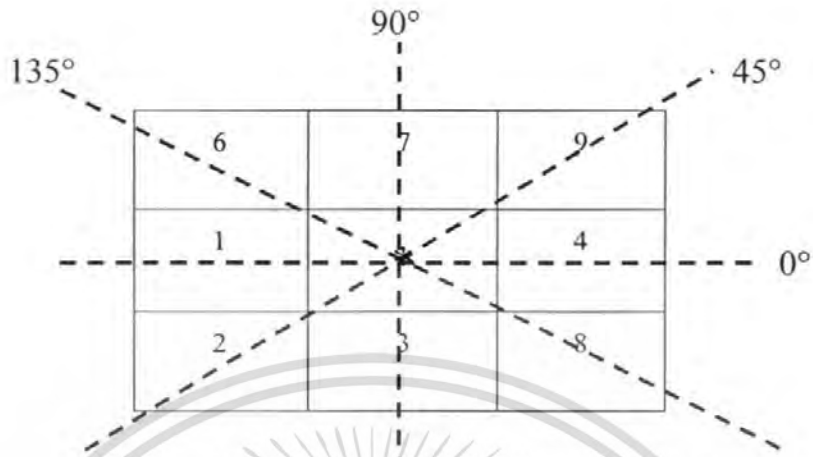
การคำนวณข้อมูลทางสถิติหรือฮิสโทแกรมลำดับที่ 2 ทำให้เราสามารถแบ่งแยกพื้นผิวหรือบ่งบอกลักษณะพิเศษที่แท้จริงได้มากกว่า 1 ประเภท เพราะฮิสโทแกรมลำดับที่ 1 นั้นไม่สามารถแบ่งแยกได้ทั้งหมด

เมตริกซ์ร่วมสัมพันธ เป็นเมตริกซ์ที่แสดงความถี่ $P(i, j; d, \theta)$ กับองค์ประกอบพื้นผิวที่ติดกันสององค์ประกอบที่แบ่งออกโดย ระยะห่าง d ที่มีทิศทางเป็น θ ที่มีอยู่ในรูปภาพซึ่งเป็นจุดที่อยู่ตำแหน่ง i ตำแหน่ง j สำหรับกรณีของภาพระดับสีเทา (Gray Level) ของการเกิดขึ้นในองค์ประกอบพื้นผิวคือจุดและคุณสมบัติเป็นระดับสีเทา สำหรับความสัมพันธ์ของทิศทางที่ 0° จะเป็น $P(i, j; d, 0^\circ)$ ค่าเฉลี่ยในความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนจากซ้ายไปขวาของระดับสีเทาที่ i ไปยังระดับสีเทาที่ j ณ ระยะห่าง d

เราสามารถแสดงเมตริกซ์ร่วมสัมพันธนี้ได้จาก

$$\begin{aligned}
 P(i, j; d, 0^\circ) &= \#\{((r, c), (r', c')) \in (L_r \times L_c) \times (L_r \times L_c) \\
 &\quad |r'-r=0, |c'-c|=d, I(r, c)=i, I(r', c')=j\} \\
 P(i, j; d, 45^\circ) &= \#\{((r, c), (r', c')) \in (L_r \times L_c) \times (L_r \times L_c) (r'-r=d, c'-c=d) \text{ or} \\
 &\quad (r'-r=-d, c'-c=-d) I(r, c)=i, I(r', c')=j\} \\
 P(i, j; d, 90^\circ) &= \#\{((r, c), (r', c')) \in (L_r \times L_c) \times (L_r \times L_c) \\
 &\quad |r'-r|=d, c'-c=0, I(r, c)=i, I(r', c')=j\} \\
 P(i, j; d, 135^\circ) &= \#\{((r, c), (r', c')) \in (L_r \times L_c) \times (L_r \times L_c) \\
 &\quad (r'-r=d, c'-c=-d) \text{ or } (r'-r=-d, c'-c=d) \\
 &\quad I(r, c)=i, I(r', c')=j\}
 \end{aligned} \tag{2.5}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 ความสัมพันธ์ของทิศทางของจุดปฏิบัติการทั้ง 4 จุด

2.2.5 สมการคุณลักษณะเด่น

การกำหนดลักษณะเด่นจากผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณเมตริกซ์ร่วมสัมพันธ์ โดยกำหนดได้จากสมการทางคณิตศาสตร์ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นตัวเลขเพียงค่าเดียวในแต่ละลักษณะเด่น ซึ่งเรียกตัวเลขนี้ว่า ค่าเอกลักษณ์ (IDs) โดยหาค่าเอกลักษณ์ได้จากสมการดังนี้

$$\text{Entropy:} \quad - \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} p(i, j) \log_2 p(i, j) \quad (2.6)$$

$$\text{Energy:} \quad \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} [p(i, j)]^2 \quad (2.7)$$

$$\text{Inertia:} \quad \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} (i - j)^2 \cdot p(i, j) \quad (2.8)$$

$$\text{Correlation} \quad \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} \frac{i \cdot j \cdot p(i, j) - \mu_x \cdot \mu_y}{\sigma_x \cdot \sigma_y} \quad (2.9)$$

$$\text{Contrast} \quad \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} (i - j)^2 \cdot p(i, j) / (1/255)^2 \quad (2.10)$$

$$\text{Absolute value} \quad \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} |i - j| \cdot p(i, j) \quad (2.11)$$

$$\text{Inverse Difference} \quad \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} \frac{p(i, j)}{1 + (i - j)^2} \quad (2.12)$$

$$\text{Homogeneity} \quad \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} p(i, j) / (1 + |i - j|) \quad (2.13)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบระบบ

โครงสร้างการทำงานของ การตรวจสอบลายมือจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนใหญ่ คือ

- 1.) การเตรียมข้อมูลเบื้องต้น
- 2.) การหาคุณลักษณะเด่นของภาพ
- 3.) การรู้จำลายมือบนฝ่ามือ

ซึ่งมีภาพอินพุตเข้ามา ซึ่งเป็นภาพที่ได้จากการสแกนมือหรือการถ่ายภาพด้วย กล้องดิจิทัล และเข้าสู่กระบวนการ

1. การเตรียมข้อมูลเบื้องต้น

1.1 แปลงภาพจาก RGB เป็น Gray Level 256 ระดับ

1.2 กำจัด Noise และกำหนดค่าขีดแบ่ง เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนและแยกภาพที่ต้องการออกจากส่วนพื้นหลัง ดังภาพ



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

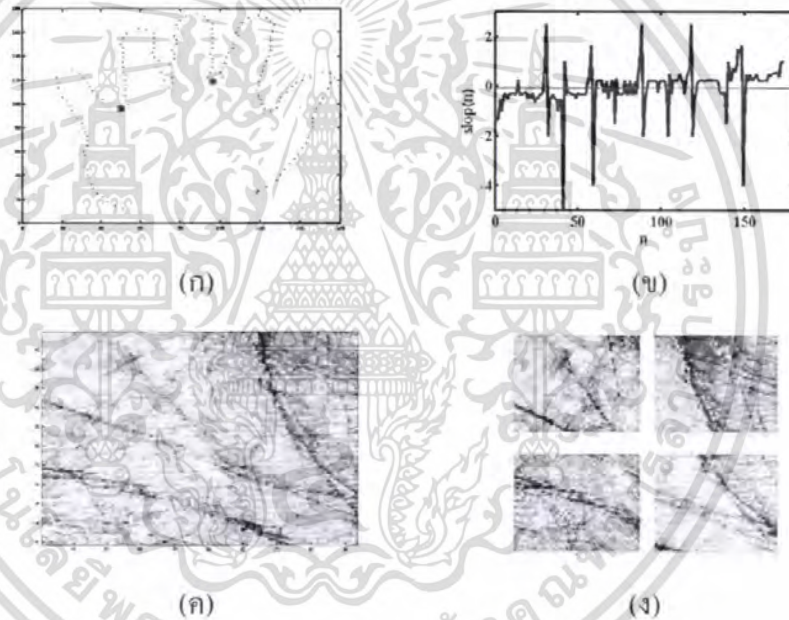
รูปที่ 3.1 รูป(ก)ภาพต้นฉบับ รูป(ข)ภาพหลังจากกำจัดสัญญาณรบกวน รูป(ค)ภาพเมื่อกำหนดค่าขีดแบ่ง รูป(ง)ภาพเมื่อหาขอบภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 หาขอบภาพด้วยวิธีการ Edge Detection ด้วย Mask แบบ Sobel ดังสมการที่ 2.3 ในบทที่ 2 เพื่อที่จะนำไปใช้กับการกำหนดตำแหน่งเพื่อที่จะตัดในส่วนที่ต้องการ (ฝ่ามือ) ซึ่งจะได้ผลดังภาพ

1.4 การหาจุดตัดโดยใช้สมการ ความชัน $m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$ จะได้กราฟดังรูป จะ

เห็นได้ว่า จุดที่เปลี่ยนแปลงค่าจากลบเป็นบวกหรือจากบวกเป็นลบเป็นส่วนโค้งของฝ่ามือ และกำหนดจุดเพื่อใช้ในการหาจุดอ้างอิงในการตัดภาพกราฟผลลัพ์ การคำนวณค่าความชันของมือ เมื่อได้บริเวณฝ่ามือที่ตัดได้ออกมาแล้วจะทำการแบ่งเป็น 4 ส่วนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแยกแยะลักษณะเด่นให้ดีขึ้น



รูปที่ 3.2 รูป(ก)จุดที่ได้จากการคำนวณค่าความชัน รูป(ข)กราฟความชันที่คำนวณได้ รูป(ค)ภาพจากจุดที่กำหนด (ง)ภาพแบ่งออกเป็น 4 ส่วน

2. การหาคุณลักษณะเด่นของภาพ

2.1 นำภาพที่ตัดได้(ภาพที่ถูกแบ่งแล้วทั้ง 4 ส่วน)มาแยกแยะลักษณะเด่นเบื้องต้นด้วยเมตริกซ์ร่วมสัมพันธ์จากสมการที่ 2.5 ในบทที่ 2

2.2 นำผลลัพธ์ของคำนวณเมตริกซ์ร่วมสัมพันธ์มาคำนวณเพื่อดึงลักษณะเด่นอีกครั้งด้วยสมการลักษณะเด่น 5 สมการ คือ 2.6 , 2.7, 2.8, 2.10 และ 2.13

ในบทที่ 2 ซึ่งได้ผลลัพธ์เป็นค่า ID1 ,ID2,ID3,ID4 ,ID5 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ผลการทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเก็บข้อมูลภาพฝ่ามือโดยใช้สแกนเนอร์ ส่วนที่ 2 เก็บข้อมูลภาพฝ่ามือโดยใช้กล้องดิจิทัล

4.1 ผลการทดลองส่วนแรก

ลำดับขั้นการทดลอง

นำภาพจากที่ได้สแกนมาอ่านบนคอมพิวเตอร์

ผลการทดลอง

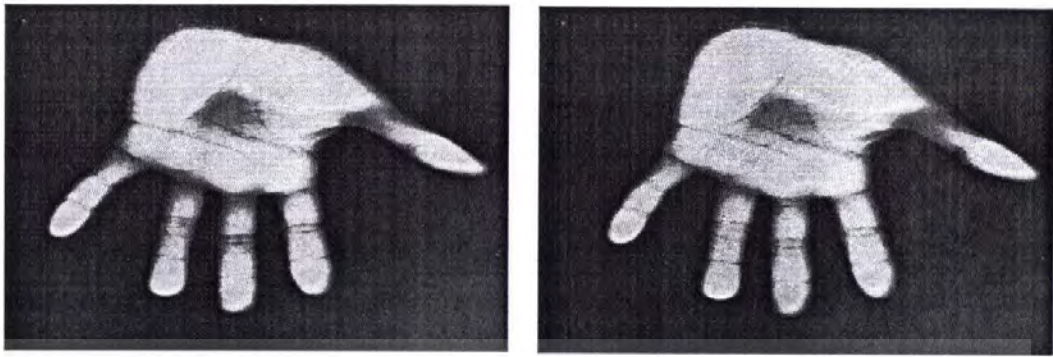


รูปที่ 4.1 ภาพที่ได้สแกนมือของคนที่ 1

(ก) ครั้งที่ 1

(ข) ครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

(ข)

รูปที่ 4.2 ภาพที่ได้สแกนมือของคนที่ 2

(ก) ครั้งที่ 1

(ข) ครั้งที่ 2



(ก)

(ข)

รูปที่ 4.3 ภาพที่ได้สแกนมือของคนที่ 3

(ก) ครั้งที่ 1

(ข) ครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การแปลงจากภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา

จุดประสงค์

- เพื่อใช้ในการหาขอบภาพและดึงลักษณะเด่นในแมตริกซ์สัมพันธ์

ลำดับขั้นการทดลอง

นำภาพสีมาแปลงเป็นระดับสีเทา(Gray Level 256)

ผลการทดลอง



(ก)

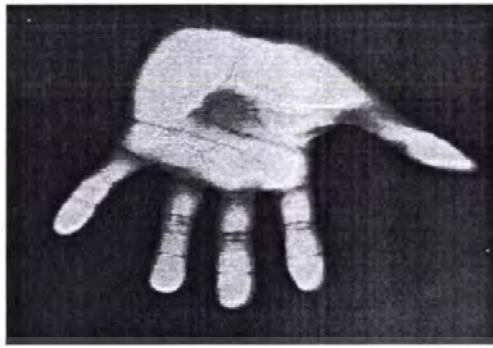
(ข)

รูปที่ 4.4 ภาพแสดงการแปลงภาพสีเป็นภาพเทาคอนที่ 1

(ก) ครั้งที่ 1

(ข) ครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.5 ภาพแสดงการแปลงภาพสีเป็นภาพเทา คนที่ 2

(ก) ครั้งที่ 1

(ข) ครั้งที่ 2



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.6 ภาพแสดงการแปลงภาพสีเป็นภาพเทา คนที่ 3

(ก) ครั้งที่ 1

(ข) ครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การกำหนดค่าเทรสโฮล

จุดประสงค์

- เพื่อใช้ในการแยกภาพที่ต้องการออกจากพื้นหลัง

ลำดับขั้นการทดลอง

นำภาพที่ถูกแปลงเป็นสีเทาแล้วมากำหนดเทรสโฮล

ผลการทดลอง



รูปที่ 4.7 ภาพที่ถูกแยกวัตถุออกจากพื้นหลังด้วยเทรสโฮล คนที่ 1

(ก) ครั้งที่ 1

(ข) ครั้งที่ 2



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.8 ภาพที่ถูกแยกวัตถุออกจากพื้นหลังด้วยเทรสโฮล คนที่ 2

