สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การยืนยันบุคคลด้วยลายนิ้วมือ

Authentication with Fingerprint

นายชลาวัฒน์ อัมพรทีป

นายเชษฐพล กุลจรัส

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 55110

วัน,เดือน,ปี - 8 มิ.ย. 2548

b.....

i.....

การยืนยันบุคคลด้วยลายนิ้วมือ

Authentication with Fingerprint

โดย

นายชลาวัฒน์ อัมพรทีป

นายเชษฐพล กุลจรัส

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ.เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น

ดร.อรฉัตร จิตต์โสภักตร์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2546

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การยืนยันบุคคลด้วยลายนิ้วมือ

Authentication with Fingerprint

คณะผู้จัดทำ นาย ชลาวัฒน์ อัมพรทีป รหัส 43010088

นาย เชษฐพล กุลจรัส รหัส 43010108

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.อรฉัตร จิตต์โสภักตร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยืนยันบุคคลด้วยลายนิ้วมือ

นาย ชลาวัฒน์ อัมพรทีป 43010088
นาย เชษฐพล กุลจรัส 43010108
อ.เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น อาจารย์ที่ปรึกษา
ดร.อรฉัตร จิตต์โสภักตร์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2546

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นโครงงานที่พัฒนาเพื่อประโยชน์ในเรื่องการรักษาความปลอดภัยโดยใช้ลายนิ้วมือ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ตัวอุปกรณ์สามารถอ่านลายนิ้วมือ ซึ่งใช้โมดูล MBF200 เป็นตัวอ่านลายนิ้วมือมาเก็บในหน่วยความจำชั่วคราวก่อน หลังจากนั้นจะส่งข้อมูลลายนิ้วมือไปยังคอมพิวเตอร์ ผ่านทางพอร์ตอนุกรมและใช้โปรแกรมที่เขียนโดย Visual Basic รับข้อมูลเพื่อแสดงภาพและเก็บภาพลายนิ้วมือ หลังจากนั้นจึงใช้โปรแกรมที่เขียนโดย MATLAB ในการเปรียบเทียบลายนิ้วมือโดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ภาพ (Image processing) เพื่อทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพให้ดีขึ้น และใช้ระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (Automated Fingerprint Identification System หรือ AFIS) เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Authentication with Fingerprint

Mr. Chalawat	Aumporntheep	43010088
Mr. Chettapol	Kuljaras	43010108
Mr. Charoen	Vongchumyen	Advisor
Dr. Orachat	Chitsobhuk	Advisor

Academic Year 2003

ABSTRACT

This project is concern with developing the security advantage with finger print technology. The purpose of the project is focused on a device which can scan human finger print by MBF200 module and store it in RAM. After that, the information of human fingerprint is sent to computer via serial port (RS-232). The Visual Basic program shows the fingerprint image and save the image, then the MATLAB program compares human fingerprint by using the image processing to improve image to be better and using the Automated Fingerprint Identification System or AFIS for authentication.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณบุคคลทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือให้คำแนะนำ และคำปรึกษาส่งผลให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ อ.เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น และ ดร.อรฉัตร จิตต์โสภักตร์ ที่คอยแนะนำ และเอาใจใส่และช่วยเหลือตลอดการทำโครงงาน

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ ที่คอยให้กำลังใจ และห้องแล็บฮาร์ดแวร์ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำงาน

สุดท้ายขอขอบพระคุณ ครอบครัวของข้าพเจ้า อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้เขียนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสทางการศึกษา และให้กำลังใจ ดูแลเอาใจใส่ทุกๆด้านเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ชลาวัฒน์ อัมพรทีป

เชษฐพล กุลจรัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	VI
สารบัญตาราง	XI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 รายละเอียดโดยย่อของโครงงานนี้	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงานนี้	1
บทที่ 2 ความรู้เบื้องต้นของลายนิ้วมือ	2
2.1 จุดลักษณะสำคัญบนลายนิ้วมือ	2
2.2 คำจำกัดความที่สำคัญบนลายนิ้วมือ	3
2.3 แบบของลายนิ้วมือ	4
2.4 วิธีการวิเคราะห์ลายนิ้วมือ	8
บทที่ 3 MBF200 Solid State Fingerprint Sensor	9
3.1 คุณสมบัติ	9
3.2 การนำไปประยุกต์ใช้งาน	9
3.3 กระบวนการทำงานของไอซี	9
3.4 คำอธิบายของแต่ละขา	10
3.5 Microprocessor Bus Interface	14
3.6 Function Register Map	15
3.7 Connection Diagram	22
3.8 Block Diagram	23
3.9 Timing Diagram	24
3.10 แผนผัง (Flow Chart) แสดงการทำงานของ MBF200	25
บทที่ 4 อุปกรณ์Hardwareที่นำมาใช้งาน	30
4.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51	30
4.2 การเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมโดยใช้ไอซี MAX232	32
4.3 การใช้งาน DM74LS373	32
4.4 การใช้งาน SRAM K6T4008C1C	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 ทฤษฎีและหลักการวิเคราะห์ลายนิ้วมือ 34
5.1 หลักการวิเคราะห์ลายนิ้วมือ 34
5.2 หลักการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ 36
บทที่ 6 การออกแบบอุปกรณ์เพื่อทำงานกับไอซี MBF200 40
6.1 หลักการและจุดประสงค์ในการออกแบบ 40
6.2 อุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน 40
6.3 การออกแบบ 40
บทที่ 7 การออกแบบโปรแกรมเพื่อทำงานกับอุปกรณ์ 46
7.1 หลักการจุดประสงค์ในการออกแบบ 46
7.2 ซอฟต์แวร์ (Software) ที่นำมาออกแบบ 46
7.3 การออกแบบ 46
7.4 ลักษณะการทำงาน 47
7.5 แผนผังการทำงานของแต่ละโปรแกรม 48
บทที่ 8 ผลการทดลอง/การทดสอบ 52
8.1การสแกนภาพลายนิ้วมือผ่านทางพอร์ตอนุกรม 52
8.2 การทดลองนำภาพลายนิ้วมือมาเปรียบเทียบ 56
บทที่ 9 บทวิจารณ์และสรุป 82
9.1 สรุปผลการทดลอง 82
9.2 แนวทางการพัฒนาต่อ 83
ภาคผนวก 84
ภาคผนวก ก FPGA Adventure Discovery XC2S50 Board 85
บรรณานุกรม 89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้าที่

บทที่ 2 ความรู้เบื้องต้นของลายนิ้วมือ 2

รูปที่ 2.1 ลักษณะสำคัญต่างๆ 2

รูปที่ 2.2 ความแตกต่างสำคัญๆบนลายนิ้วมือ 3

รูปที่ 2.3 Pattern Area 4

รูปที่ 2.4 โค้งราบ 4

รูปที่ 2.5 โค้งกระโจม 4

รูปที่ 2.6 มัดหวายปัดขวา 5

รูปที่ 2.7 มัดหวายปัดซ้าย 5

รูปที่ 2.8 มัดหวายแฝด 5

รูปที่ 2.9 ก้นหอยธรรมดา 6

รูปที่ 2.10 ก้นหอยกระเป๋ากลางปัดขวา 6

รูปที่ 2.11 ก้นหอยกระเป๋ากลางปัดซ้าย 6

รูปที่ 2.12 ก้นหอยกระเป๋าข้างปัดขวา 7

รูปที่ 2.13 ก้นหอยกระเป๋าข้างปัดซ้าย 7

รูปที่ 2.14 กลุ่มซับซ้อน 7

บทที่ 3 MBF200Solid State Fingerprint Sensor 9

รูปที่ 3.1 แสดงให้เห็นถึงเทคโนโลยีและการทำงานของ static-capacity semiconductor sensor 10

รูปที่ 3.2 แสดงตำแหน่งของขาไอซี 22

รูปที่ 3.3 แสดงการทำงานของตัวไอซี 23

รูปที่ 3.4 แสดงการอ่านข้อมูลในโหมดไมโครโพรเซสเซอร์ 24

รูปที่ 3.5 แสดงการเขียนข้อมูลในโหมดไมโครโพรเซสเซอร์ 24

รูปที่ 3.6 แสดงการ Set ค่าเริ่มต้น 25

รูปที่ 3.7 แสดงการ Set ค่า DTR, DCR, PGC 26

รูปที่ 3.8 แสดงการรับข้อมูล 27

รูปที่ 3.9 แสดงการตั้งค่าเริ่มต้น 28

รูปที่ 3.10 แสดงการรับข้อมูลของภาพ 29

บทที่ 4 อุปกรณ์Hardwareที่นำมาใช้งาน 30

รูปที่ 4.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 (Atmel AT89C51) 30

รูปที่ 4.2 ไอซี MAX 232 32

รูปที่ 4.3 ไอซี DM74LS373 32

รูปที่ 4.5 ไอซี SRAM K6T4008C1C 33

บทที่ 5 ทฤษฎีและหลักการวิเคราะห์ลายนิ้วมือ 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.1 แสดงกระบวนการทำงานของการเริ่มใช้งาน 34
รูปที่ 5.2 แสดงกระบวนการทำงานของการเปรียบเทียบ 35
รูปที่ 5.3 แสดงจุดลักษณะเฉพาะบนลายนิ้วมือ 36
รูปที่ 5.4 แสดงรูปแบบในการวิเคราะห์ลายนิ้วมือของระบบ AFIS 36
รูปที่ 5.5 แสดงการหาจุดกึ่งกลางของลายนิ้วมือ 38
รูปที่ 5.6 แสดงการทำให้ภาพนั้นบาง(Thinning) 39
รูปที่ 5.7 แสดงการหาจุดลักษณะสำคัญ 39
บทที่ 6 การออกแบบอุปกรณ์เพื่อทำงานกับไอซี MBF200 40
รูปที่ 6.1 แสดงการป้อนไฟเลี้ยงให้ไอซี MBF200 40
รูปที่ 6.2 แสดงการออกแบบส่วนไอซี MBF200 41
รูปที่ 6.3 แสดงลายวงจรอุปกรณ์ MBF200 42
รูปที่ 6.4 แสดงอุปกรณ์ที่ได้ออกแบบโดยใช้ไอซี MBF200 42
รูปที่ 6.5 แสดงแผนผังการออกแบบและการทำงานของตัวอุปกรณ์ 43
รูปที่ 6.6 แสดงการออกแบบอุปกรณ์ที่ร่วมกันทำงาน 44
รูปที่ 6.7 แสดงอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นสำหรับโครงงานนี้ 45
บทที่ 7 การออกแบบโปรแกรมเพื่อทำงานกับอุปกรณ์ 46
รูปที่ 7.1 แสดงโปรแกรมที่ออกแบบเพื่อใช้งาน 46
รูปที่ 7.2 แสดงโปรแกรมเมื่อต้องการสแกนภาพจากไอซี MBF200 47
รูปที่ 7.3 แสดงการทำงานของโปรแกรมเมื่อการสแกนภาพเสร็จสมบูรณ์ 48
รูปที่ 7.4 แสดงแผนผังการออกแบบโปรแกรม 49
รูปที่ 7.5 แสดงการทำงานของการโปรแกรม MCS51 ขณะดึงข้อมูลเก็บไว้ที่ RAM 50
รูปที่ 7.6 แสดงการทำงานของการดึงข้อมูลจาก RAM ไปยังคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม 51
บทที่ 8 ผลการทดลอง/การทดสอบ 52
รูปที่ 8.1 แสดงโปรแกรมที่ออกแบบเพื่อใช้งาน 52
รูปที่ 8.2 DCR=01H DTR=25H PGC=0CH 53
รูปที่ 8.3 DCR=02H DTR=25H PGC=0CH 53
รูปที่ 8.4 DCR=03H DTR=25H PGC=0CH 53
รูปที่ 8.5 DCR=02H DTR=24H PGC=0CH 54
รูปที่ 8.6 DCR=02H DTR=25H PGC=0CH 54
รูปที่ 8.7 DCR=03H DTR=26H PGC=0CH 54
รูปที่ 8.8 DCR=02H DTR=25H PGC=0BH 55
รูปที่ 8.9 DCR=02H DTR=25H PGC=0CH 55
รูปที่ 8.10 DCR=02H DTR=25H PGC=0DH 55
รูปที่ 8.11 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบโค้งธรรมดากับมัดหวายปัดซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีค่าเท่ากับ 0.24545 56

รูปที่ 8.12 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบโค้งกระโจมกับมัดหวายปัดซ้าย
มีค่าเท่ากับ 0.06419 57

รูปที่ 8.13 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายปัดซ้ายกับมัดหวายปัดซ้าย
มีค่าเท่ากับ 0.18833 57

รูปที่ 8.14 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายปัดขวากับมัดหวายปัดซ้าย
มีค่าเท่ากับ 0.12675 58

รูปที่ 8.15 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายแฝดกับมัดหวายปัดซ้าย
มีค่าเท่ากับ 0.15527 58

รูปที่ 8.16 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบก้นหอยกับมัดหวายปัดซ้าย
มีค่าเท่ากับ 0.1306 59

รูปที่ 8.17 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบโค้งธรรมดากับก้นหอย
มีค่าเท่ากับ 0.1871 59

รูปที่ 8.18 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบโค้งกระโจมกับก้นหอย
มีค่าเท่ากับ 0.056671 60

รูปที่ 8.19 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายปัดซ้ายกับก้นหอย
มีค่าเท่ากับ 0.19692 60

รูปที่ 8.20 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายปัดขวากับก้นหอย
มีค่าเท่ากับ 0.142 61

รูปที่ 8.21 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายแฝดกับก้นหอย
มีค่าเท่ากับ 0.1346 61

รูปที่ 8.22 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบก้นหอยกับก้นหอย
มีค่าเท่ากับ 0.17129 62

รูปที่ 8.23 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบโค้งธรรมดากับมัดหวายปัดขวา
มีค่าเท่ากับ 0.075683 62

รูปที่ 8.24 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบโค้งกระโจมกับมัดหวายปัดขวา
มีค่าเท่ากับ 0.087888 63

รูปที่ 8.25 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายปัดซ้ายกับมัดหวายปัดขวา
มีค่าเท่ากับ 0.082059 63

รูปที่ 8.26 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายปัดขวากับมัดหวายปัดขวา
มีค่าเท่ากับ 0.21831 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8.27 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายแฝดกับมัดหวายปัดขวา มีค่าเท่ากับ 0.10235 64
รูปที่ 8.28 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบก้นหอยกับมัดหวายปัดขวา มีค่าเท่ากับ 0.27924 65
รูปที่ 8.29 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบโค้งธรรมดากับโค้งธรรมดา มีค่าเท่ากับ 0.33253 65
รูปที่ 8.30 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบโค้งกระโจมกับโค้งธรรมดา มีค่าเท่ากับ 0.037742 66
รูปที่ 8.31 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายปัดซ้ายกับโค้งธรรมดา มีค่าเท่ากับ 0.10383 66
รูปที่ 8.32 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายปัดขวากับโค้งธรรมดา มีค่าเท่ากับ 0.08789 67
รูปที่ 8.33 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายแฝดกับโค้งธรรมดา มีค่าเท่ากับ 0.097475 67
รูปที่ 8.34 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบก้นหอยกับโค้งธรรมดา มีค่าเท่ากับ 0.07857 68
รูปที่ 8.35 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบโค้งธรรมดากับโค้งกระโจม มีค่าเท่ากับ 0.14476 68
รูปที่ 8.36 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบโค้งกระโจมกับโค้งกระโจม มีค่าเท่ากับ 0.10578 69
รูปที่ 8.37 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายปัดซ้ายกับโค้งกระโจม มีค่าเท่ากับ 0.08575 69
รูปที่ 8.38 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายปัดขวากับโค้งกระโจม มีค่าเท่ากับ 0.18872 70
รูปที่ 8.39 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายแฝดกับโค้งกระโจม มีค่าเท่ากับ 0.11296 70
รูปที่ 8.40 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบก้นหอยกับโค้งกระโจม มีค่าเท่ากับ 0.28094 71
รูปที่ 8.41 แสดงการหาจุดกึ่งกลางภาพลายนิ้วมือแบบโค้งธรรมดา 71
รูปที่ 8.42 แสดงการหาจุดกึ่งกลางภาพลายนิ้วมือแบบโค้งกระโจม 72
รูปที่ 8.43 แสดงการหาจุดกึ่งกลางภาพลายนิ้วมือแบบมัดหวายปัดซ้าย 72
รูปที่ 8.44 แสดงการหาจุดกึ่งกลางภาพลายนิ้วมือแบบมัดหวายปัดขวา 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8.45 แสดงการหาจุดกึ่งกลางภาพลายนิ้วมือแบบมัดหวายแฝด 73
รูปที่ 8.46 แสดงการหาจุดกึ่งกลางภาพลายนิ้วมือแบบก้นหอย 74
รูปที่ 8.47 แสดงภาพต้นฉบับแบบโค้งธรรมดา 74
รูปที่ 8.48 แสดงภาพที่สแกนเข้ามาแบบโค้งธรรมดา 75
รูปที่ 8.49 แสดงภาพต้นฉบับที่แสดงจุดขาด 75
รูปที่ 8.50 แสดงภาพสแกนเข้ามาที่แสดงจุดขาด 76
รูปที่ 8.51 แสดงภาพต้นฉบับที่แสดงจุดไบฟูร์เคชัน 76
รูปที่ 8.52 แสดงภาพสแกนเข้ามาที่แสดงจุดไบฟูร์เคชัน 77
รูปที่ 8.53 แสดงภาพที่สแกนเข้ามาแบบโค้งกระโจม 77
รูปที่ 8.54 แสดงภาพที่สแกนเข้ามาที่แสดงจุดขาด 78
รูปที่ 8.55 แสดงภาพสแกนเข้ามาที่แสดงจุดไบฟูร์เคชัน 78
รูปที่ 8.56 แสดงภาพที่สแกนเข้ามาแบบก้นหอย 79
รูปที่ 8.57 แสดงภาพที่สแกนเข้ามาที่แสดงจุดขาด 79
รูปที่ 8.58 แสดงภาพสแกนเข้ามาที่แสดงจุดไบฟูร์เคชัน 80
ภาคผนวก ก 84
รูปที่ ก-1 บอร์ดพัฒนา FPGA Adventure Discovery XC2S50 84
รูปที่ ก-2 ตำแหน่งรูของ PCB (Top Layer) 85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ภาคผนวก ก FPGA Adventure Discovery XC2S50 Board Manual 84

- ตารางที่ 4.1 ตำแหน่ง Pin ที่ Connector (K1-K4) และ FPGA 87
- ตารางที่ 4.2 การเซทจัมพ์เปอร์ J1 เพื่อให้ FPGA ทำงานในโหมดที่ต้องการ 87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

โครงงานเครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือนี้ ได้สร้างขึ้นเพื่อที่จะสแกนลายนิ้วมือได้และสามารถเปรียบเทียบลายนิ้วมือได้อย่างถูกต้อง โดยอุปกรณ์นี้หรือเครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือนี้สามารถจะนำไปประยุกต์ใช้ในงานรักษาความปลอดภัยต่างๆ ได้ เช่น ระบบประตูรักษาความปลอดภัย, ระบบคอมพิวเตอร์รักษาความปลอดภัย

1.1 รายละเอียดโดยย่อของโครงงานนี้

โครงงานนี้เป็นโครงงานเครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือโดยใช้ไอซี MBF200 เป็นอุปกรณ์ในการสแกนลายนิ้วมือและใช้โปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลเปรียบเทียบลายนิ้วมือ โดยตัวอุปกรณ์สามารถติดต่อและส่งข้อมูลผ่านทางคอมพิวเตอร์โดยใช้พอร์ตอนุกรม ส่วนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ใช้โปรแกรมแมทแล็ป (MATHLAB) ในการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ

วัตถุประสงค์โครงงาน

เพื่อสร้างเครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือ

เพื่อศึกษาหลักการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ

เพื่อนำไปใช้ในระบบรักษาความปลอดภัย

เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีระบบรักษาความปลอดภัย

1.2 ขอบเขตของโครงงาน

สร้างเครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือโดยสามารถเปรียบเทียบลายนิ้วมือได้อย่างถูกต้อง และสามารถสแกนลายนิ้วมือแล้วแสดงลายนิ้วมือบนโปรแกรมที่สร้างขึ้นได้

1.3 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงานนี้

เนื่องจากในปัจจุบันการรักษาความปลอดภัยเป็นเรื่องสำคัญในชีวิตประจำวัน และลายนิ้วมือก็เป็นที่นิยมในการนำมาใช้ในการรักษาความปลอดภัย ซึ่งอุปกรณ์ที่ได้สร้างขึ้นนี้สามารถนำไปประยุกต์และนำไปใช้ในงานได้หลายแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ความรู้เบื้องต้นของลายนิ้วมือ

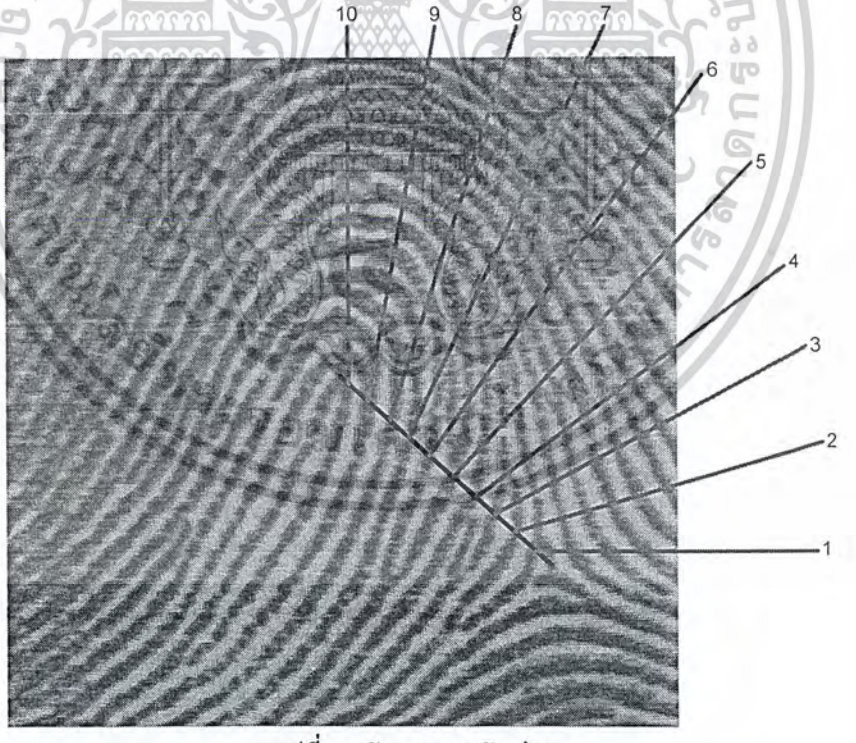
บริเวณปลายนิ้วมือของมนุษย์โดยทั่วไปจะเห็นลายนิ้วมือที่มีลักษณะประกอบไปด้วยเส้น 2 ลักษณะ คือ **เส้นนูน (Ridges)** และ **เส้นร่อง (Furrows)** ซึ่งเส้นทั้ง 2 ลักษณะจะอยู่สลับกันไปตลอด

2.1 จุดลักษณะสำคัญบนลายนิ้วมือ (Characteristics) คือ ตำหนิต่างๆ บนลายนิ้วมือ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะดังนี้

2.1.1 ตำหนิและลักษณะต่างๆ ของลายเส้นทั่วๆ ไปเช่น เส้นตรง, เส้นโค้ง, จุด, เส้นแตก, เส้นวกกลับ, เส้นเวียน, เส้นขาด, เส้นทะเลสาบ, เส้น 2 เส้นมาพบกัน (เส้นหักมุม)

2.1.2 ลักษณะพิเศษบางอย่าง เช่น

- ไบฟูร์เคชัน คือ เส้นขอบหนึ่งที่ได้ถูกแยกออกเป็น 2 เส้นหรือมากกว่า 2 เส้น
- ไดเวอร์เจนซ์ คือ เส้นขอบที่ได้วิ่งขนานกันมาหรือเกือบจะขนานและได้แยก ถ่าง ออกไป
- จุดมินูเทีย **(Minutiae)** คือ จุดบนปลายเส้นหยุดหรือเส้นแยก



รูปที่2.1 ลักษณะสำคัญต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่2.1 อธิบายความสัมพันธ์ของเส้นต่างๆได้ดังนี้

1 และ 2 เป็นไบฟูร์เคชัน

2 และ 3 เป็นไบฟูร์เคชัน

4 เป็น เส้นตรง

5 และ 6 เป็นไบฟูร์เคชัน

7 และ 8 เป็นไบฟูร์เคชัน

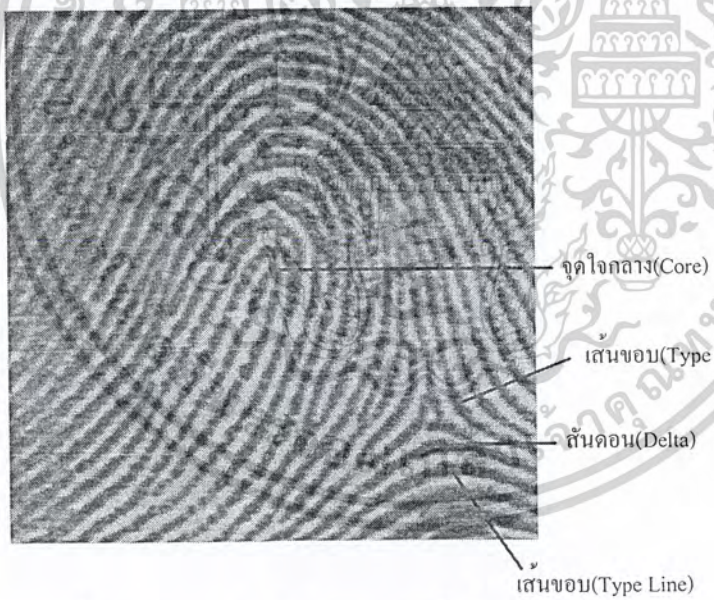
9 เป็น จุดมินูเทีย

10 เป็น เส้นวกกลับ

2.2 คำจำกัดความที่สำคัญบนลายนิ้วมือ

เป็นการอธิบายคุณลักษณะหลักสำคัญใหญ่ๆ ที่ต้องศึกษาและทำความเข้าใจเพราะมีคุณ ประโยชน์ที่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของแต่ละลายนิ้วมือซึ่งมีอยู่ 4 ข้อ ได้แก่

- **เส้นขอบ (Type Line)**
- **สันดอน (Delta)**
- **จุดใจกลาง (Core)**
- **บริเวณลายนิ้วมือที่อยู่ภายใน (Pattern Area)**



รูปที่2.2 ความแตกต่างสำคัญๆบนลายนิ้วมือ

2.2.1 เส้นขอบ (Type Line) คือ เส้นคู่ขนานคู่ในสุด ซึ่งได้คู่กันมาพอสมควรแล้วแยกตัวออกเพื่อจะโอบล้อมหรือพยายามโอบล้อมบริเวณลายนิ้วมือที่อยู่ภายใน

2.2.2 สันดอน (Delta) คือ ลายเส้นในลายนิ้วมือซึ่งอยู่ตรงหน้าและใกล้ที่สุดกับกึ่งกลางของปากทางแยกของเส้นขอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXTINT (Pin 30)

เป็นขา รับสัญญาณ Interrupt จากภายนอก

$\overline{\text{INTR}}$ (Pin 28)

เป็นขาส่งสัญญาณ Interrupt จากภายในออกไป

$\overline{\text{WAIT}}$ (Pin 29)

เป็นขาที่ส่งสัญญาณออกจากตัวไอซี ขณะที่อ่านค่าจากลายนิ้วมือจะมีสถานะเป็น 0 (low) เมื่ออ่านค่าแล้วจะมีสถานะเป็น 1 (high)

MOSI (Pin 33)

เป็นขา Output ของ SPI Mode โดยใช้คู่กับขา MODE1, MODE0 ไม่ต้องต่อขานี้ใน MCU Mode, USB Mode

MODE[1:0] = 00b (Microprocessor Bus Interface Mode)

ไม่ถูกใช้งาน

MODE[1:0] = 01b (SPI Slave Mode)

ใช้เป็น Serial Data Output ของไอซี

MODE[1:0] = 10b (USB Interface Mode, Using Internal ROM)

ไม่ถูกใช้งาน

MODE[1:0] = 11b (USB Interface Mode, Using External ROM)

ใช้เป็น Serial Data Output ของไอซี

MOSI (Pin 34)

เป็นขา Input ของ SPI Mode โดยใช้คู่กับขา MODE1, MODE0 ไม่ต้องต่อขานี้ใน MCU Mode, USB Mode

MODE[1:0] = 00b (Microprocessor Bus Interface Mode)

ไม่ถูกใช้งาน

MODE[1:0] = 01b (SPI Slave Mode)

ใช้เป็น Serial Data Input ของไอซี

MODE[1:0] = 10b (USB Interface Mode, Using Internal ROM)

ไม่ถูกใช้งาน

MODE[1:0] = 11b (USB Interface Mode, Using External ROM)

ใช้เป็น Serial Data Input ของไอซี จาก External ROM

P0 (Pin 9)

เป็นขา Output ถูกควบคุมโดย bit 0 ของ CTRLC Register

P0 (Pin 10)

เป็นขา Output ถูกควบคุมโดย bit 1 ของ CTRLC Register

DP (Pin 38)

เป็นขา Data ใน USB Mode ต้องต่อ Resistor(R) 1.5 k ohm ระหว่างขา DP และ VDD3 (ใช้ 3.3V-3.6V) ใช้ Resistor(R) 43 k ohm ต่ออนุกรมกับขานี้ ในMode MCU, USB จะต่อลง Ground

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DM (Pin 37)

เป็นขา Data ใน USB Mode Resistor(R) 43 k ohm ต่ออนุกรมกับขานี้ ในMode MCU, USB จะต่อลง Ground

MODE[1:0](Pins 35,36)

ใช้เลือก Mode การทำงาน

MODE[1:0] = 00b (Microprocessor Bus Mode)

MODE[1:0] = 01b (SPI Bus Mode)

MODE[1:0] = 10b (USB Mode, Using Internal ROM)

MODE[1:0] = 11b (USB Mode, Using External ROM)

TEST (Pin 8)

ใช้ทดสอบไอซีใช้สำหรับโรงงานตรวจสอบเท่านั้น

NO Connect (Pins 41-80)

ขาที่ไม่ต้องเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 Microprocessor Bus Interface

ในโหมดการทำงานนี้จะใช้ขา D[7:0],RD,WR,CS0,CS1,EXTINT,INTR และ WAIT จะใช้ internal multi-vibrator หรือใช้ขา XTAL1,XTAL2 เพื่อต่อกับตัวให้สัญญาณนาฬิกาภายนอก ในโหมดนี้ SPI และ USB จะต้องไม่เปิดใช้งาน

Fingerprint Sensor จะใช้แอดเดรสในการอ้างตำแหน่งของรีจิสเตอร์ต่าง ๆ ตัวชิปจะมีเส้น data (D[7:0]) 8 เส้น และมีเส้นแอดเดรส(A0) 1 เส้น โดยเส้นแอดเดรสจะเป็นตัวเลือกระหว่าง index register และ data register ถ้า A0 มีค่าเป็น 0 คือเลือกใช้ index register ถ้า A0 มีค่าเป็น 1 คือเลือกใช้ data register ในส่วนของ index register นั้นจะเก็บค่าเดิมไว้จนกว่าจะมีการเขียนค่าลงไปใหม่หรือว่าชิปถูกรีเซต

ชิปจะมีขาที่ใช้ในการควบคุม 4 ขา RD, WR, CS0, CS1 ให้ค่า CS0 เป็น low และให้ค่า CS1 เป็น high เพื่อให้ชิปทำงาน ข้อมูลจะถูกอ่านเข้ามาที่ขอบขาขึ้นของขา WR

ชิปมีขาที่ใช้ในการควบคุมสถานะ 2 ขา INTR,WAIT ขา INTR จะทำงานเมื่อมี interrupt เกิดขึ้น สัญญาณขา WAIT จะเป็น low เมื่อ A/D converter อ่านค่าในขณะที่ A/D conversion กำลังทำงานอยู่ สัญญาณขา WAIT จะอยู่ในสถานะ high impedance เมื่อ A/D conversion ทำงานเสร็จสมบูรณ์ และจะเป็น high impedance ทั้งคู่ถ้าขาทั้ง 2 ไม่ได้ถูกใช้งาน

$\overline{CS0}$	CS1	A0	$\overline{RD}$	$\overline{WR}$	Mode	Data Lines
H	X	X	X	X	De-selected	High Impedance
X	L	X	X	X	De-selected	High Impedance
L	H	X	H	H	Standby	High Impedance
L	H	L	L	H	Read Index Register	Output
L	H	L	H	L	Write Index Register	Input
L	H	H	L	H	Read Data Register	Output
L	H	H	H	L	Write Data Register	Input

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 Function Register Map

Index	Name	Description	Read/Write Access
0x00	RAH	Row Address, High	R/W
0x01	RAL	Row Address, Low	R/W
0x02	CAL	Row Address End, Low	R/W
0x03	REH	Row Address End, High	R/W
0x04	REL	Row Address End, Low	R/W
0x05	CEL	Column Address End, Low	R/W
0x06	DTR	Discharge Time Register	R/W
0x07	DCR	Discharge Current Register	R/W
0x08	CTRLA	Control Register A	R/W
0x09	CTRLB	Control Register B	R/W
0x0A	CTRLC	Control Register C	R/W
0x0B	SRA	Status Register A	R
0x0C	PGC	Programmable Gain Control Register	R/W
0x0D	ICR	Interrupt Control Register	R/W
0x0E	ISR	Interrupt Status Register	R/W
0x0F	THR	Threshold Register	R/W
0x10	CIDH	Chip Identification, High	R
0x11	CIDL	Chip Identification, Low	R
0x12	TST	Test Mode Register	R/W

RAH 0x00

เป็น bit สูง ของตัวชี้ตำแหน่งแถวไว้ใช้สำหรับ กำหนดแถวแรกที่จะทำการจับภาพในการ Read Mode Sub-image

Bit Number	Bit Name	Function
[7:1]	-	Reserved. Write 0 to these bits.
0	RA[8]	Most Significant Bit of Row Address Register

RAL 0x01

เป็น bit ต่ำ ของตัวชี้ตำแหน่งแถวไว้ใช้สำหรับ กำหนดแถวแรกที่จะทำการจับภาพในการ Read Mode Sub-image

Bit Number	Bit Name	Function
[7:0]	RA[7:0]	Low eight bits of Row Address Register

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CAL 0x02

เป็นตัวชี้ตำแหน่งหลักไว้ใช้สำหรับกำหนดหลักแรกที่จะจับภาพในการ Read Mode Sub-image

Bit Number	Bit Name	Function
[7:0]	CA[7:0]	Column Address Register

REH 0x03

เป็น bit สูง ของตัวชี้ตำแหน่งแถวไว้ใช้สำหรับ กำหนดแถวสุดท้ายที่จะทำการจับภาพในการ Read Mode Sub image

Bit Number	Bit Name	Function
[7:1]	-	Reserved. Write 0 to these bits.
0	REND[8]	Most Significant Bit of Row Address Register

REL 0x04

เป็น bit ต่ำ ของตัวชี้ตำแหน่งแถวไว้ใช้สำหรับ กำหนดแถวสุดท้ายที่จะทำการจับภาพในการ Read Mode Sub-image

Bit Number	Bit Name	Function
[7:0]	REND[7:0]	Low eight bits of Row Address Register

CEL 0x05

เป็นตัวชี้ตำแหน่งหลักไว้ใช้สำหรับกำหนดหลักสุดท้ายที่จะจับภาพในการ Read Mode Sub-image

Bit Number	Bit Name	Function
[7:0]	CEND[7:0]	Column Address Register

DTR 0x06

รีจิสเตอร์ควบคุมเวลาในการคายประจุ

Bit Number	Bit Name	Function
[7]	-	Reserved. Write 0 to these bits.
[6:0]	DT[6:0]	Sets the discharge time in oscillator clock periods.

DCR 0x07

รีจิสเตอร์ควบคุมการคายประจุของกระแส

Bit Number	Bit Name	Function
[7:5]	-	Reserved. Write 0 to these bits.
[4:0]	DC[4:0]	Sets the discharge current rate.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

CTRLA 0x08

เขียนที่รีจิสเตอร์นี้เพื่อสั่งให้เริ่มการทำงาน การอ่านเพื่อรับค่าจาก A/D Converter

การเขียนรีจิสเตอร์นี้เพื่อกำหนดโหมดการอ่านรูปภาพลายนิ้วมือโดยมี 3 โหมด

1. GETIMG คือโหมดที่จะให้เซนเซอร์ทำการเริ่มต้นจับภาพตั้งแต่ แถวแรก หลักแรก จนจบแถวสุดท้าย หลักสุดท้ายในคราวเดียวกัน
2. GETSUB คือ โหมดที่ต้องกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดในรีจิสเตอร์ RAH, RAL, CAL, REH, REL, CEL
3. GETROW คือ โหมดที่จับภาพทีละแถว ต้องกำหนดแถวในรีจิสเตอร์ RAH, RAL เพื่อกำหนดแถวที่จะทำการจับภาพ

Bit Number	Bit Name	Function
7	-	Reserved. Write 0 to these bits.
6	-	Reserved. Write 0 to these bits.
5	-	Reserved. Write 0 to these bits.
4	-	Reserved. Write 0 to these bits.
3	AINSEL	0 = Select Array for Conversion 1 = Select External Analog Input Pin and Start Conversion
2	GETSUB	Initial Auto-increment for sub-image
1	GETIMG	Initial Auto-increment for whole image
0	GETROW	Initial Auto-increment for selected row

CTRLB 0x09

เป็นรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ ปิด/เปิด การทำงานของไอซี

Bit Number	Bit Name	Function
[7:6]	MODE[1:0]	Reflect the state of the MODE[1:0] pins. These bits are read-only. Writing to thesse bits has no effect. Write 0 to these bits.
5	RDY	This is a read-only bit that indicates the status of the A/D Converter. 0 = A/D Conversion is in progress. 1 = A/D Conversion is idle. Writing this bit has no effect. Write 0 to these bit.
4	-	Reserved. Write 0 to these bits.
3	AFDEN	Set this bit to enable the automatic finger detection circuit. In USB mode. Automatic finger detection will generate an interrupt on endpoint 2. In CPU or SPI mode, automatic finger detection will generate a finger detect interrupt on the $\overline{\text{INTR}}$ pin as controlled by the Interrupt Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

55110

		Register (ICR). In any mode, the automatic finger detection can be combined with ENABLE=0 to save power.
2	AUTOINCEN	0 = Column and row addresses do not automatically increment after the A/D converter is read. 1 = Column addresses increment and another A/D conversion is initialed after the A/D converter is read. The row address increments at the end of each column.
1	XTALSEL	In USB mode this bit has no function. In CPU and SPI mode this bit select the clock source for the digital logic. 0 = Selects the internal 12 MHz multi-vibrator. 1 = Select the XTAL 1 pin.
0	ENABLE	0 = Place the sensor array, digital, and analog block into low-power state (12 MHz clock is halted, A/D Converter is shut down). 1 = Enable the sensor array, digital, and analog blocks (12 MHz clock and A/D converter are enabled).

CTRLC 0x0A

เป็นตัวควบคุมขา Output ของ P0 และ P1

Bit Number	Bit Name	Function
[7:5]	PT1[2:0]	Program the toggle rate of the P1 pin. If PT1[2:0] = 000, then the P1 pin follows the state of the P1 bit. Otherwise PT1[2:0] selects the clock divisor to generate a square wave on the P1 pin. 000 = P1 pin follows state of bit P1. 001 = clock divide by 2^{24}. 010 = clock divide by 2^{23}. 011 = clock divide by 2^{22}. 100 = clock divide by 2^{21}. 101 = Reserved. 110 = Reserved. 111 = Reserved.
[4:2]	PT0[2:0]	Program the toggle rate of the P0 pin. If PT0[2:0] = 000, then the P0 pin follows the state of the P0 bit. Otherwise PT0[2:0] selects the clock divisor to generate a square wave on the P1 pin.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		000 = P0 pin follows state of bit P0. 001 = clock divide by 2^{24}. 010 = clock divide by 2^{23}. 011 = clock divide by 2^{22}. 100 = clock divide by 2^{21}. 101 = Reserved. 110 = Reserved. 111 = Reserved.
1	P1	General Purpose Output Port. When PT1[2:0] bits are 000, this bit controls the P1 pin. 0 = P1 pin low. 1 = P1 pin high.
0	P0	General Purpose Output Port. When PT02:0] bits are 000, this bit controls the P0pin. 0 = P0 pin low. 1 = P0 pin high.

SRA 0x0B

เป็นรีจิสเตอร์ Read only ทำหน้าที่เป็นเงาของรีจิสเตอร์ CTRLA เพื่อทำการตรวจสอบว่าเซนเซอร์กำลังทำงานอยู่ในโหมดอะไร

Bit Number	Bit Name	Function
7	-	Reserved. Return 0.
6	-	Reserved. Return 0.
5	-	Reserved. Return 0.
4	-	Reserved. Return 0.
3	AINSEL	This bit is set or cleared when the AINSEL bit (CTRLA bit 3) is set or cleared by software
2	GETSUB	This bit is set when the GETSUB bit (CTRLA bit 2) is set by software. This bit is cleared after the last byte is read.
1	GETIMG	This bit is set when the GETIMG bit (CTRLA bit 1) is set by software. This bit is cleared after the last byte is read.
0	GETROW	This bit is set when the GETROW bit (CTRLA bit 0) is set by software. This bit is cleared after the last byte is read.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PGC 0x0C

เป็นรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมอัตราขยายของเซนเซอร์

Bit Number	Bit Name	Function
[7:4]	-	Reserved. Write 0 to these bits. Returns 0 when read.
[3:0]	PG[3:0]	Set the gain of the amplifier. 0000 = 1.0 (default) 0001 = 0.25 0010 = 0.50 0011 = 0.75 0100 = 1.0 0101 = 1.25 0110 = 1.50 0111 = 1.75 1000 = 4.0 1001 = 1.0 1010 = 2.0 1011 = 3.0 1100 = 4.0 1101 = 5.0 1110 = 6.0 1111 = 7.0

ICR 0x0D

เป็นรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ ปิด/เปิด การ Interrupt

Bit Number	Bit Name	Function
7	IP1	0 = EXTINT Interrupt Polarity is Falling Edge or Active Low 1 = EXTINT Interrupt Polarity is Rising Edge or Active High
6	IP0	0 = Finger Detect Interrupt Polarity is Falling Edge or Active Low 1 = Finger Detect Interrupt Polarity is Falling Edge or Active Low
5	IT1	0 = EXTINT Interrupt is Edge Triggered 1 = EXTINT Interrupt is Level Triggered
4	IT0	0 = Finger Detect Interrupt is Edge Triggered 1 = Finger Detect Interrupt is Level Triggered
3	IM1	0 = EXTINT Interrupt Not Masked 1 = EXTINT Interrupt Masked

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2	IM0	0 = Finger Detect Interrupt Not Masked 1 = Finger Detect Interrupt Masked
1	IE1	0 = EXTINT Interrupt Disabled 1 = EXTINT Interrupt Enabled
0	IE0	0 = Finger Detect Interrupt Disabled 1 = Finger Detect Interrupt Disabled

ISR 0x0E

เป็นรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่บอกสถานการณ์ Interrupt

Bit Number	Bit Name	Function
[7:4]	-	Reserved. Write 0 to these bits. Return 0 when read.
3	IS1	Reflects the state of the EXTINT Pin. Write 0 to this bit.
2	IS0	Reflects the state of the Finger Detect Sensor. Write 0 to this bit.
1	IR1	EXTINT Interrupt Request Pending.
0	IR0	Finger Detect Interrupt Request Pending.

THR 0x0F

เป็นรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมค่า Threshold ในสถานะ Interrupt ใน โหมด Auto Detection

Bit Number	Bit Name	Function
7	-	Reserved. Write 0 to these bits.
[6:4]	THV[2:0]	Threshold voltage level.
[3:0]	THC[3:0]	Sharing capacitor size.

CIDH 0x10

เป็นรีจิสเตอร์ Read only ทำหน้าที่เก็บค่ารุ่นของชิป

Bit Number	Bit Name	Function
[7:0]	CIDH[7:0]	Returns 0x20 when read.

CIDL 0x11

เป็นรีจิสเตอร์ Read only ทำหน้าที่เก็บค่ารุ่นของชิป

Bit Number	Bit Name	Function
[7:0]	CIDL[7:0]	The return value depends on the Revision of the chip.

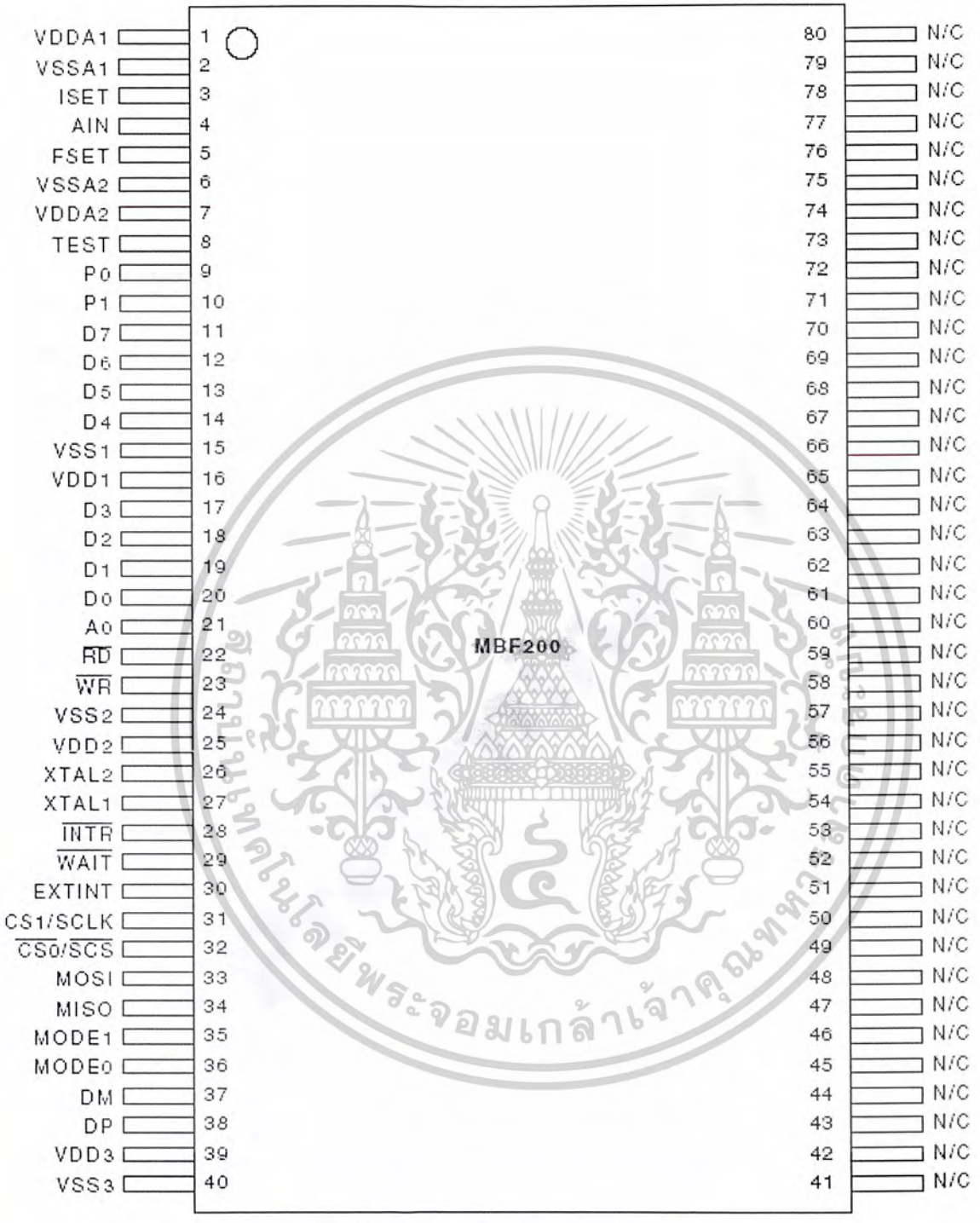
TST 0x12

เป็นรีจิสเตอร์ใช้สำหรับทดสอบการทำงานของชิป สงวนไว้ใช้สำหรับโรงงาน

Bit Number	Bit Name	Function
[7:0]	TST[7:0]	Reserved. Write only 0 to these bits.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 Connection Diagram

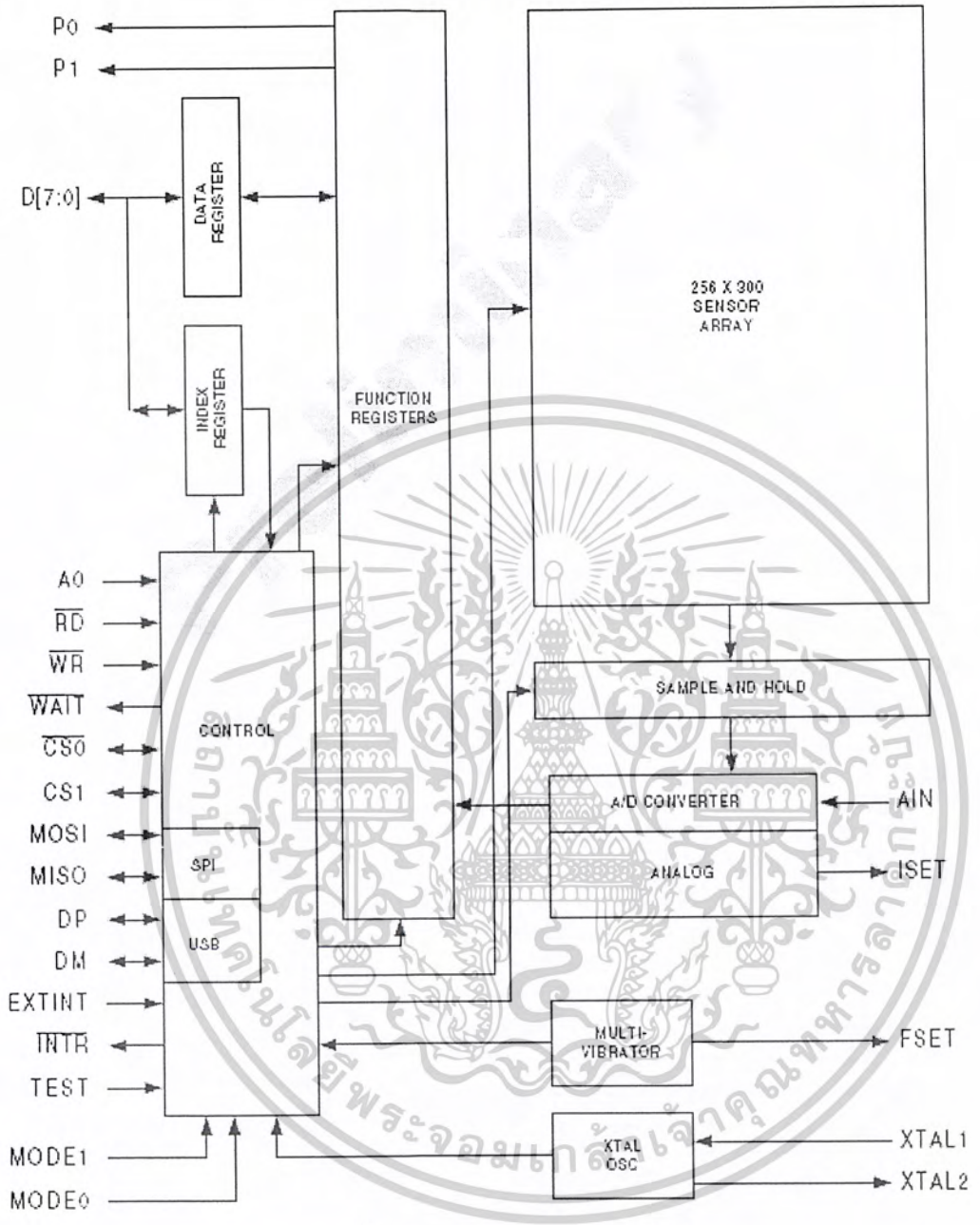


รูปที่ 3.2 แสดงตำแหน่งของขาไอซี

ในส่วนของไอซี MBF200 นั้นจะมีจำนวน Pin ทั้งหมด 80 ขาซึ่งจะถูกนำมาใช้งานเพียง 40 ขาแรกเท่านั้น ส่วน 40 ขาหลังนั้นจะไม่มีการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 Block Diagram



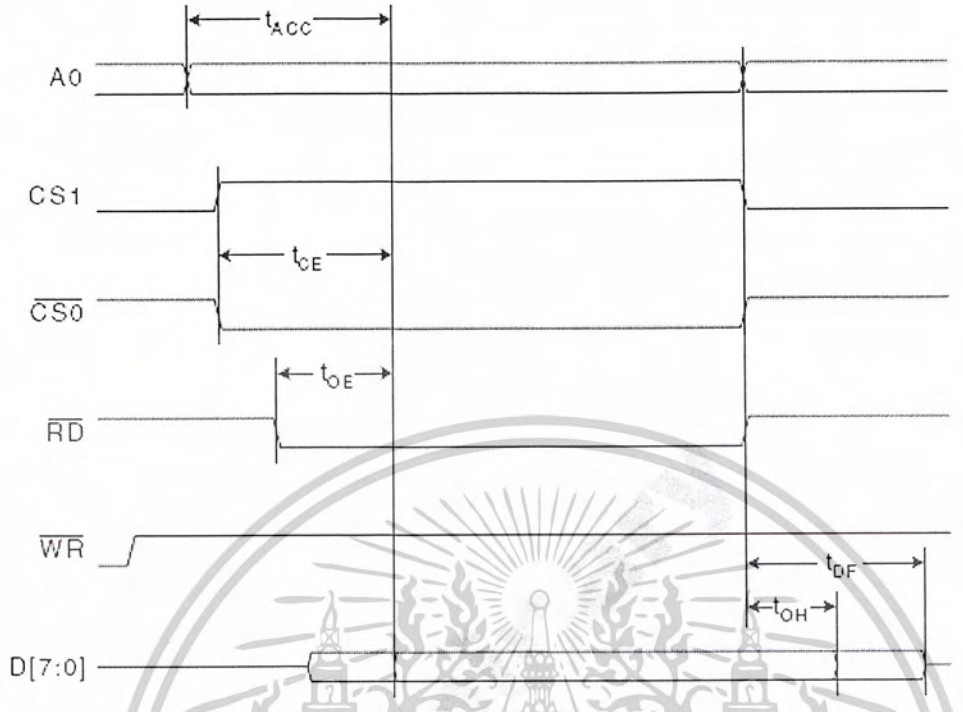
รูปที่ 3.3 แสดงการทำงานของตัวไอซี

ในส่วนของ Block Diagram ได้อธิบายส่วนการทำงานของตัว Sensor กับไอซีต่างๆ และการเชื่อมต่อกับขาต่างๆ และการติดต่อกันในส่วนของไอซี MBF200 นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

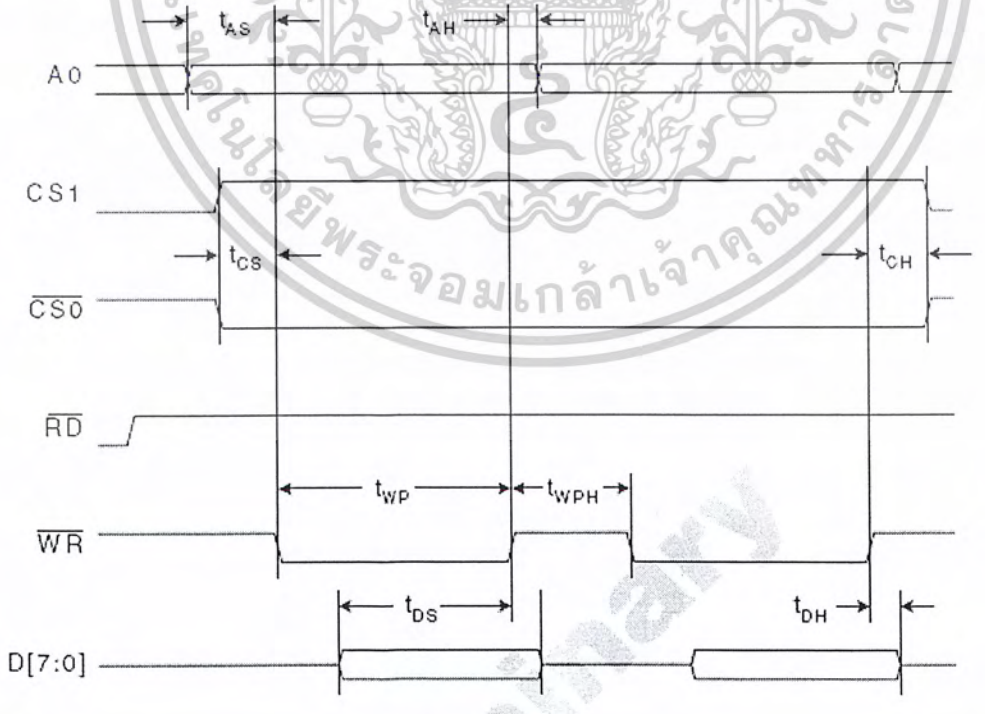
3.9 Timing Diagram

3.9.1 Microprocessor Mode Read Cycle



รูปที่ 3.4 แสดงการอ่านข้อมูลในโหมดไมโครโพรเซสเซอร์

3.9.2 Microprocessor Mode Write Cycle

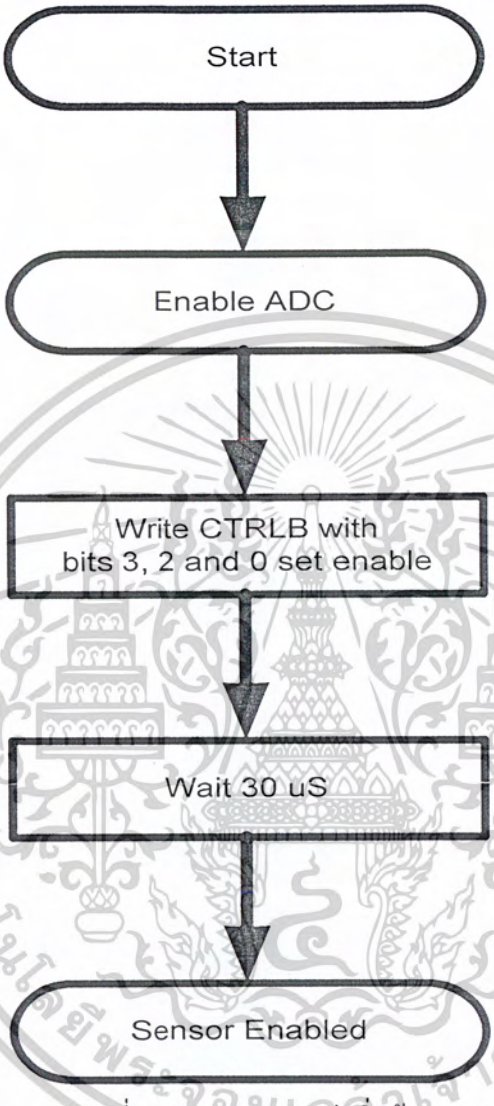


รูปที่ 3.5 แสดงการเขียนข้อมูลในโหมดไมโครโพรเซสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 แผนผัง (Flow Chart) แสดงการทำงานของ MBF200

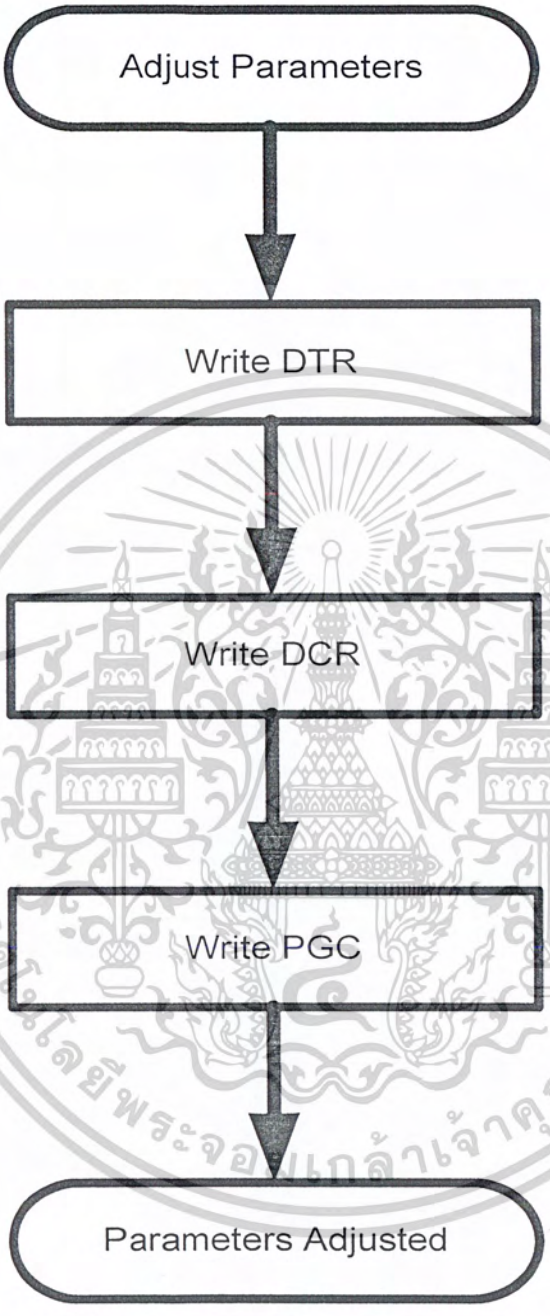
3.10.1 เริ่ม Set ค่า CTRLB bit ที่ 3, 2, 0 ให้เป็น 1 หรือ enable



รูปที่ 3.6 แสดงการ Set ค่าเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

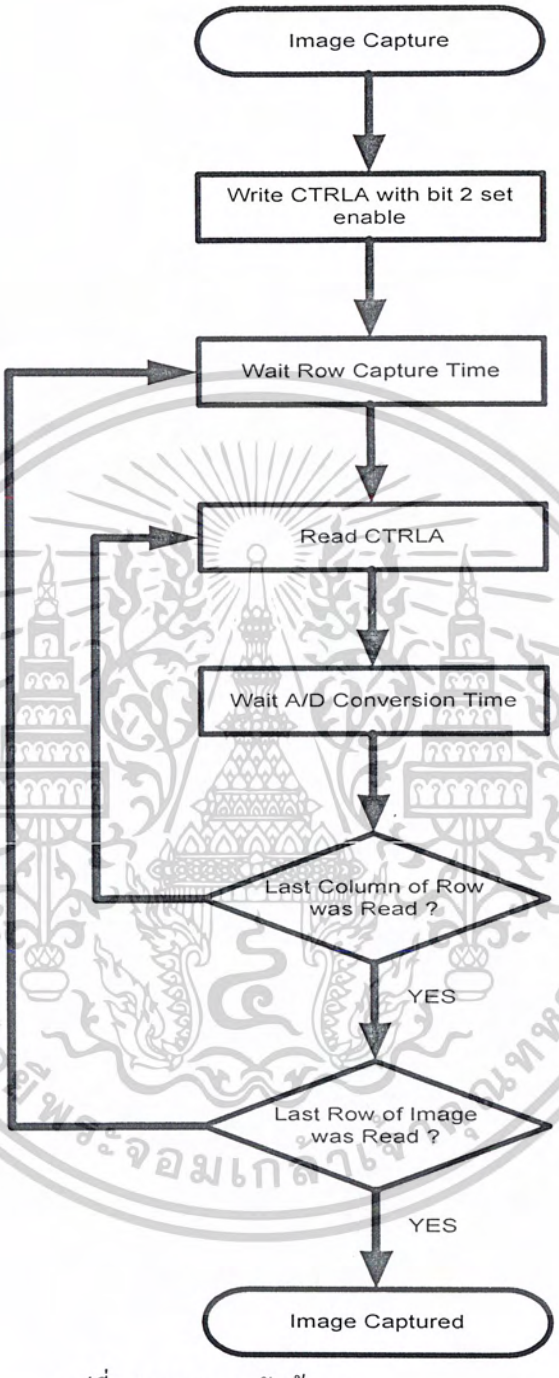
3.10.2 ปรับค่า DTR, DCR, PGC ตามที่ต้องการ



รูปที่ 3.7 แสดงการ Set ค่า DTR, DCR, PGC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

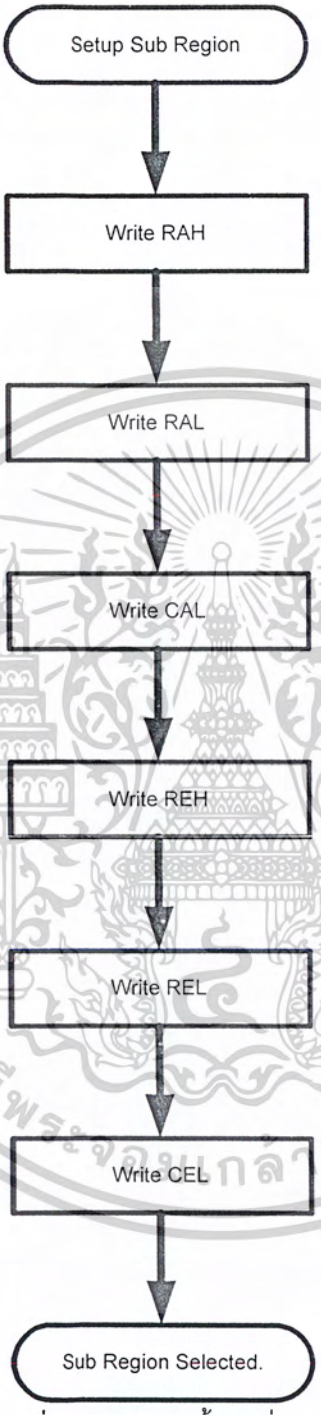
3.10.3 เริ่มการ Get Data ของภาพ



รูปที่ 3.8 แสดงการรับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

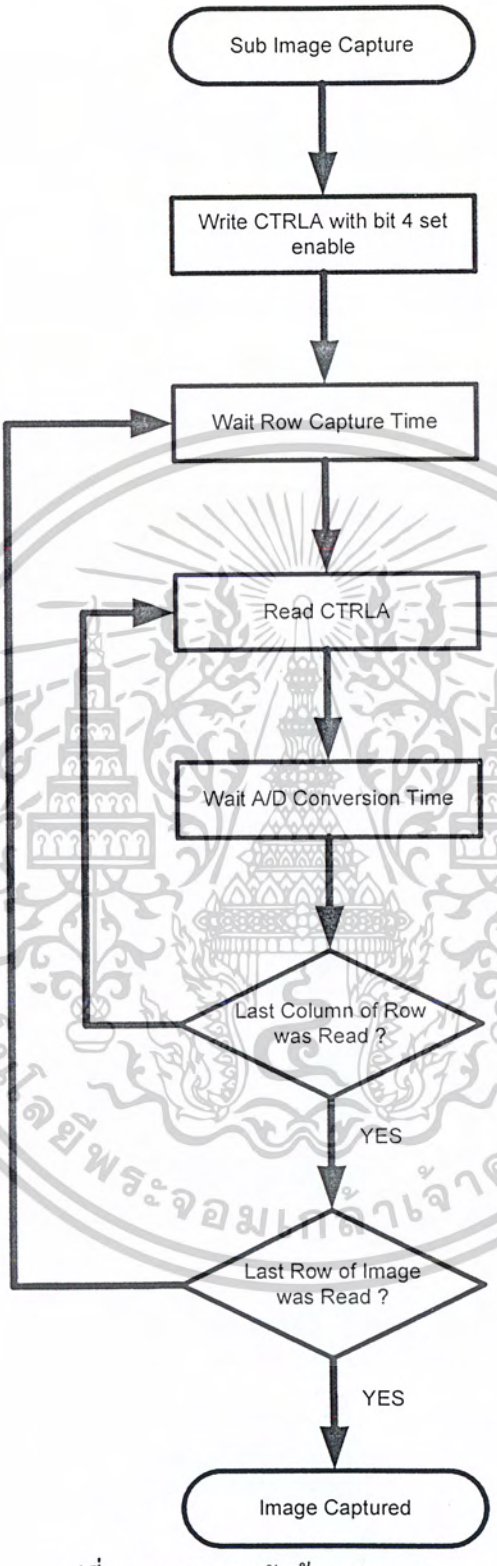
3.10.4 ถ้าต้องการดึงภาพบางส่วนเท่านั้น จะต้องทำการเริ่ม initial ค่าก่อนโดยทำดังนี้



รูปที่ 3.9 แสดงการตั้งค่าเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.5 ทำการ get data จากค่า initial ที่กำหนดไว้



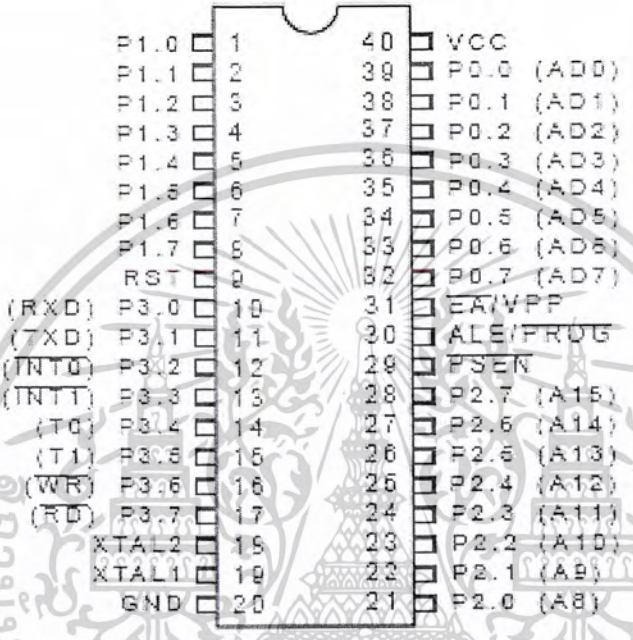
รูปที่ 3.10 แสดงการรับข้อมูลของภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
อุปกรณ์Hardwareที่นำมาใช้งาน

4.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51

รายละเอียดไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51 แสดงดังรูป



รูปที่ 4.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 (Atmel AT89C51)

4.1.1 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51

ขา Vcc ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5V

ขา GND เป็นขากราวด์ สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ

ขาพอร์ต 0 (P0.0-P0.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุทและเอาท์พุทสำหรับใช้งานทั่วไป นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0-A7) และขาข้อมูล (D0-D7) โดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กซ์เข้าช่วย เพื่อสลับการทำงานเป็นได้ทั้งขาติดต่อแอดเดรสและขาข้อมูล

ขาพอร์ต 1 (P1.0-P1.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุทและเอาท์พุทสำหรับใช้งานทั่วไป

ขาพอร์ต 2 (P2.0-P2.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุทและเอาท์พุทสำหรับใช้งานทั่วไป นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์สูงของหน่วยความจำภายนอก (A8-A15)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุทและเอาท์พุทสำหรับใช้งานทั่วไป นอกจากนั้นขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษ มีรายละเอียดดังนี้

- **P3.0** ใช้เป็นขาอินพุทสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา RxD
- **P3.1** ใช้เป็นขาอินพุทสำหรับส่งข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา TxD
- **P3.2** ใช้เป็นขาอินพุทรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา $\overline{\text{INT0}}$
- **P3.3** ใช้เป็นขาอินพุทรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา $\overline{\text{INT1}}$
- **P3.4** ใช้เป็นขาอินพุทรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา T0
- **P3.5** ใช้เป็นขาอินพุทรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา T1
- **P3.6** ใช้เป็นขาสัญญาณ $\overline{\text{WR}}$ ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก
- **P3.7** ใช้เป็นขาสัญญาณ $\overline{\text{RD}}$ ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

ขารีเซต (RST) ใช้ในการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซตสถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซตอย่างน้อย 2 แมชีนไซเคิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างเป็นปกติ

ขา $\overline{\text{ALE}}$ /PROG (Address Latch Enable/Program pulse input) เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการแลตช์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก นอกจากนั้นขานี้ยังใช้เป็นขาสำหรับพัลส์ของการโปรแกรมสำหรับโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 ในรุ่นที่มีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบอีพรอม

ขา $\overline{\text{PSEN}}$ (Program Store Enable) ขานี้ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่ง สัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้ง ในแต่ละแมชีนไซเคิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูล ภายนอก ขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใดๆ ออกมา

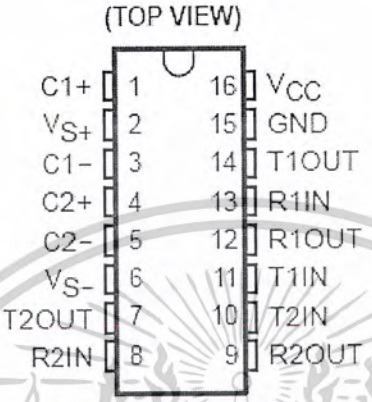
ขา $\overline{\text{EA}}$ /Vpp (External Access enable / Programming voltage input) ใช้สำหรับเลือกการติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอกหรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตอลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมโดยใช้ไอซี MAX232

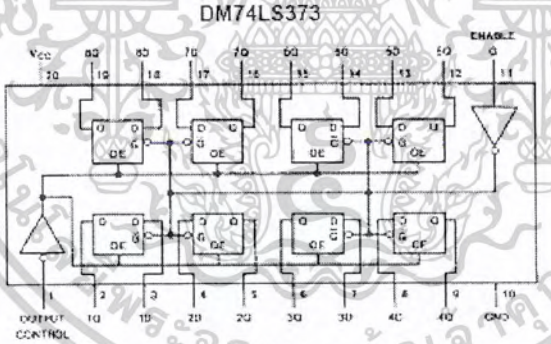
เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 ใช้ไฟเลี้ยง +5V ทำให้เมื่อนำมาเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์จึงไม่สามารถ เนื่องจากแรงดันในพอร์ตจะอยู่ระหว่าง 3V ถึง 12V ดังนั้นในการเชื่อมต่อจึงต้องไอซีไดรเวอร์เฉพาะซึ่งในวงจรใช้เบอร์ MAX232 ทำให้การรับส่งข้อมูลกับพอร์ตอนุกรมอยู่ภายใต้ระดับแรงดันทีทีแอลเหมือนกัน สายสัญญาณที่ใช้ในการเชื่อมต่อมีเพียง 3 เส้น คือ TxD RxD และGND