(ก) ครั้งที่ 1

(ข) ครั้งที่ 2



(ก)

(ข)

รูปที่ 4.9 ภาพที่ถูกแยกวัตถุออกจากพื้นหลังด้วยเทรสโฮล คนที่ 3

(ก) ครั้งที่ 1

(ข) ครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การหาขอบภาพด้วย Edge Detection in Sobel

จุดประสงค์

- เพื่อใช้ในการหาขอบภาพ และนำขอบภาพไปหาตำแหน่งของขอบภาพ

ลำดับขั้นการทดลอง

นำภาพที่กำหนดเทรสโฮลแล้ว มาหาขอบภาพ

ผลการทดลอง



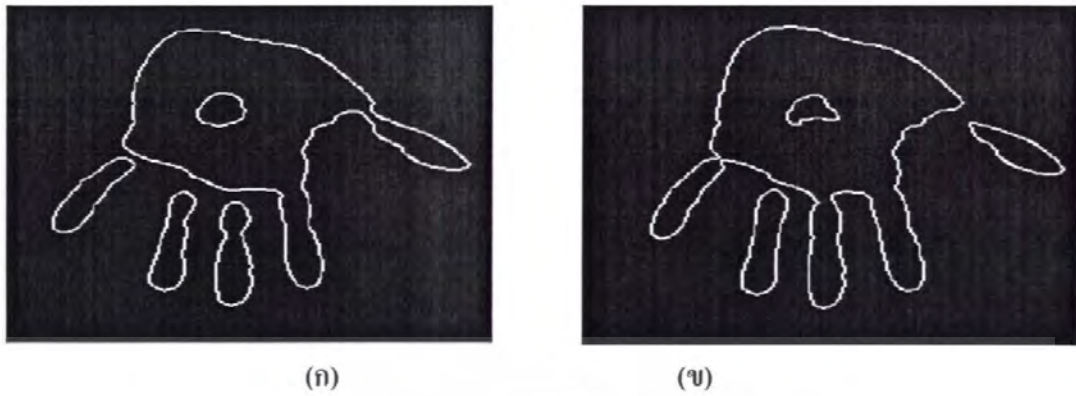
(ก)

(ข)

รูปที่ 4.10 ภาพที่ได้จากการหาขอบภาพด้วย Edge Detection in Sobel คนที่ 1

(ก) ครั้งที่ 1

(ข) ครั้งที่ 2



รูปที่ 4.11 ภาพที่ได้จากการหาขอบภาพด้วย Edge Detection in Sobel คนที่ 2



รูปที่ 4.12 ภาพที่ได้จากการหาขอบภาพด้วย Edge Detection in Sobel คนที่ 3

(ก) ครั้งที่ 1
(ข) ครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การพล็อตค่าตำแหน่งที่เก็บค่าของขอบภาพ

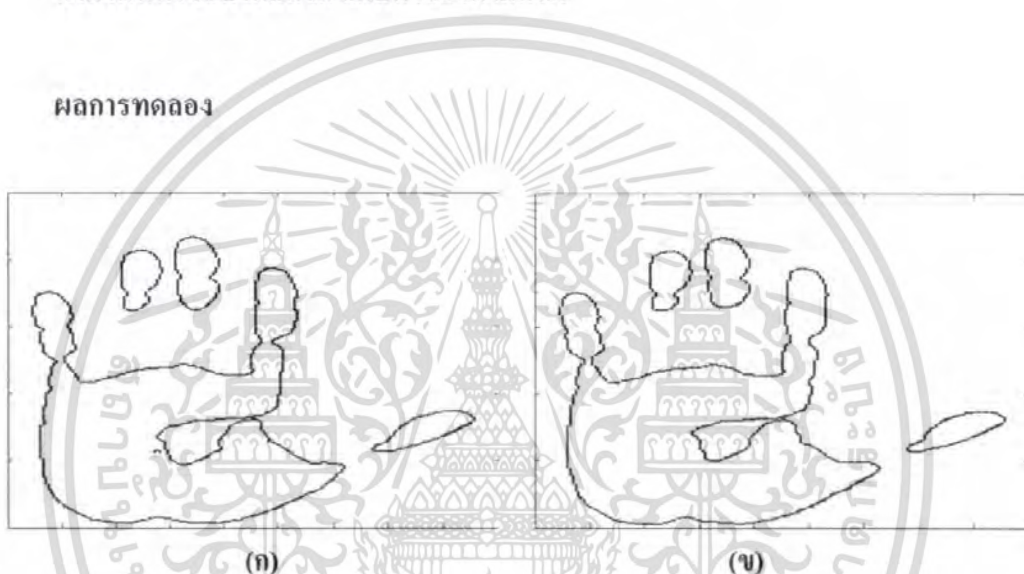
จุดประสงค์

- เพื่อใช้ในการกำหนดจุดอ้างอิงที่ใช้ในการสร้างพื้นที่ที่จะนำไปใช้แยกส่วนของฝ่ามือที่จะนำไปประมวลผลหาลักษณะเด่นของภาพ

ลำดับขั้นการทดลอง

นำภาพที่หาขอบได้แล้วมาเก็บค่าของตำแหน่ง

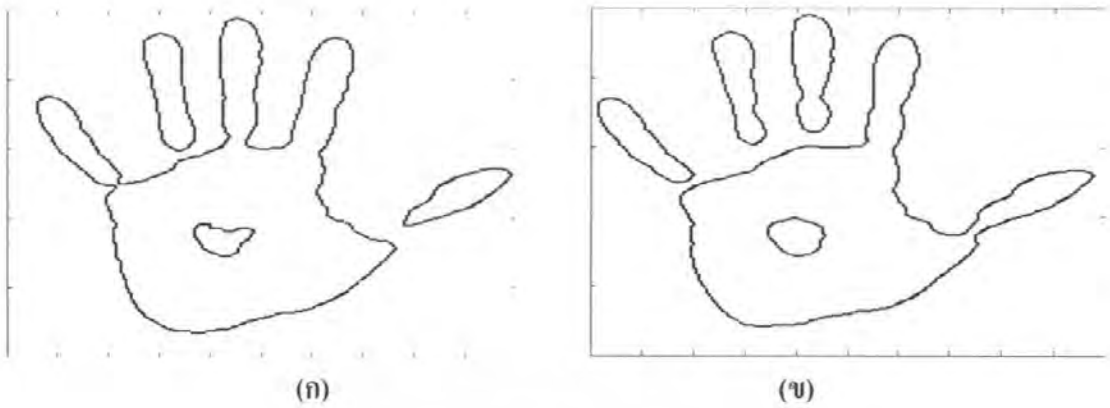
ผลการทดลอง



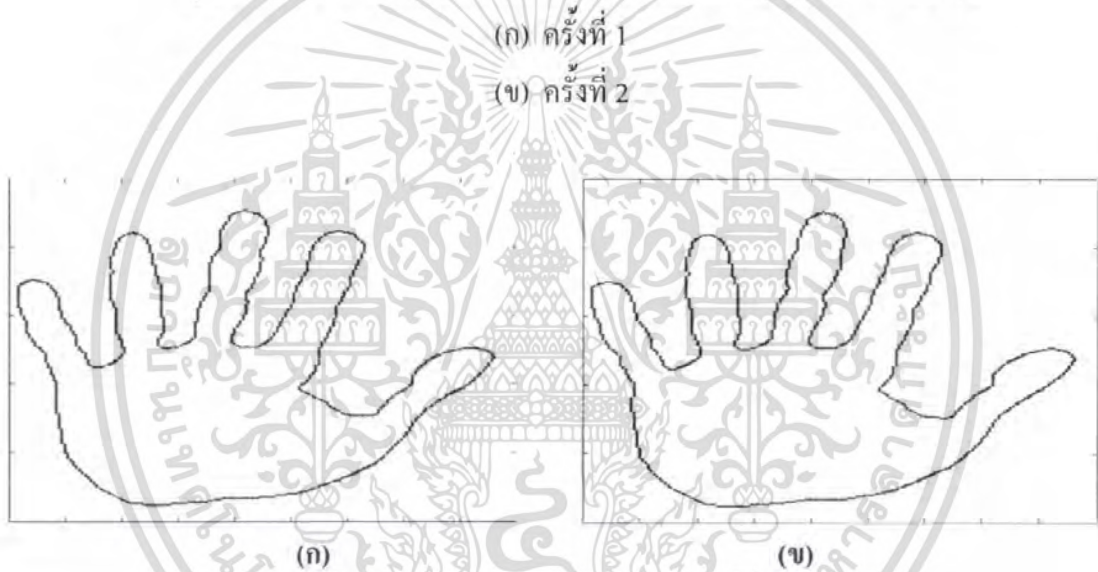
รูปที่ 4.13 ภาพที่ได้จากพล็อตค่าตำแหน่งที่เก็บค่าของขอบภาพ คนที่ 1

(ก) ครั้งที่ 1

(ข) ครั้งที่ 2



รูปที่ 4.14 ภาพที่ได้จากพล็อตค่าตำแหน่งที่เก็บค่าของขอบภาพ คนที่ 2



รูปที่ 4.15 ภาพที่ได้จากพล็อตค่าตำแหน่งที่เก็บค่าของขอบภาพ คนที่ 3

(ก) ครั้งที่ 1

(ข) ครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การตัดภาพด้วยการกำหนดจุด 2 จุด

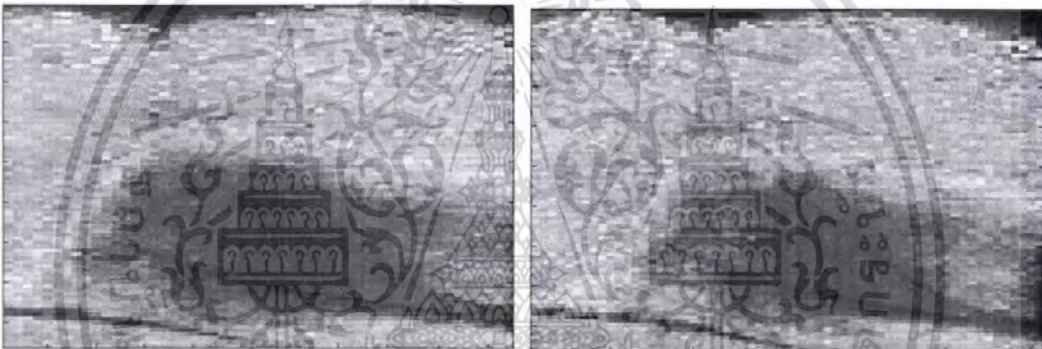
จุดประสงค์

- เพื่อใช้ตัดส่วนของฝ่ามือที่ต้องการใช้ประมวลผล ด้วยการกำหนดจุด 2 จุด

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

นำค่าของตำแหน่งที่ถูกเก็บในแมตริกซ์มาเขียน โปรแกรมกำหนดจุดแล้วตัดภาพออกจากต้นฉบับด้วยการกำหนดจุด 2 จุด

ผลการทดลอง



(ก)

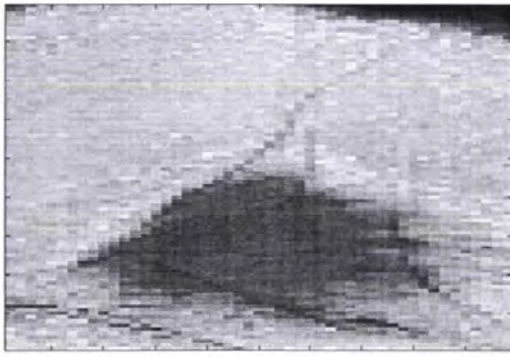
(ข)

รูปที่ 4.16 ภาพที่ได้จากการตัดภาพด้วยการกำหนดจุด 2 จุด ตอนที่ 1

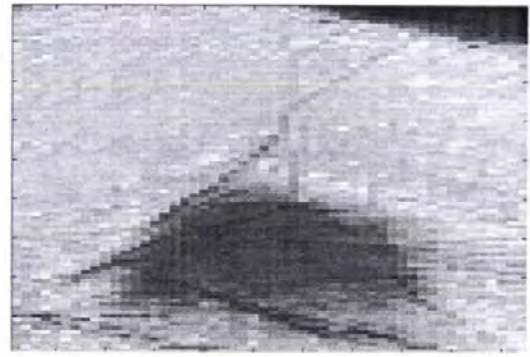
(ก) ครั้งที่ 1

(ข) ครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

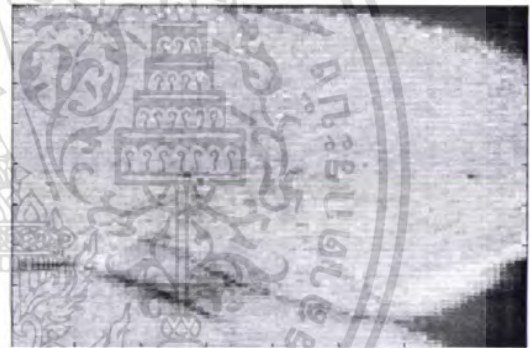
รูปที่ 4.17 ภาพที่ได้จากการตัดภาพด้วยการกำหนดจุด 2 จุด คนที่ 2

(ก) ครั้งที่ 1

(ข) ครั้งที่ 2



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.18 ภาพที่ได้จากการตัดภาพด้วยการกำหนดจุด 2 จุด คนที่ 3

(ก) ครั้งที่ 1

(ข) ครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การตัดภาพด้วยการกำหนดจุด 3 จุด