รูปที่ 4.2 ไอซี MAX 232

4.3 การใช้งาน DM74LS373

รายละเอียดไอซี DM74LS373 แสดงดังรูป



Function Tables

DM74LS373

Output Control	Enable G	D	Output
L	H	H	H
L	H	L	L
L	L	X	Q_0
H	X	X	Z

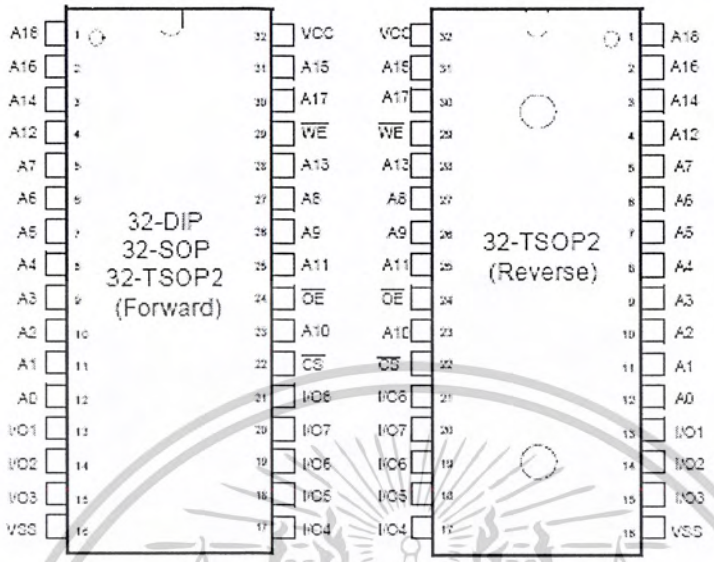
รูปที่ 4.3 ไอซี DM74LS373

หน้าที่ของไอซี DM74LS373นั้นนำมาใช้เพื่อการ Latch ข้อมูลที่ได้มาจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การใช้งาน SRAM K6T4008C1C

รายละเอียดไอซี SRAM K6T4008C1C แสดงดังรูป



รูปที่ 4.4 ไอซี SRAM K6T4008C1C

SRAM K6T4008C1C มีหน้าที่ในการเก็บข้อมูลที่ได้จากการสแกนเพื่อที่จะได้นำข้อมูลตรงนี้เปรียบเทียบกับข้อมูลที่เก็บอยู่ในEEPROM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
ทฤษฎีและหลักการวิเคราะห์ลายนิ้วมือ

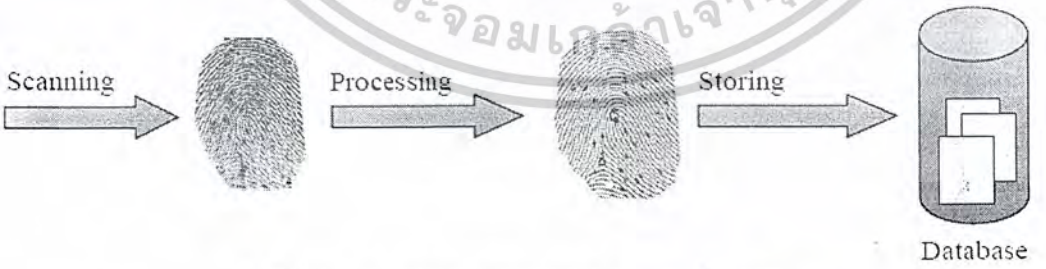
5.1 หลักการวิเคราะห์ลายนิ้วมือ

การวิเคราะห์ลายนิ้วมือของบุคคลโดยทั่วไปนั้น จะเริ่มด้วยการนำลายนิ้วมือของแต่ละบุคคลแต่ละนิ้วมาหาจุดลักษณะเฉพาะที่สำคัญ

กระบวนการแรกเริ่มของการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือคือ การอ่านภาพลายนิ้วมือเข้ามาเก็บไว้ในหน่วยความจำถาวรซึ่งในส่วนของโครงงานนี้จะใช้ EEPROM เป็นส่วนที่เก็บข้อมูลไว้ โดยข้อมูลที่อ่านหรือสแกนเข้ามานั้นจะนำมาผ่านการประมวลผล (Processing) ก่อนแล้วจึงเก็บข้อมูลนั้นไว้ ซึ่งข้อมูลนี้จะถูกเก็บไว้เป็นต้นแบบหรือรหัสของผู้ใช้แต่ละคน

ในขั้นตอนก่อนที่จะนำลายนิ้วมือเข้าไปเก็บนั้นจะต้องผ่านขั้นตอนของการประมวลผล (Pre-Processing) ก่อน ในกระบวนการนี้จะทำให้ภาพที่ได้รับกรสแกนเข้ามาเกิดความสมบูรณ์มากขึ้นเพราะเมื่อเครื่องได้รับการสแกนภาพเข้ามาแล้ว ภาพที่อ่านได้อาจไม่ชัดเจน พร่าเลือน ก็จะทำให้การประมวลผลในขั้นตอนถัดไปทำได้ด้วยความยากลำบากหรือทำไม่ได้ ซึ่งจะทำให้ผลที่ได้ก็อาจไม่ถูกต้องตามที่ควรจะเป็น เมื่อเกิดปัญหาเช่นนี้ในกระบวนการนี้จึงได้มีการกระทำหลายกระบวนการด้วยกันคือ การกำจัดสัญญาณรบกวน, การปรับความมืดสว่างและความแตกต่างของตัวภาพและฉากของภาพ, การแปลงภาพเป็นภาพสองระดับ (Binary), การทำให้เส้นลายนิ้วมือบาง(Thinning), การปรับภาพหลังจากแปลงภาพเป็นสองระดับ, การหาค่า Threshold ของการปรับภาพเป็นภาพสองระดับและอื่นๆอีกมาก ซึ่งกระบวนการจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับว่าตัวอุปกรณ์นั้นมีการอ่านค่าลายนิ้วมือที่ได้ภาพออกมาละเอียดและสมบูรณ์แค่ไหน

เมื่อได้ลายนิ้วมือที่ผ่านการประมวลผลแล้ว ก็จะนำข้อมูลหรือภาพนี้ไปจัดเก็บในหน่วยความจำถาวร (EEPROM) ซึ่งสามารถลบข้อมูลใหม่ด้วยไฟฟ้า โดยภาพที่ถูกจัดเก็บไว้นี้จะถูกเก็บไว้เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับลายนิ้วมือที่ได้รับการสแกนเข้ามาเมื่อนำตัวอุปกรณ์นี้ไปใช้งาน

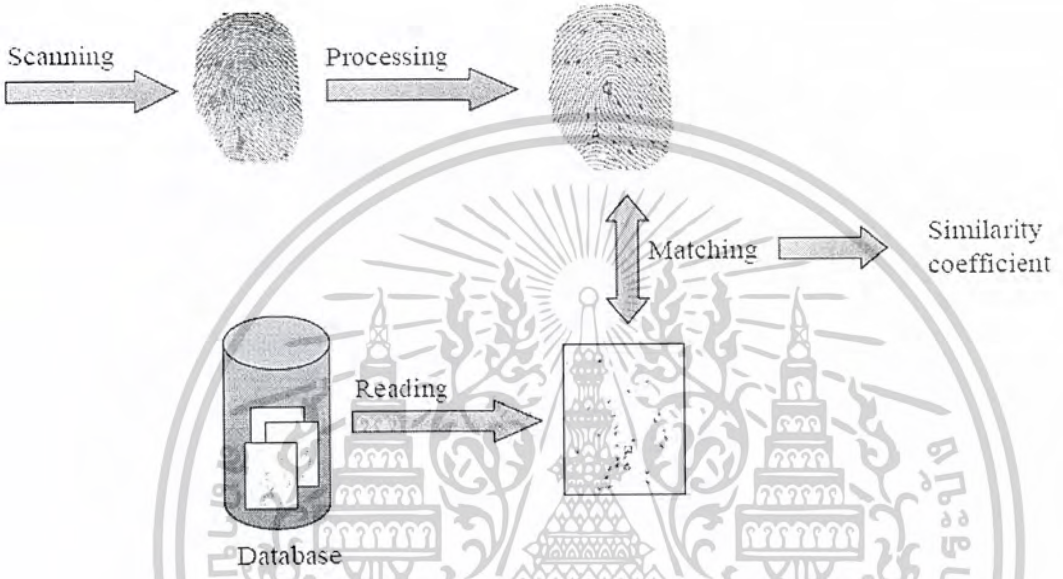


รูปที่ 5.1 แสดงกระบวนการทำงานของการเริ่มใช้งาน

จากรูปที่ 5.1 เริ่มด้วยการสแกนลายนิ้วมือเข้ามาแล้วนำภาพที่ได้ผ่านการประมวลผลซึ่งจะได้ภาพที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นแล้วจึงเก็บภาพนั้นไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากเก็บภาพไว้แล้วนั้นก็มาถึงขั้นตอนการนำไปใช้งาน เมื่อตัวอุปกรณ์ได้ถูกบันทึกหรือเก็บลายนิ้วมือของผู้ที่จะนำไปใช้แล้ว ขั้นตอนในการใช้ก็จะคล้ายกับตอนอ่านลายนิ้วมือเข้ามาเก็บไว้เพียงแต่การอ่านเข้ามาครั้งนี้ข้อมูลที่ได้จะถูกนำไปเก็บไว้ที่หน่วยความจำชั่วคราว (RAM) ซึ่งหลังจากสแกนเข้ามาแล้วประมวลผลแล้วก็จะทำการเก็บข้อมูลไว้ที่ส่วนของหน่วยความจำชั่วคราว ส่วนในขั้นตอนถัดไปก็จะนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในส่วนของหน่วยความจำถาวร กับส่วนที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำชั่วคราวนั้นมาทำการเปรียบเทียบกัน (Matching) เมื่อได้ผลแล้วก็จะแจ้งผลให้ผู้ใช้ทราบว่ามีความเหมือนกันมากน้อยแค่ไหน



รูปที่ 5.2 แสดงกระบวนการทำงานของการเปรียบเทียบ

จากรูปที่ 5.2 จะแสดงให้เห็นถึงกระบวนการเปรียบเทียบลายนิ้วมือที่ได้รับการสแกนเข้ามา โดยเริ่มที่การสแกนภาพเข้ามา แล้วทำการประมวลผลขั้นตอนเดียวกันกับการจัดเก็บตอนแรกแล้วนำภาพที่เก็บไว้ในตอนแรกมาเปรียบเทียบกับภาพที่สแกนเข้ามา ณ ตอนนั้นเพื่อเปรียบเทียบว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างมาเพียงใด

ทั้ง 2 ขั้นตอนนั้นต้องผ่านการประมวลผลซึ่งจะทำให้ได้ภาพที่มีประสิทธิภาพในการเปรียบเทียบมาขึ้น ซึ่งขั้นตอนนี้มีหลักการและทฤษฎีมากมายที่ต้องทำความเข้าใจและศึกษาดังรูปที่6.3 เป็นตัวอย่างในการทำการประมวลผลภาพก่อนทำขั้นตอนอื่น ซึ่งผลที่ได้จากการทำจะทำให้ได้จุดลักษณะเฉพาะซึ่งจุดเหล่านี้เองจะเป็นสิ่งในการเปรียบเทียบลายนิ้วมือของแต่ละคน หรือกล่าวได้ว่าเป็นตัวบ่งชี้ความแตกต่างของนิ้วแต่ละคน

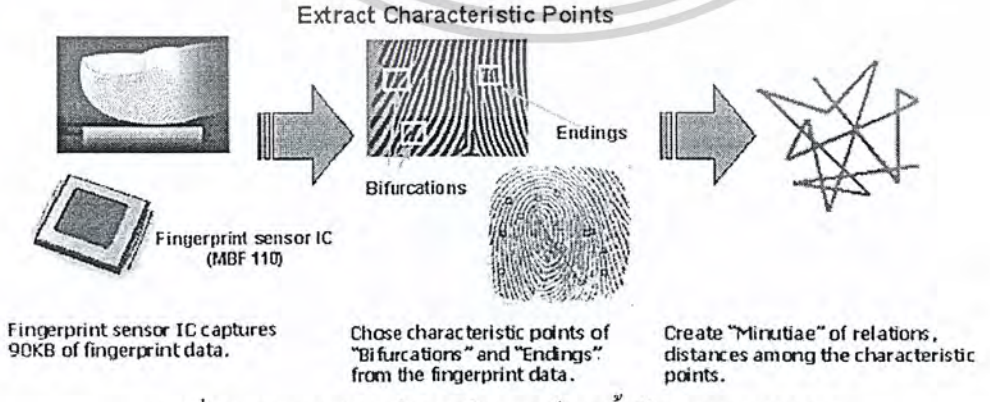
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.3 แสดงจุดลักษณะเฉพาะบนลายนิ้วมือ

จากรูปที่ 5.1 ได้แสดงถึงจุดลักษณะเฉพาะได้ถึง 37 จุด ซึ่งถือเป็นลักษณะพิเศษของลายนิ้วมือแต่ละนิ้วแต่ละคนไม่มีการซ้ำกันได้เลย ในการเปรียบเทียบลายนิ้วมือจริงๆ นั้นระบบจะใช้เพียง 8 จุดก็เพียงพอแล้วที่จะใช้ยืนยันตัวบุคคลได้

5.2 หลักการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ

จากทฤษฎีAutomated Fingerprint Identification System (AFIS) มีหลักการคือ ระบบAFIS จะตรวจสอบและค้นหา "จุดสำคัญ" บนลายนิ้วมือ และหา "ความสัมพันธ์" ระหว่างจุดต่างๆ เหล่านั้น



รูปที่ 5.4 แสดงรูปแบบในการวิเคราะห์ลายนิ้วมือของระบบAFIS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหลักการดังกล่าว จะสามารถแบ่งขั้นตอนการเปรียบเทียบลายนิ้วมือโดยใช้โปรแกรมแมทแล็ป (MATHLAB) ในการคำนวณจะได้ดังนี้

5.2.1 การหาจุดกึ่งกลางของลายนิ้วมือ

จากภาพลายนิ้วมือที่ได้รับการสแกนเข้ามาจะได้ภาพที่มีขนาด 256 x 256 พิกเซล นำภาพมาเข้าสมการ Convolution พร้อมกับค่าคงที่ดังนี้

$$h_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, h_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}.$$

เมื่อได้นำภาพและค่าคงที่เข้าสมการแล้ว จะได้ค่าคงที่ของแต่ละพิกเซลซึ่งเมื่อนำค่านั้นไปเข้าสมการดังนี้

Gx = Conv2(ภาพ,Hx)

Gy = Conv2(ภาพ,Hy)

แล้วนำค่า Gx, Gyไปเข้าสมการดังนี้

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{g_y}{g_x}\right),$$

จะได้ค่ามุมของแต่ละพิกเซลซึ่งค่ามุมของแต่ละจุดนี้ จะถูกนำไปหาจุดกึ่งกลางของภาพซึ่งจะมีหลักการดังนี้ เมื่อได้มุมของแต่ละจุดแล้วก็นำจุดนั้นมาพิจารณาโดยจะค้นหาจุดที่มีมุมที่แตกต่างกันมากที่สุดใน 8 จุดรอบด้านแล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกันทั้งภาพ ผลสรุปสุดท้ายจะได้จุดกึ่งกลางของลายนิ้วมือ

5.2.2 การทำลายนิ้วมือให้บาง(Thinning)

จากภาพที่ได้หาจุดกึ่งกลางแล้วก็นำภาพต้นฉบับเดิม มาทำกระบวนการทำลายนิ้วมือให้บางโดยเริ่มจากการใช้สมการ

- imadjust ใช้ในการปรับภาพให้มีความเด่นชัด
- strel ใช้ในการปรับภาพให้มีมุมที่ต้องการในการปรับความเข้มภาพ
- imerode ใช้ในการแบ่งภาพให้เป็นเส้นโดยชัดเจน
- imdilate ใช้ในการปรับภาพจากเส้นให้บางลงหรือการทำ Thinning นั่นเอง
- im2bw ใช้ในการเปลี่ยนภาพจากภาพแบบ Grayscale เป็นภาพแบบBinary

5.2.3 การหาลักษณะสำคัญบนลายนิ้วมือ

จากภาพลายนิ้วมือที่ผ่านกระบวนการปรับภาพให้บาง แล้วจึงนำภาพที่ได้นั่นมาหาจุดลักษณะสำคัญต่างๆ บนลายนิ้วมือ

การหาจุดขาดและจุดไบฟูร์เคชันนั่นจะหาโดยใช้หลักการดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นำภาพที่ได้มาเก็บไว้แล้วตรวจสอบความเป็นไปได้ของเส้นลายนิ้วมือว่าเส้นนั้นมีความเป็นไปได้หรือจุดนั้นมีความน่าจะเป็นจุดขาดหรือจุดไบฟูร์เคชันหรือไม่

- จากหลักการนั่นนำไปประยุกต์ใช้จะได้หลักการคือแต่ละจุดจะตรวจสอบดู 8 จุดรอบด้านว่ามีจุดใดบางเข้ากรณีที่ได้ตั้งจุดสังเกตไว้ เมื่อตรงกับกรณีนั่นๆ ก็จะจับไว้ว่าจุดนั่นเป็นจุดลักษณะสำคัญ

5.2.4 การเปรียบเทียบลายนิ้วมือ

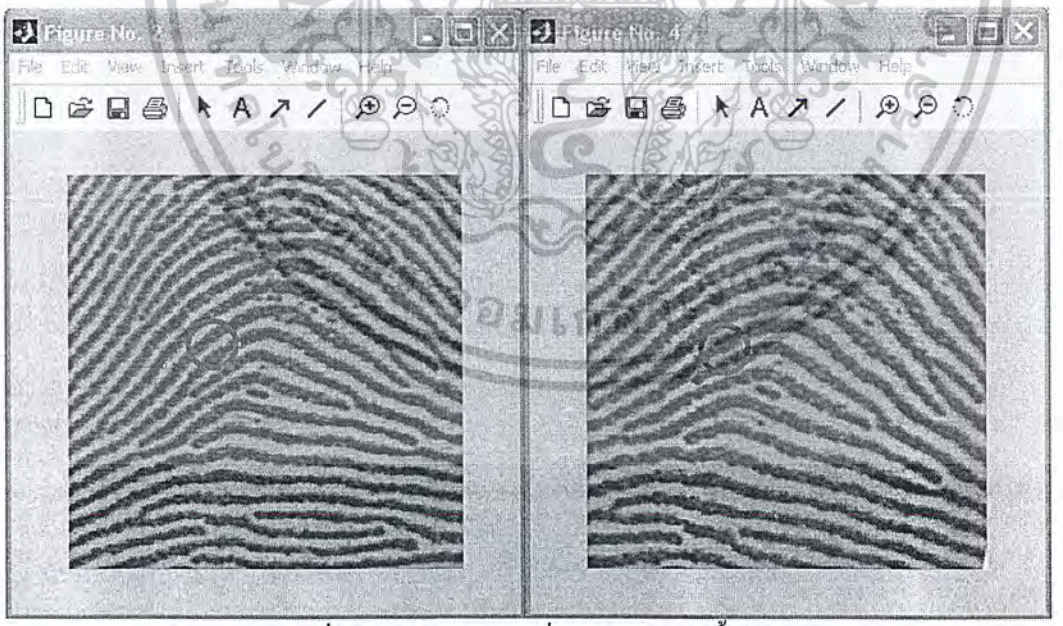
เมื่อผ่านกระบวนการ 3 ขั้นตอนแล้วจะได้ข้อมูลที่เพียงพอต่อการเปรียบเทียบลายนิ้วมือเพื่อใช้ในการตรวจสอบ ดังนี้

นำจุดกึ่งกลางที่ได้มาหากรอบของการพิจารณา เพราะลายนิ้วมือของคนเราจะมีจุดกึ่งกลางลายนิ้วมือเดียวกัน เมื่อนำจุดนี้เป็นจุดอ้างอิงจะได้กรอบของการพิจารณาในการสแกนแต่ละครั้งเป็นกรอบที่ใกล้เคียงกันและมีจุดลักษณะภายในคล้ายกัน

เมื่อได้กรอบที่จะพิจารณาแล้ว ก็นำค่ากรอบนั่นมาพิจารณาว่ามีจุดลักษณะสำคัญใดบางอยู่ภายในกรอบที่พิจารณานี้ เมื่อได้จุดลักษณะสำคัญที่จะพิจารณาแล้วก็นำจุดเหล่านั้นมาหาความสัมพันธ์กันโดยใช้หลักการคือหาจุดลักษณะสำคัญ 3 จุดใดๆสร้างเป็นสามเหลี่ยมที่เกิดขึ้นในกรอบที่พิจารณา ซึ่งจากหลักการนี้จะได้สามเหลี่ยมจำนวนมากที่เกิดขึ้นในกรอบที่พิจารณา จึงนำหลักการนี้ไปวิเคราะห์แล้วใช้เป็นหลักการในการเปรียบเทียบลายนิ้วมือดังนี้ ถ้ารูปที่ได้รับเข้าเป็นภาพเดียวกันกับต้นฉบับแล้วจะต้องมีสามเหลี่ยมที่เกิดขึ้นหรือมีสามเหลี่ยมที่คล้ายกันอยู่ในภาพที่ได้รับเข้ามาด้วย

จากทฤษฎีนี้เมื่อนำไปใช้งานจะได้ผลดังตัวอย่างนี้

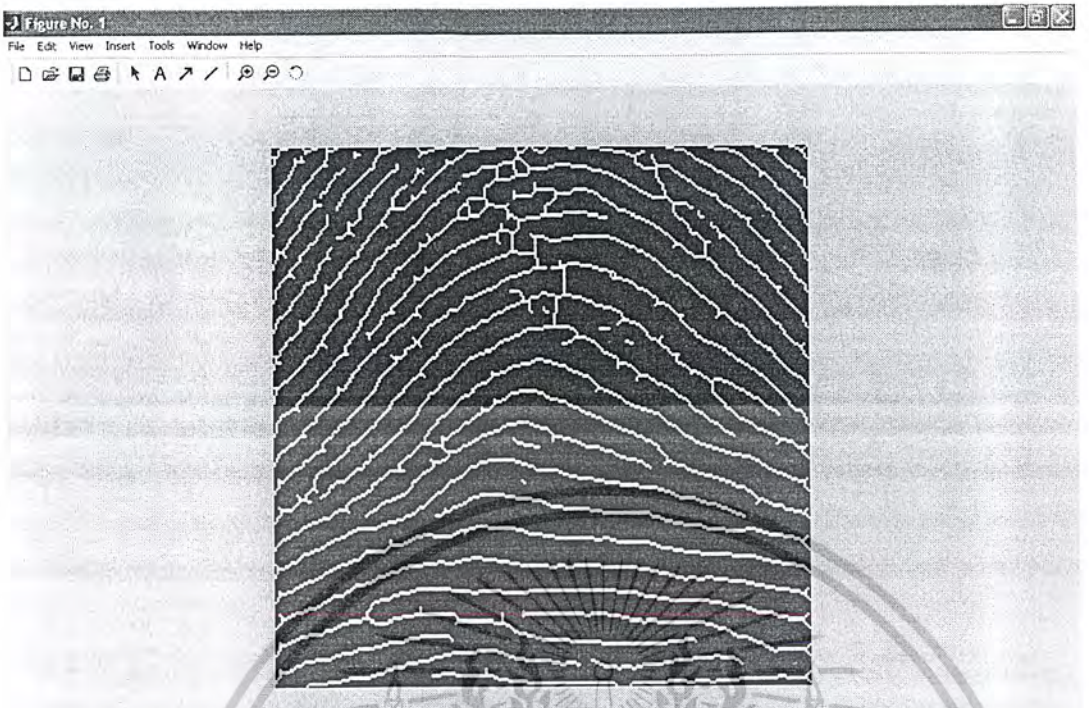
ตัวอย่างการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ



รูปที่ 5.5 แสดงการหาจุดกึ่งกลางของลายนิ้วมือ

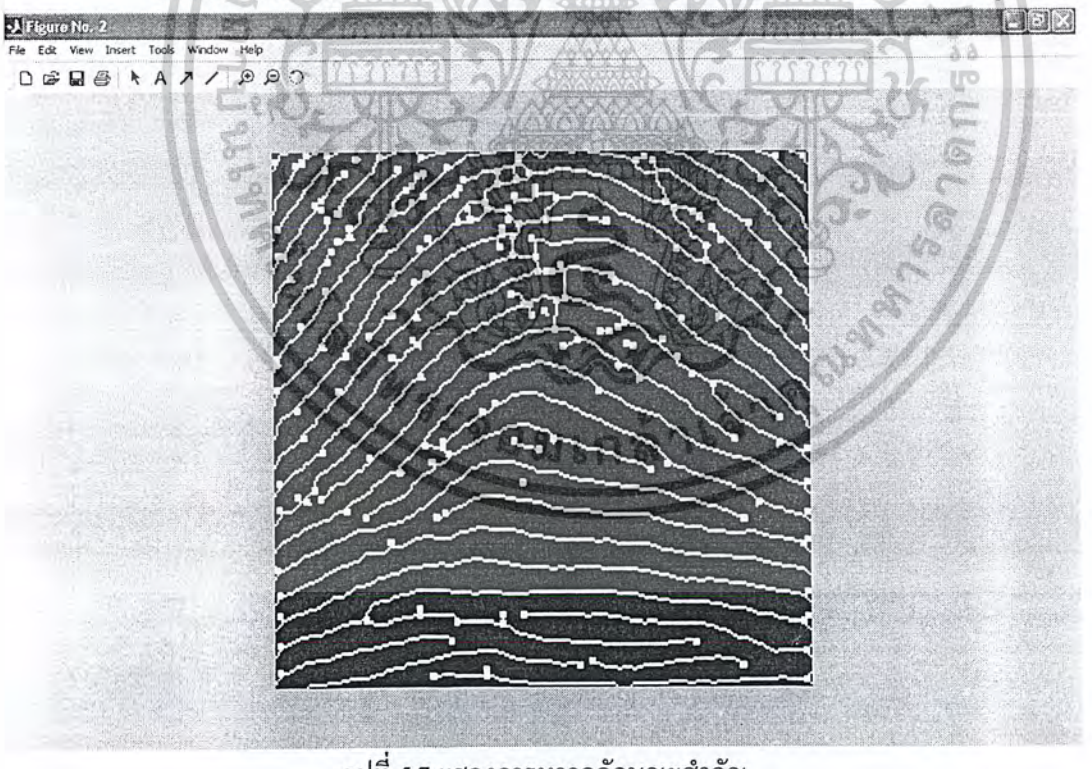
จากภาพเป็นการหาจุดกึ่งกลางของลายนิ้วมือโดยทางซ้ายคือภาพลายนิ้วมือปกติ ส่วนทางขวาคือภาพลายนิ้วมือที่มีการเอียงไป 10 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.6 แสดงการทำให้ภาพนั้นบาง (Thinning)

จากภาพต้นฉบับนั้นนำภาพมาเข้ากระบวนการนี้จะได้ภาพที่จะนำไปพิจารณาดังรูปที่ 5.6



รูปที่ 5.7 แสดงการหาจุดลักษณะสำคัญ

จากภาพที่ได้ทำให้บางแล้วก็จำภาพมาหาจุดลักษณะสำคัญดังรูปที่ 5.7

จากนั้นก็นำภาพที่ได้มาหารูปสามเหลี่ยมที่เป็นไปได้ทั้งหมดแล้วทำการเปรียบเทียบลายนิ้วมือทั้ง 2 ภาพนั้นซึ่งจะแสดงในบทที่ 9 เรื่องผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
การออกแบบอุปกรณ์เพื่อทำงานกับไอซี MBF200

6.1 หลักการและจุดประสงค์ในการออกแบบ

6.1.1 เพื่อให้สามารถใช้งานไอซี MBF200ได้

6.1.2 เพื่อให้ตัวโมดูล (Module) สามารถติดต่อคอมพิวเตอร์ได้ (Computer) โดยผ่านทางพอร์ตอนุกรม (Serial Port)

6.1.3 เพื่อให้สามารถเก็บลายนิ้วมือที่ผ่านการสแกน(Scan)ได้

6.2 อุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน

6.2.1 ไอซี MBF200

6.2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

6.2.3 RAM

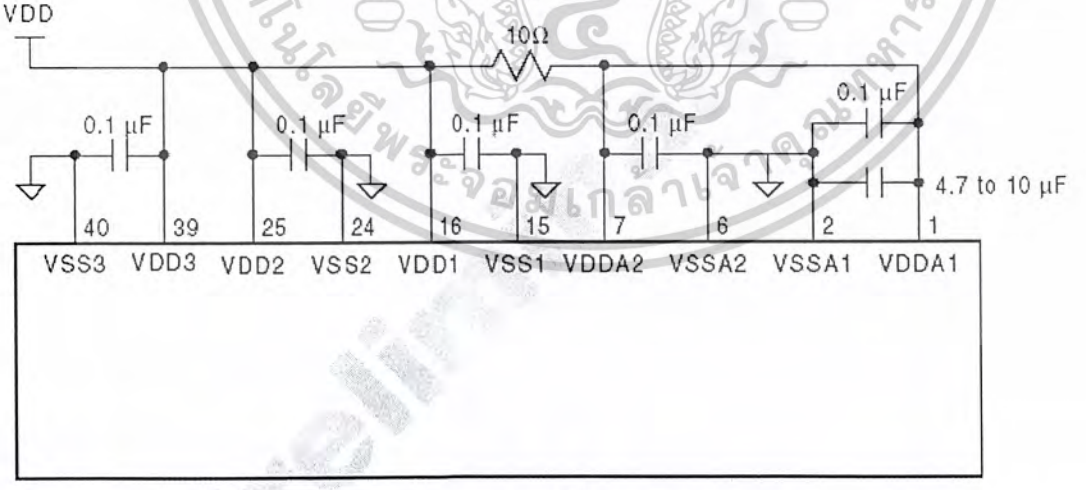
6.2.4 ไอซี MAX232

6.2.5 ไอซี 74LS373

6.3 การออกแบบ

6.3.1 การออกแบบวงจรไอซี MBF200

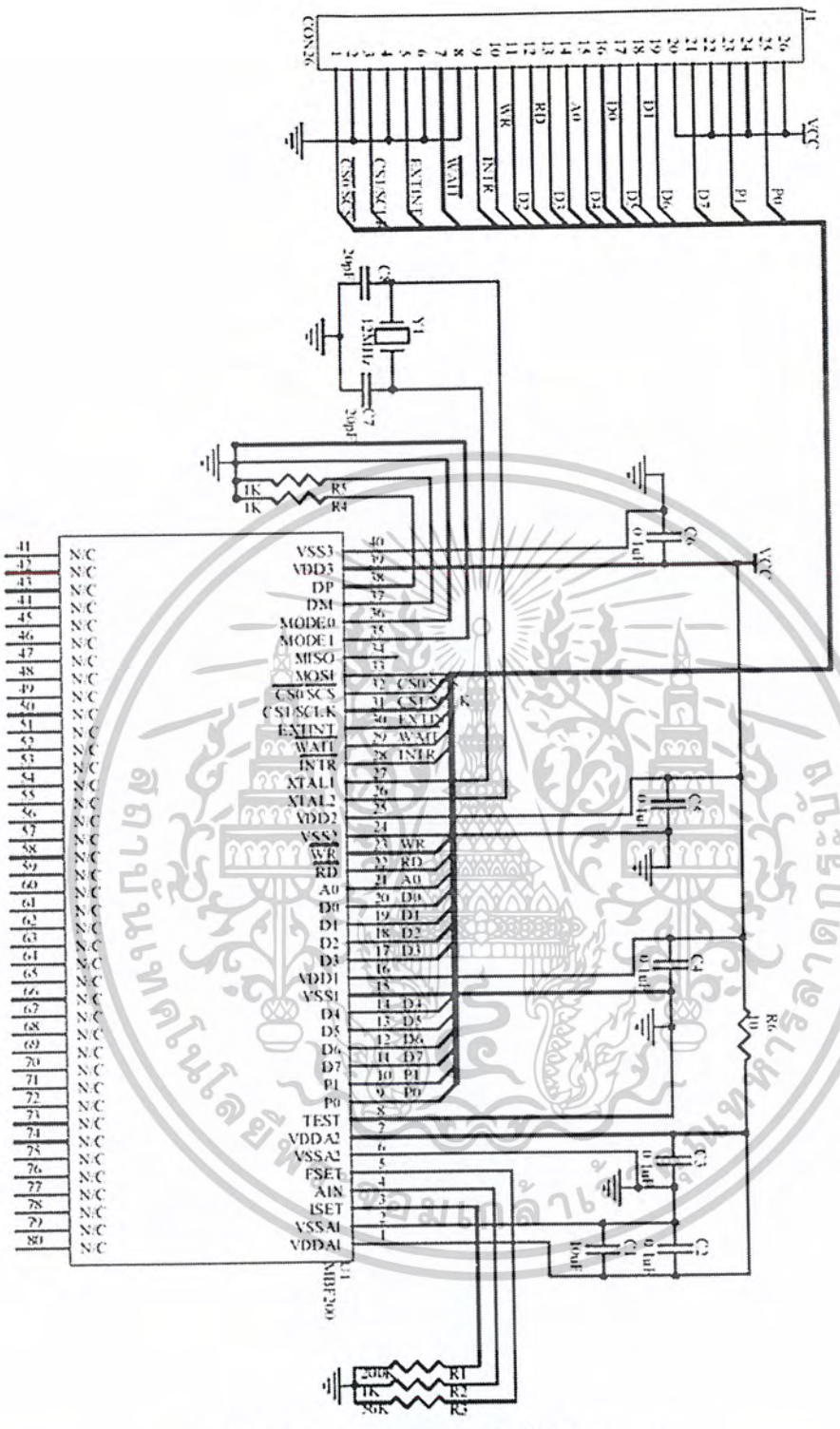
เนื่องจากตัวไอซี MBF200 มีการออกแบบการจ่ายไฟเลี้ยงให้อุปกรณ์ที่แน่นอนอยู่แล้วทำให้การออกแบบดำเนินการตามการออกแบบที่ทางผู้ผลิตมีข้อมูลมาให้โดยจะแสดงดังรูปที่ 7.1



รูปที่ 6.1 แสดงการป้อนไฟเลี้ยงให้ไอซี MBF200

โดยการออกแบบได้ปฏิบัติตามกระบวนการที่ทางผู้ผลิตนั้นได้มีมาให้ เมื่อได้ออกแบบในส่วนของไฟเลี้ยงแล้วขั้นตอนถัดไปก็เริ่มออกแบบส่วนของตัวขาต่างๆ ของตัวไอซีMBF200 เพื่อให้ตัวไอซีมีการทำงานและสามารถใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ดังแสดงได้ดังรูปที่ 6.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

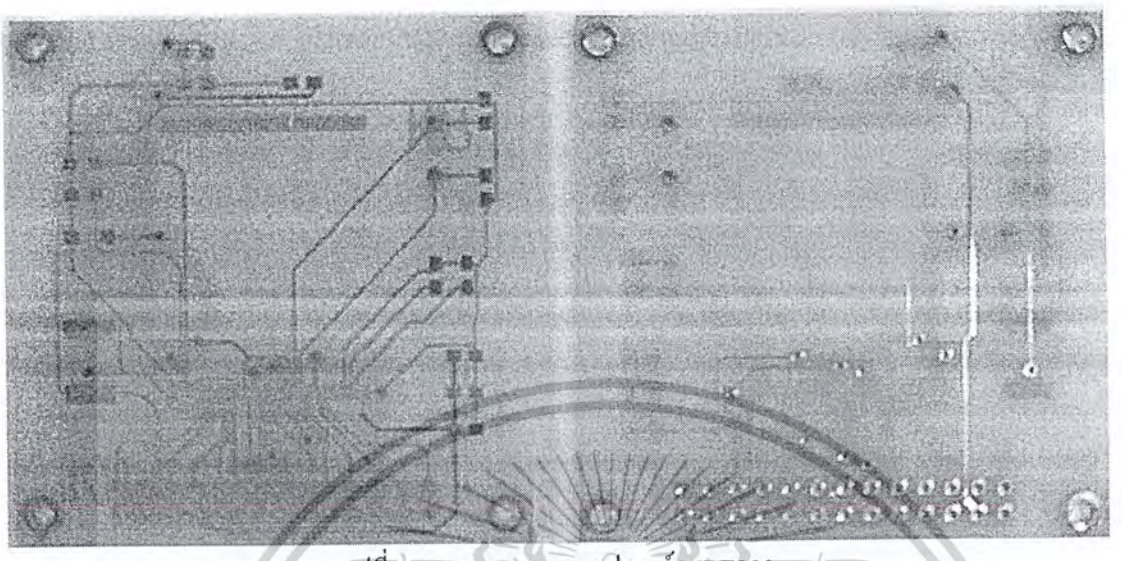


รูปที่ 6.2 แสดงการออกแบบส่วนไอซี MBF200

ซึ่งในการออกแบบเพื่อใช้งานนี้ ได้เลือกใช้การทำงานจากวงจรสร้างความถี่จากภายนอก(External Crystal) และได้มีการเชื่อมต่อขา P0, P1 ไว้ด้วยเพื่อการใช้งานเพราะ 2 ขานี้เปรียบเสมือนพอร์ตการทำงานเช่นเดียวกันกับ MCS51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้ทำการออกแบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้นำส่วนของแบบลายวงจรไปทำให้เป็นส่วนของแผงวงจรที่ต้องการแล้วนำแผงวงจรไปลงอุปกรณ์ จะอธิบายดังรูปที่ 6.3และรูปที่ 6.4