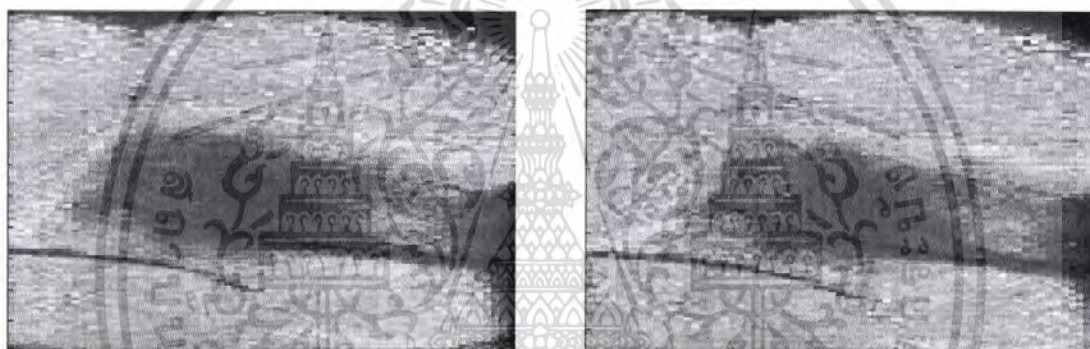
จุดประสงค์

- เพื่อใช้ตัดส่วนของฝ่ามือที่ต้องการใช้ประมวลผล ด้วยการกำหนดจุด 3 จุด

ลำดับขั้นการทดลอง

นำค่าของตำแหน่งที่ถูกเก็บในเมตริกซ์มาเขียน โปรแกรมกำหนดจุดแล้วตัดภาพออกจากต้นฉบับด้วยการกำหนดจุด 3 จุด

ผลการทดลอง



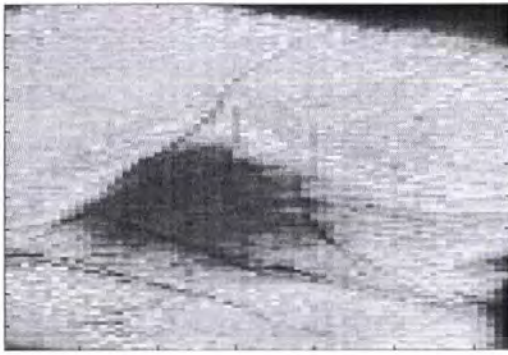
(ก)

(ข)

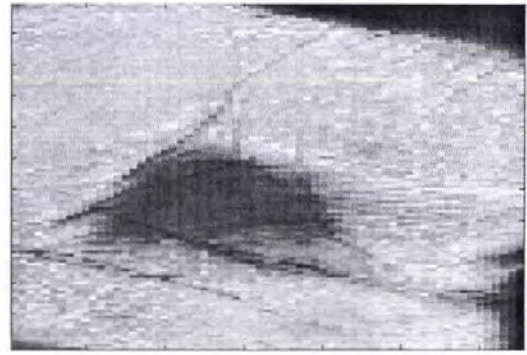
รูปที่ 4.19 ภาพที่ได้จากการตัดภาพด้วยการกำหนดจุด 3 จุด คนที่ 1

(ก) ครั้งที่ 1

(ข) ครั้งที่ 2



(ก)

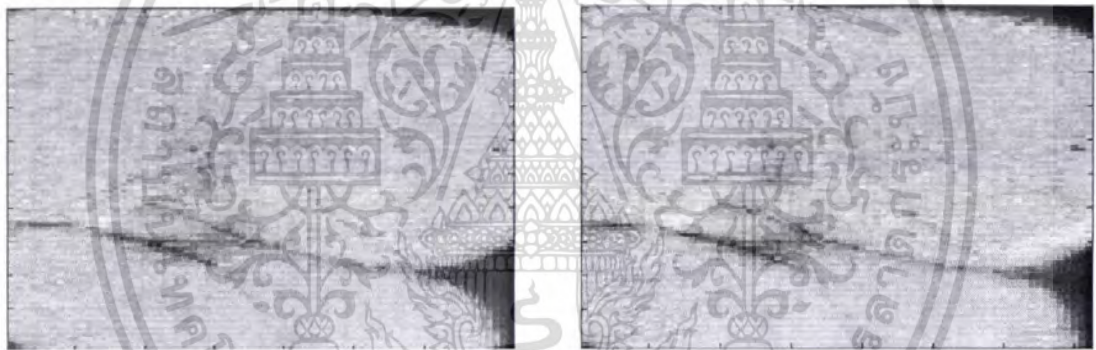


(ข)

รูปที่ 4.20 ภาพที่ได้จากการตัดภาพด้วยการกำหนดจุด 3 จุด คนที่ 2

(ก) ครั้งที่ 1

(ข) ครั้งที่ 2



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.21 ภาพที่ได้จากการตัดภาพด้วยการกำหนดจุด 3 จุด คนที่ 3

(ก) ครั้งที่ 1

(ข) ครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 การดึงและการแยกแยะลักษณะเด่นด้วยเมตริกซ์ร่วมสัมพันธ์

จุดประสงค์

- เพื่อนำภาพพื้นที่ของฝ่ามือที่แยกออกมาทำการวิเคราะห์ดึงและแยกแยะลักษณะเด่นของภาพในในฮิสโทแกรม ลำดับที่ 2 หรือเมตริกซ์ร่วมสัมพันธ์

ลำดับขั้นการทดลอง

วิเคราะห์พื้นที่ของฝ่ามือโดยใช้เมตริกซ์ร่วมสัมพันธ์

ผลการทดลอง

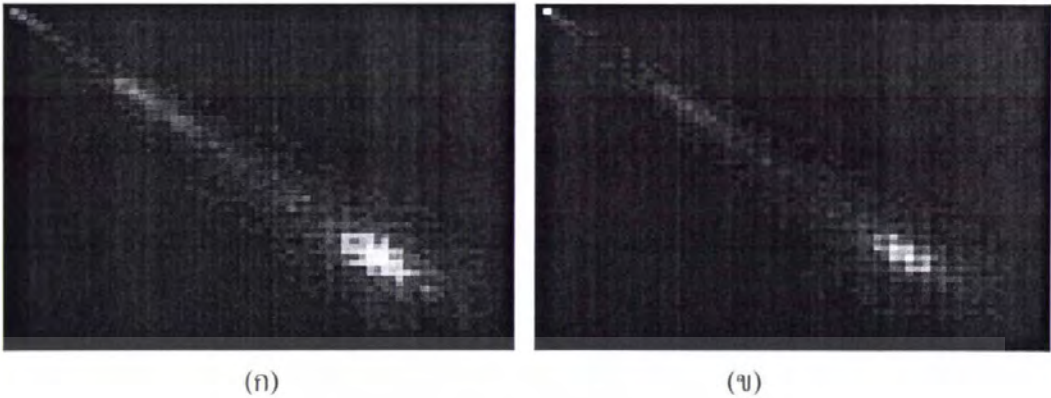


รูปที่ 4.22 การแยกแยะหรือระบุตัวบุคคล โดยใช้เมตริกซ์ร่วมสัมพันธ์คนที่ 1

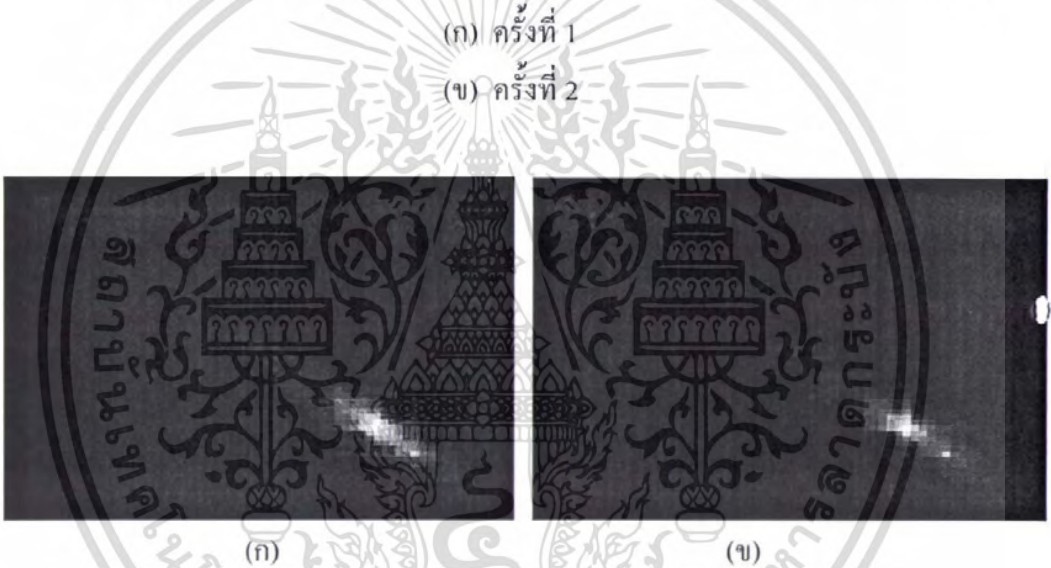
(ก) ครั้งที่ 1

(ข) ครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 การแยกแยะหรือระบุดัชนีบุคคล โดยใช้เมตริกซ์ร่วมสัมพันธ์คนที่ 2



รูปที่ 4.24 การแยกแยะหรือระบุดัชนีบุคคล โดยใช้เมตริกซ์ร่วมสัมพันธ์คนที่ 3

(ก) ครั้งที่ 1
(ข) ครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 การดึงและการแยกแยะลักษณะเด่นด้วยสมการคุณลักษณะเด่น

จุดประสงค์

- เพื่อนำภาพพื้นที่ของฝ่ามือที่แยกออกมาทำการวิเคราะห์ดึงและแยกแยะลักษณะเด่นของภาพด้วยลักษณะเฉพาะเพื่อช่วยเพิ่มรายละเอียดในการแยกแยะได้ดียิ่งขึ้น

ลำดับขั้นการทดลอง

วิเคราะห์พื้นที่ของฝ่ามือโดยใช้ลักษณะเฉพาะ 3 อย่าง คือ Entropy, Energy และ Inertia

ผลการทดลอง

คนที่	วิเคราะห์ครั้งที่	Entropy ()	Energy(1×10^5)	Inertia(1×10^5)
1	1	4.3981	5.27010	2.80416
	2	4.7039	6.36714	3.02188
2	1	4.2735	5.65434	3.00214
	2	4.6783	7.15146	3.10310
3	1	5.8716	15.35200	1.56770
	2	5.8649	16.46030	1.48756
4	1	4.9408	8.34456	3.13436
	2	5.2590	10.00526	3.14840
	3	5.1377	9.65198	2.98314
	4	5.0318	9.34902	2.79386
	5	5.3258	10.71026	2.99288
	6	5.1939	10.38768	2.81898
	7	5.3389	11.14364	2.78356
	8	5.2918	11.49222	2.82008
	9	5.3875	11.55182	2.28948
	10	5.3065	11.79156	2.82008

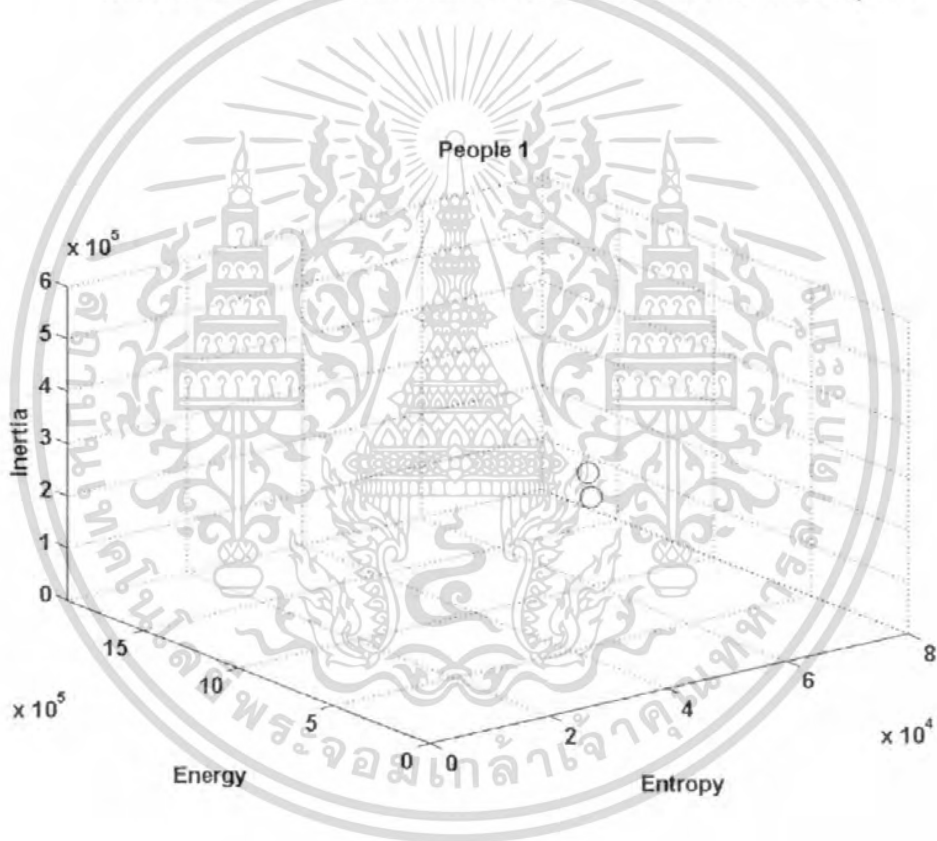
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	11	5.4730	12.40876	2.88638
	12	5.3378	11.50550	1.48756
	13	5.2767	11.28052	2.80438
	14	5.4966	14.38302	2.50728
	15	5.6758	15.88318	2.43647
5	1	67346	1537726	369736
	2	63301	1343032	387960
	3	64629	1444110	395800
	4	63407	1304576	390272
	5	63598	1432238	323374
	6	65203	1385296	390727
	7	62437	1537726	343473
	8	61315	1389256	335284
	9	67346	1299502	321722
	10	63520	1268694	347422
	11	61315	12686946	292294
	12	62670	1279956	305908
	13	65282	1461798	287840
	14	65703	1506400	301206
	15	62437	1299502	306332
6	1	4.6492	5.18648	3.69736
	2	4.5061	4.69152	3.87960
	3	4.5168	4.67910	3.95800
	4	4.3844	4.97210	3.90272
	5	5.2584	8.77260	3.23374
	6	4.3150	4.27192	3.90727
	7	5.2621	8.77260	3.43473
	8	5.1861	8.14036	3.35284
	9	4.3901	5.36789	3.21722