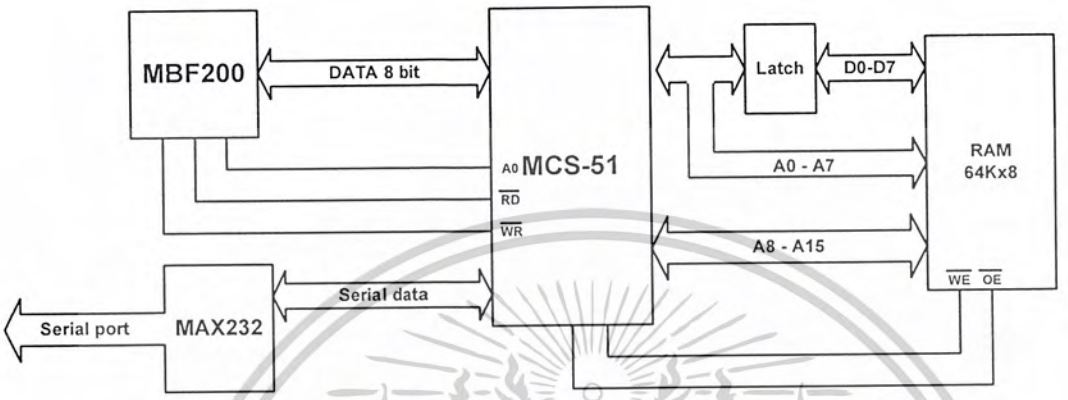
รูปที่ 6.3 แสดงลายวงจรอุปกรณ์ MBF200

รูปที่ 6.4 แสดงอุปกรณ์ที่ได้ออกแบบโดยใช้ไอซี MBF200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3.2 การออกแบบวงจรการทำงานMCS51, FPGA, MBF200, RAM, ROM และ Serial port ให้ทำงานร่วมกัน

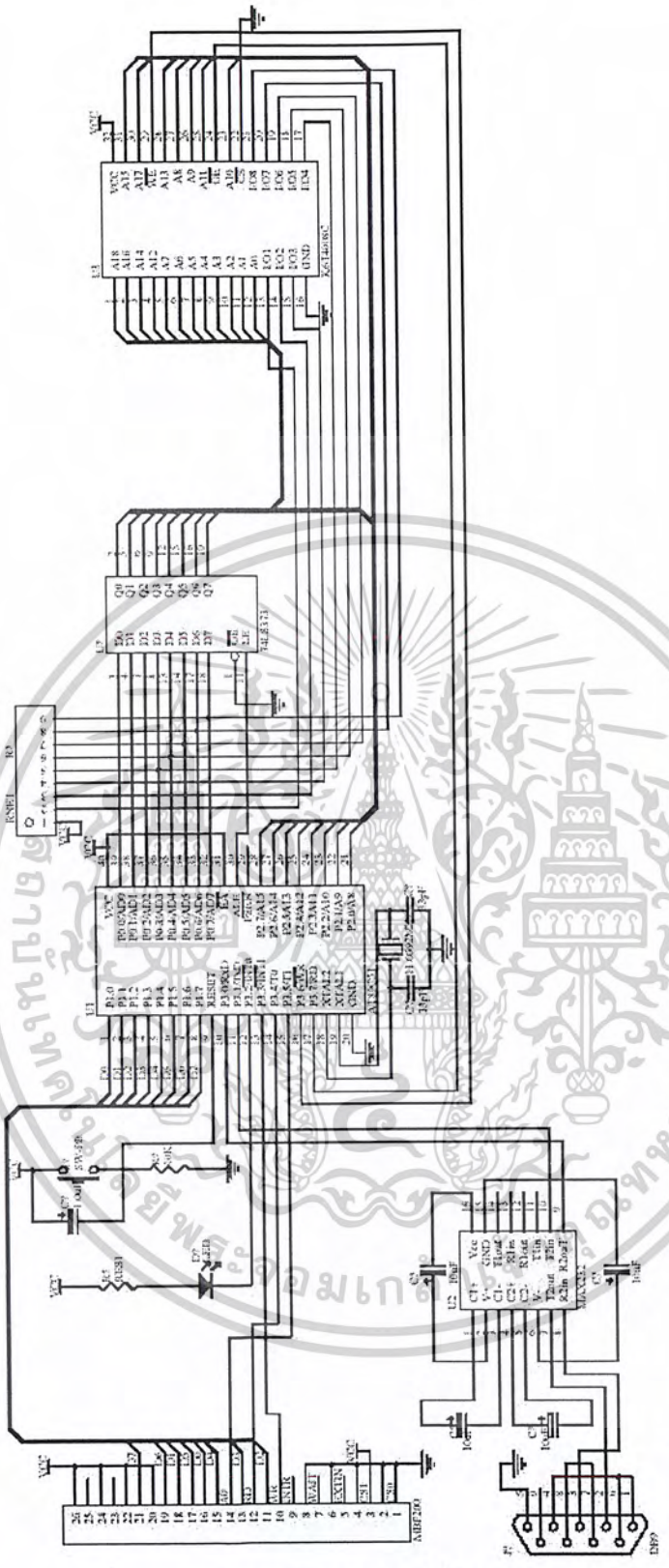
การออกแบบในส่วนของการนำเอาโมดูลต่างๆ มาทำงานร่วมกัน โดยการออกแบบนั้นได้ออกแบบให้ข้อมูลที่ได้มาจากไอซี MBF200 นั้นเข้ามาเก็บไว้ที่ RAM แล้วถึงดึงข้อมูลที่จัดเก็บไว้ใน RAM นั้นส่งมายังคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม อธิบายได้ตามรูปที่ 7.5



รูปที่ 6.5 แสดงแผนผังการออกแบบและการทำงานของตัวอุปกรณ์

จากรูปที่ 6.5 เป็นแผนผังการออกแบบตัวอุปกรณ์ของโครงงานนี้เมื่อนำหลักการดังกล่าวไปดำเนินการออกแบบและปฏิบัติจะได้ลายวงจรการทำงานของอุปกรณ์นี้ดังรูปที่ 6.6 ซึ่งแต่ละส่วนได้แบ่งแยกการทำงานไว้เป็นสัดส่วน อธิบายดังรูปที่ 6.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.6 แสดงการออกแบบอุปกรณ์ที่ร่วมกันทำงาน

วงจรจะประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ๆ คือ ไมโครคอนโทลเลอร์, โมดูล MBF200, พอร์ตอนุกรม และหน่วยความจำชั่วคราวภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของไมโครคอนโทรเลอร์เป็นหัวใจของการทำงานของวงจร เพราะจะต้องควบคุมการทำงานของส่วนอื่น ๆ ที่เหลือ ส่วนนี้จะใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ตระกูล MCS-51 มาเป็นตัวควบคุมการทำงาน

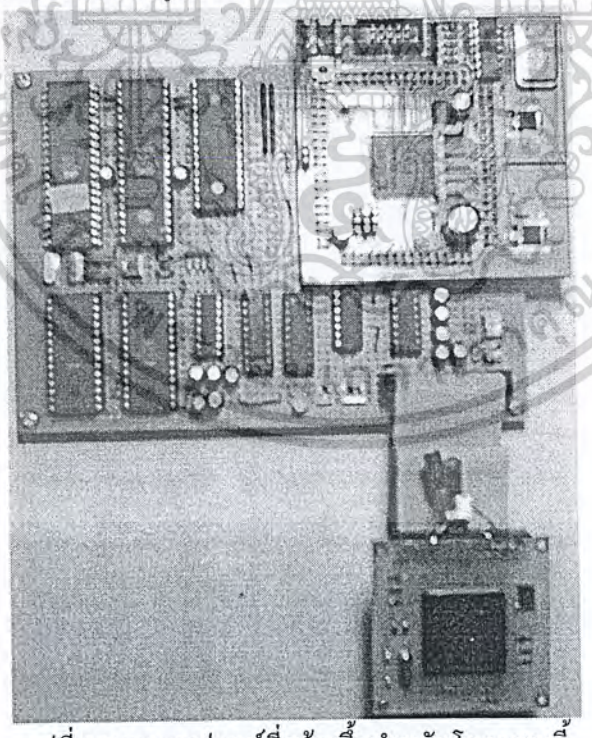
ในส่วนของพอร์ตอนุกรมจะใช้ IC MAX232 ในการเปลี่ยนระดับสัญญาณเพื่อให้สามารถส่งข้อมูลแบบอนุกรมในมาตรฐาน RS-232 ได้และทำการเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย DB-9

ในส่วนของหน่วยความจำชั่วคราวนั้นจะใช้หน่วยความจำชั่วคราวขนาด 64Kx8 bit เนื่องจากไมโครคอนโทลเลอร์ตระกูล MCS-51 นั้นสามารถอ้างหน่วยความจำได้มากสุด 64Kx8 bit ซึ่งทำการเชื่อมต่อโดยใช้วงจรแลทช์เข้ามาช่วยและใช้พอร์ต P0 และ P2 ของไมโครคอนโทลเลอร์ในการติดต่อ โดย P2 จะใช้อ้างแอดเดรสไบต์สูงส่วน P0 นั้นใช้ในการอ้างแอดเดรสไบต์ต่ำนอกจากนั้นยังใช้ในการถ่ายโอนข้อมูลกับหน่วยความจำภายนอกด้วย

ในส่วนของการควบคุมโมดูล MBF200 นั้นสามารถควบคุมได้โดยการต่อขาสัญญาณ A0, $\overline{RD}$ และ $\overline{WR}$ ของไอซี MBF200 เข้ากับขาสัญญาณของไมโครคอนโทลเลอร์และในการเปิดการใช้งานไอซี MBF 200 นั้นจะต่อขา CS1 กับ สัญญาณ 5 โวลต์ และ ต่อขา CS0 กับ สัญญาณ 0 โวลต์ การเขียนและอ่านข้อมูลจาก MBF200 นั้นจะเป็นข้อมูลขนาด 8 บิตวิ่งขนานกันมาเข้า พอร์ต P1 ของไมโครคอนโทลเลอร์ โดยใช้ขาสัญญาณ $\overline{RD}$ คุมการอ่านข้อมูล และ $\overline{WR}$ คุมการเขียนข้อมูล ส่วนขาสัญญาณ A0 นั้นใช้เลือกระหว่างการชี้ไปยัง Index Register หรือ Data Register ของ MBF200

ในส่วนของแหล่งจ่ายไฟของวงจรจะใช้ไฟเลี้ยงขนาด 5 โวลต์โดยใช้ไอซีเบอร์ 7805 แปลงระดับแรงดันจาก 9 โวลต์เป็น 5 โวลต์

อุปกรณ์ที่ได้สร้างขึ้นมีลักษณะดังรูปที่ 6.7



รูปที่ 6.7 แสดงอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นสำหรับโครงงานนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
การออกแบบโปรแกรมเพื่อทำงานกับอุปกรณ์

7.1 หลักการจุดประสงค์ในการออกแบบ

7.1.1 เพื่อให้สามารถติดต่ออุปกรณ์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมได้

7.1.2 เพื่อให้สามารถอ่านค่าและแสดงผลลายนิ้วมือที่ผ่านการสแกนได้

7.1.3 เพื่อให้สามารถจัดเก็บภาพลายนิ้วมือไว้ในคอมพิวเตอร์ได้

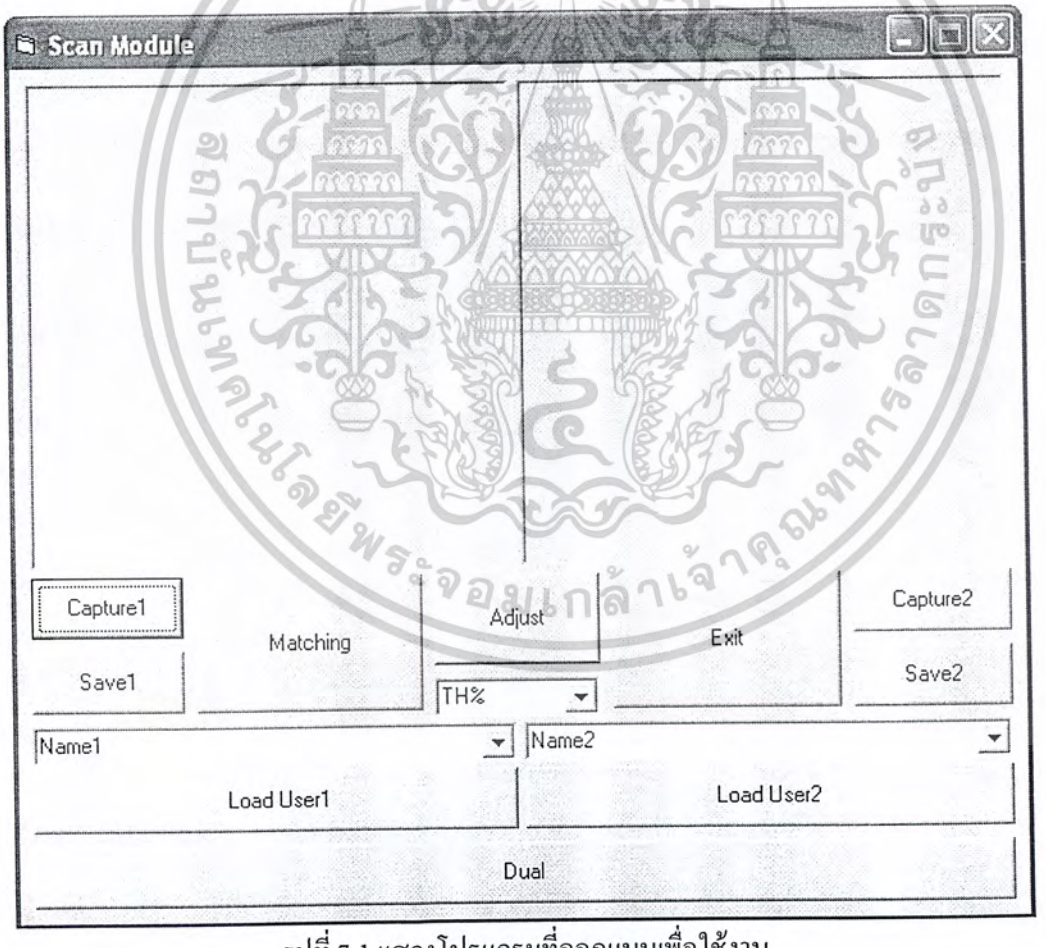
7.2 ซอฟต์แวร์ (Software) ที่นำมาออกแบบ

Microsoft Visual Basic 6.0

MATHLAB 6.5

7.3 การออกแบบ

การออกแบบโปรแกรมที่ใช้งานแสดงดังรูปนี้



รูปที่ 7.1 แสดงโปรแกรมที่ออกแบบเพื่อใช้งาน

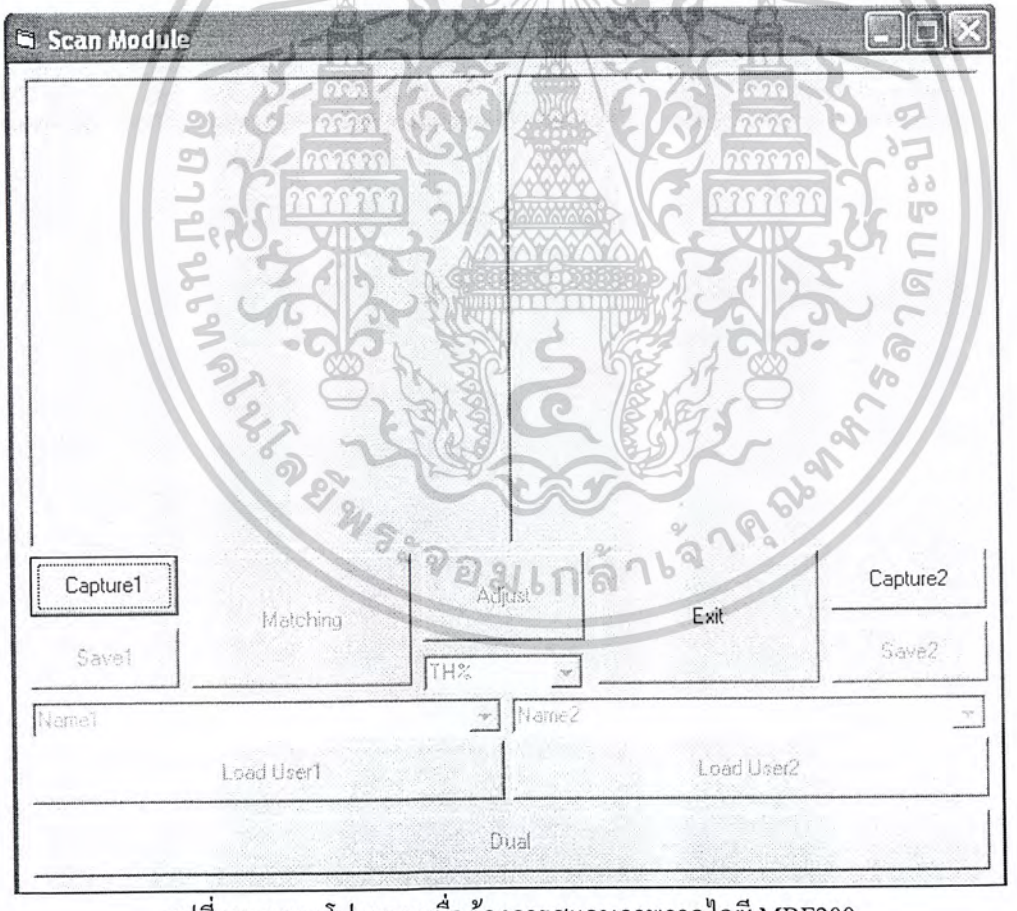
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปเป็นการแสดงโปรแกรมในสถานะเริ่มการใช้งาน โดยการออกแบบได้คำนึงถึงการใช้งานที่จำเป็นเท่านั้น โดยได้แบ่งส่วนไว้ดังนี้

- **Capture** คือ ปุ่มที่ใช้ได้การจับภาพที่ได้จากการสแกนผ่านพอร์ตอนุกรม
- **Save** คือ ปุ่มที่ใช้จัดเก็บภาพลายนิ้วมือที่สแกนได้
- **Load User** คือ ปุ่มที่ใช้เลือกเมื่อต้องการอ่านภาพที่เก็บไว้ในโปรแกรม
- **Adjust** คือ ปุ่มที่ใช้ปรับภาพว่าจะให้มีค่า Threshold เท่าไร
- **Matching** คือ ปุ่มที่ใช้ในการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ
- **TH** คือ ปุ่มที่ใช้ในการเลือกค่า Threshold
- **Name** คือ ปุ่มที่ใช้ในการเลือกรูปที่ต้องการอ่านภาพ
- **Exit** คือ ปุ่มที่ใช้ในกาออกจากโปรแกรม

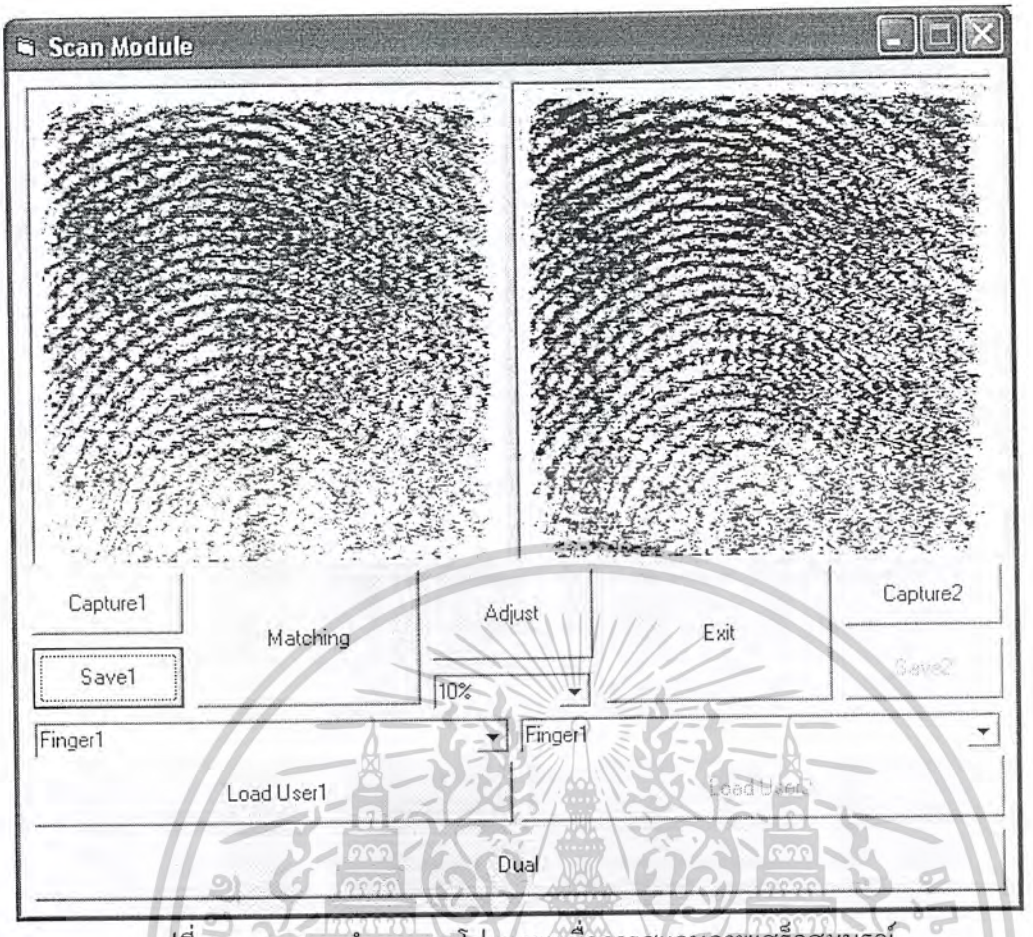
7.4 ลักษณะการทำงาน

การทำงานของตัวโปรแกรมเมื่อต้องการสแกนภาพจากตัวไอซี MBF200 จะแสดงดังรูปนี้



รูปที่ 7.2 แสดงโปรแกรมเมื่อต้องการสแกนภาพจากไอซี MBF200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.3 แสดงการทำงานของโปรแกรมเมื่อการสแกนภาพเสร็จสมบูรณ์

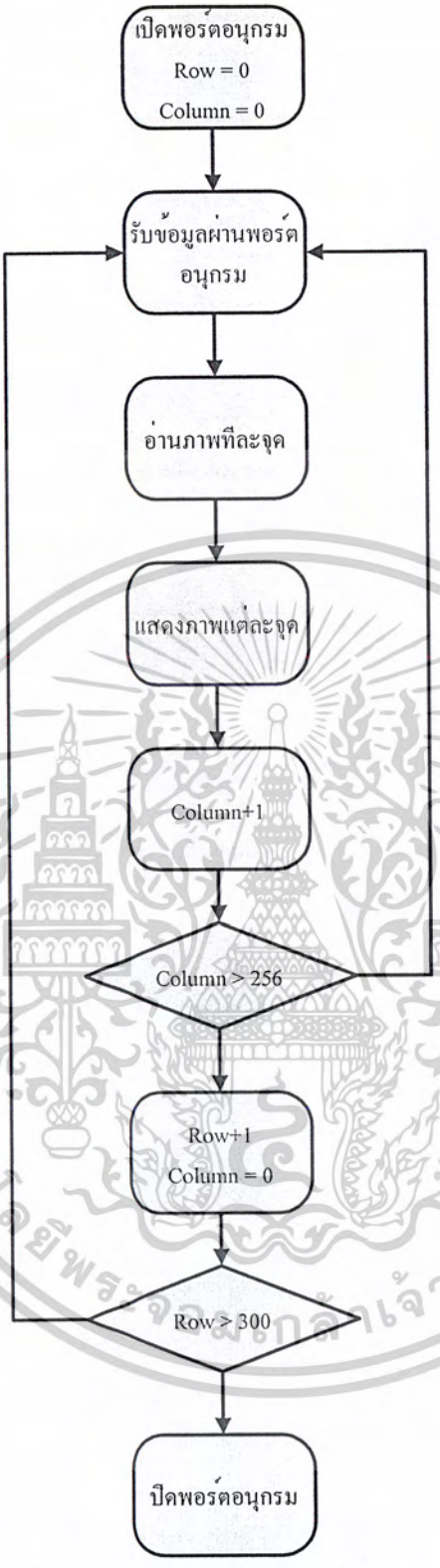
จากรูปภาพที่ได้รับการสแกนเข้ามาสามารถจัดเก็บภาพได้โดยเลือกใช้ที่ปุ่ม Save โดยตัวโปรแกรมนี้มีความสามารถคือ แสดงภาพที่สแกนได้โดยจะส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรม สามารถจัดเก็บภาพลายนิ้วมือได้โดยจะจัดเก็บอยู่ในรูปแบบของ *.BMP และสามารถแสดงภาพหรือลบ ภาพที่สแกนได้เพื่อที่จะทำการสแกนภาพผ่านทางพอร์ตอนุกรมเข้ามาใหม่อีกครั้ง

7.5 แผนผังการทำงานของแต่ละโปรแกรม

7.5.1 โปรแกรมแสดงภาพที่สแกนผ่านพอร์ตอนุกรม

รายละเอียดในการเขียนตัวโปรแกรมแสดงดังแผนผังของรูปที่ 7.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

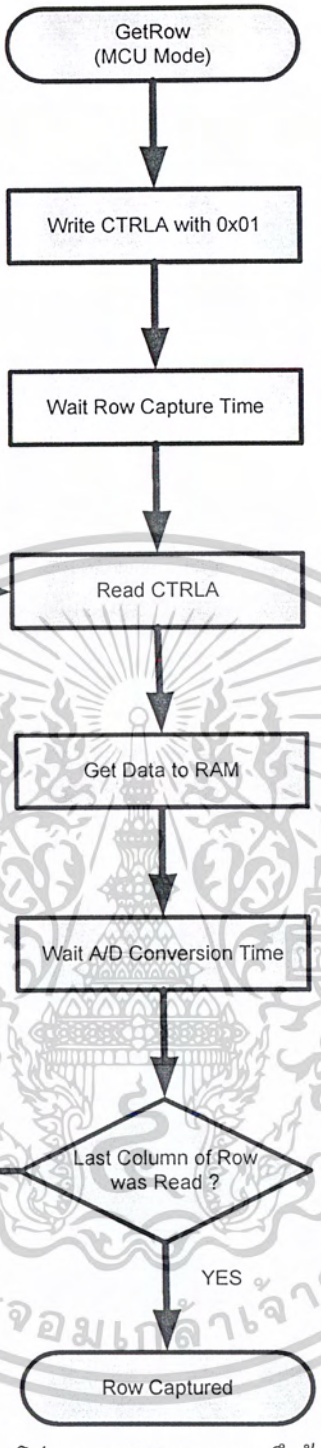


รูปที่ 7.4 แสดงแผนผังการออกแบบโปรแกรม

7.5.2 โปรแกรมควบคุมการทำงานการอ่านค่าจาก MBF200 โดยใช้ MCS51

รายละเอียดการอ่านข้อมูลมาจัดเก็บไว้ที่ตัว RAM โดยใช้ไอซี MCS51 เป็นไอซีในการจัดการหลักการในการเขียนตัวโปรแกรมแสดงดังแผนผังของรูปที่ 7.4

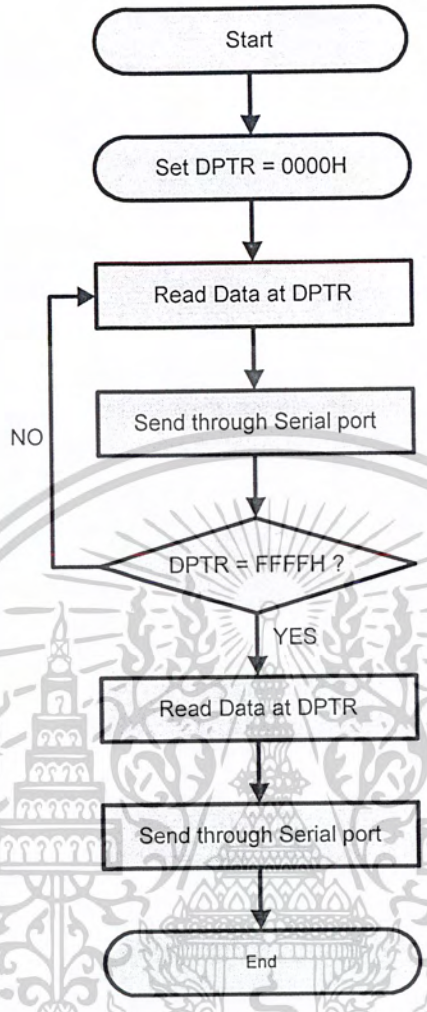
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.5 แสดงการทำงานของการโปรแกรม MCS51 ขณะดึงข้อมูลเก็บไว้ที่ RAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และการอ่านค่าข้อมูลลายนิ้วมือจาก RAM ส่งมาทางพอร์ตอนุกรม มีการทำงานดังนี้



รูปที่ 7.6 แสดงการทำงานของการดึงข้อมูลจาก RAM ไปยังคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

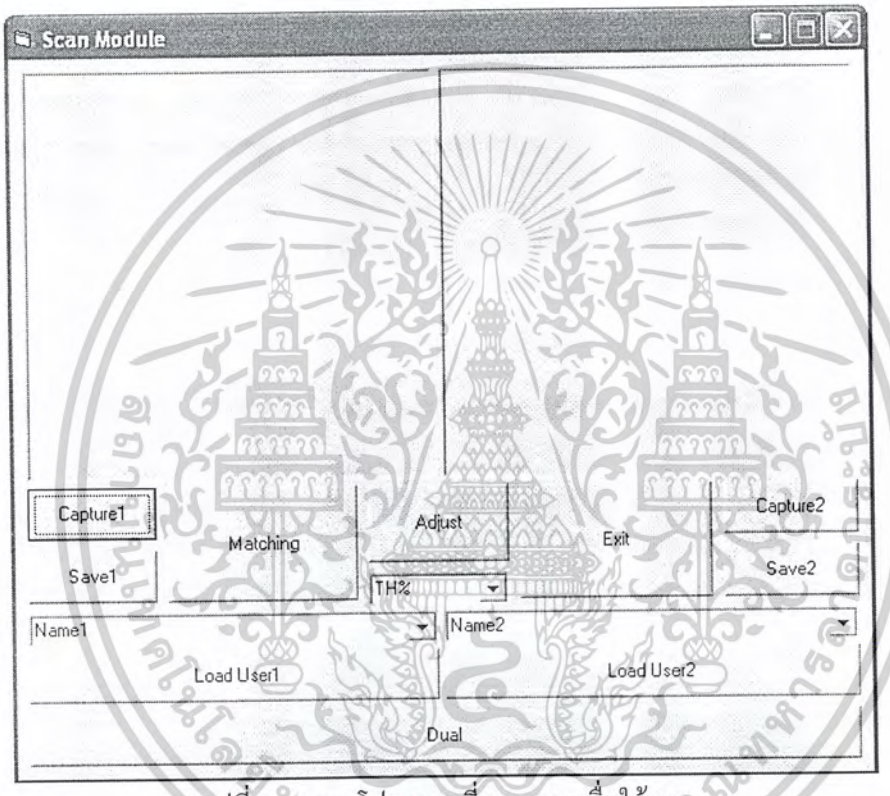
บทที่ 8

ผลการทดลอง/การทดสอบ

8.1 การสแกนภาพลายนิ้วมือผ่านทางพอร์ตอนุกรม

ในขั้นตอนการทดลองการสแกนลายนิ้วมือผ่านเข้ามาทางพอร์ตอนุกรม ได้แบ่งการทำงานออกเป็นส่วนของการอ่านค่าข้อมูลมาเก็บในส่วนของโปรแกรมกับส่วนการนำค่าข้อมูลไปเขียนเป็นภาพลายนิ้วมือ

ซึ่งในขั้นตอนทั้ง 2 นั้นจะดำเนินการอยู่ในโปรแกรมนี้โดยเริ่มกดปุ่ม Capture ก็จะทำทั้ง 2 ขั้นตอนไปพร้อมกัน ดังจะอธิบายดังรูป



รูปที่ 8.1 แสดงโปรแกรมที่ออกแบบเพื่อใช้งาน

ในการทดลองนั้นได้ทำขึ้นเพื่อที่จะทดลองการปรับค่ารีจิสเตอร์(Register) DTR, DCRและPGC ทั้งนี้การปรับค่ารีจิสเตอร์ทั้ง 3 จะให้ภาพลายนิ้วมือที่มีความแตกต่างกันออกไป รายละเอียดของการปรับค่าจะมีความหมายดังนี้

DTR การปรับ DTR จะมีผลต่อความเข้มของภาพฉากหลังของลายนิ้วมือ

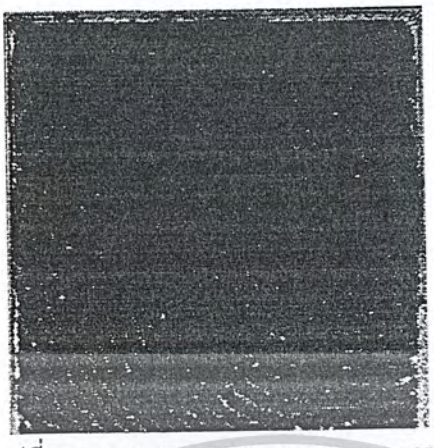
DCR การปรับ DCR จะมีผลต่อความเข้มของภาพทั้งภาพของลายนิ้วมือ

PGC การปรับ PGC จะมีผลต่อความเข้มของเส้นลายนิ้วมือ

ซึ่งจากความหมายของค่ารีจิสเตอร์ต่างๆ สามารถปรับความเข้มของแต่ละส่วนได้อย่างที่ต้องการทั้งก็ต้องขึ้นอยู่กับว่าโครงงานนั้นต้องการแบบใด ทั้งนี้จากผลการทดลองการปรับค่ารีจิสเตอร์ให้มีค่าต่างๆกันไปจะได้ผลการทดลองดังรูปที่ได้สแกนแล้วจัดเก็บมาดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองเมื่อลองปรับรีจิสเตอร์ DCR



รูปที่ 8.2 DCR=01H DTR=25H PGC=0CH

รูปที่ 8.3 DCR=02H DTR=25H PGC=0CH

รูปที่ 8.4 DCR=03H DTR=25H PGC=0CH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองเมื่อลองปรับรีจิสเตอร์ DTR

รูปที่ 8.5 DCR=02H DTR=24H PGC=0CH

รูปที่ 8.6 DCR=02H DTR=25H PGC=0CH

รูปที่ 8.7 DCR=02H DTR=26H PGC=0CH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองเมื่อลองปรับรีจิสเตอร์ PGC

รูปที่ 8.8 DCR=02H DTR=25H PGC=0BH

รูปที่ 8.9 DCR=02H DTR=25H PGC=0CH

รูปที่ 8.10 DCR=02H DTR=25H PGC=0DH

จากรูปจะเห็นว่าค่า PGC มีผลต่อความเข้มของลายนิ้วมือ แต่ถ้าปรับให้มีค่าสูง รูปที่ได้ลายเส้นจะเข้ม แต่ลายจะเป็นริ้วๆไม่ชัดและจะเห็นได้ว่าการเพิ่มค่า DCR จะทำให้ภาพที่ได้จางลงเนื่องจาก การเพิ่มค่า DCR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือการเพิ่มกระแส Discharge ทำให้ประจุที่ถูกเก็บในเซลล์ถูกคายออกไปมากจึงทำให้ประจุที่เหลือในเซลล์น้อยเมื่อผ่านการแปลงที่ไอซี A/D จึงทำให้ภาพที่ออกมามีความเข้มน้อยลงเมื่อเพิ่มค่า DCR โดยที่ค่า DCR จะมีผลต่อความเข้มของทั้งภาพ ส่วนการปรับค่า DTR ภาพที่ได้จะมีความเข้มลดลงเมื่อเพิ่มค่า DTR อธิบายได้ว่าการเพิ่มเวลาในการ Discharge ประจุทำให้เมื่อเพิ่มมากเวลาในการคายประจุจุยิ่งมากตามทำให้มีประจุคงเหลือในเซลล์น้อย เมื่อผ่านการแปลงที่ไอซี A/D จะทำให้ภาพมีความเข้มน้อยลงเมื่อเพิ่มค่า DTR โดยที่ค่า DTR จะมีผลต่อความเข้มของฉากหลัง