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

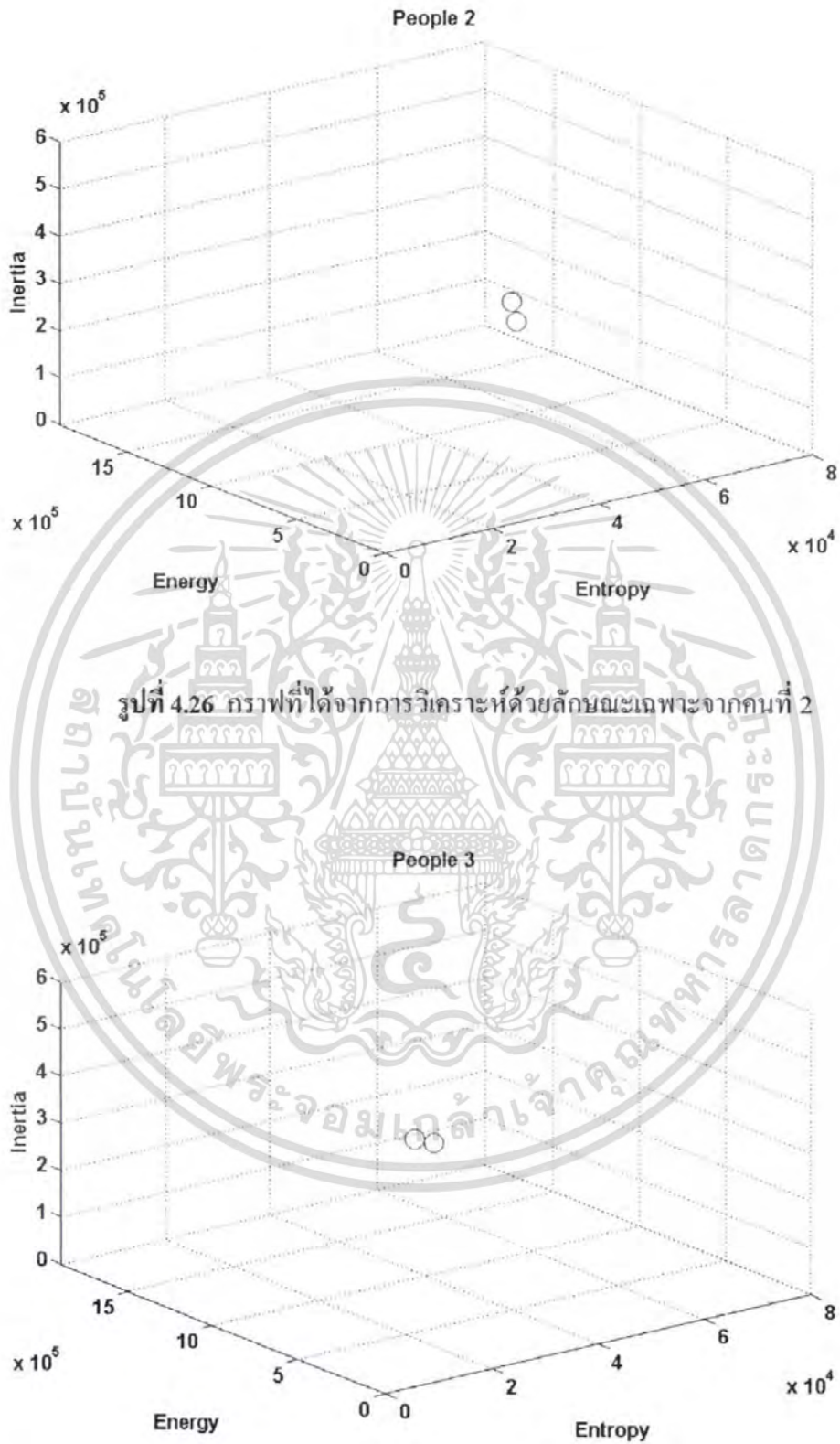
10	4.9773	7.05452	3.47422
11	4.6635	5.36177	3.46502
12	4.4991	5.46912	3.44772
13	4.6635	5.66776	3.46502
14	4.2332	5.73430	2.82570
15	4.3258	5.55308	3.05056

ตารางที่ 4.1 ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล



รูปที่ 4.25 กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยลักษณะเฉพาะจากคนที่ 1

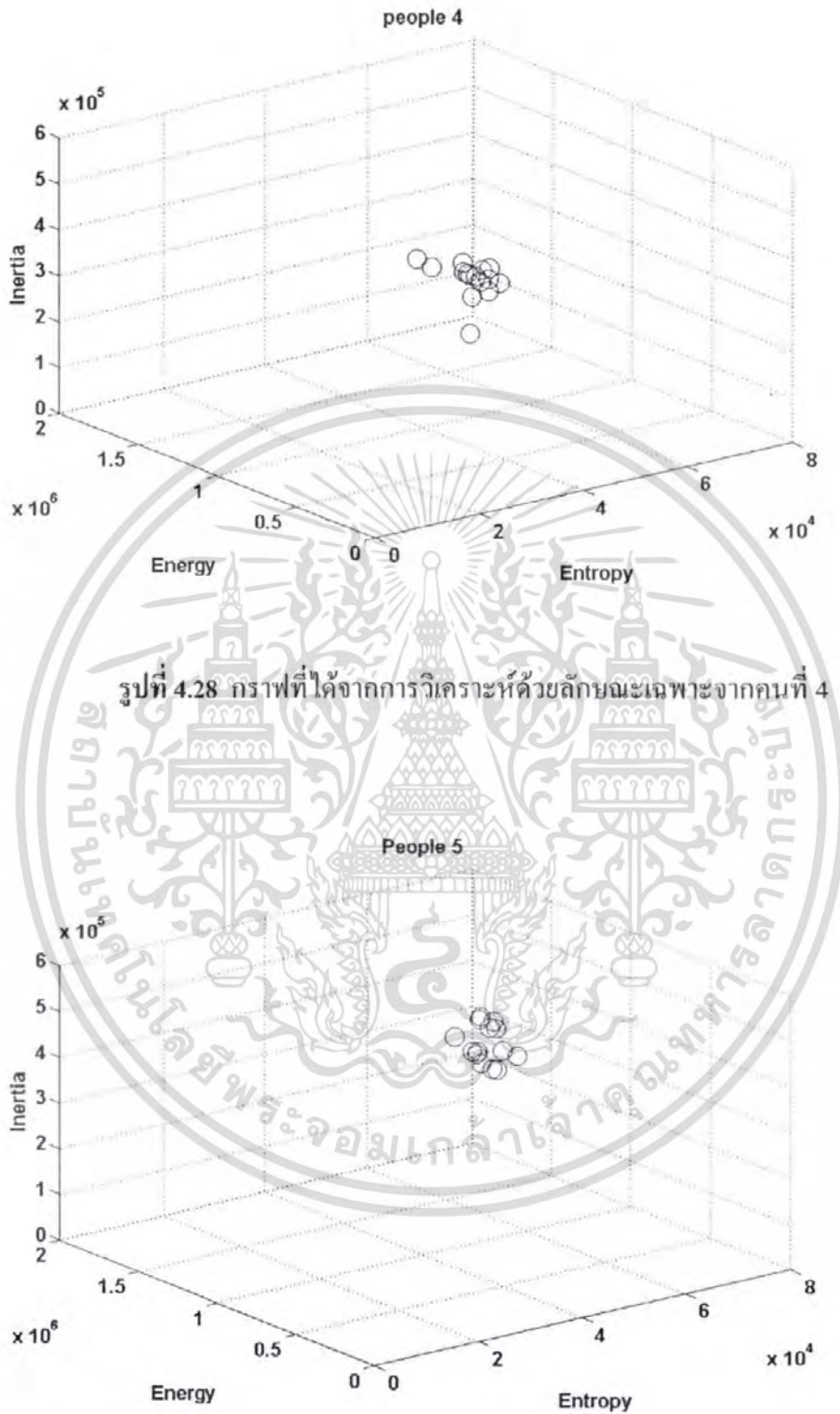
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยลักษณะเฉพาะจากคนที่ 2

รูปที่ 4.27 กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยลักษณะเฉพาะจากคนที่ 3

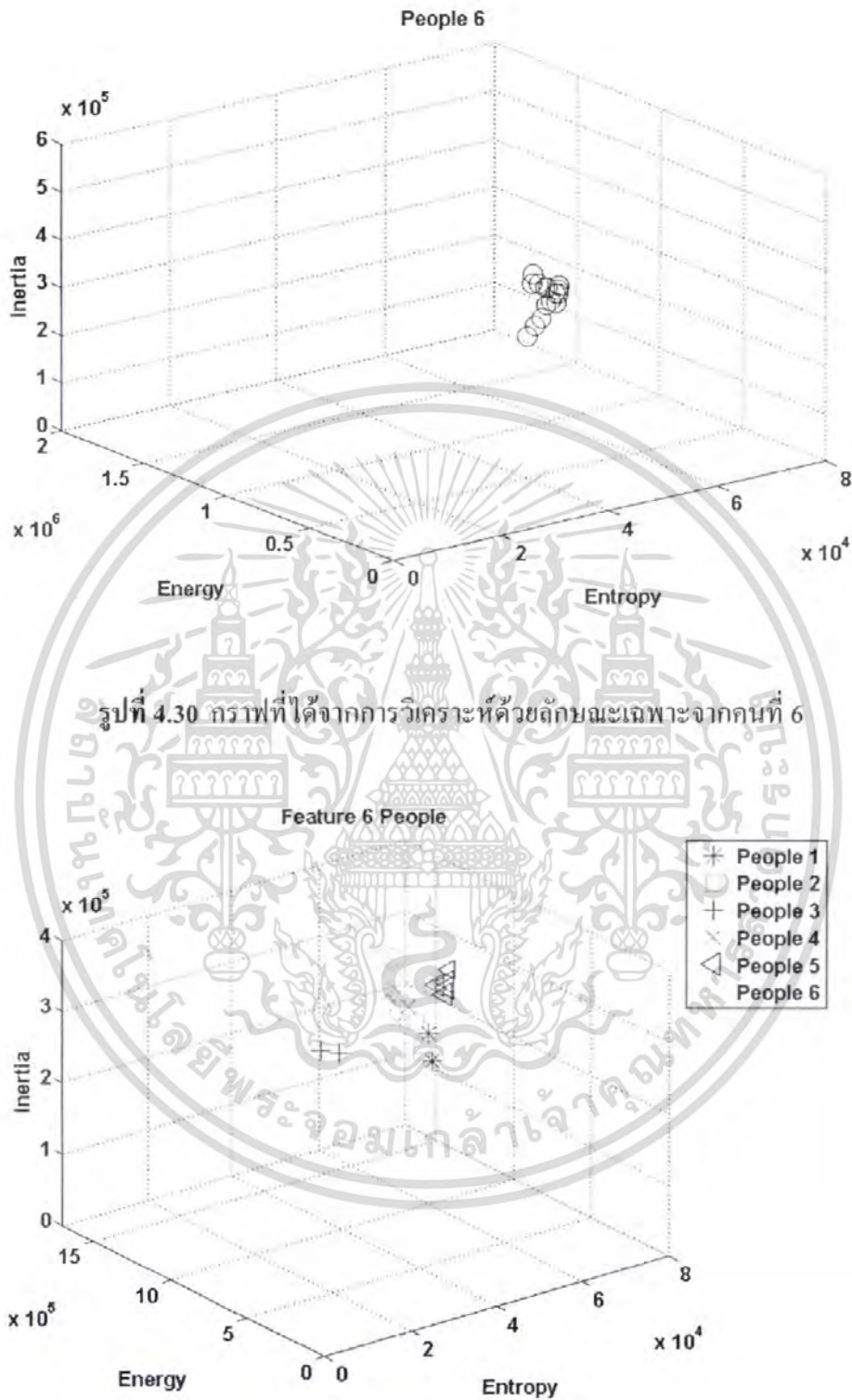
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยลักษณะเฉพาะจากคนที่ 4

รูปที่ 4.29 กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยลักษณะเฉพาะจากคนที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยลักษณะเฉพาะจากคนที่ 6

รูปที่ 4.31 กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยลักษณะเฉพาะจาก 6 บุคคล

4.10 ส่วนที่สอง เก็บข้อมูลภาพด้วยกล้องดิจิทัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดประสงค์

- เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ในการคำนวณค่าเอกลักษณ์ที่เที่ยงตรงขึ้น
- แก้ไขปัญหาการเกิดเงาบริเวณกลางฝ่ามือที่เป็นผลให้การคำนวณค่าเอกลักษณ์มีความผิดพลาด

ลำดับขั้นการทดลอง

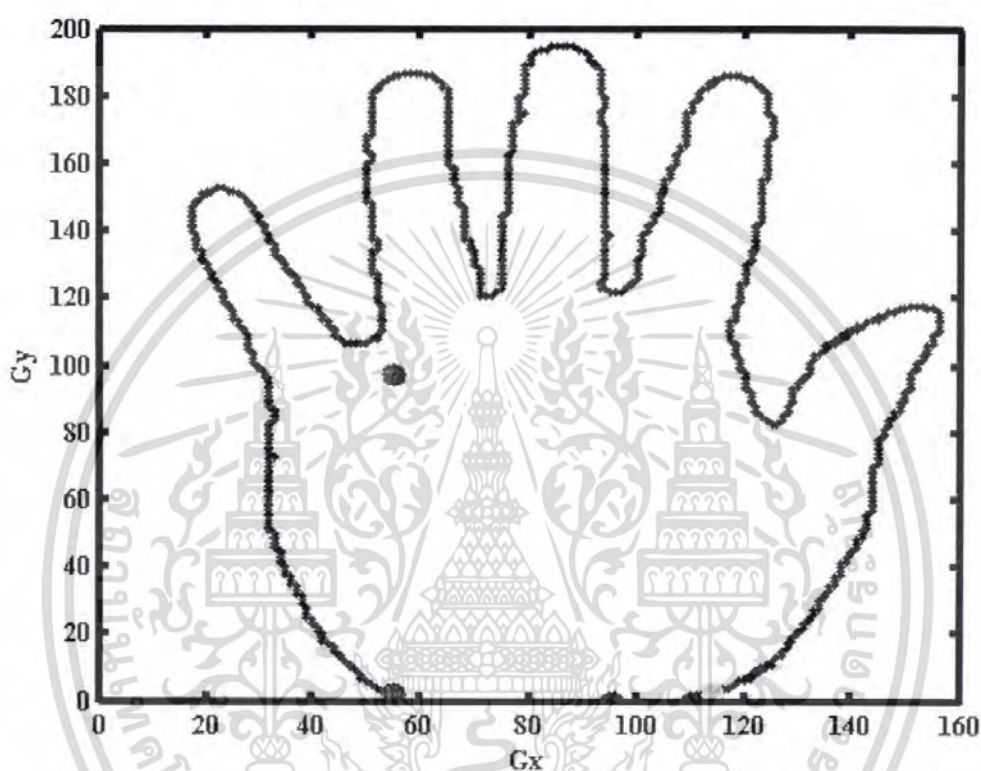
1.) ทดสอบด้วยการเปลี่ยนแปลงการเก็บข้อมูลจากการสแกนด้วยเครื่องสแกนเนอร์เป็นการเก็บข้อมูลด้วยการถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิทัลที่มีขนาดภาพ 24.05 x 32.06 cm. ความละเอียดของภาพ 70.866 pixels/cm. โดยจัดเก็บข้อมูลของบุคคลจำนวน 10 คน คนละ 25 ครั้งรวม 250 ภาพ ด้วยสมมติฐานที่ว่า การเก็บข้อมูลด้วยการถ่ายภาพจะได้รายละเอียดที่มากกว่าและสามารถแก้ปัญหาคาการเกิดเงาที่กลางฝ่ามือได้ โดยการถ่ายภาพนั้นจะจำกัดสภาพแวดล้อมให้มีแสงส่องเพียงด้านบนเท่านั้น ถ่ายรูปของมือด้วยระยะห่างจากจุดโฟกัสที่ทำให้สามารถมองเห็นส่วนประกอบทั้งหมดของมือได้ดังรูป



รูปที่ 4.32 ภาพมือที่ได้จากการถ่ายภาพของบุคคลที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) เมื่อได้เปลี่ยนแปลงการเก็บข้อมูลโดยใช้รูปถ่ายแล้วจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงวิธีการตัดภาพบริเวณฝ่ามือด้วยเพราะข้อมูลของภาพได้เปลี่ยนแปลงไป การกำหนดจุดตัดอ้างอิงเริ่มจากจุดระหว่างข้อมือกับฝ่ามือดังรูป



รูปที่ 4.33 ภาพมือที่ได้จากการกำหนดจุดตัดอ้างอิงเริ่มจากจุดระหว่างข้อมือกับฝ่ามือของบุคคลที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.35 ภาพการกำหนดจุดตัดอ้างอิงเริ่มจากจุดระหว่างข้อมือกับฝ่ามือของคนี่ 2

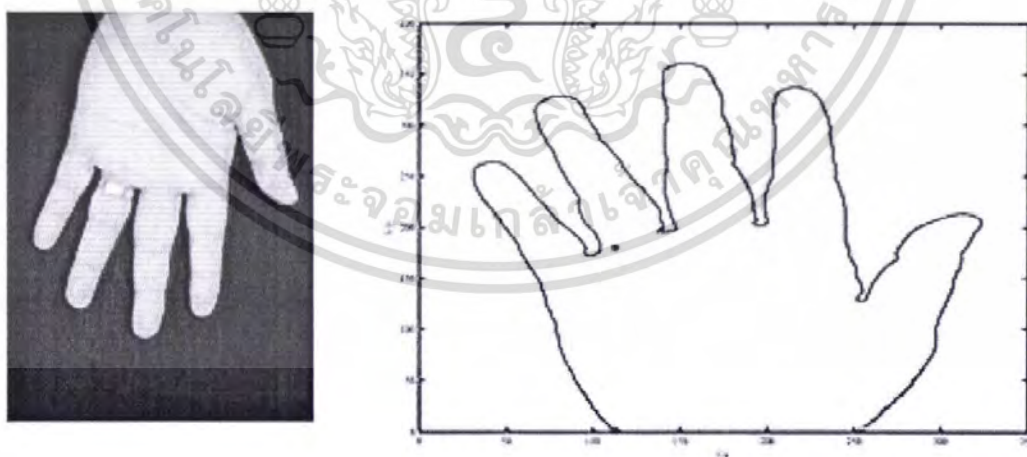
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.37 ภาพการกำหนดจุดตัดอ้างอิงเริ่มจากจุดระหว่างข้อมือกับฝ่ามือของคนที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.38 ภาพบริเวณที่ตัดออกได้จากกำหนดจุดตัดอ้างอิงเริ่มจากจุดระหว่างข้อมือกับฝ่ามือของ
คนที่ 3



รูปที่ 4.39 ภาพการกำหนดจุดตัดอ้างอิงเริ่มจากจุดระหว่างข้อมือกับฝ่ามือของคนี่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.40 ภาพบริเวณที่ตัดออกได้จากกำหนดจุดตัดอ้างอิงเริ่มจากจุดระหว่างข้อมือกับฝ่ามือของคนที่ 4

จากรูป 4.10.7 จะพบว่าเมื่อพื้นหลังมาปะปนกับภาพที่ตัดได้ทำให้ค่าคำนวณค่าเอกลักษณ์มีค่าที่ผิดจากปกติไปเมื่อนำไปประมวลผลทำให้เกิดความผิดพลาด

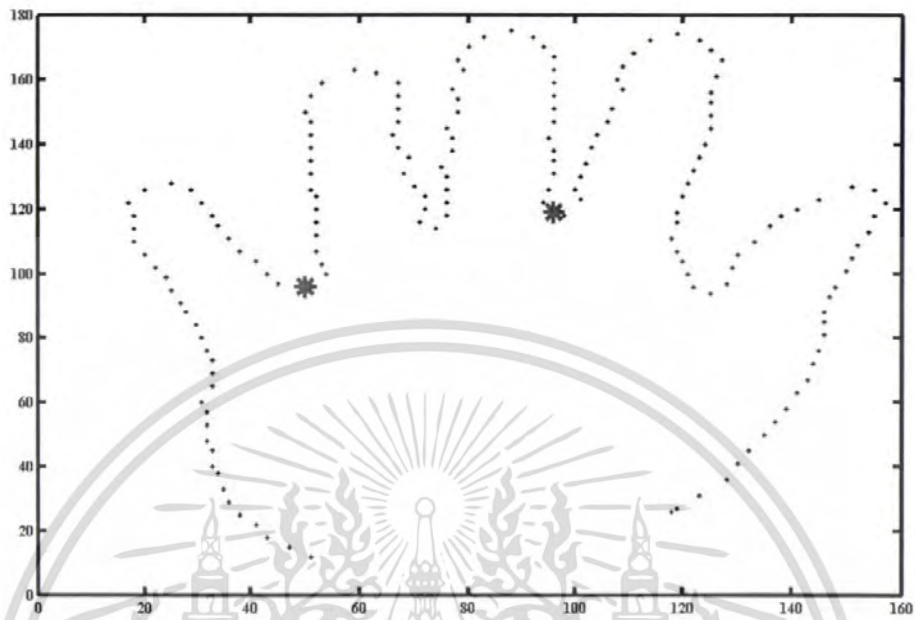
ข้อดี การตัดภาพด้วยวิธีนี้สามารถกำหนดจุดได้ง่าย

ขนาดของภาพที่ตัด ได้มีพื้นที่กว้าง

ข้อเสีย เกิดการปะปนของพื้นหลังมีอยู่มากในการตัดหลายภาพ

3.) การกำหนดจุดตัดอ้างอิงเริ่มจากจุดระหว่างข้อมือกับฝ่ามือในวิธีแรกมีความผิดพลาดมากจึงวิธีการหาจุดตัดอ้างอิงเป็นจุดระหว่างนิ้วชี้และนิ้วกลาง และจุดระหว่างนิ้วนางและนิ้วก้อยดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



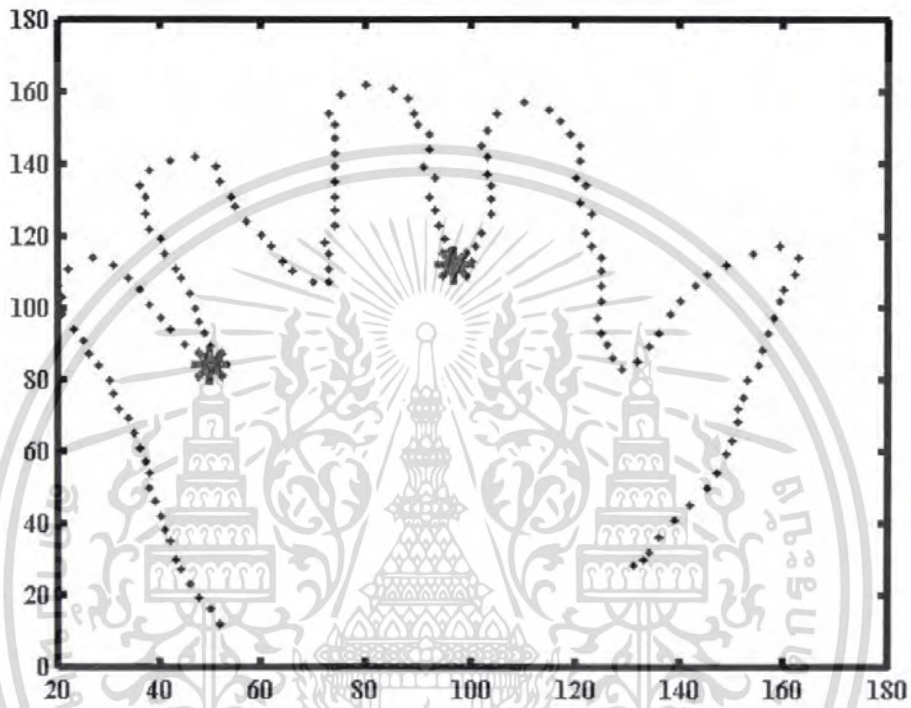
รูปที่ 4.41 ภาพมือที่ได้จากกำหนดจุดตัดอ้างอิงจากจุดระหว่างนิ้วมือของบุคคลที่ 1



รูปที่ 4.42 ภาพบริเวณที่ตัดออกได้จากกำหนดจุดตัดอ้างอิงเริ่มจากจุดระหว่างนิ้วมือของคนที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลจากการกำหนดจุดตัดด้วยจุดระหว่างนิ้วสามารถลดความผิดพลาดในการตัดได้มาก สามารถแก้ปัญหาคารปะปนของภาพพื้นหลัง และการเอียงของมือที่ผลทำให้การตัดภาพผิดพลาด ดังการทดสอบตัดภาพที่มีปัญหาการปะปนของพื้นหลังของบุคคลที่ 4 ได้ผลดังรูป



รูปที่ 4.43 ภาพมือที่ได้จากกำหนดจุดตัดอ้างอิงจากจุดระหว่างนิ้วมือของบุคคลที่ 4

รูปที่ 4.44 ภาพบริเวณที่ตัดออกได้จากกำหนดจุดตัดอ้างอิงเริ่มจากจุดระหว่างนิ้วมือของคนี่ 4 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี	ใช้ได้เกือบทุกภาพ ขนาดของภาพที่ตัดได้มีความใกล้เคียงกันทุกรูป
ข้อเสีย	ภาพที่ได้มีขนาดเล็ก

4.11 การแยกแยะลักษณะเด่น

จุดประสงค์

- สามารถแยกแยะลักษณะเด่นด้วยสมการพื้นผิว

ลำดับขั้นการทดลอง

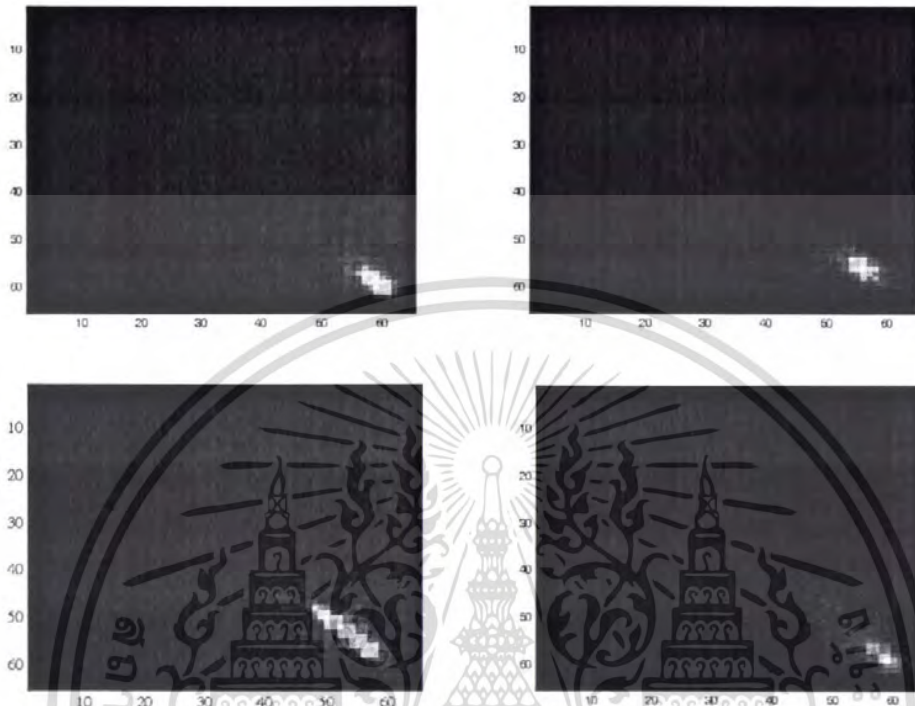
- นำภาพที่ตัดได้มาแยกแยะลักษณะเด่นเบื้องต้นด้วยเมตริกซ์ร่วมสัมพันธ์โดยแบ่งการประมวลผลเป็น 4 ส่วนดังรูป



รูปที่ 4.45 ภาพพื้นที่บริเวณที่แบ่งส่วนการแยกแยะออกเป็น 4 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) กำหนดเมตริกซ์ร่วมสัมพันธ์เพื่อแยกแยะลักษณะเด่นเบื้องต้นซึ่งได้ผลดังรูป



รูปที่ 4.46 ผลลัพธ์ของการแยกแยะลักษณะเด่นเบื้องต้นด้วยเมตริกซ์ร่วมสัมพันธ์จาก 4 ส่วนของบริเวณภาพที่ตัดออกมาได้

3.) นำผลลัพธ์ของจำนวนเมตริกซ์ร่วมสัมพันธ์มาคำนวณเพื่อแยกแยะลักษณะเด่นอีกครั้งด้วยสมการลักษณะเด่น 5 สมการ คือ