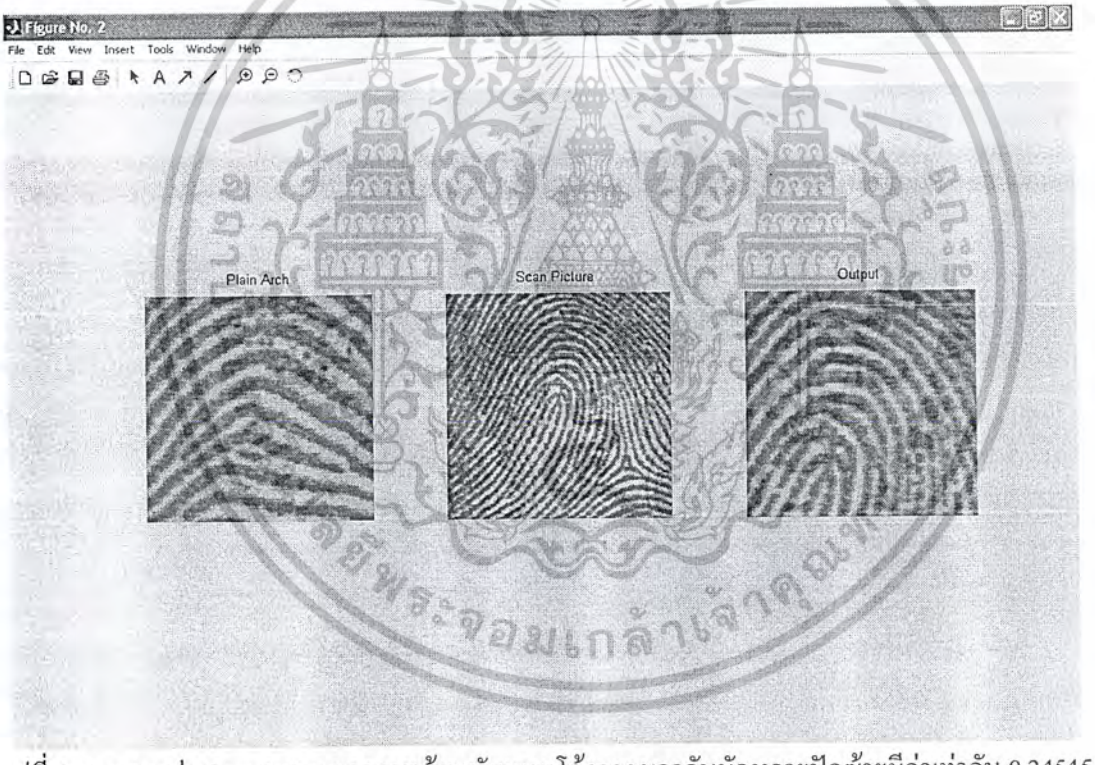
8.2 การทดลองนำภาพลายนิ้วมือมาเปรียบเทียบ

โดยแบ่งการทำงานเป็นขั้นตอนดังนี้

8.2.1 การทดลองนำภาพทำCorrelation

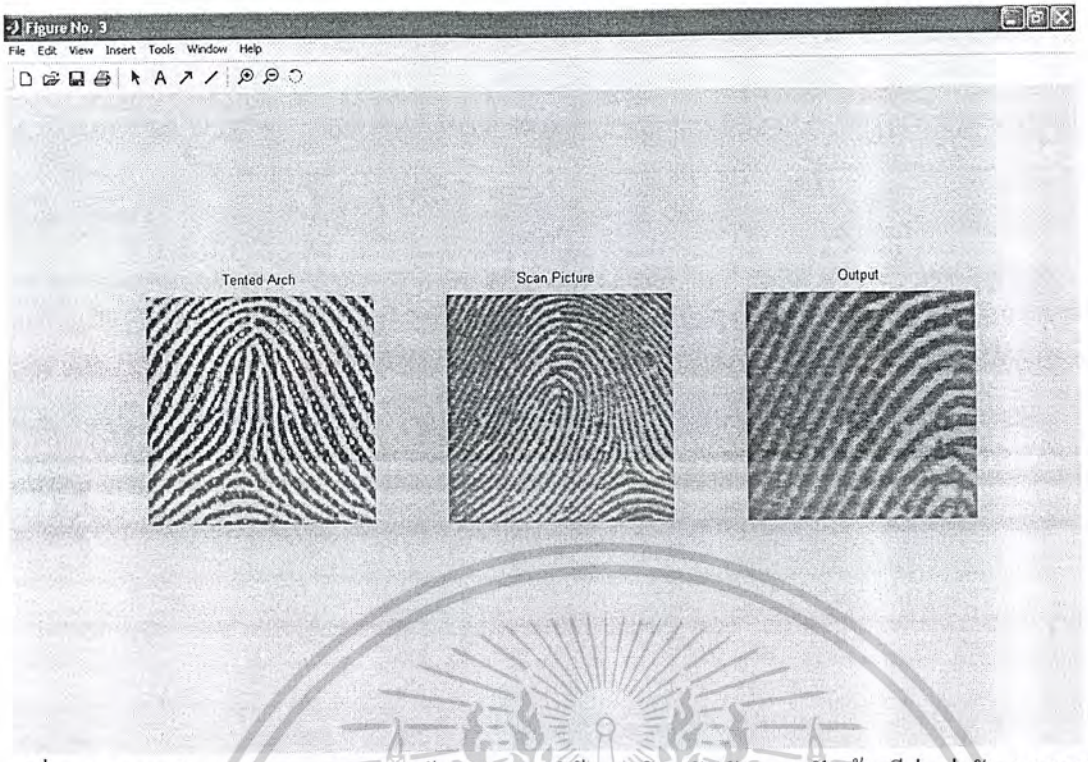
การทดลองแบ่งออกเป็น 6 กลุ่มตามลักษณะของลายนิ้วมือดังนี้

การทำ Correlation ของรูปมัดหวายปัดซ้ายเมื่อเทียบกับภาพต้นแบบเมื่อเข้าฟังก์ชันแล้วจะได้ค่า Correlation ที่มีค่ามากที่สุดของแต่ละรูปซึ่งเป็นภาพที่มีความใกล้เคียงกับภาพต้นแบบมากที่สุดดังนี้

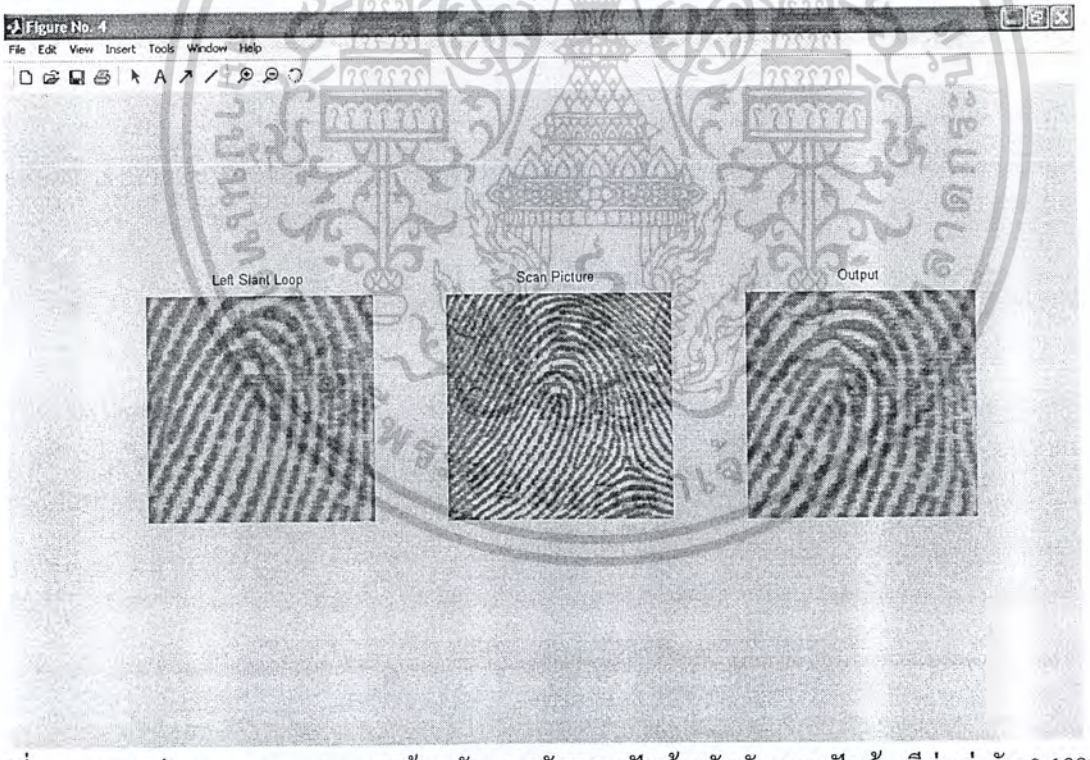


รูปที่ 8.11 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบโค้งธรรมดากับมัดหวายปัดซ้ายมีค่าเท่ากับ 0.24545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

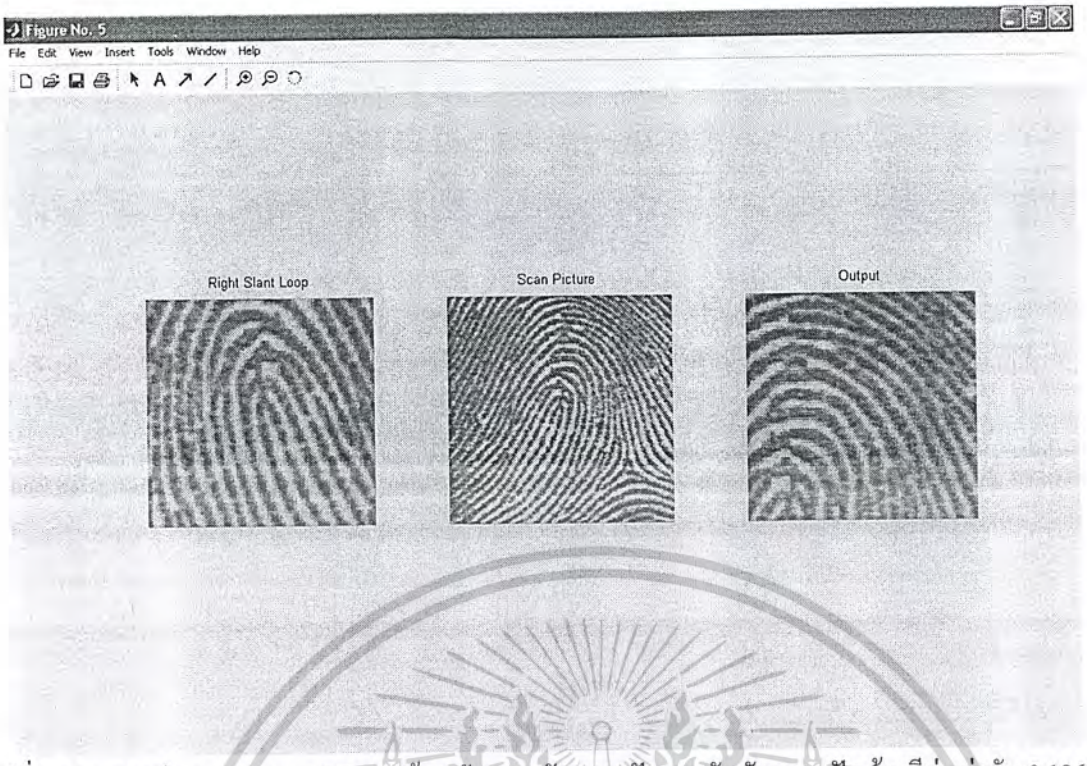


รูปที่ 8.12 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบโค้งกระโจมกับมัดหวายปัดซ้ายมีค่าเท่ากับ 0.06419

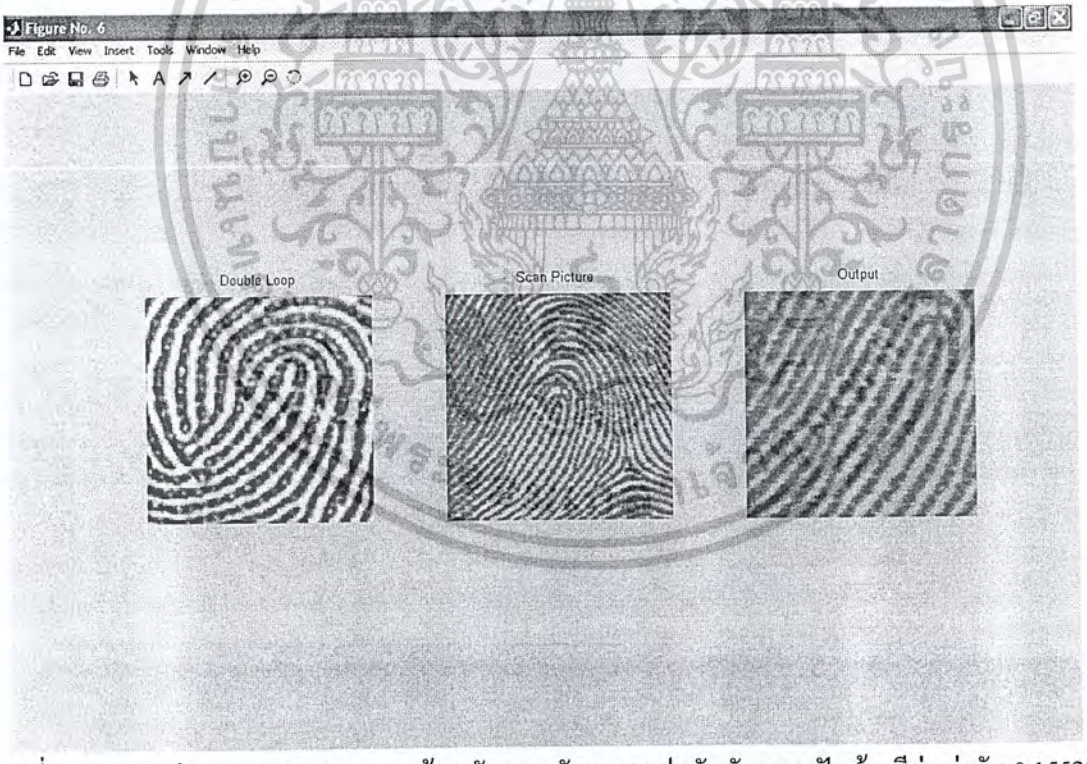


รูปที่ 8.13 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายปัดซ้ายกับมัดหวายปัดซ้ายมีค่าเท่ากับ 0.18833

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

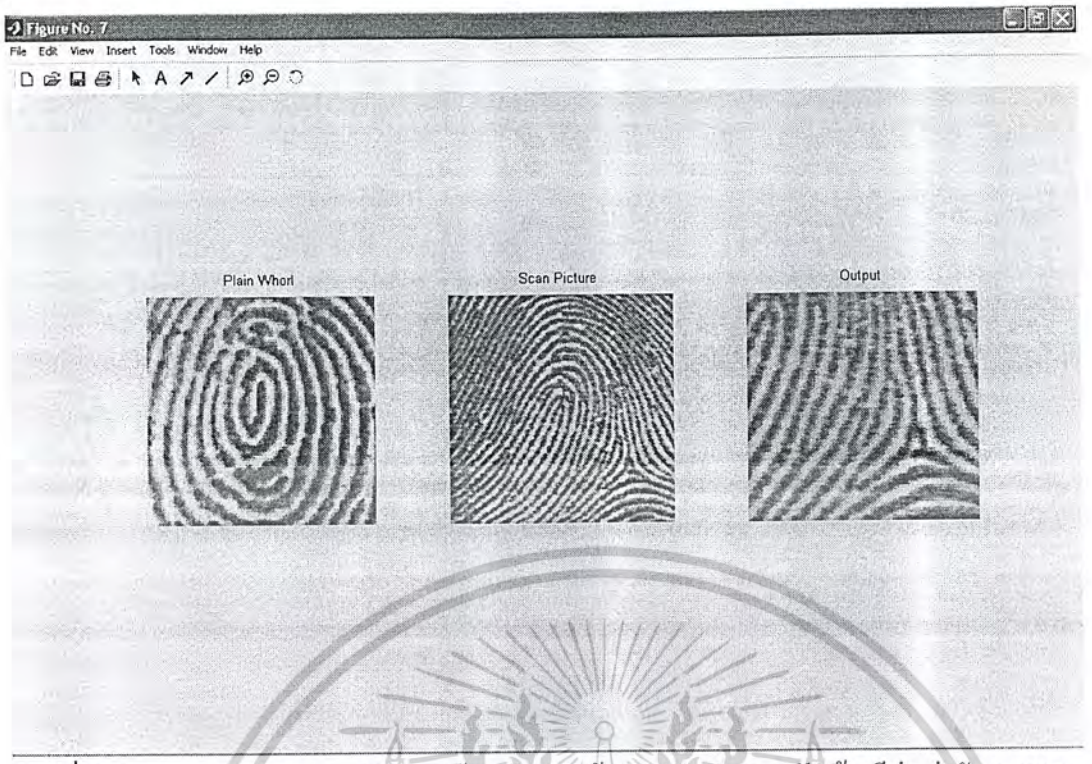


รูปที่ 8.14 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายปัดขวากับมัดหวายปัดซ้ายมีค่าเท่ากับ 0.12675



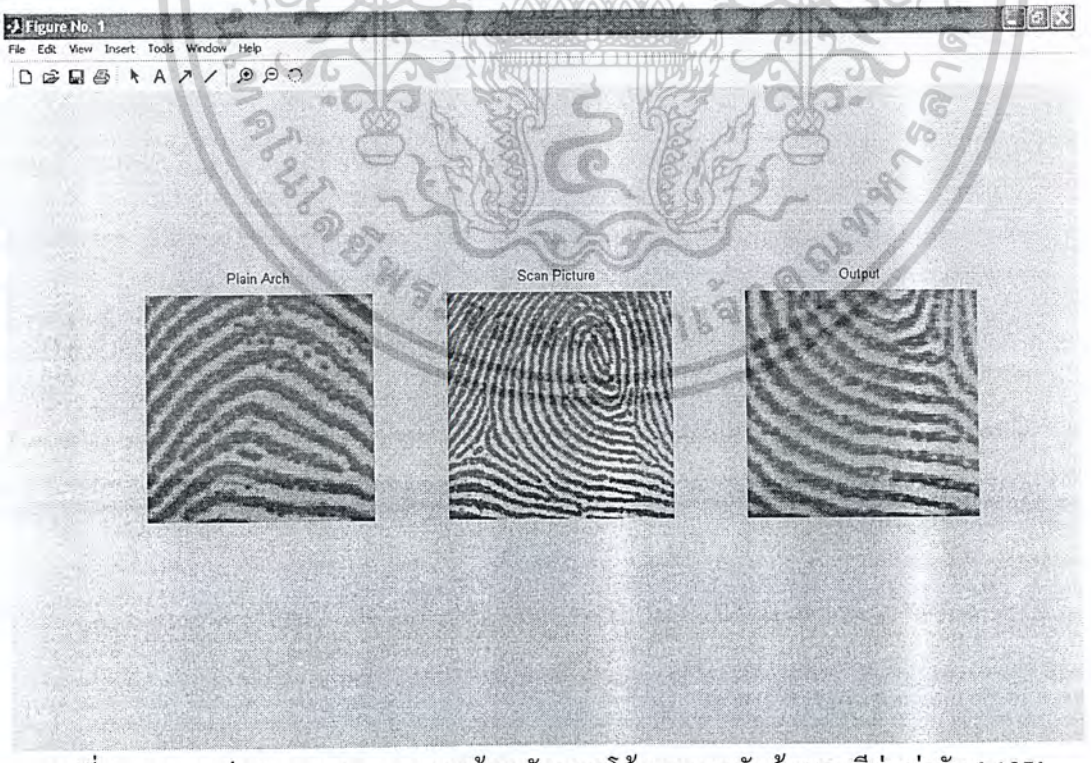
รูปที่ 8.15 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายแฝดกับมัดหวายปัดซ้ายมีค่าเท่ากับ 0.15527

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



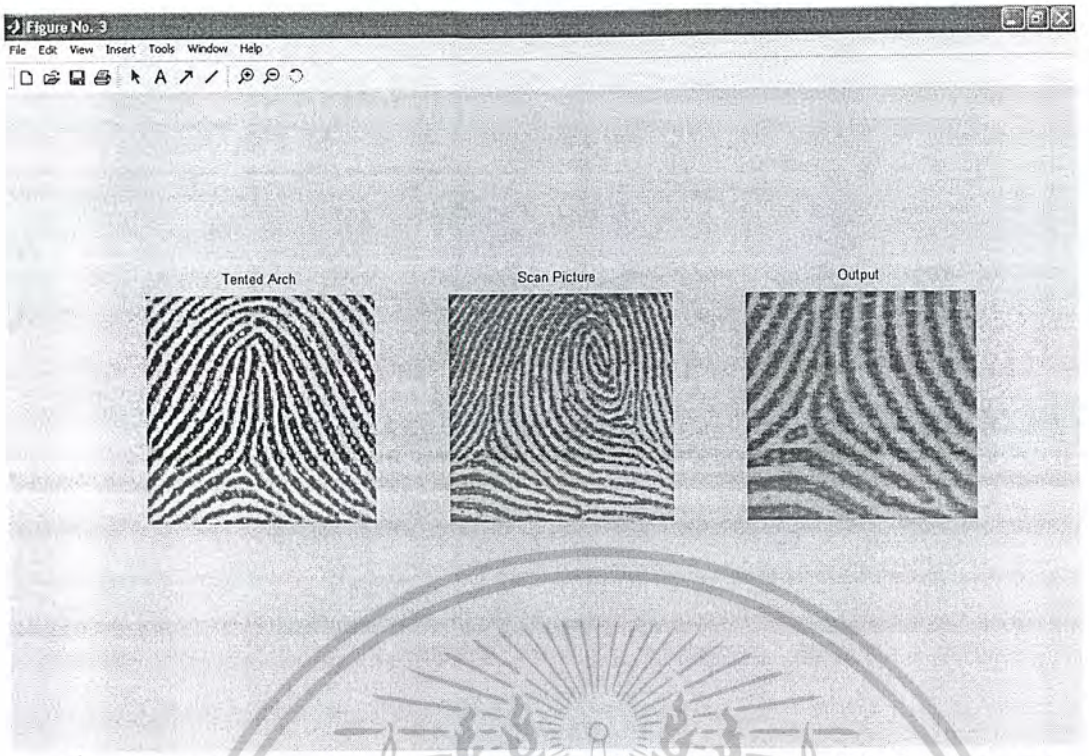
รูปที่ 8.16 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบก้นหอยกับมัดหวายปัดซ้ายมีค่าเท่ากับ 0.1306

การทำ Correlation ของรูปก้นหอยเมื่อเทียบกับภาพต้นแบบเมื่อเข้าฟังก์ชันแล้วจะได้ค่า Correlation ที่มีค่ามากที่สุดของแต่ละรูปซึ่งเป็นภาพที่มีความใกล้เคียงกับภาพต้นแบบมากที่สุดดังนี้

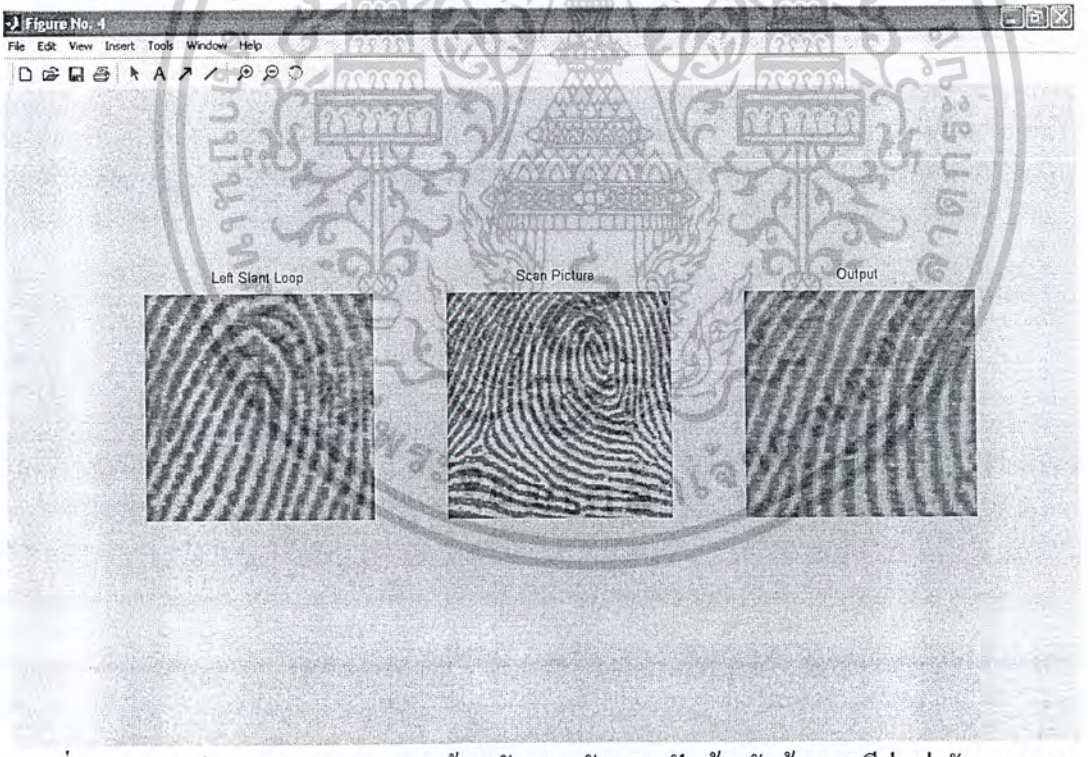


รูปที่ 8.17 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบโค้งธรรมดากับก้นหอยมีค่าเท่ากับ 0.1871

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

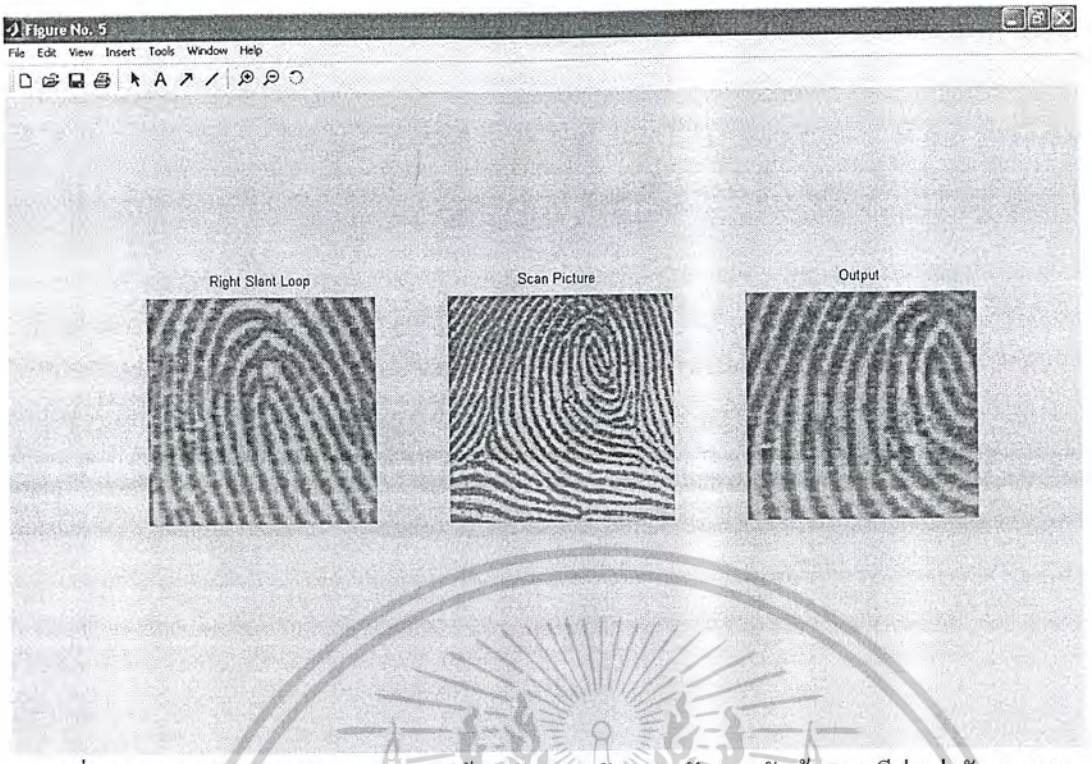


รูปที่ 8.18 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบโค้งกระโจมกับก้นหอยมีค่าเท่ากับ 0.056671

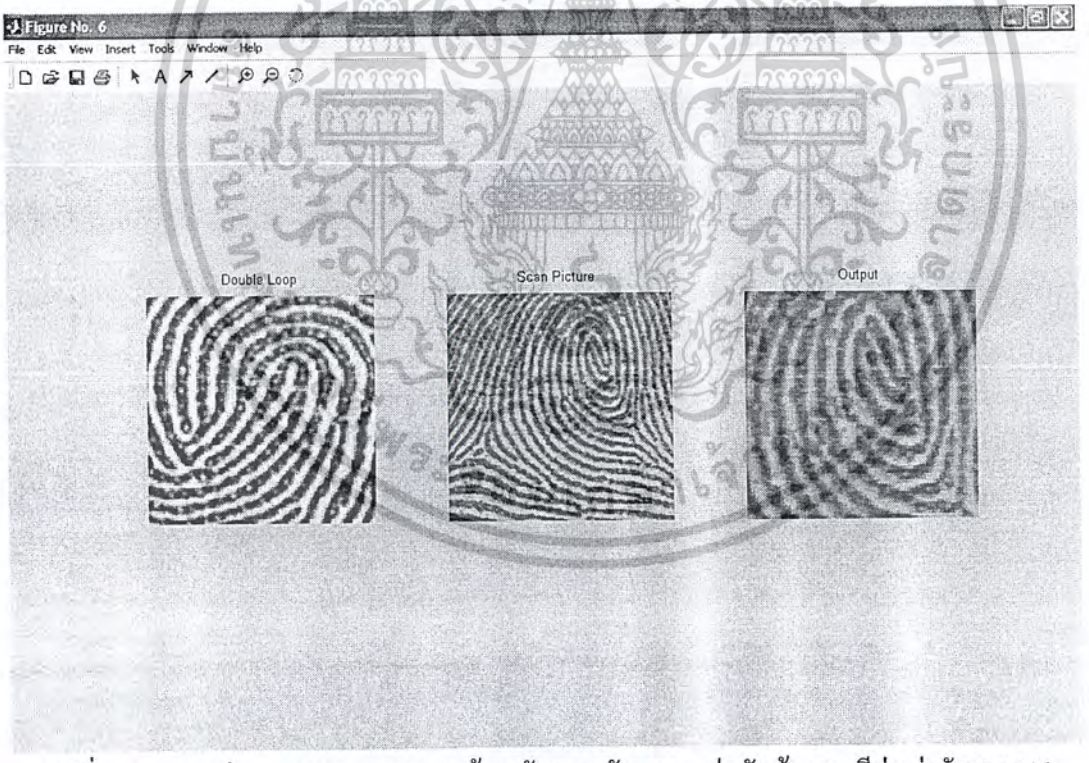


รูปที่ 8.19 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายปัดซ้ายกับก้นหอยมีค่าเท่ากับ 0.19692

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

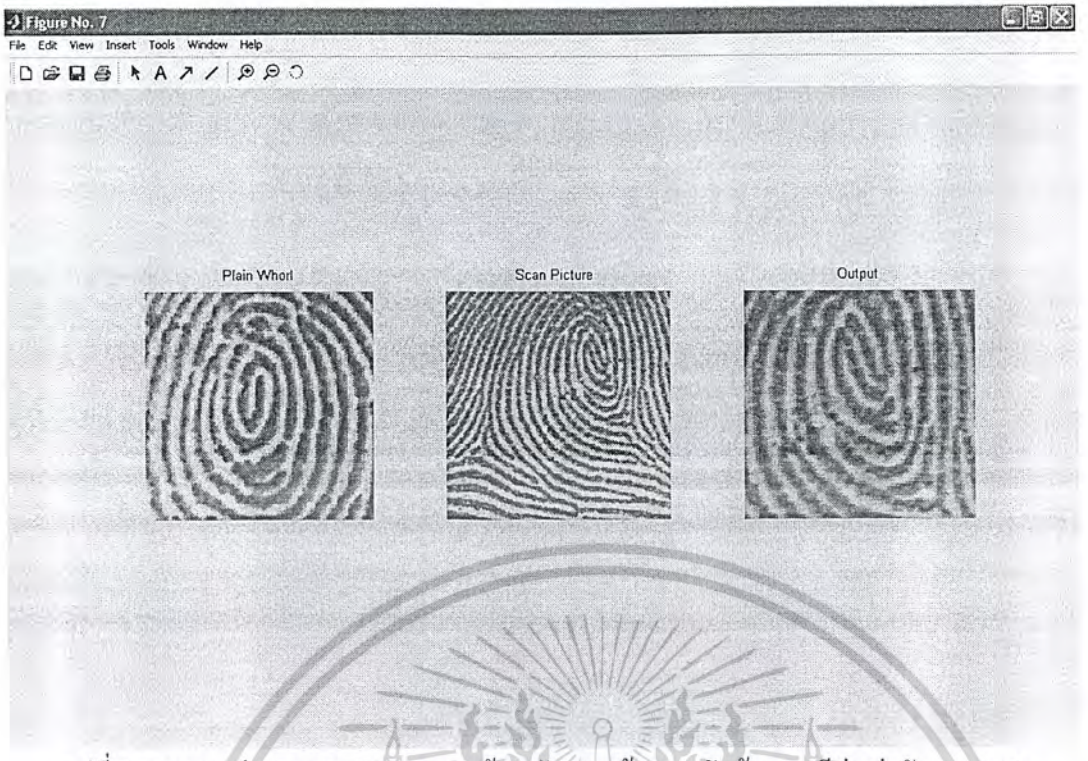


รูปที่ 8.20 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายปัดขวากับก้นหอยมีค่าเท่ากับ 0.142



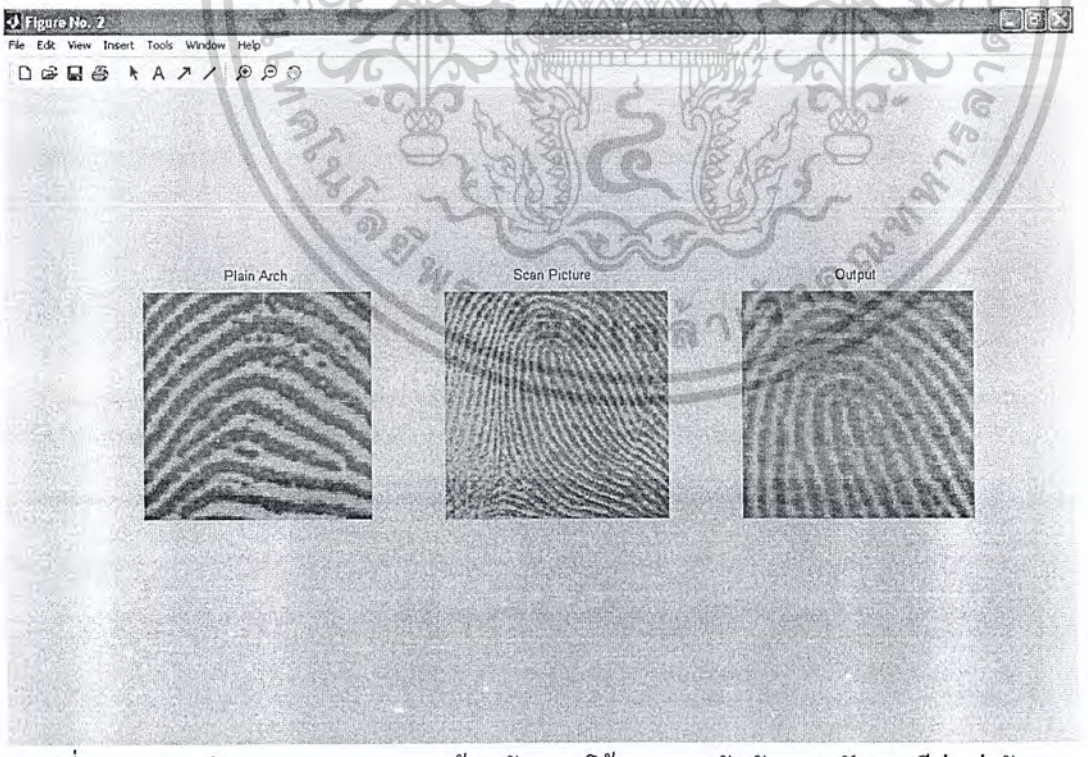
รูปที่ 8.21 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายแฝดกับก้นหอยมีค่าเท่ากับ 0.1346