1.) Entropy 2.) Energy 3.) Inertia 4.) Homogeneity 5.) Contrast

ซึ่งจะได้ผลลัพธ์เป็นค่า ID ดังตัวอย่าง

	Entropy	Energy	Inertia	Homogeneity	Contrast
ส่วนที่1	628844	23644	29458	27794	4530
ส่วนที่2	534282	22989	40844	26435	6281
ส่วนที่3	243934	16726	34254	22867	5267
ส่วนที่4	188380	12891	33724	17552	5186

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

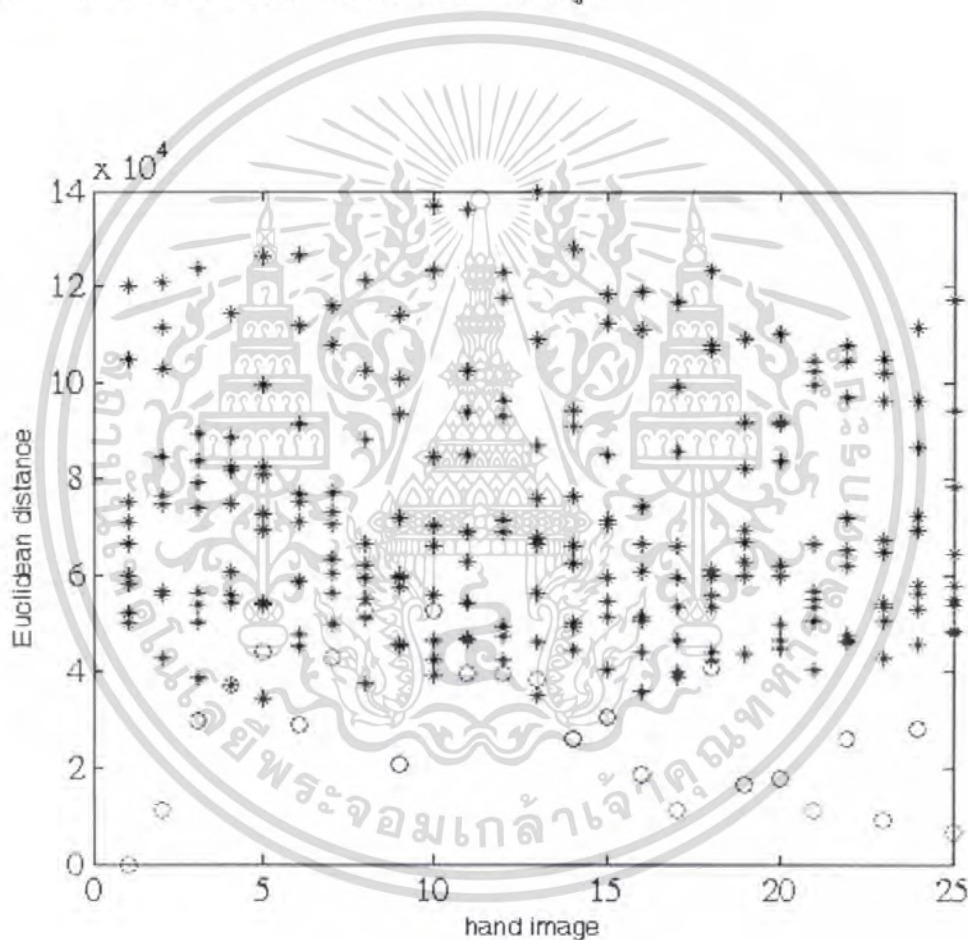
4.12 การรู้จำลายมือบนฝ่ามือ

จุดประสงค์

- รู้จำลายมือบนฝ่ามือจากผลลัพธ์การคำนวณความแตกต่างของค่าระยะห่างแบบยูคลิด

ลำดับขั้นการทดลอง

- 1.) กำหนดระยะห่างแบบยูคลิดด้วยการกำหนดค่าอ้างอิง b ค่าจากบุคคลที่นำมาทดสอบ 10 คนและทดสอบจำนวน 25 ครั้ง ผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังรูป

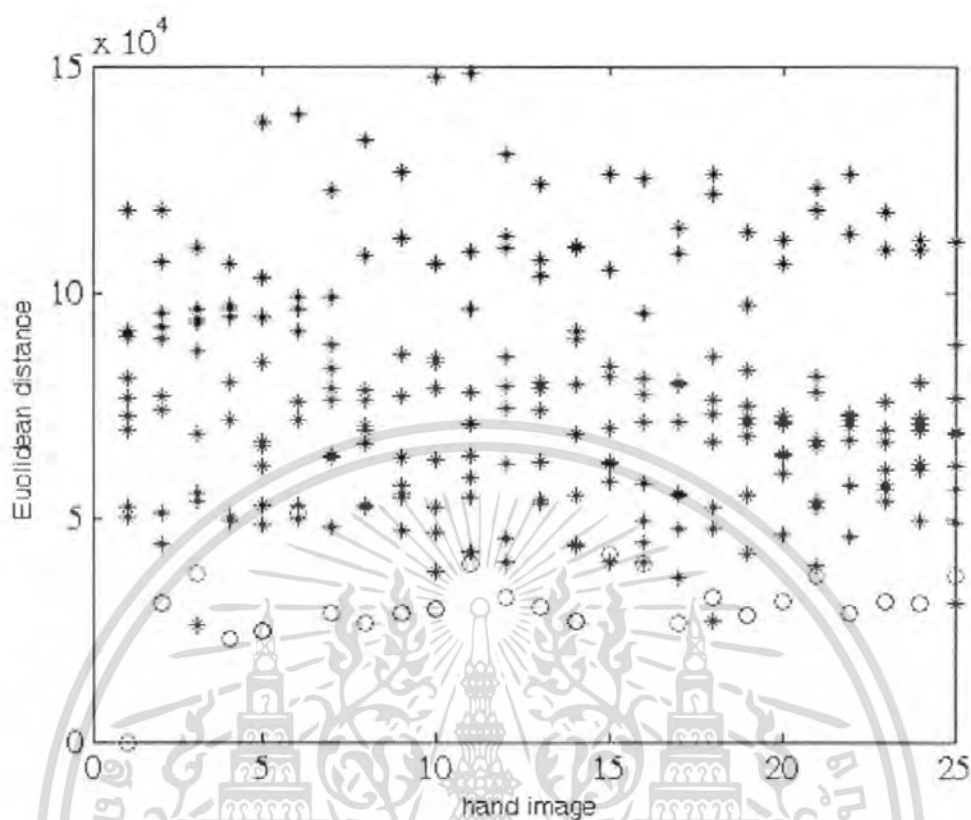


รูปที่ 4.47 ผลลัพธ์ของการคำนวณค่าระยะห่างแบบยูคลิดที่มีค่าอ้างอิง(b) b ค่าและทดสอบจำนวน 25 ครั้ง

O คือ ค่าระยะห่างแบบยูคลิดของบุคคลเดียวกับข้อมูลอ้างอิง b

* คือ ค่าระยะห่างแบบยูคลิดของบุคคลอื่นที่ไม่ใช่บุคคลอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



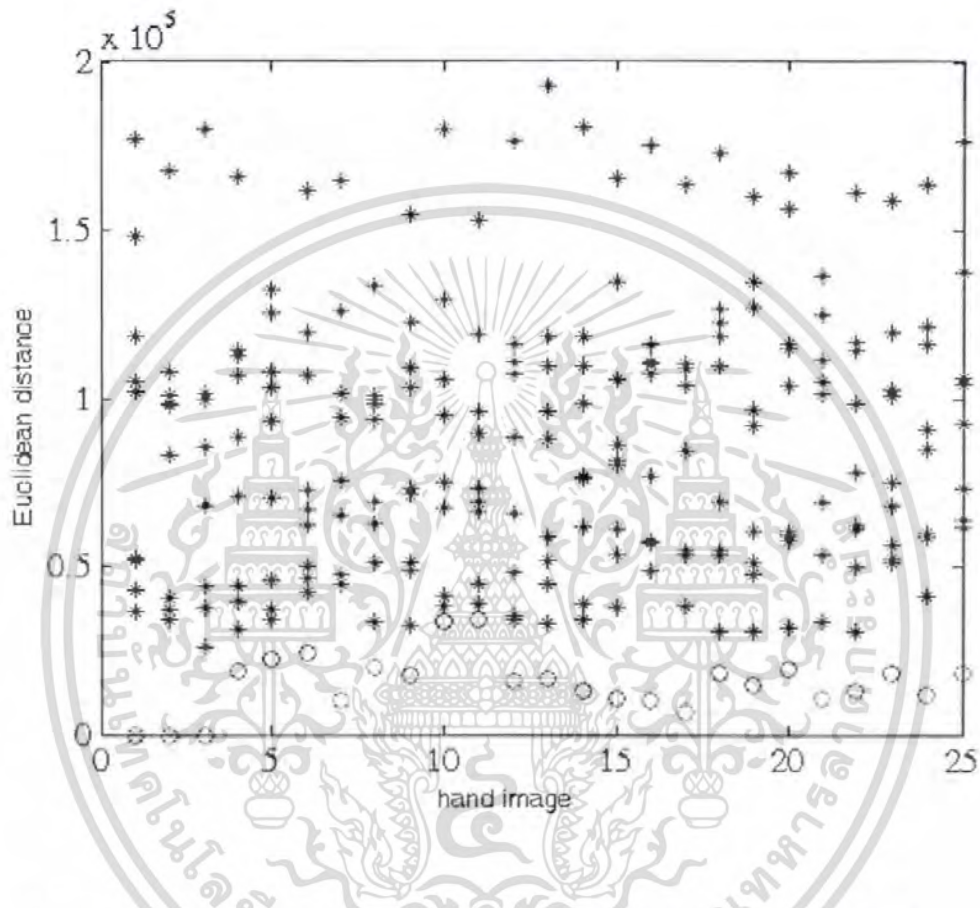
รูปที่ 4.48 ผลลัพธ์ของการคำนวณค่าระยะห่างแบบยูคลิดที่มีค่าอ้างอิง(d) 1 ค่าและทดสอบจำนวน 25 ครั้ง

o คือ ค่าระยะห่างแบบยูคลิดของบุคคลเดียวกับข้อมูลอ้างอิง d

* คือ ค่าระยะห่างแบบยูคลิดของบุคคลอื่นที่ไม่ใช่บุคคลอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

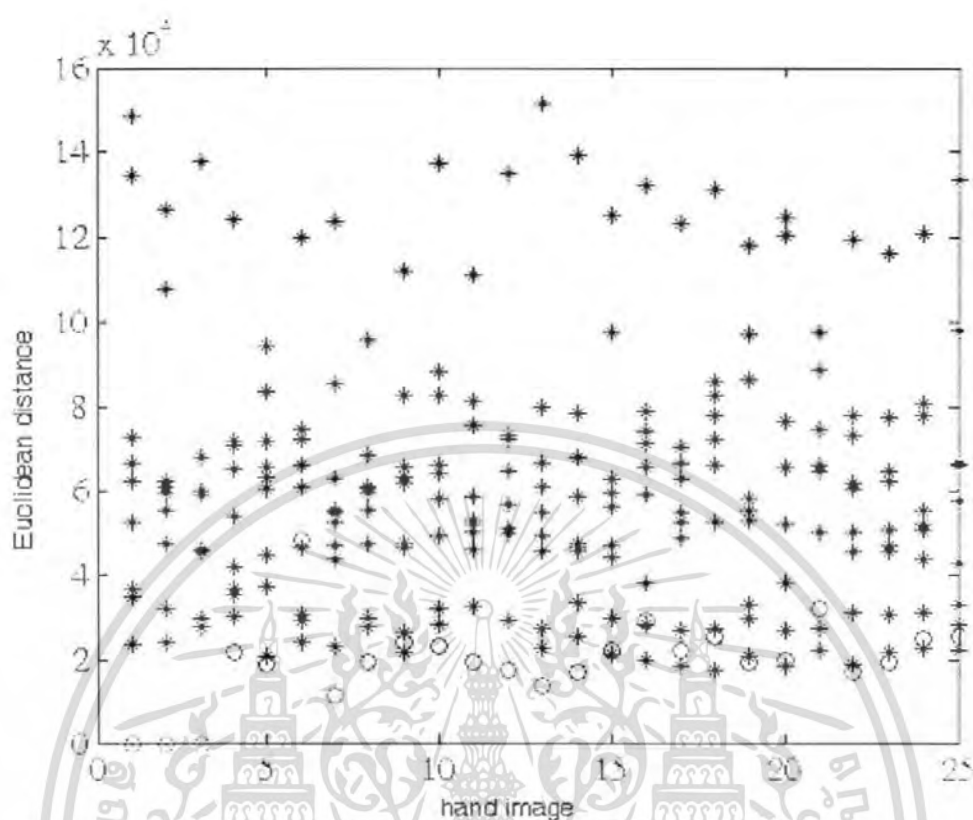
2.) จากผลลัพธ์ของการคำนวณระยะห่างแบบยูคลิดด้วยการกำหนดค่าอ้างอิง 1 คำนั้นยังมีความผิดพลาดอยู่จึงปรับปรุงการคำนวณระยะห่างแบบยูคลิดใหม่ด้วยการกำหนดค่าอ้างอิงเป็น 3 ค่าและเลือกค่าอ้างอิงที่มีค่าน้อยที่สุดมาใช้ ทำให้ได้ผลลัพธ์จากการปรับปรุงที่ดีขึ้น ดังรูป



รูปที่ 4.49 ผลลัพธ์ของการคำนวณค่าระยะห่างแบบยูคลิดที่ใช้ค่าจากบุคคล(a)เป็นข้อมูลอ้างอิง 3 ค่าและทดสอบจำนวน 25 ครั้ง

- O คือ ค่าระยะห่างแบบยูคลิดของบุคคลเดียวกับข้อมูลอ้างอิง (a)
- * คือ ค่าระยะห่างแบบยูคลิดของบุคคลอื่นที่ไม่ใช่บุคคลอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