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



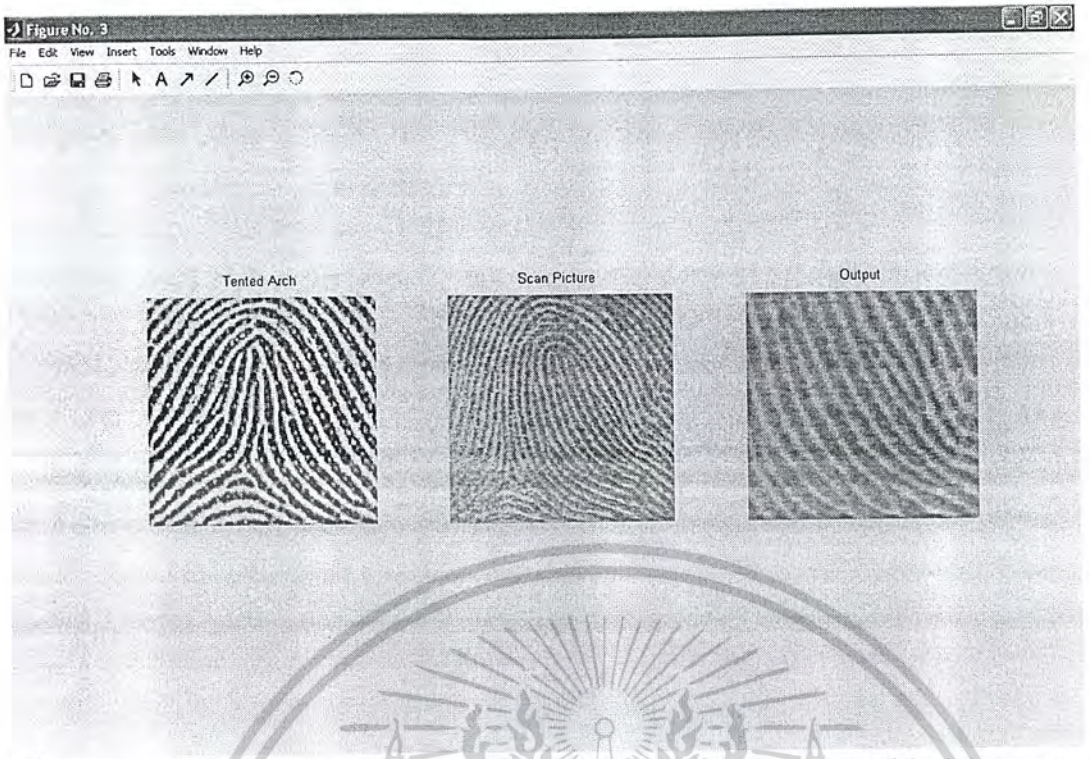
รูปที่ 8.22 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบก้นหอยกับก้นหอยมีค่าเท่ากับ 0.17129

การทำ Correlation ของรูปก้นหอยเมื่อเทียบกับภาพต้นแบบเมื่อเข้าฟังก์ชันแล้วจะได้ค่า Correlation ที่มีค่ามากที่สุดของแต่ละรูปซึ่งเป็นภาพที่มีความใกล้เคียงกับภาพต้นแบบมากที่สุดดังนี้

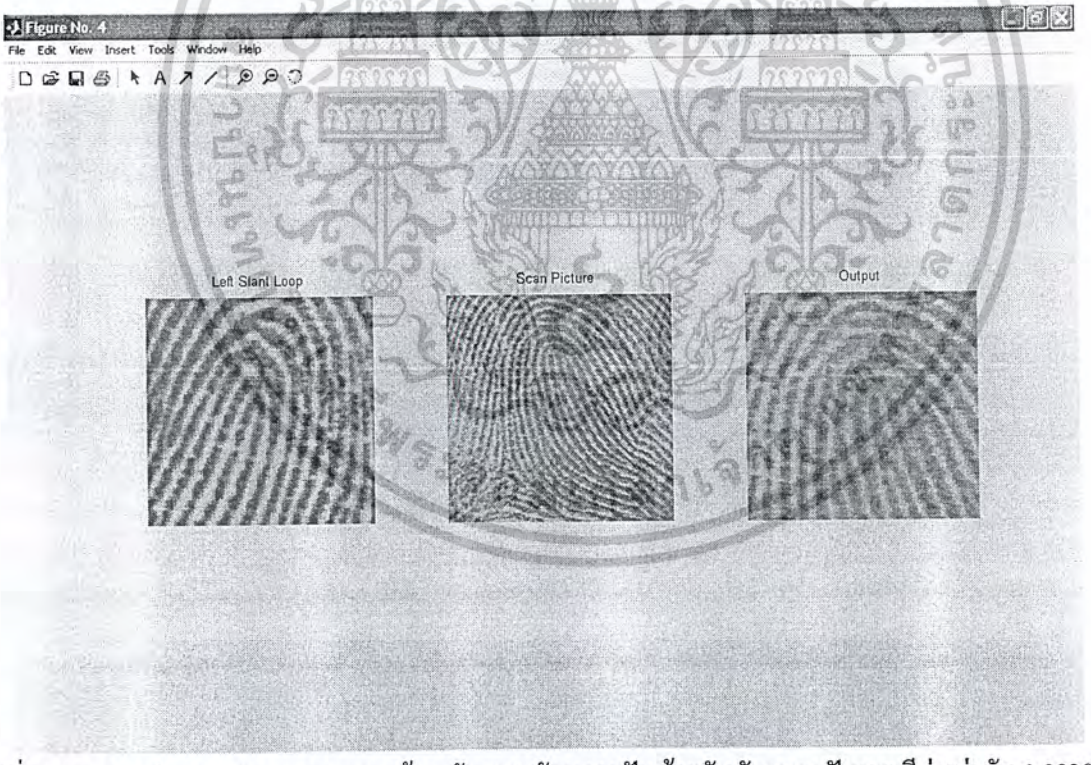


รูปที่ 8.23 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบโค้งธรรมดากับมัดหวายปัดขวามีค่าเท่ากับ 0.075683

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

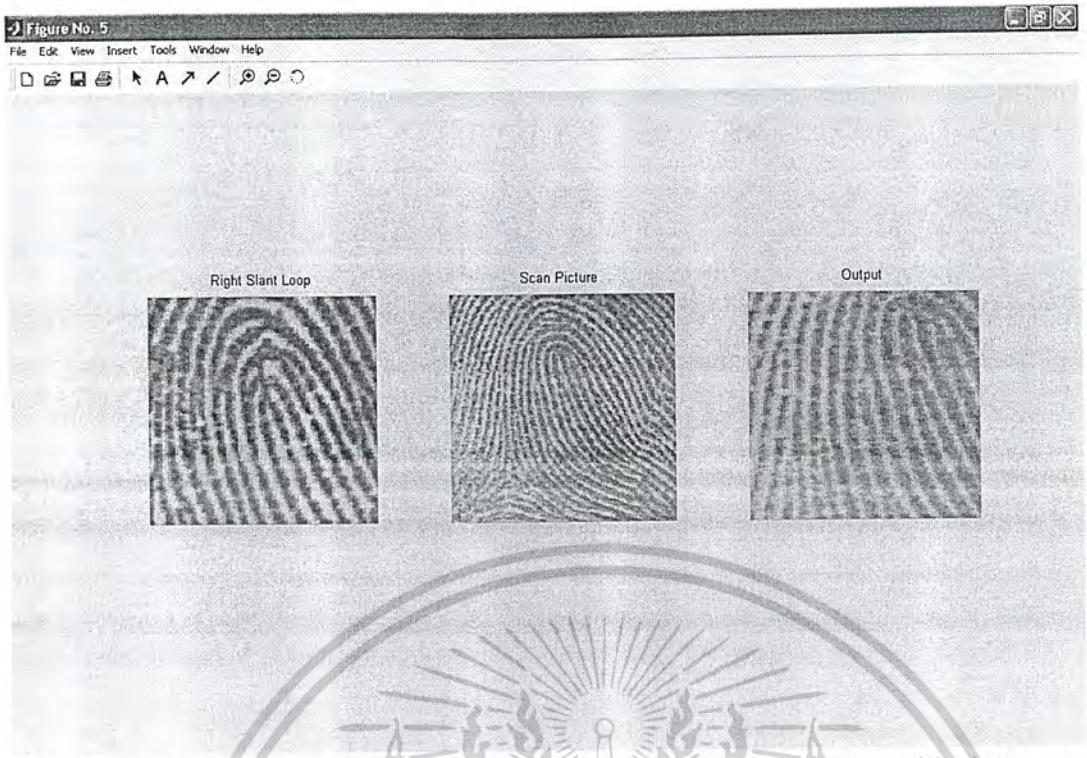


รูปที่ 8.24 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบโค้งกระโจมกับมัดหวายปัดขวามีค่าเท่ากับ 0.087888

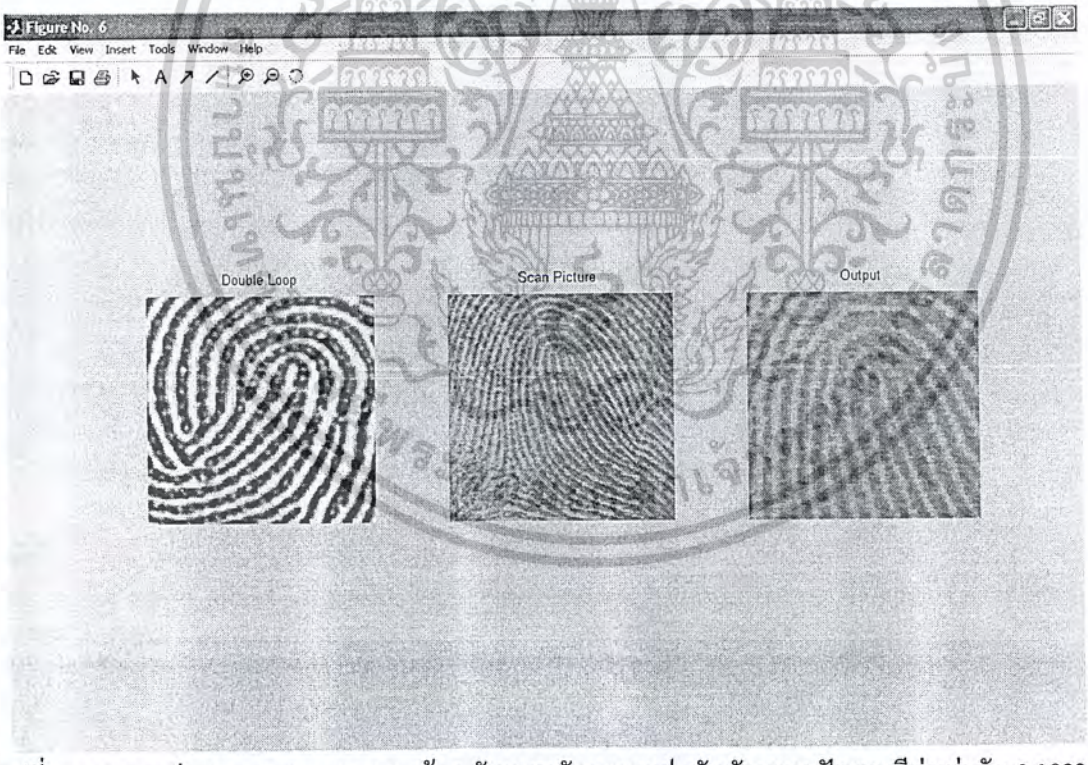


รูปที่ 8.25 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายปัดซ้ายกับมัดหวายปัดขวามีค่าเท่ากับ 0.082059

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

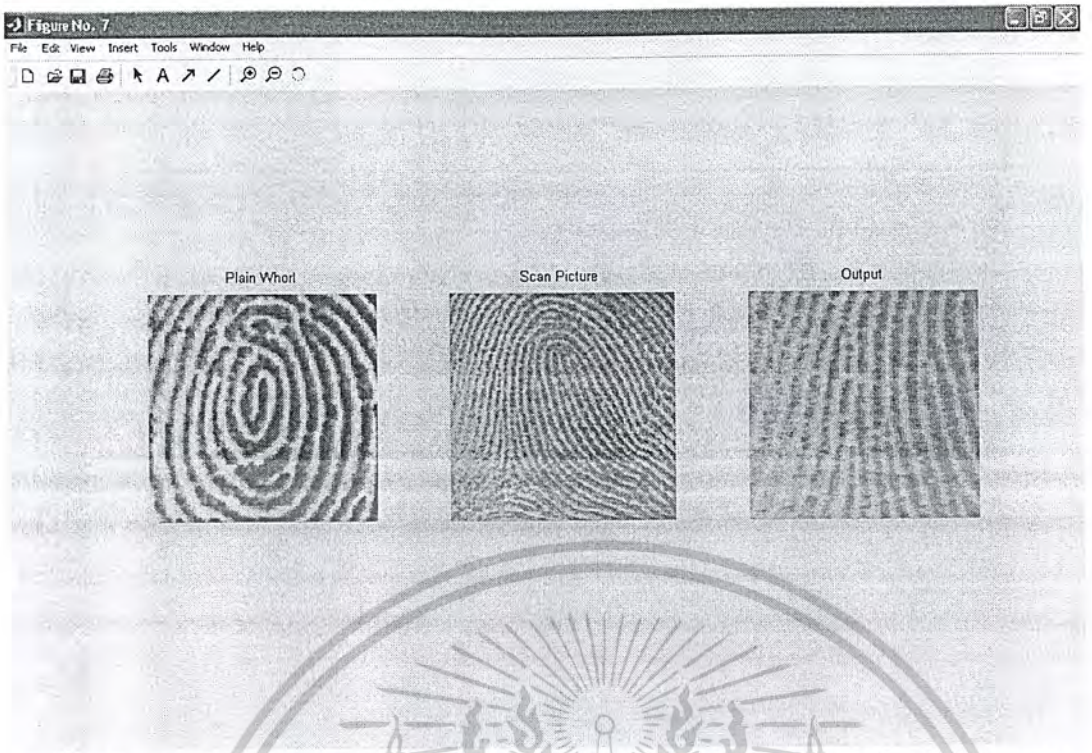


รูปที่ 8.26 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายปัดขวากับมัดหวายปัดขวามีค่าเท่ากับ 0.21831



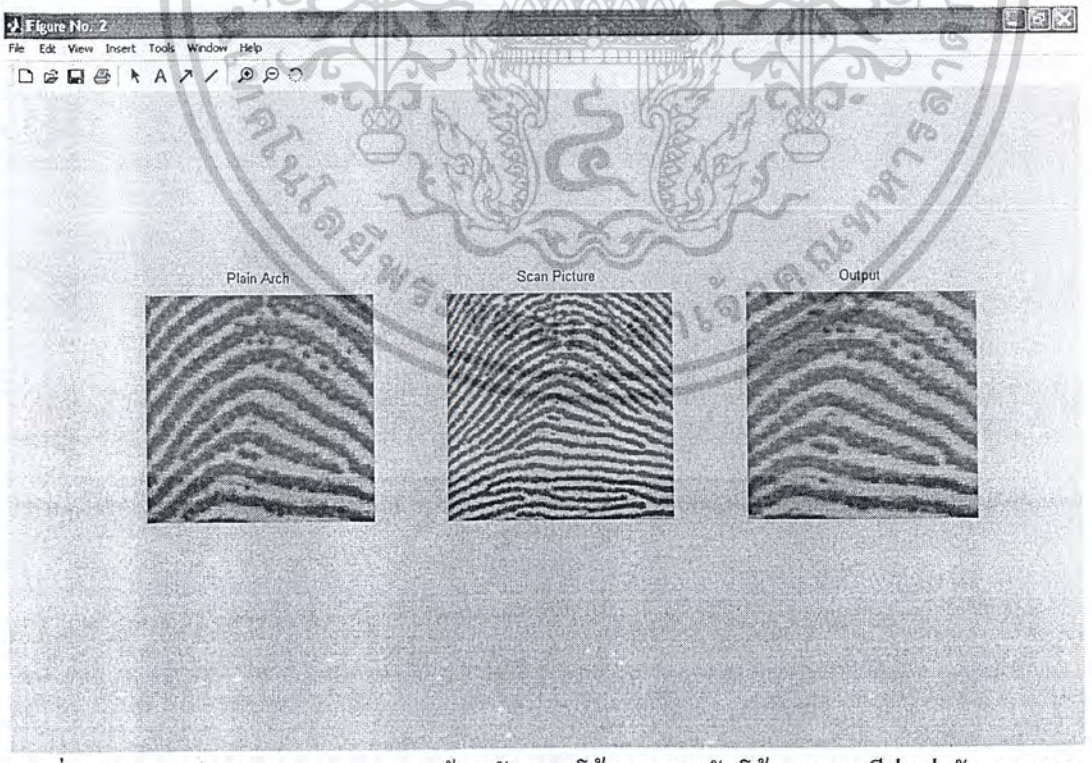
รูปที่ 8.27 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายแฝดกับมัดหวายปัดขวามีค่าเท่ากับ 0.10235

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



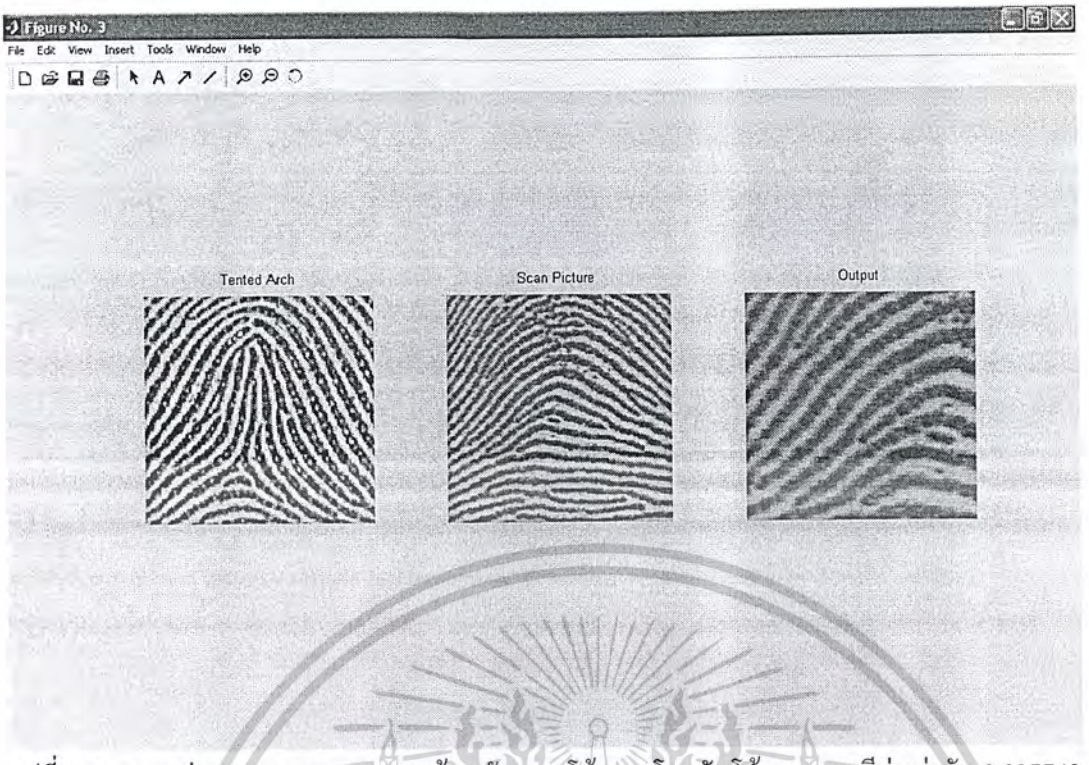
รูปที่ 8.28 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบก้นหอยกับมัดหวายปัดขวามีค่าเท่ากับ 0.27924

การทำ Correlation ของรูปโค้งธรรมดาเมื่อเทียบกับภาพต้นแบบเมื่อเข้าฟังก์ชันแล้วจะได้ค่า Correlation ที่มีค่ามากที่สุดของแต่ละรูปซึ่งเป็นภาพที่มีความใกล้เคียงกับภาพต้นแบบมากที่สุดดังนี้

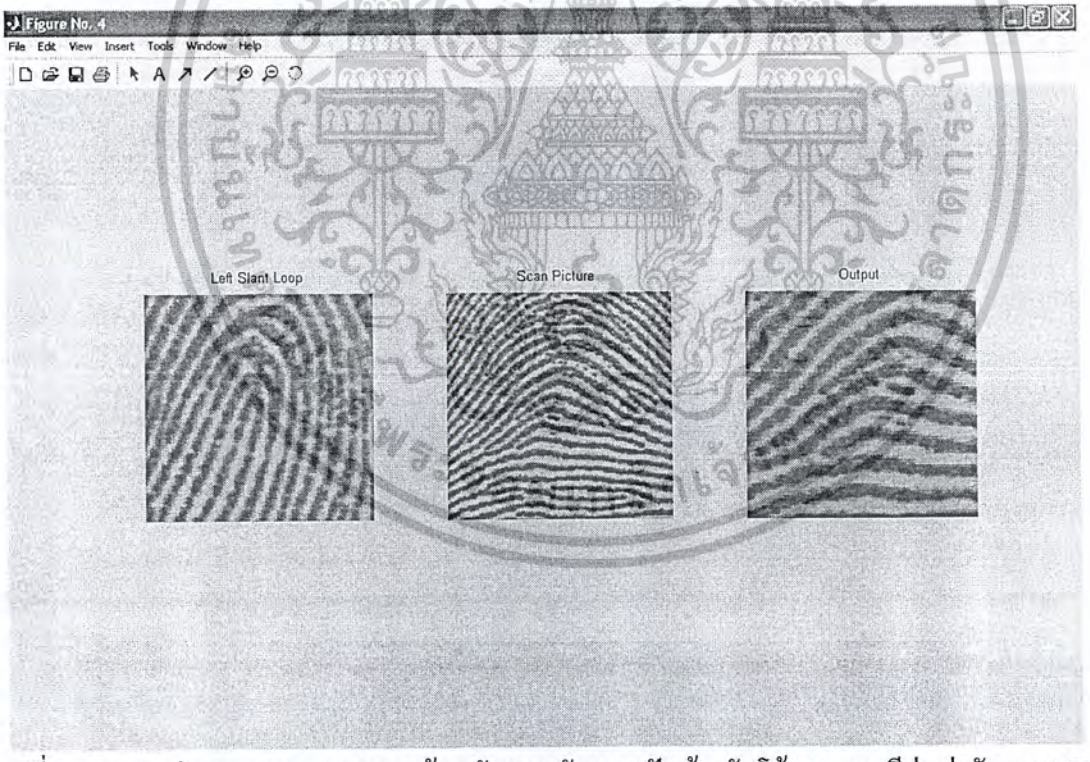


รูปที่ 8.29 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบโค้งธรรมดากับโค้งธรรมดามีค่าเท่ากับ 0.33253

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

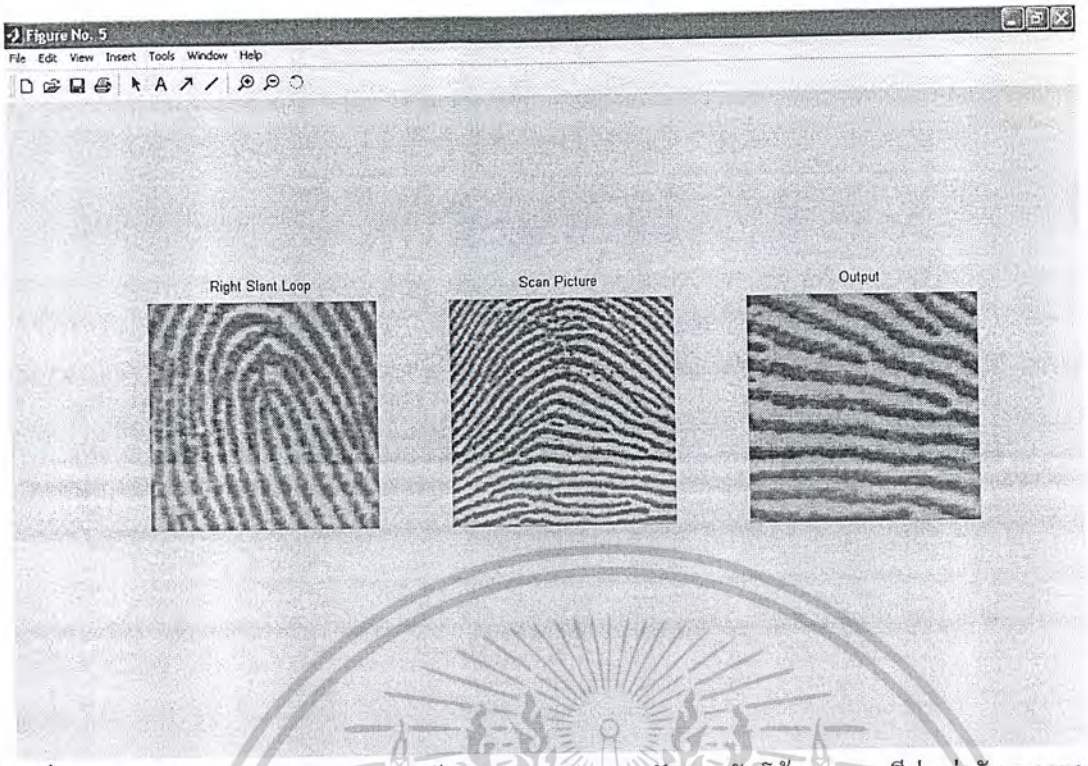


รูปที่ 8.30 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบโค้งกระโจมกับโค้งธรรมดามีค่าเท่ากับ 0.037742

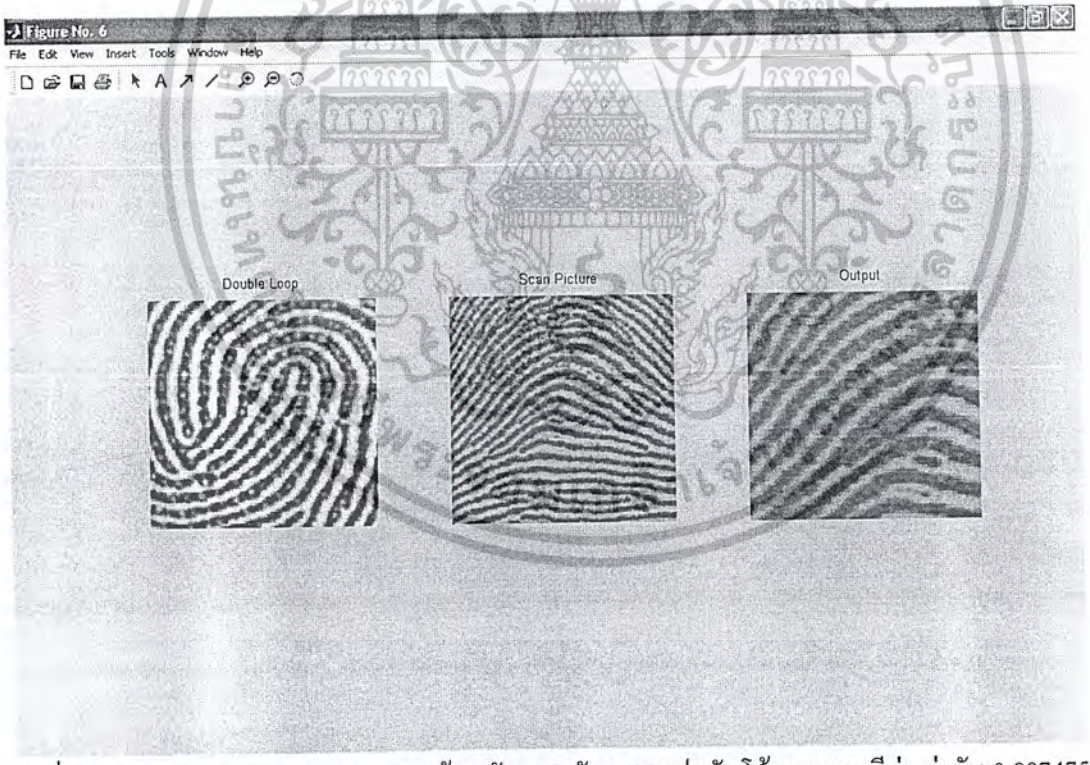


รูปที่ 8.31 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายปัดซ้ายกับโค้งธรรมดามีค่าเท่ากับ 0.10383

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

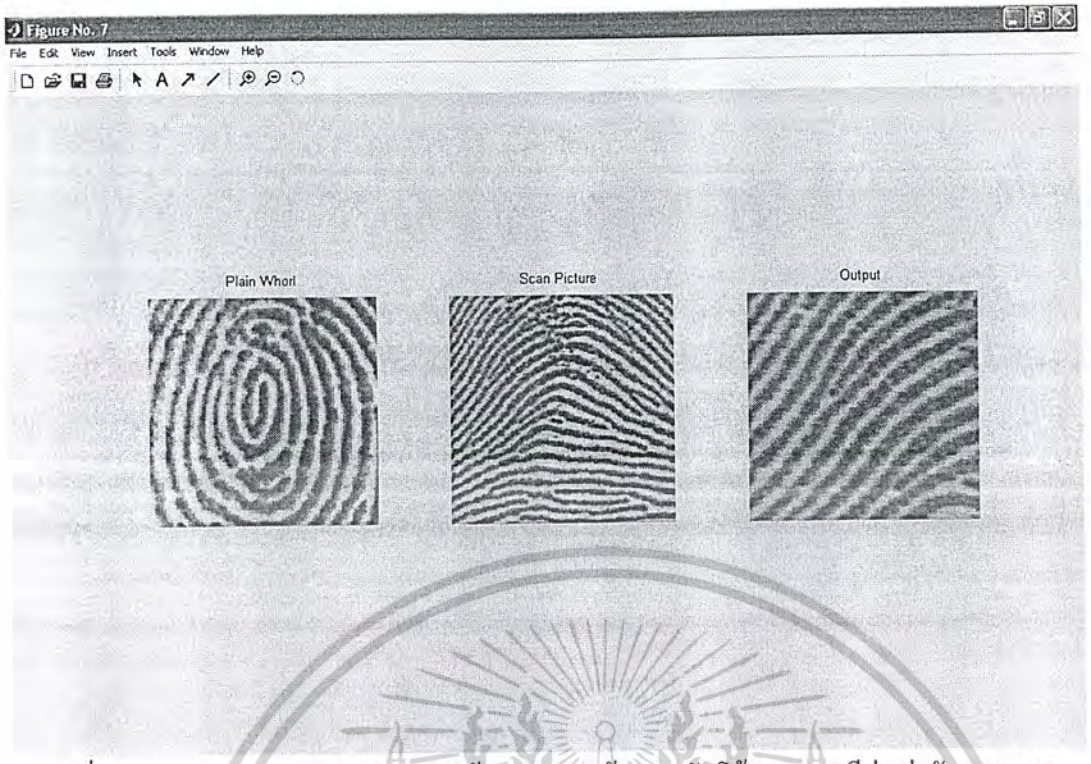


รูปที่ 8.32 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายปัดขวากับโค้งธรรมดามีค่าเท่ากับ 0.08789



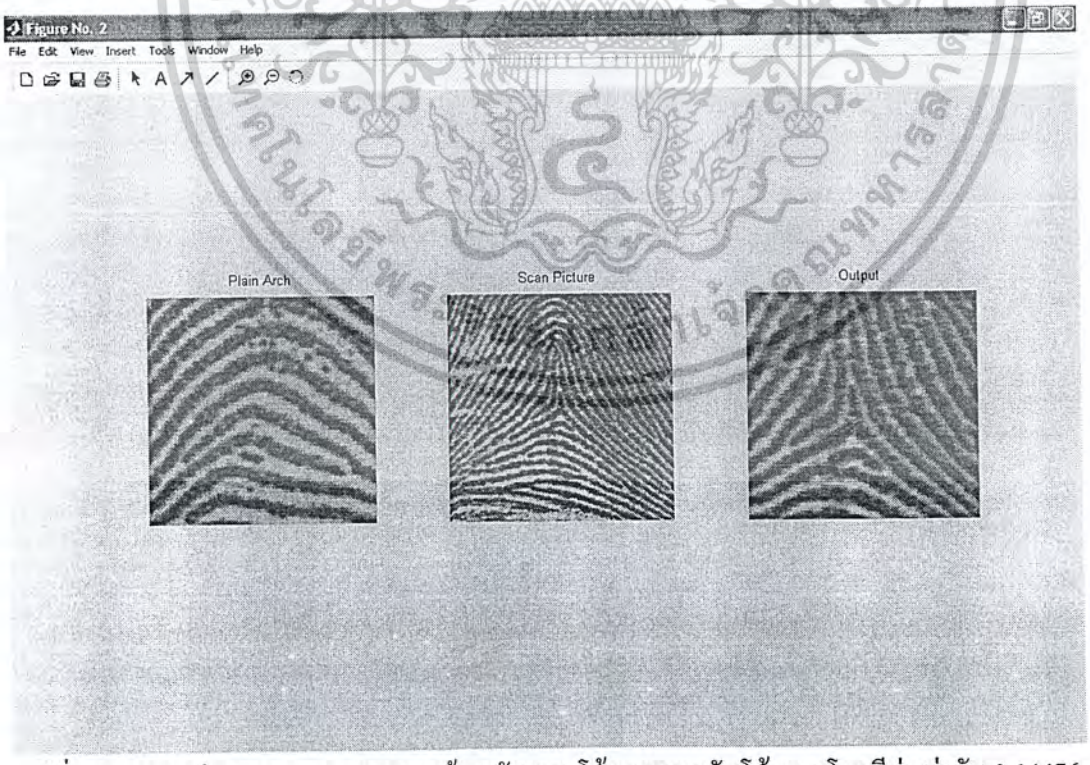
รูปที่ 8.33 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายแฝดกับโค้งธรรมดามีค่าเท่ากับ 0.097475

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



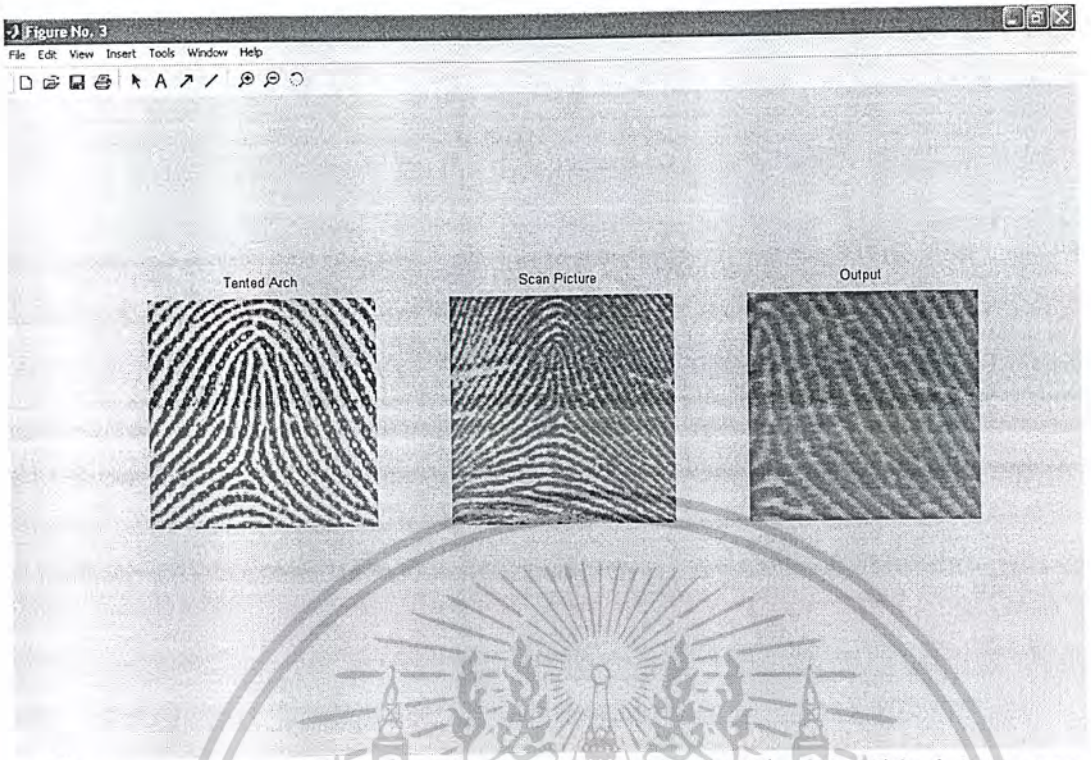
รูปที่ 8.34 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบก้นหอยกับโค้งธรรมดามีค่าเท่ากับ 0.07857

การทำ Correlation ของรูปโค้งกระโจมเมื่อเทียบกับภาพต้นแบบเมื่อเข้าฟังก์ชันแล้วจะได้ค่า Correlation ที่มีค่ามากที่สุดของแต่ละรูปซึ่งเป็นภาพที่มีความใกล้เคียงกับภาพต้นแบบมากที่สุดดังนี้