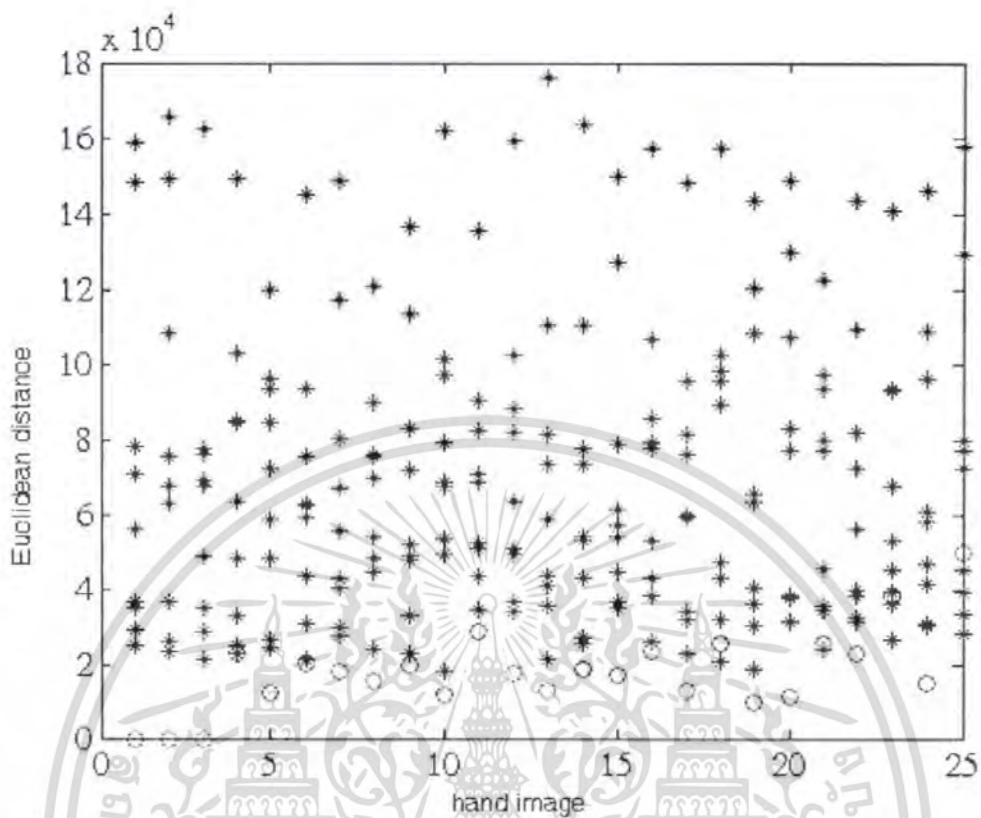


รูปที่ 4.50 ผลลัพธ์ของการคำนวณค่าระยะห่างแบบยูคลิดที่ใช้ค่าจากบุคคล(b)เป็นข้อมูลอ้างอิง 3 ค่าและทดสอบจำนวน 25 ครั้ง

O คือ ค่าระยะห่างแบบยูคลิดของบุคคลเดียวกับข้อมูลอ้างอิง (b)

* คือ ค่าระยะห่างแบบยูคลิดของบุคคลอื่นที่ไม่ใช่บุคคลอ้างอิง

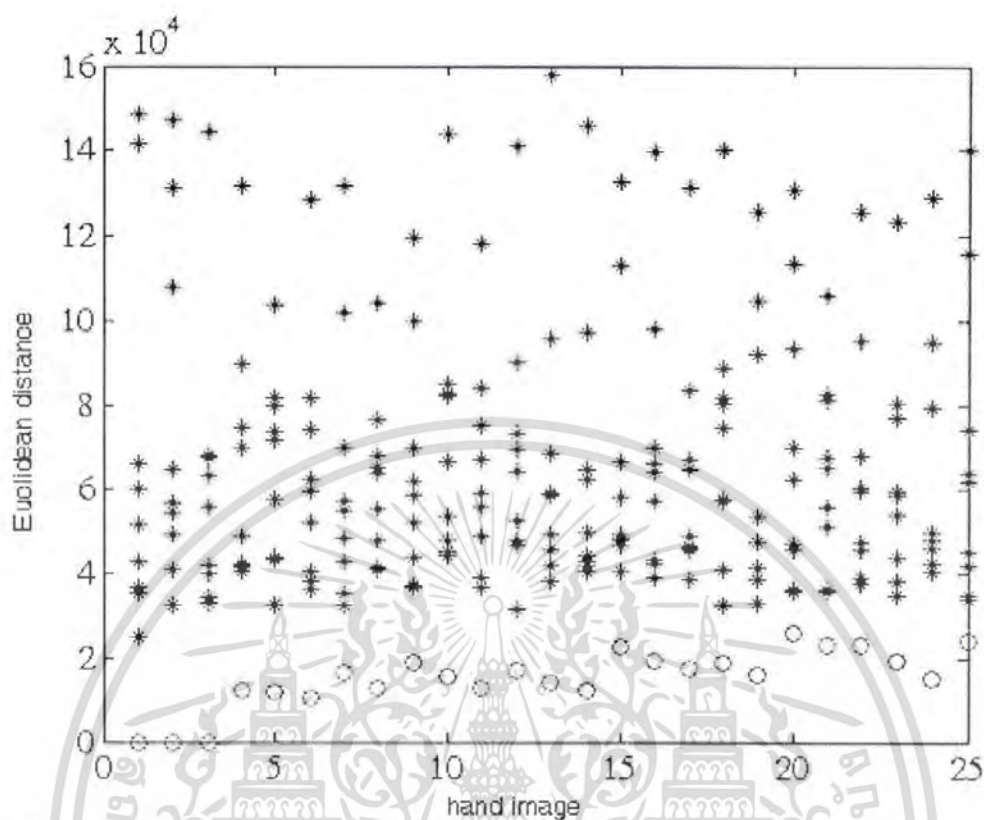
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.51 ผลลัพธ์ของการคำนวณค่าระยะห่างแบบยูคลิดที่ใช้ค่าจากบุคคล(c)เป็นข้อมูลอ้างอิง 3 ท่าและทดสอบจำนวน 25 ครั้ง

O คือ ค่าระยะห่างแบบยูคลิดของบุคคลเดียวกับข้อมูลอ้างอิง (c)

* คือ ค่าระยะห่างแบบยูคลิดของบุคคลอื่นที่ไม่ใช่บุคคลอ้างอิง

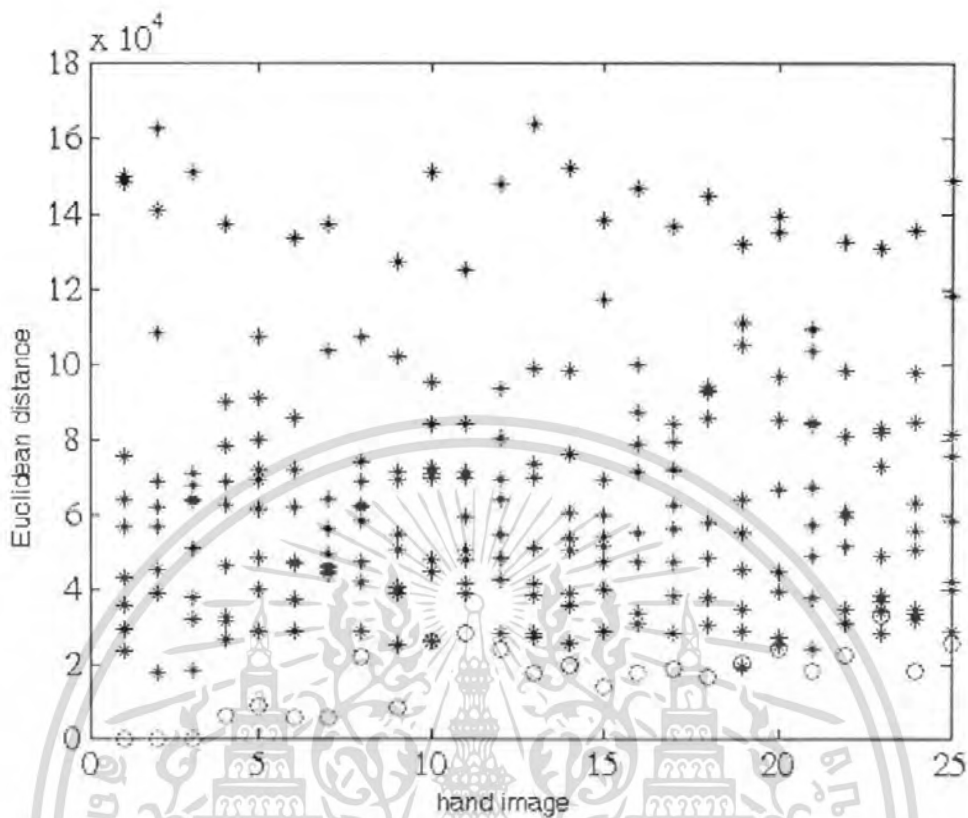


รูปที่ 4.52 ผลลัพธ์ของการคำนวณค่าระยะห่างแบบยูคลิดที่ใช้ค่าจากบุคคล(d)เป็นข้อมูลอ้างอิง 3 ค่าและทดสอบจำนวน 25 ครั้ง

O คือ ค่าระยะห่างแบบยูคลิดของบุคคลเดียวกับข้อมูลอ้างอิง (d)

* คือ ค่าระยะห่างแบบยูคลิดของบุคคลอื่นที่ไม่ใช่บุคคลอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

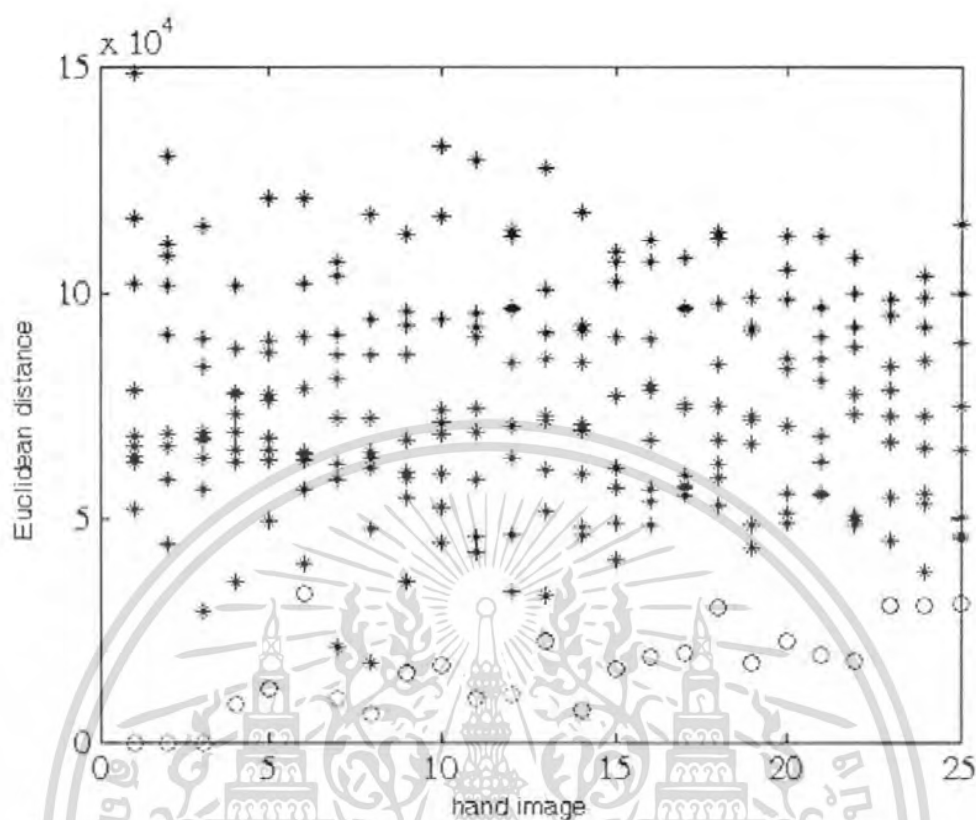


รูปที่ 4.53 ผลลัพธ์ของการคำนวณค่าระยะห่างแบบยูคลิดที่ใช้ค่าจากบุคคล(c)เป็นข้อมูลอ้างอิง 3 ค่าและทดสอบจำนวน 25 ครั้ง

O คือ ค่าระยะห่างแบบยูคลิดของบุคคลเดียวกับข้อมูลอ้างอิง (c)

* คือ ค่าระยะห่างแบบยูคลิดของบุคคลอื่นที่ไม่ใช่บุคคลอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

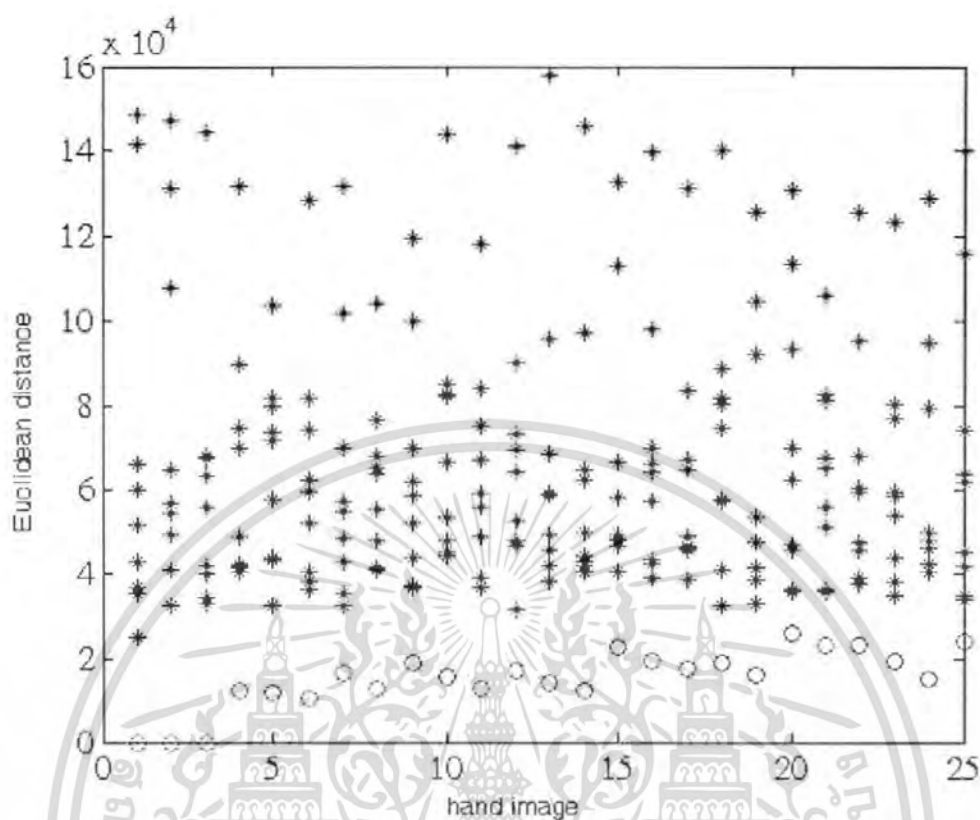


รูปที่ 4.54 ผลลัพธ์ของการคำนวณค่าระยะห่างแบบยูคลิดที่ใช้ค่าจากบุคคล (ก) เป็นข้อมูลอ้างอิง 3 ท่าและทดสอบจำนวน 25 ครั้ง