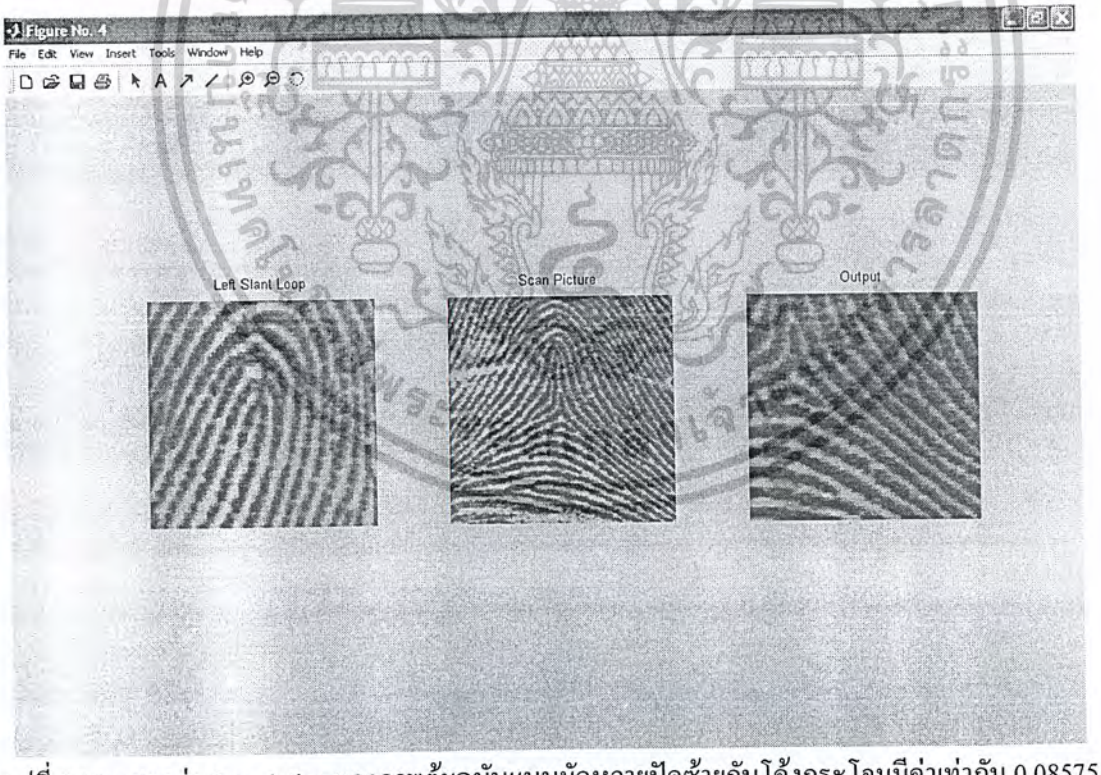


รูปที่ 8.35 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบโค้งธรรมดากับโค้งกระโจมมีค่าเท่ากับ 0.14476

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

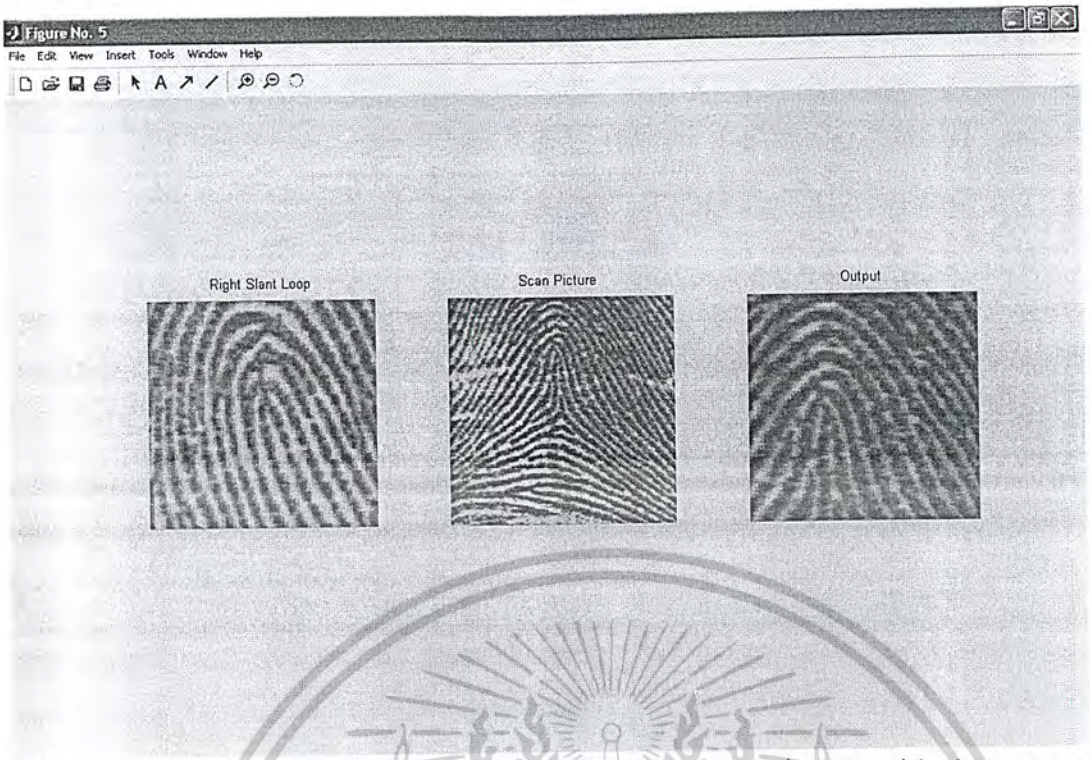


รูปที่ 8.36 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบโค้งกระโจมกับโค้งกระโจมมีค่าเท่ากับ 0.10578

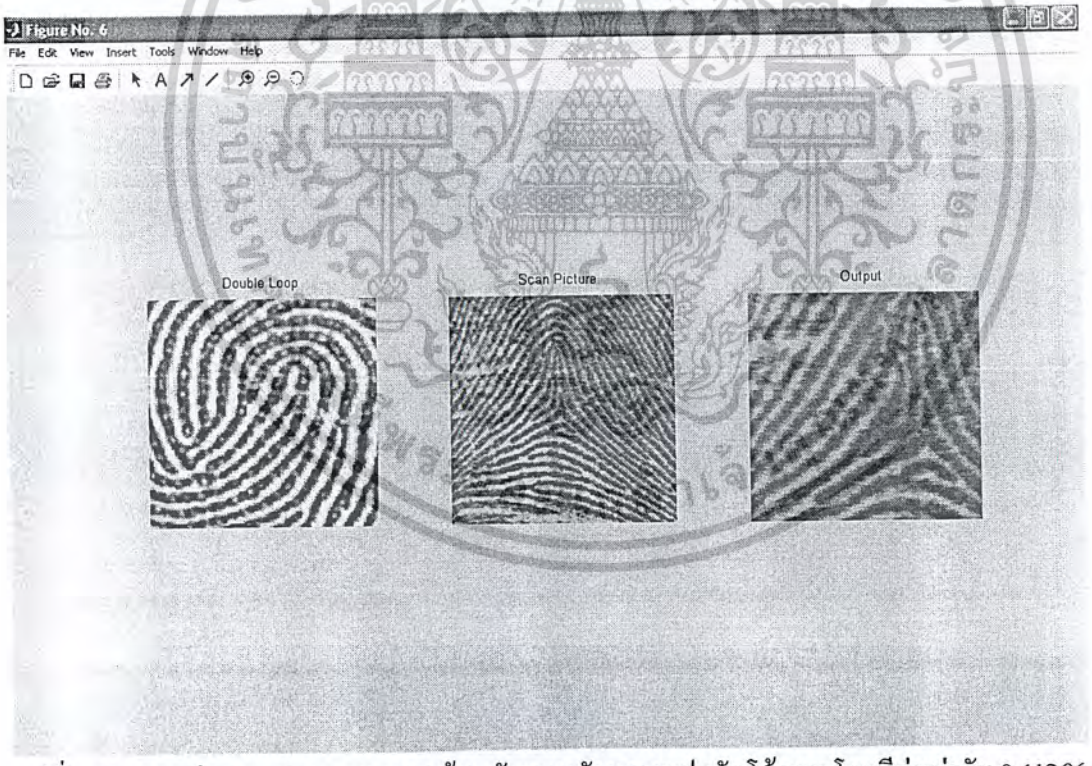


รูปที่ 8.37 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายปัดซ้ายกับโค้งกระโจมมีค่าเท่ากับ 0.08575

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

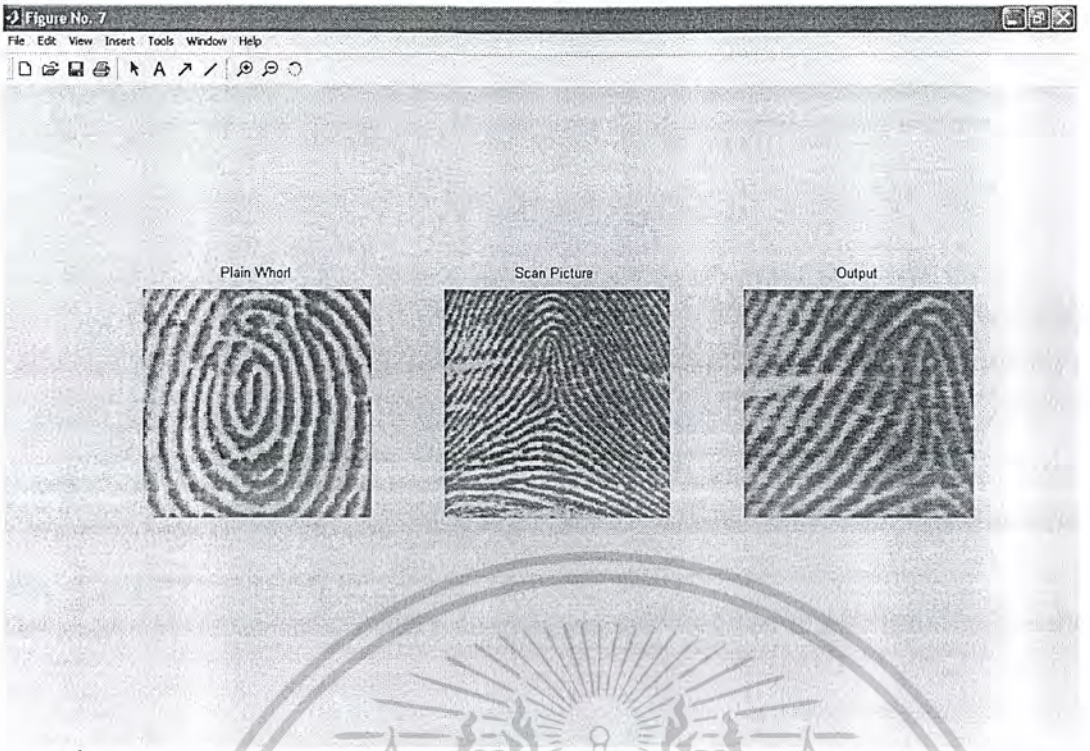


รูปที่ 8.38 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายปัดขวากับโค้งกระโจมมีค่าเท่ากับ 0.18872



รูปที่ 8.39 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบมัดหวายแฝดกับโค้งกระโจมมีค่าเท่ากับ 0.11296

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

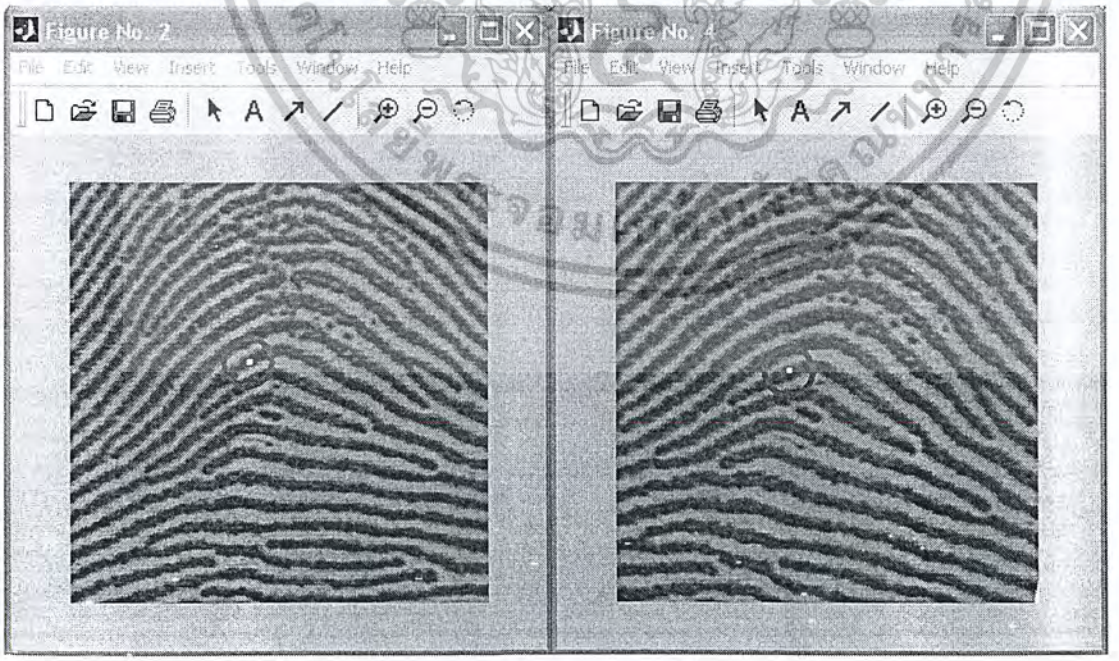


รูปที่ 8.40 แสดงค่า Correlation ของภาพต้นฉบับแบบก้นหอยกับโค้งกระโจมมีค่าเท่ากับ 0.28094

จากผลการทดลองจะได้ภาพที่มีความใกล้เคียงกับภาพต้นฉบับมากที่สุดซึ่งแต่ละภาพก็สามารถนำมาหาได้ว่าภาพใดในกลุ่มมีความคล้ายคลึงกับภาพต้นฉบับมากที่สุด

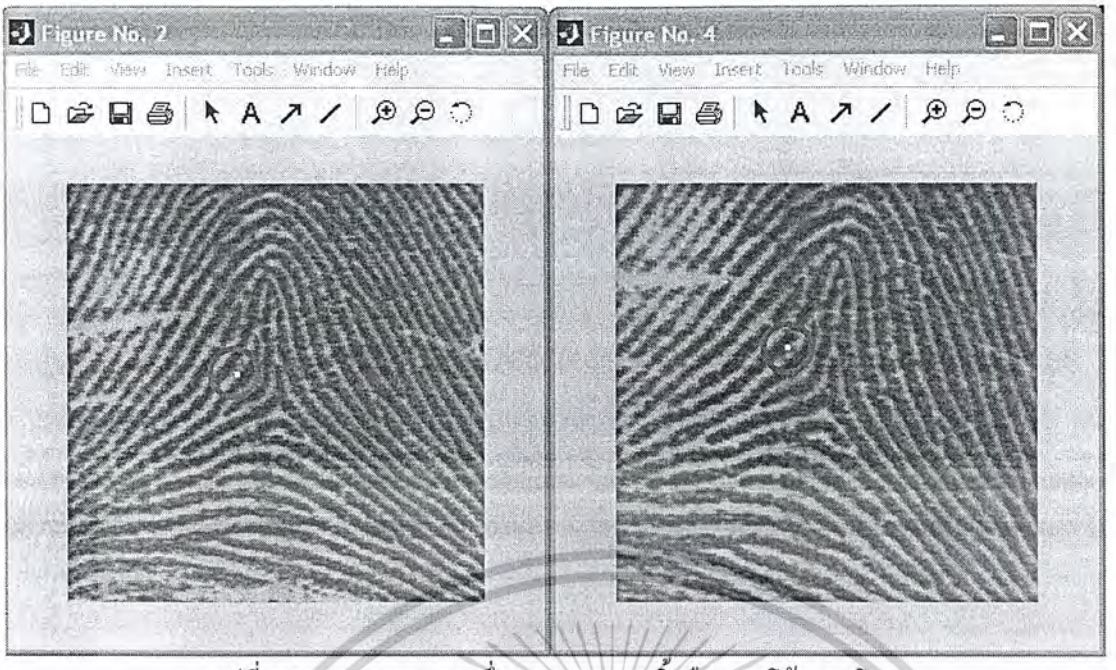
8.2.2 การทดลองนำภาพหาจุดกึ่งกลางภาพ

โดยแบ่งกลุ่มของภาพที่ได้เป็น 6 กลุ่มและทดลองโดยเทียบกับภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงมุมไป 10 % ซึ่งผลการทดลองของทั้ง 6 กลุ่มจะได้ดังนี้

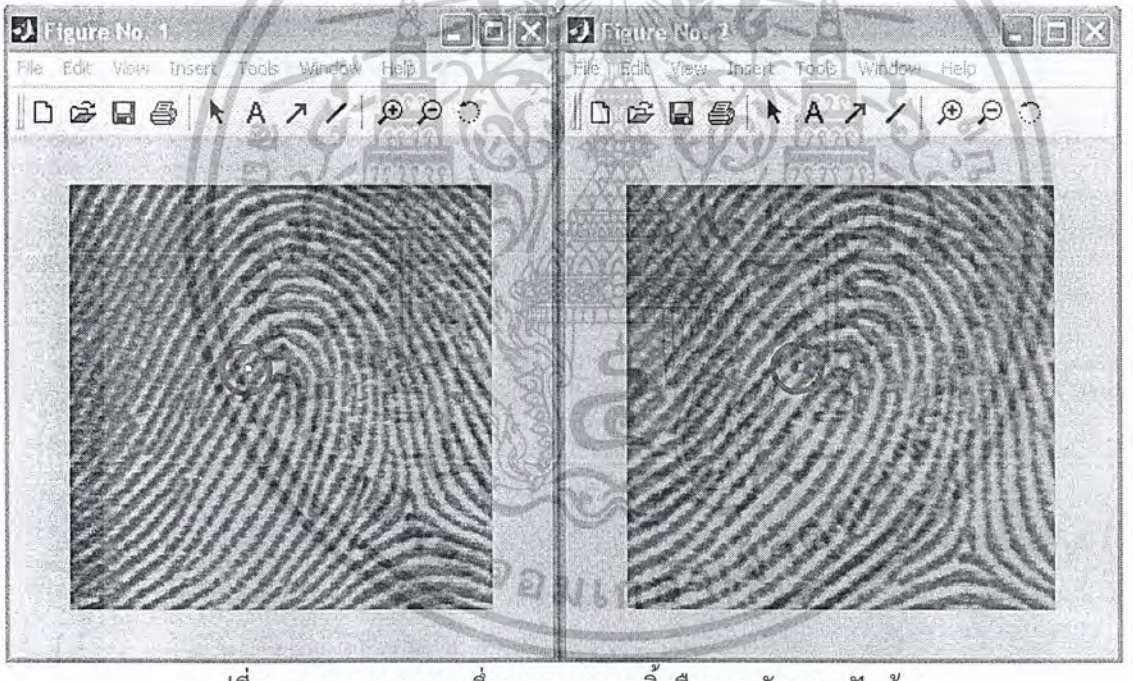


รูปที่ 8.41 แสดงการหาจุดกึ่งกลางภาพลายนิ้วมือแบบโค้งธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.42 แสดงการหาจุดกึ่งกลางภาพลายนิ้วมือแบบโค้งกระโจม



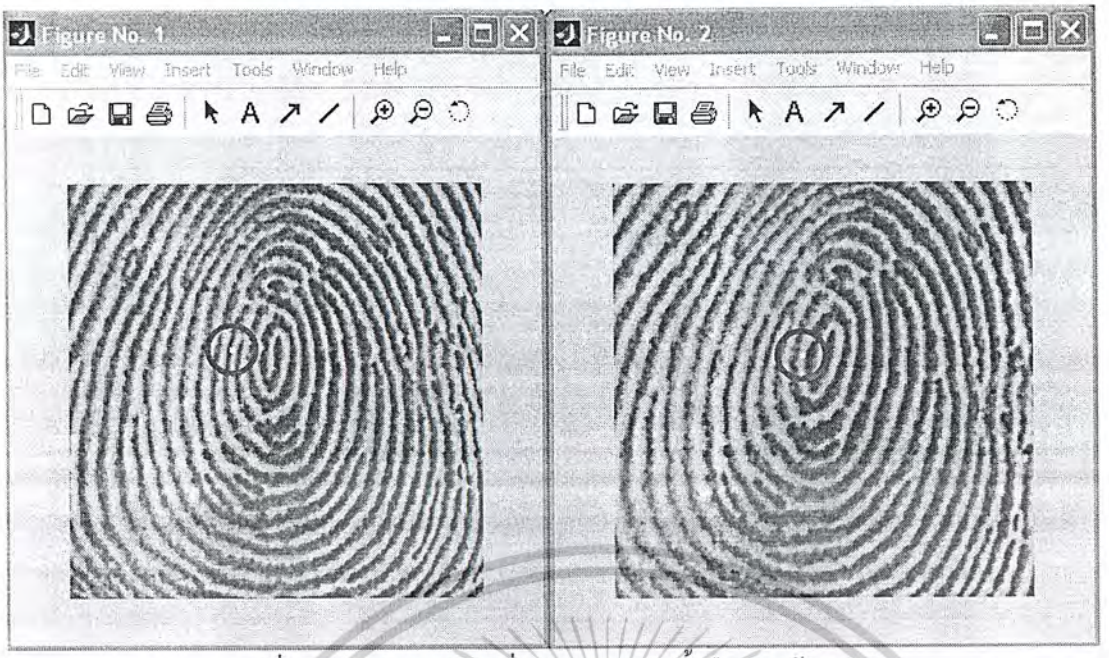
รูปที่ 8.43 แสดงการหาจุดกึ่งกลางภาพลายนิ้วมือแบบมัดหวายปัดซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8.44 แสดงการหาจุดกึ่งกลางภาพลายนิ้วมือแบบมัดหวายปิดขวา

รูปที่ 8.45 แสดงการหาจุดกึ่งกลางภาพลายนิ้วมือแบบมัดหวายแฝด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

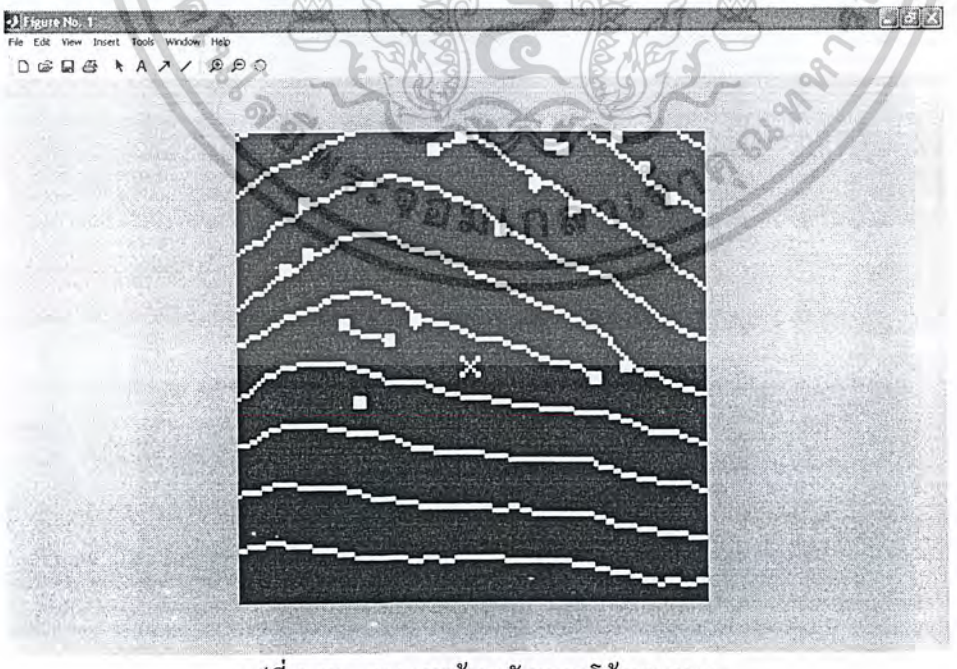


รูปที่ 8.46 แสดงการหาจุดกึ่งกลางภาพลายนิ้วมือแบบก้นหอย

8.2.3 การทดลองนำภาพลายนิ้วมือมาเปรียบเทียบ

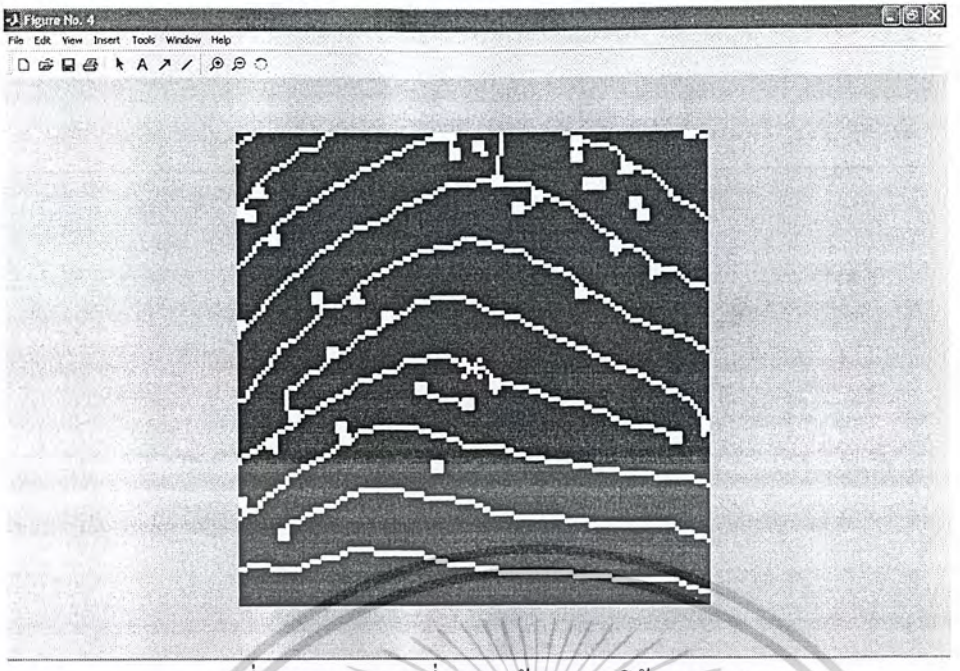
การเปรียบเทียบลายนิ้วมือจะแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือการเปรียบเทียบกับลายนิ้วมือเดียวกันแต่ภาพเปลี่ยนมุมไปกับการเปรียบเทียบกับลายนิ้วมือที่แตกต่างกัน

เมื่อได้รับภาพเข้ามาแล้วจะนำภาพมาหาจุดกึ่งกลางและหาจุดลักษณะสำคัญต่างๆ ดังรูปที่ 8.47 และ 8.48 แสดงการหาจุดกึ่งกลางและจุดลักษณะสำคัญบนกรอบที่สนใจ โดยให้กรอบที่สนใจมีขนาด 120 x 120 พิกเซล จากภาพขนาด 256 x 256 พิกเซล



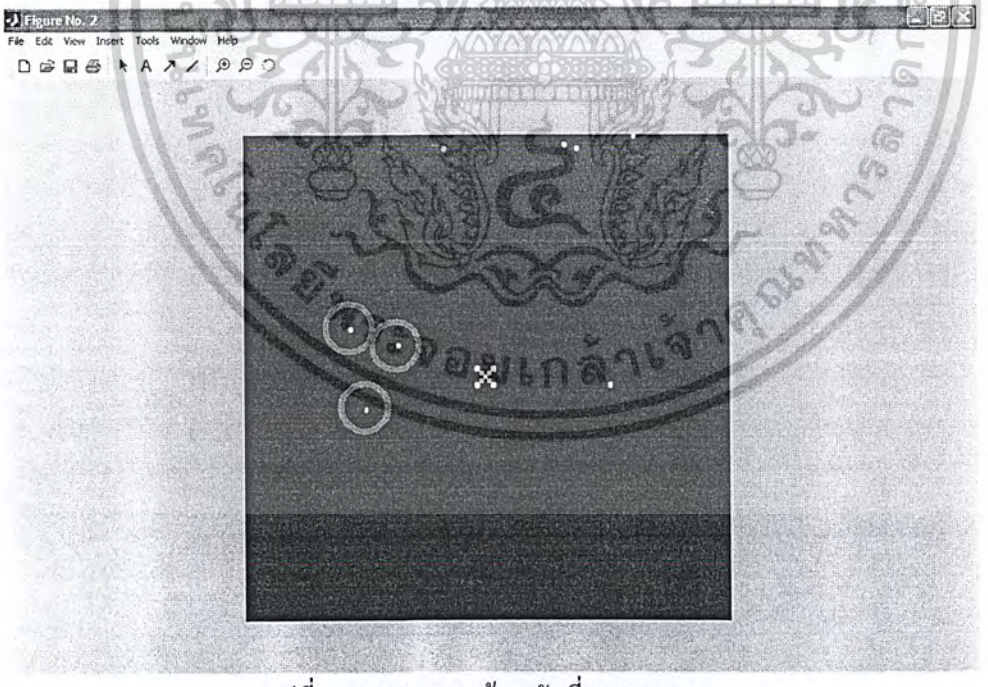
รูปที่ 8.47 แสดงภาพต้นฉบับแบบโค้งธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



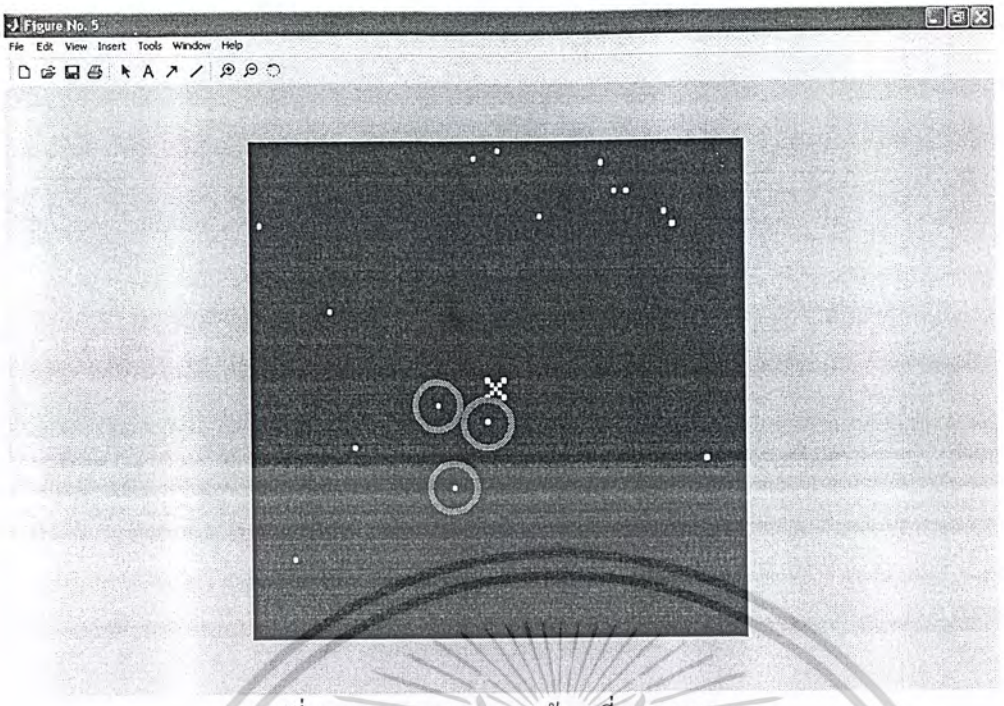
รูปที่ 8.48 แสดงภาพที่สแกนเข้ามาแบบโค้งธรรมดา

จากรูปที่ 8.49 และ 8.50 จะได้รูปสามเหลี่ยมทั้งหมดที่เกิดในกรอบที่สนใจทั้งหมด 56 และ 560รูป แต่จากการนำทั้ง 2 รูปนี้มาเปรียบเทียบลายนิ้วมือ จะได้ผลคือมีรูปสามเหลี่ยมเพียง 1 รูปในภาพที่ได้สแกนเข้ามาที่มีค่าเหมือนกับภาพต้นฉบับ



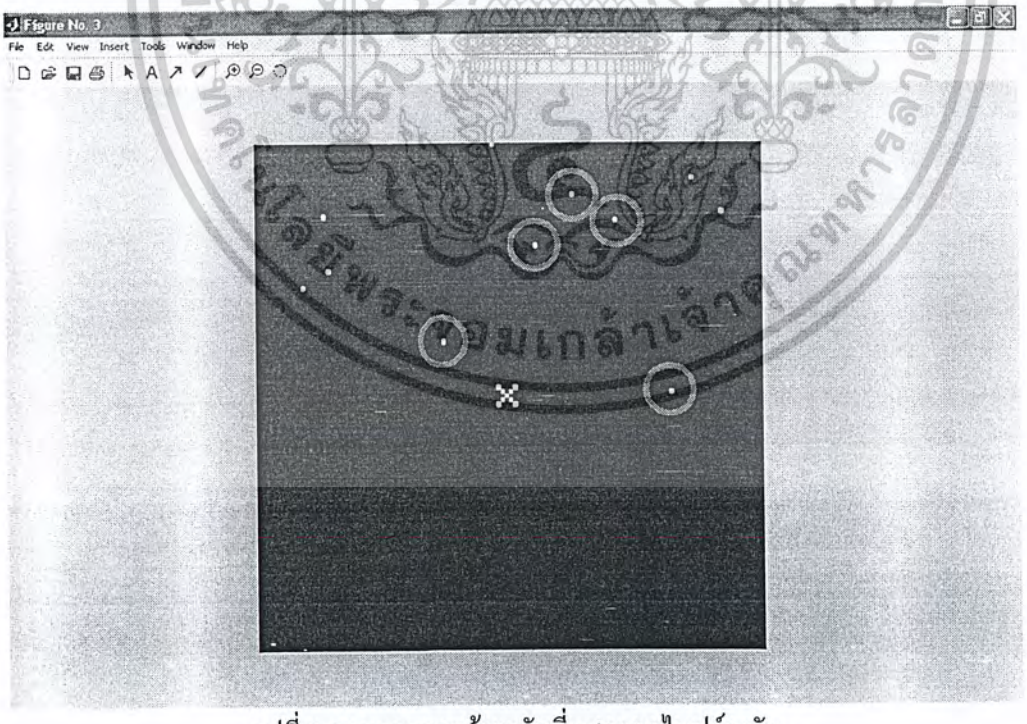
รูปที่ 8.49 แสดงภาพต้นฉบับที่แสดงจุดขาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



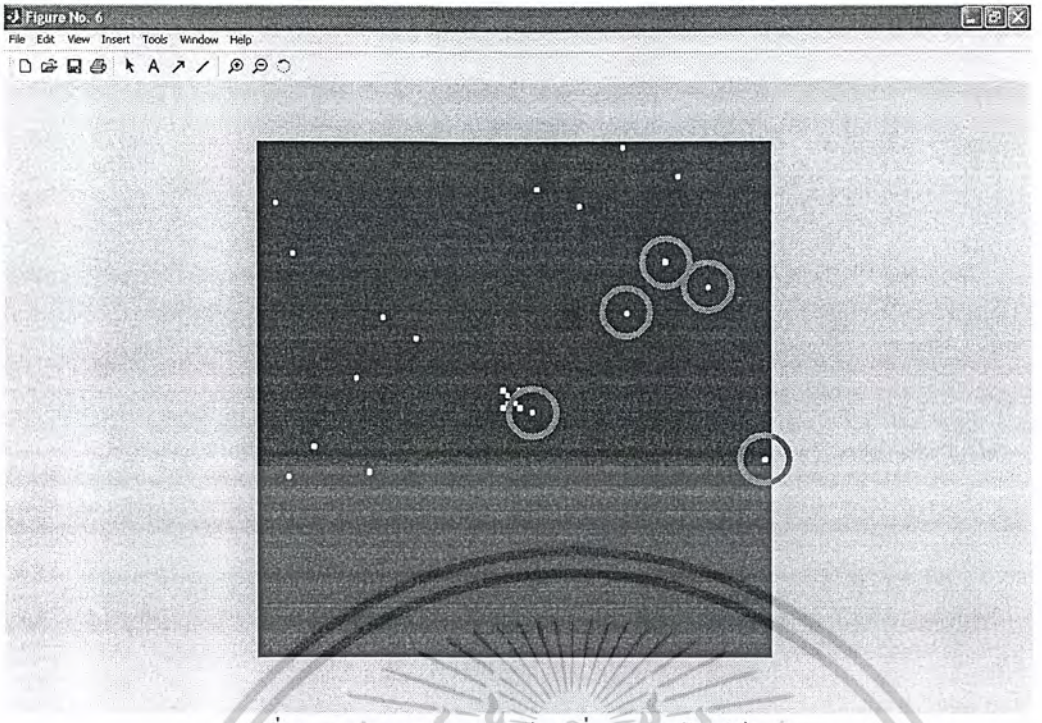
รูปที่ 8.50 แสดงภาพสแกนเข้ามาที่แสดงจุดขาด

จากรูปที่ 8.51 และ 8.52 จะได้รูปสามเหลี่ยมทั้งหมดที่เกิดในกรอบที่สนใจทั้งหมด 165 และ 680รูป แต่จากการนำทั้ง 2 รูปนี้มาเปรียบเทียบลายนิ้วมือ จะได้ผลคือมีรูปสามเหลี่ยมเพียง 10 รูปในภาพที่ได้สแกนเข้ามาที่มีค่าเหมือนกับภาพต้นฉบับ