O คือ ค่าระยะห่างแบบยูคลิดของบุคคลเดียวกับข้อมูลอ้างอิง (ก)

* คือ ค่าระยะห่างแบบยูคลิดของบุคคลอื่นที่ไม่ใช่บุคคลอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

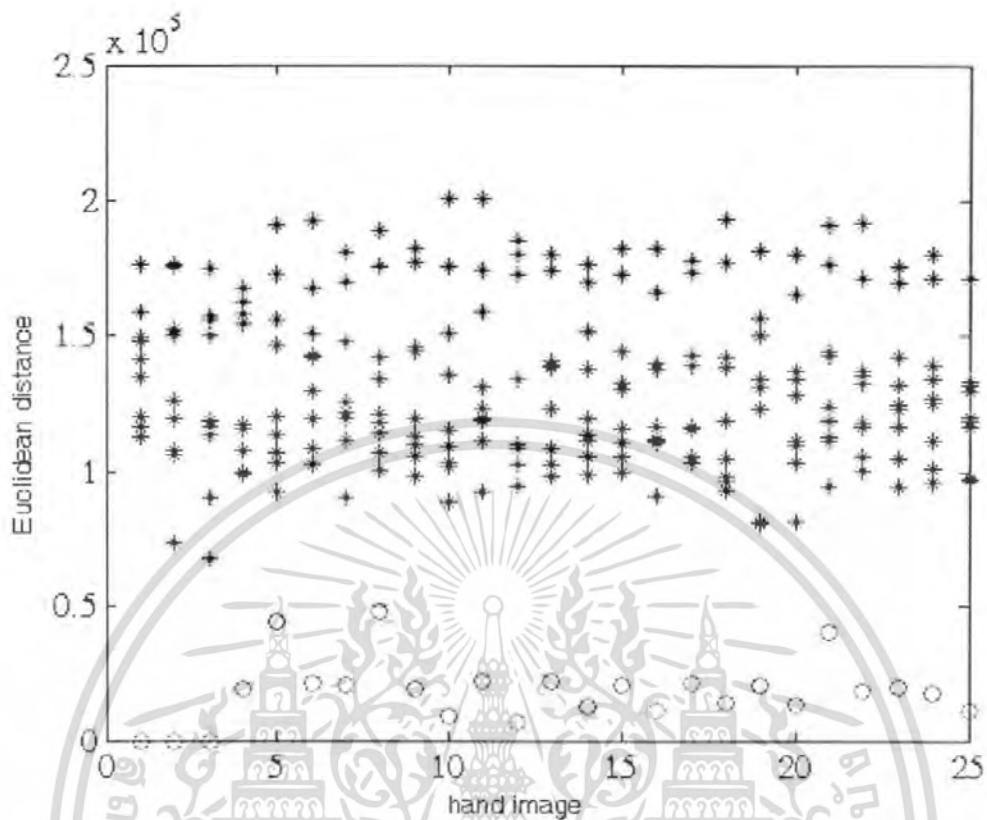


รูปที่ 4.55 ผลลัพธ์ของการคำนวณค่าระยะห่างแบบยูคลิดที่ใช้ค่าจากบุคคล(g)เป็นข้อมูลอ้างอิง 3 ค่าและทดสอบจำนวน 25 ครั้ง

O คือ ค่าระยะห่างแบบยูคลิดของบุคคลเดียวกับข้อมูลอ้างอิง (g)

* คือ ค่าระยะห่างแบบยูคลิดของบุคคลอื่นที่ไม่ใช่บุคคลอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

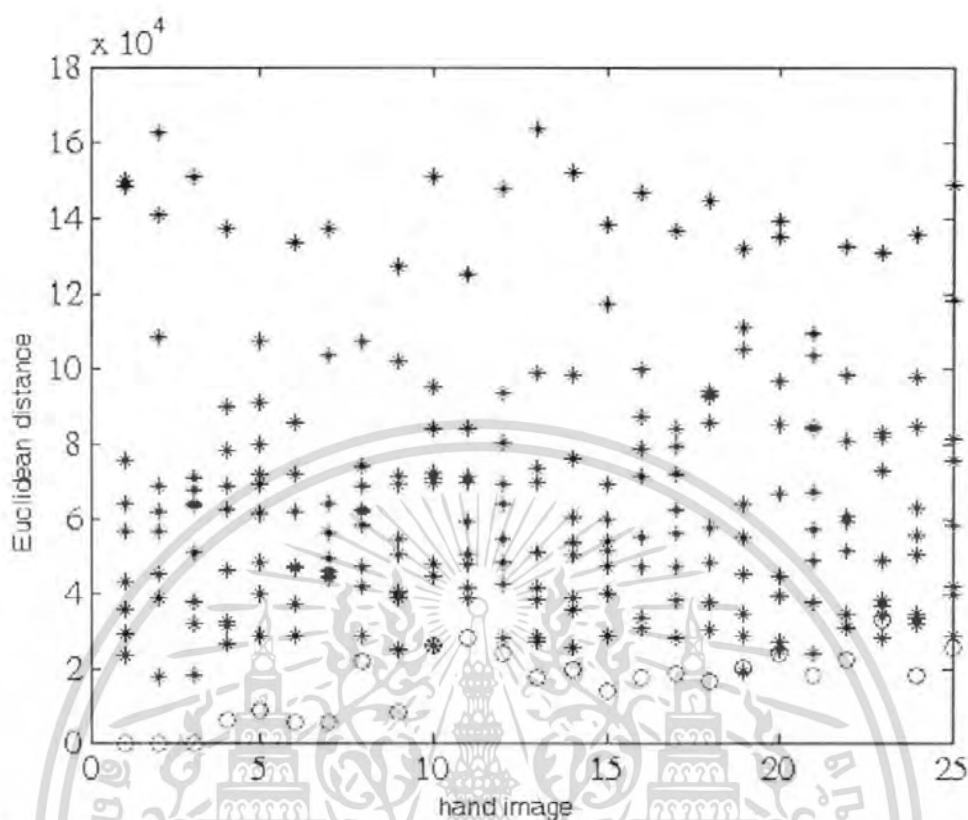


รูปที่ 4.56 ผลลัพธ์ของการคำนวณค่าระยะห่างแบบยูคลิดที่ใช้ค่าจากบุคคล(h)เป็นข้อมูลอ้างอิง 3 ค่าและทดสอบจำนวน 25 ครั้ง

o คือ ค่าระยะห่างแบบยูคลิดของบุคคลเดียวกับข้อมูลอ้างอิง (h)

* คือ ค่าระยะห่างแบบยูคลิดของบุคคลอื่นที่ไม่ใช่บุคคลอ้างอิง

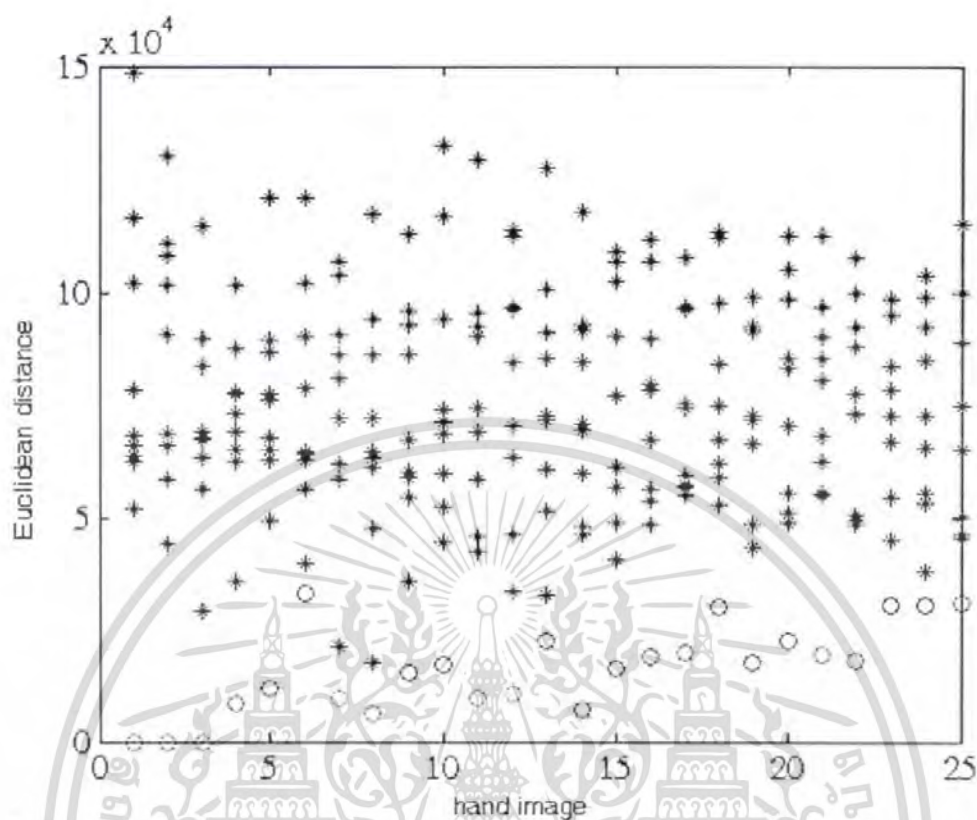
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.57 ผลลัพธ์ของการคำนวณค่าระยะห่างแบบยูคลิดที่ใช้ค่าจากบุคคล(i)เป็นข้อมูลอ้างอิง 3 ค่า และทดสอบจำนวน 25 ครั้ง

O คือ ค่าระยะห่างแบบยูคลิดของบุคคลเดียวกับข้อมูลอ้างอิง (i)

* คือ ค่าระยะห่างแบบยูคลิดของบุคคลอื่นที่ไม่ใช่บุคคลอ้างอิง



รูปที่ 4.58 ผลลัพธ์ของการคำนวณค่าระยะห่างแบบยูคลิดที่ใช้ค่าจากบุคคล(j)เป็นข้อมูลอ้างอิง 3 ค่า และทดสอบจำนวน 25 ครั้ง

O คือ ค่าระยะห่างแบบยูคลิดของบุคคลเดียวกับข้อมูลอ้างอิง (j)

* คือ ค่าระยะห่างแบบยูคลิดของบุคคลอื่นที่ไม่ใช่บุคคลอ้างอิง

บทที่ 5

สรุป

โครงการนี้ได้เสนอการแยกแยะตัวบุคคลหรือระบุตัวบุคคลด้วยการตรวจสอบลายมือบนฝ่ามือซึ่งได้ใช้วิธีการประมวลผลภาพ โดยใช้อินพุตก็คือภาพของฝ่ามือที่ได้จากการสแกนมือด้วยเครื่องสแกนเนอร์และได้ปรับปรุงคุณภาพใหม่โดยการเปลี่ยนวิธีเก็บข้อมูลโดยใช้การถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิทัล ภาพอินพุตที่ได้นั้นจะเป็นภาพแบบRGB และมีรูปแบบไฟล์เป็น JPG หรือ JPEG หลังจากได้อินพุตแล้วก็นำภาพที่ได้ไปวิเคราะห์และประมวลผลภาพและแยกแยะลักษณะเด่นด้วยเมตริกซ์ร่วมสัมพันธ์และสมการลักษณะเด่น 5 สมการ ซึ่งทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นค่า IDs และสุดท้ายนำผลลัพธ์ที่ได้มารู้จำลายมือบนฝ่ามือจากผลลัพธ์การคำนวณความแตกต่างของค่าระยะห่างแบบยูคลิดจากค่าเอกลักษณ์ของมืออ้างอิงและค่าเอกลักษณ์ของมือที่ทดสอบ จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าสามารถนำค่าเอกลักษณ์ที่คำนวณได้มาใช้ในการตรวจสอบบุคคลได้ดีพอสมควร

5.1 ปัญหาที่พบ

1. การเก็บข้อมูลของมือทั้งมือนั้นมีข้อผิดพลาด จากการวางมือที่ไม่เหมาะสมทำให้ภาพมือที่ได้ได้รายละเอียดไม่ครบถ้วน เช่น ส่วนของข้อมือที่ได้จากภาพมาเกินไป วางมือเอียงมากเกินไป ซึ่งปัญหาดังกล่าวนี้ ทำให้ต้องเก็บข้อมูลใหม่
2. การกำหนดจุดตัดไม่มีความแม่นยำทำให้มีส่วนเกินที่ไม่ต้องการบริเวณพื้นหลังออกมา ทำให้ค่าเอกลักษณ์คำนวณได้ผลไม่เป็นไปตามต้องการ

5.2 การแก้ปัญหา

1. เปลี่ยนแปลงการกำหนดจุดตัดโดยใช้จุดระหว่างนิ้วมือ ซึ่งเป็นผลให้แก้ปัญหาในพื้นหลังปะปนมากับภาพได้ดี และแม้จะวางมือเอียงอย่างไรก็สามารถหาจุดตัดได้ตรงตามเป้าหมาย
2. กำหนดการวางมือให้เหมาะสมเหมือนกันในทุกๆครั้ง

5.3 แนวทางการนำไปพัฒนาต่อ

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบตัวบุคคลอาจนำเอาคุณสมบัติทางเรขาคณิตของมือมาร่วมพิจารณาตรวจสอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ผศ.ดร. สมเกียรติ อุดมธรรษากุล. 2007. การประมวลผลภาพเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. Rafael C. Gonzalez , Richard E. Woods and Steven L. Eddins. 2004. **Digital Image Processing using MATLAB**. New Jersey : Pearson Education , Inc.
3. Pedro Garcia Sevilla and Maria Petrou. 2006. **Image Processing Dealing with Texture**. West Sussex : JohnWiley and Sons. P. 275-295.
4. <http://www.laura-ramsey.net/>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้