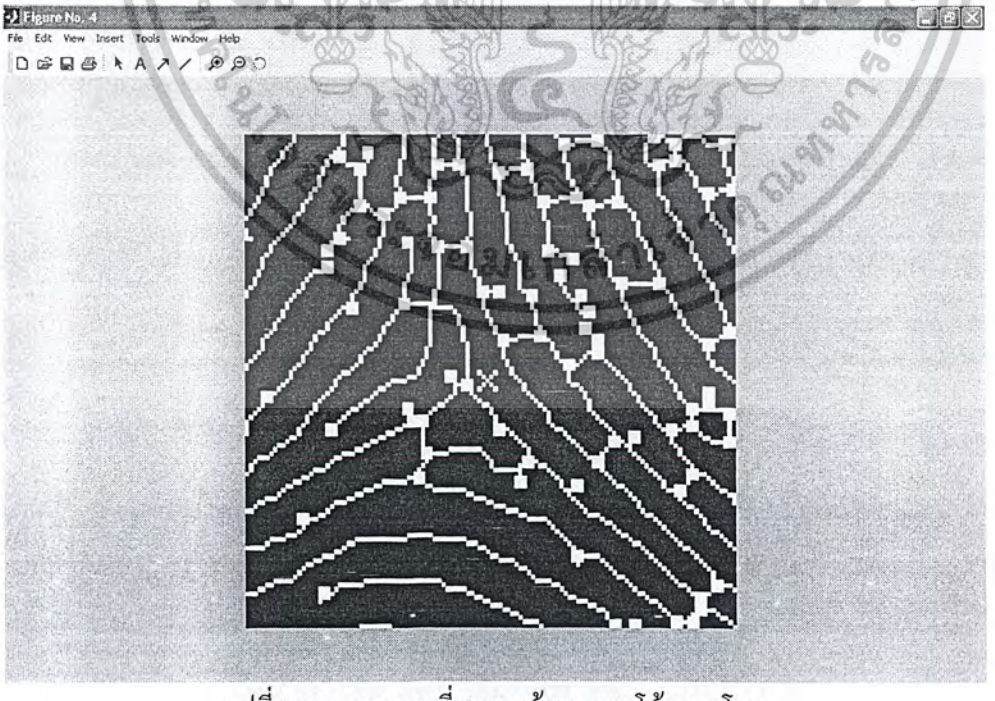
รูปที่ 8.51 แสดงภาพต้นฉบับที่แสดงจุดไบฟูร์เคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



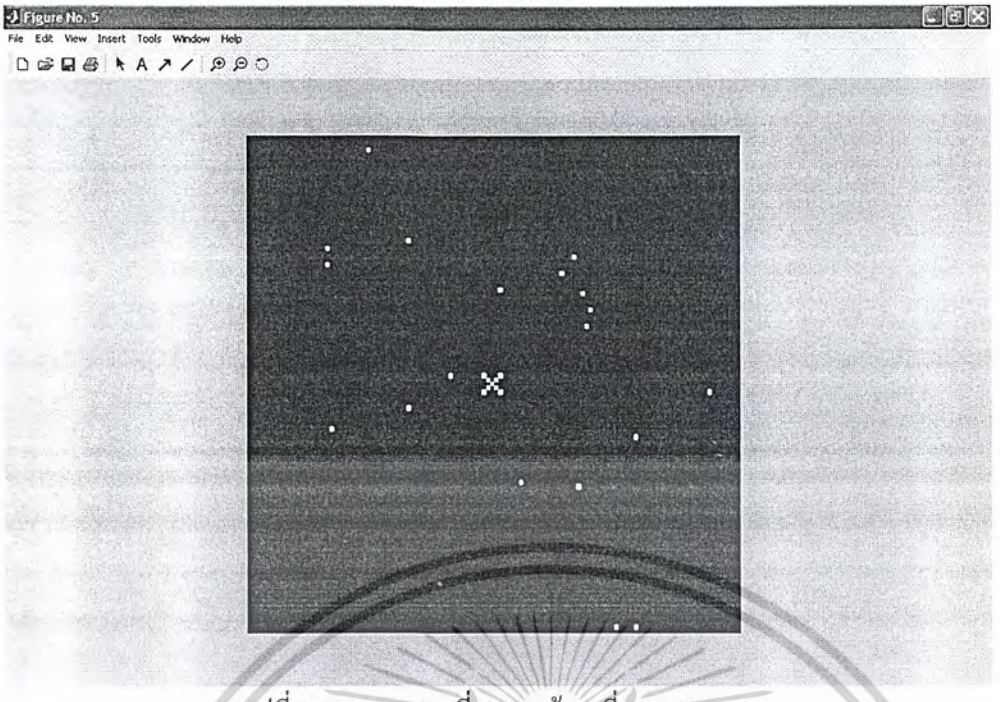
รูปที่ 8.52 แสดงภาพสแกนเข้ามาที่แสดงจุดไบฟูร์เคชัน

เมื่อทดลองเปรียบเทียบลายนิ้วมือกับลายนิ้วมือที่แตกต่างกับลายนิ้วมือต้นฉบับ จากรูปที่ 8.54 และ 8.55 จะได้รูปสามเหลี่ยมทั้งหมดที่เกิดในกรอบที่สนใจทั้งหมด 969 และ 45746รูป แต่จากการนำทั้ง 2 รูปนี้มาเปรียบเทียบลายนิ้วมือ จะได้ผลคือไม่มีรูปสามเหลี่ยมใดที่เหมือนกันกับรูปสามเหลี่ยมต้นฉบับ

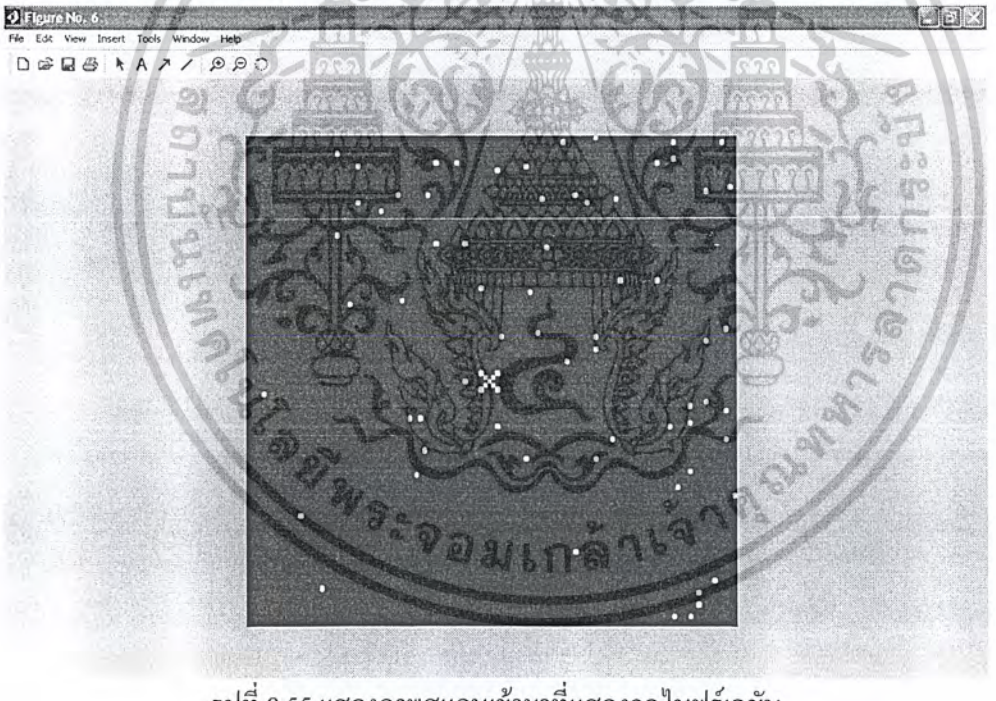


รูปที่ 8.53 แสดงภาพที่สแกนเข้ามาแบบโค้งกระโจม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



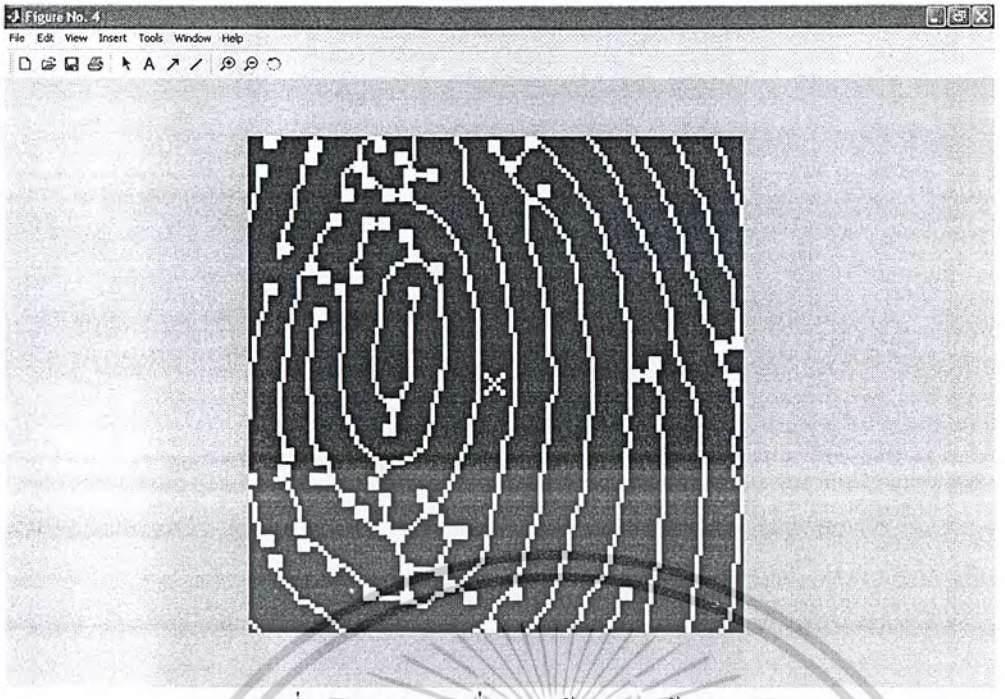
รูปที่ 8.54 แสดงภาพที่สแกนเข้ามาที่แสดงจุดขาด



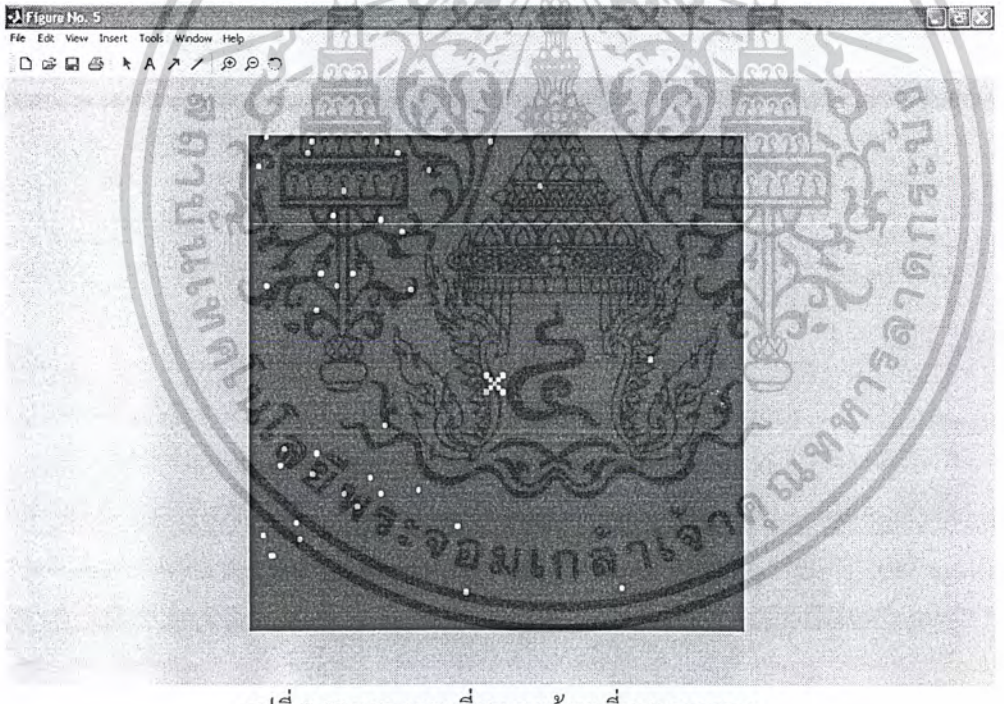
รูปที่ 8.55 แสดงภาพสแกนเข้ามาที่แสดงจุดไบฟูร์เคชัน

จากรูปที่ 8.57 และ 8.58 จะได้รูปสามเหลี่ยมทั้งหมดที่เกิดในกรอบที่สนใจทั้งหมด 7769 และ4958รูป แต่จากการนำทั้ง 2 รูปนี้มาเปรียบเทียบลายนิ้วมือ จะได้ผลคือไม่มีรูปสามเหลี่ยมใดที่เหมือนกันกับรูปสามเหลี่ยมต้นฉบับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

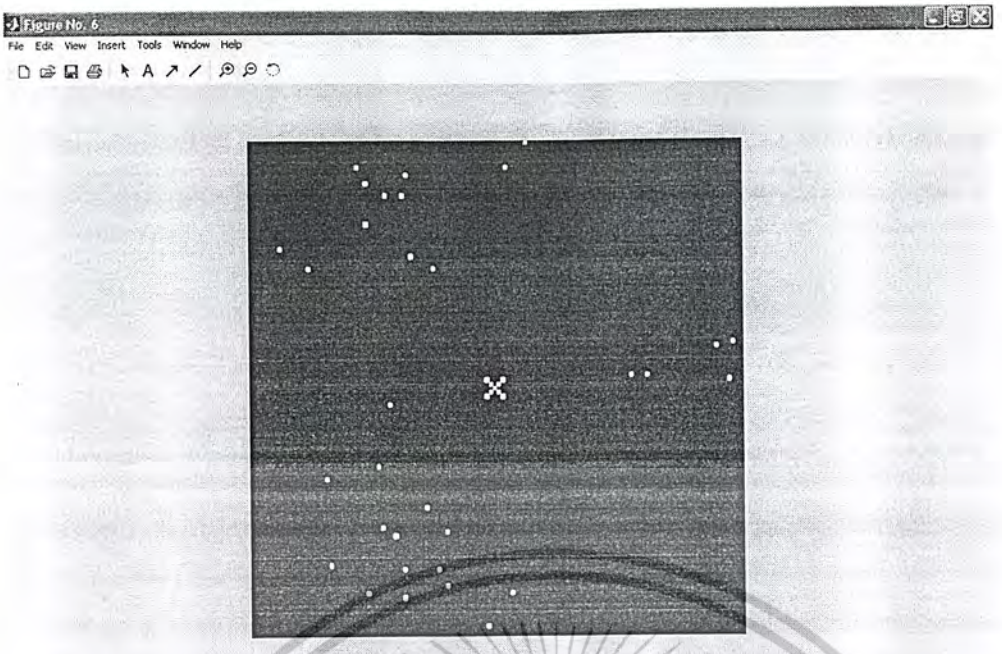


รูปที่ 8.56 แสดงภาพที่สแกนเข้ามาแบบก้นหอย



รูปที่ 8.57 แสดงภาพที่สแกนเข้ามาที่แสดงจุดขาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.58 แสดงภาพสแกนเข้ามาที่แสดงจุดไบฟูร์เคชัน

จากการทดลองนำภาพลายนิ้วมือมาเปรียบเทียบกันด้วยหลักการเปรียบเทียบด้วยสามเหลี่ยมที่เหมือนกันภายในกรอบลายนิ้วมือที่สนใจ ผลการทดลองที่ได้สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

ภาพลายนิ้วมือต้นฉบับกับภาพลายนิ้วมือที่สแกนเข้ามาเป็นภาพเดียวกันแต่มีการเปลี่ยนแปลงมุมของภาพไปจะได้ผลการทดลองคือ มีสามเหลี่ยมในภาพลายนิ้วมือที่สแกนเหมือนกับภาพสามเหลี่ยมที่เกิดในภาพลายนิ้วมือต้นฉบับ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์แล้วจะได้ประมาณ 10% ซึ่งเมื่อเทียบกับการนำภาพลายนิ้วมือที่ไม่ได้เป็นภาพเดียวกันแต่มีลักษณะคล้ายกันภาพสามเหลี่ยมที่เกิดขึ้นจะไม่มีสามเหลี่ยมใดเหมือนกับสามเหลี่ยมที่เกิดขึ้นในภาพต้นฉบับเลย สามารถวิเคราะห์เป็นเปอร์เซ็นต์ได้ดังนี้

- ภาพลายนิ้วมือกลุ่มโค้งธรรมดา(ภาพต้นฉบับ)เปรียบเทียบกับภาพลายนิ้วมือกลุ่มโค้งธรรมดาที่เปลี่ยนมุม(ภาพที่นำมาเปรียบเทียบ) สามเหลี่ยมที่เกิดขึ้นในภาพต้นฉบับแล้วเหมือนกับภาพที่ได้นำมาเปรียบเทียบในที่นี้คิดรวมทั้งการวิเคราะห์จากจุดขาดและจุดไบฟูร์เคชัน สามารถคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้เท่ากับ 10% จากสามเหลี่ยมที่เหมือนกันทั้ง 2 รูปลายนิ้วมือ
- ภาพลายนิ้วมือกลุ่มโค้งธรรมดา(ภาพต้นฉบับ)เปรียบเทียบกับภาพลายนิ้วมือกลุ่มโค้งกระโจม(ภาพที่นำมาเปรียบเทียบ) สามเหลี่ยมที่เกิดขึ้นในภาพต้นฉบับแล้วเหมือนกับภาพที่ได้นำมาเปรียบเทียบ สามารถคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้เท่ากับ 0% จากสามเหลี่ยมที่เหมือนกันทั้ง 2 รูปลายนิ้วมือ
- ภาพลายนิ้วมือกลุ่มโค้งธรรมดา(ภาพต้นฉบับ)เปรียบเทียบกับภาพลายนิ้วมือกลุ่มก้นหอย(ภาพที่นำมาเปรียบเทียบ) สามเหลี่ยมที่เกิดขึ้นในภาพต้นฉบับแล้วเหมือนกับภาพที่ได้นำมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบ สามารถคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้เท่ากับ 0% จากสามเหลี่ยมที่เหมือนกันทั้ง 2 รูป ลายนิ้วมือ

จากผลการทดลองดังกล่าสามารถสรุปได้ว่า การเปรียบเทียบลายนิ้วมือว่าเหมือนกันสามารถทำได้ในระดับหนึ่งแต่การทดลองแสดงให้เห็นว่าถ้ากรอบที่พิจารณามีการตีกรอบที่คงที่หมายถึงว่า สามารถที่จะกำหนดกรอบการพิจารณาได้มีรูปแบบที่เป็นมาตรฐานและแม่นยำทุกครั้งจะสามารถทำให้พิจารณาจุดลักษณะสำคัญบนลายนิ้วมือได้แม่นยำและถูกต้องยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 9
บทวิจารณ์และสรุป

9.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองตามบทที่ผ่านมาข้างต้น ในส่วนการทดลองโหมดการจับภาพสามารถทำได้โดยไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้น ส่วนของการเปลี่ยนค่ารีจิสเตอร์ควบคุมจะเห็นว่ารีจิสเตอร์ DTR, DCR เมื่อเพิ่มค่าจะทำให้รูปที่ได้มีความเข้มน้อยลง โดย DTR จะมีผลต่อความเข้มของพื้นหลัง DCR จะมีผลต่อความเข้มของทั้งรูป ส่วนรีจิสเตอร์ PGC จะทำหน้าที่เพิ่มความเข้มของเส้นลายนิ้วมือ

จากผลการทดลองเปรียบเทียบลายนิ้วมือจะได้ผลที่ดีในระดับหนึ่งคือ เมื่อเปรียบเทียบกับภาพลายนิ้วมือที่เหมือนกันแต่มีการเลื่อนมุม จะให้ผลที่มีการความเหมือนกันของรูปสามเหลี่ยมบางอย่างน้อย 1 รูป แต่ถ้าเป็นลายนิ้วมืออื่นๆ หรืออยู่ในกลุ่มอื่นจะให้ผลคือไม่มีรูปสามเหลี่ยมใดๆ เลยที่เหมือนกัน

ในการทดลองจะพบว่าเกิดปัญหาคือ ภาพลายนิ้วมือที่ได้จากเครื่องสแกนลายนิ้วมือมีความผิดพลาดในบางจุดพิกเซลเนื่องจากการเลื่อนของข้อมูลที่ส่งมาจากเซ็นเซอร์ เพราะว่าระบบของตัวเซ็นเซอร์มีการเพิ่มตำแหน่งอัตโนมัติเมื่อขา $\overline{RD}$ เปลี่ยนจาก Low เป็น High ในบางครั้งการสั่งอ่านข้อมูลจะเกิดความผิดพลาดเนื่องจากความถี่ในการเปลี่ยนระดับแรงดันที่ขา $\overline{RD}$ มีค่าสูงการส่งแรงดันผ่านสายที่ยาวทำให้มีการกระเพื่อมขณะเปลี่ยนแรงดัน (ปกติตัวชิบถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในอุปกรณ์ขนาดเล็ก เช่น PDA) ทำให้เกิดการผิดพลาดขึ้นทำให้บางข้อมูลมีการเลื่อนกันทำให้ภาพที่ได้ไม่สมบูรณ์ในบางครั้ง

อีกปัญหาหนึ่งคือ เมื่อเพิ่มค่า PGC มากขึ้นจะทำให้ตัวเซนเซอร์รับสัญญาณกระเพื่อมได้ไวขึ้นมากมีผลทำให้ภาพที่ได้มีการเลื่อนมากขึ้น

ปัญหาในการเปรียบเทียบลายนิ้วมือคือ จากการหาจุดกึ่งกลางของลายนิ้วมือถ้าเป็นรูปลายนิ้วมือเดียวกันแต่ลักษณะมุมต่างกัน จะทำให้การหาจุดกึ่งกลางของลายนิ้วมือได้ผลออกมาต่างกันทำให้การหากรอบที่สนใจผิดพลาดไปจึงให้ผลการเปรียบเทียบที่ไม่ดีนัก อาจแก้ไขโดยการใช้การวิเคราะห์ที่ดีกว่านี้เพื่อที่จะหาจุดกึ่งกลางของลายนิ้วมือได้ถูกต้องแม่นยำทุกครั้งไป

จากปัญหาการหาจุดกึ่งกลางของลายนิ้วมือที่ผิดพลาด(หมายเหตุ กรณีที่แสดงว่าผิดพลาดได้ทดลองทั้งในรูปแบบลายนิ้วมือเดียวกันแต่มีการเปลี่ยนหรือเลื่อนภาพเพียงแค่เล็กน้อย)ทำให้ภาพหรือกรอบที่ต้องการจะพิจารณาเลื่อนทุกครั้งไป จึงเป็นผลให้จุดลักษณะสำคัญต่างๆ ที่จะนำมาเปรียบเทียบเกิดการเลื่อนและได้รูปสามเหลี่ยมที่เกิดขึ้นในกรอบมีจำนวนสามเหลี่ยมต่างกันทั้ง 2 ภาพและทำให้มีสามเหลี่ยมที่เหมือนกันภายในกรอบน้อยลง

จากปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้โดยหาหลักการการวิเคราะห์หาจุดกึ่งกลางให้มีความแม่นยำและถูกต้องกว่านี้ หรือใช้หลักการอื่นเข้าช่วยในการวิเคราะภาพลายนิ้วมือ

การแก้ปัญหาคือ ต่อตัวเก็บประจุ เพื่อลดการกระเพื่อมของการเปลี่ยนระดับแรงดันเพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้องมากขึ้น ซึ่งผลที่ได้ก็ทำให้การเลื่อนของข้อมูลลดลงไปมากแต่ก็ยังไม่สามารถลดได้จนหมดจึงทำให้มีการเลื่อนของภาพอยู่บ้างเล็กน้อยและการแก้ปัญหาการเปรียบเทียบลายนิ้วมือคือ การทำการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนการเปรียบเทียบซึ่งจะช่วยให้ภาพที่ได้จากการทำในขั้นตอนนี้แล้วจะได้ภาพที่เหมาะสมกับการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ

เนื่องจากถ้าสามารถเปรียบเทียบลายนิ้วมือได้อย่างถูกต้องแม่นยำแล้ว สามารถนำไปใช้ประยุกต์ให้เข้ากับระบบต่างๆ ได้อย่างง่ายดายเช่น การประยุกต์เข้ากับรถยนต์, การนำไปใช้กับประตูตามห้องสำคัญๆ ต่างๆ, การประยุกต์ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์หรือฯลฯ

9.2 แนวทางการพัฒนาต่อ

การนำโครงงานนี้ไปพัฒนาต่อนั้นสามารถทำได้โดย ศึกษาการทำงานในเรื่องของการเปรียบเทียบลายนิ้วมือที่มีประสิทธิภาพ, การเตรียมภาพก่อนการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ, การลดสัญญาณลบกวนในตัวไอซีต่างๆหรือการเขียนโปรแกรมให้มีการจัดเก็บข้อมูลภาพลายนิ้วมือให้มีประสิทธิภาพ และสามารถเรียกมาใช้และเปรียบเทียบได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์

การนำหลักการและทฤษฎีการวิเคราะห์ลายนิ้วมือไปพัฒนาต่อนั้นจากผลการทดลอง สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นดังได้กล่าวไปแล้วข้างต้น การนำไปพัฒนาต่อจึงควรหาหลักการหาจุดกึ่งกลางที่แม่นยำกว่านี้ ส่วนการวิเคราะห์หาจุลักษณ์สำคัญนั้นควรใช้การวิเคราะห์หรือหาหลักการวิเคราะห์ที่ทำให้สามารถกำจัดจุดที่ไม่ใช่จุดลักษณะสำคัญ แต่หลักการที่ใช้นี้ไม่สามารถแยกแยะได้จึงทำให้เกิดความผิดพลาดดังเช่น จุดยักแต่โปรแกรมวิเคราะห์เป็นจุดขาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

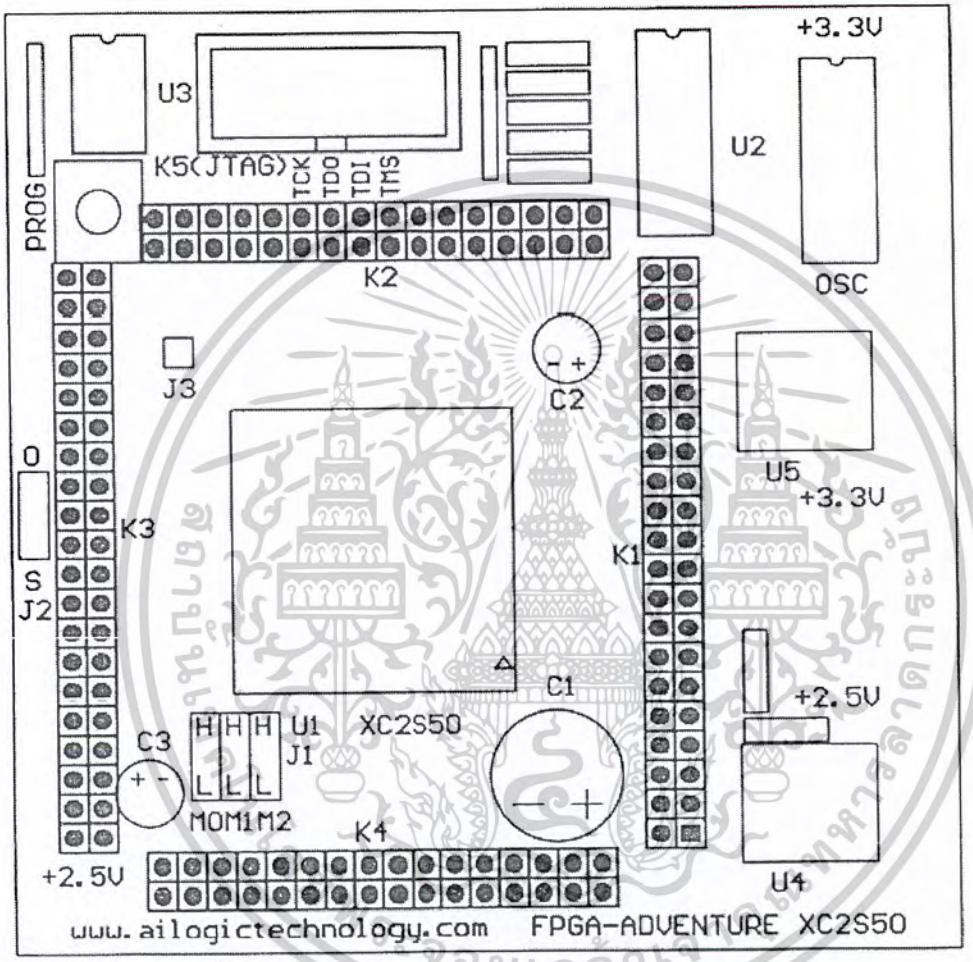
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

FPGA Adventure Discovery XC2S50 Board

รายละเอียดบอร์ดพัฒนา FPGA Adventure Discovery XC2S50 มีรายละเอียดแสดงดังรูป



รูปที่ ก-1 บอร์ดพัฒนา FPGA Adventure Discovery XC2S50

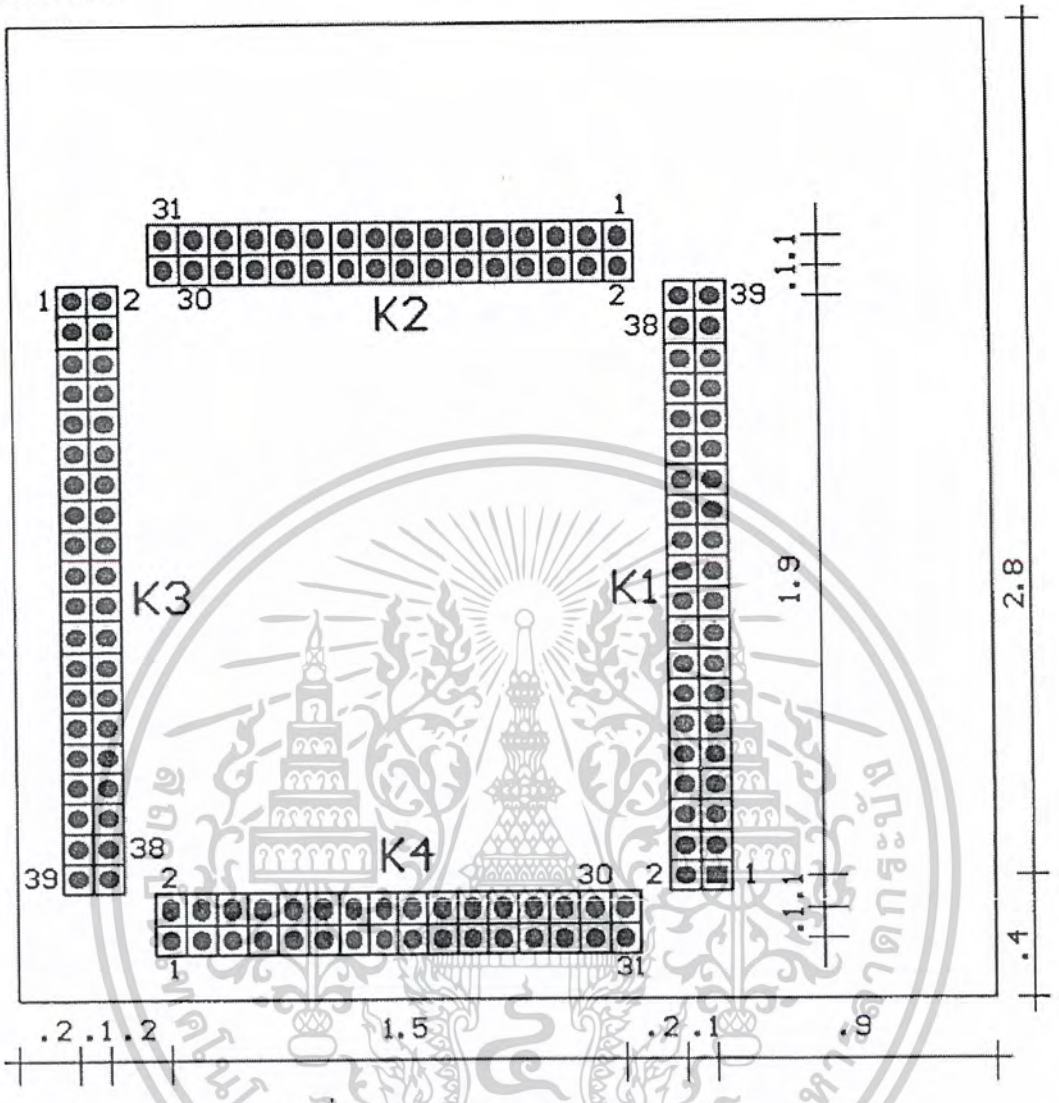
1. Connector and Jumper

1.1 Expansion Connector (K1-K4)

เป็นหัวต่อแบบ Dual Row Pin Header โดย K1 และ K3 เป็นแบบ 2x20 Pin ส่วน K2 และ K4 เป็นแบบ 2x16 Pin ที่ใช้เชื่อมสัญญาณอินพุทเอ้าท์พุท (I/O) ของ FPGA ไปยังบอร์ดอื่นๆ หรืออุปกรณ์ภายนอก มีรายละเอียดตามตารางที่ 1 การติดตั้งบอร์ดพัฒนาเข้ากับบอร์ดอื่นทำได้โดยการบัดกรีโดยตรงหรือเสียบเข้ากับ Female Header โดยที่ตำแหน่งรูของ PCB แสดงดังรูปที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 อุปกรณ์ (Component) ที่อยู่บนบอร์ดอื่นที่มีความสูงควรติดตั้งให้เลยออกไปจากขอบของบอร์ดพัฒนา



รูปที่ ก-2 ตำแหน่งรูของ PCB (Top Layer)

1.2 JTAG Connector (K5)

เป็น Connector 10 Pin ใช้ต่อกับ JTAG Cable ในการโปรแกรมข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ผ่านทาง Parallel Port ลงสู่ชิพ FPGA

1.3 J1 (M0, M1, M2)

จัมพ์เปอร์ที่ใช้เป็น Configuration Mode ของ FPGA รายละเอียดแสดงตามตารางที่ 2 โดยปกติหากเป็นการ Download โดยใช้ JTAG Cable จะสามารถทำได้ทันทีโดยไม่ต้องสนใจจัมพ์เปอร์ หรือ เซทตำแหน่งจัมพ์เปอร์ตามตารางที่ 2 ก็ได้ ตัวอย่างเช่น ถ้าเซทจัมพ์เปอร์ M0, M1 และM2 ไว้ด้านล่าง (L = Logic 0) ทั้งหมดดังรูป แสดงว่าเป็น Master Serial Mode เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 J2

เป็นจัมพ์เปอร์ที่ใช้เลือกสัญญาณนาฬิกาจากออสซิลเลเตอร์บนบอร์ดพัฒนา หรือจากภายนอกที่ต่อมาบอร์ดอื่นเข้ากับขา GCK0 ของ FPGA หากต้องการเลือกสัญญาณนาฬิกาจากออสซิลเลเตอร์บนบอร์ดพัฒนาให้เซทจัมพ์เปอร์ไปที่ตำแหน่ง S (Short) หากใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอกให้เซทจัมพ์เปอร์ ไปที่ตำแหน่ง O (Open)

1.5 J3 และ Push Button

ใช้เมื่อต้องการโปรแกรม FPGA ใหม่โดยไม่ต้องตัดไฟเลี้ยงออก เมื่อ Short J3 ลงกราวด์แล้วปล่อยให้ Open จะให้ผลเหมือนกับการกด Push Button 1 ครั้ง เพื่อรีเซทให้ FPGA พร้อมที่จะทำการโปรแกรมใหม่อีกครั้ง J3 จะใช้ในกรณีที่โปรแกรมลง FPGA ใน Slave Serial Mode

1.6 Power Supply

บอร์ดพัฒนาในตระกูล Adventure นี้บอร์ดถูกออกแบบในลักษณะ Daughter Board Style ดังนั้นบอร์ดอื่นหรือเมนบอร์ดที่ใช้งานต้องมีไฟเลี้ยง +5 โวลต์ (+/- 5%) ไปจ่ายให้กับบอร์ด Adventure ด้วย โดยจ่ายผ่านทางขาที่ 3 และ 4 หรือ 37 และ 38 ของ Connector K1 ซึ่งการติดตั้งอาจใช้วิธีการบัดกรีโดยตรงหรือเสียบบน Female Header ของบอร์ดอื่นก็ได้ ในขณะเดียวกันที่ขาของ K3 บอร์ด Adventure จะจ่ายไฟเลี้ยง +2.5 โวลต์ออกมาที่ขา 37 และ 38 และจ่ายไฟ +3.3 โวลต์ ออกมาที่ขา 39 และ 40 เพื่อให้บอร์ดอื่นสามารถใช้ไฟเลี้ยงตัวกล่าวได้โดยไม่ต้องกาแหล่งจ่ายจากภายนอกเพิ่มเติม แต่ละจุดจ่ายกระแสได้สูงสุดไม่เกิน 25 mA (หรือรวมกันได้ 50 mA) ซึ่งเพียงพอต่อการใช้งานไอซีเล็กๆ ประมาณ 2-3 ตัวเช่น บัฟเฟอร์ เกท ฟลิปฟลอป เป็นต้น

ในการใช้งานบอร์ด ส่วน Core ของ FPGA ไม่ควรกินกระแสไฟเกิน 500 mA และส่วน I/O ไม่ควรกินกระแสไฟเกิน 200 mA และรวมกันไม่ควรกินกระแสไฟเกิน 600 mA

2 Input

2.1 Oscillator (OSC)

เป็นตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกาที่ให้ตั้งบน IC Socket เพื่อให้ถอดสามารถเปลี่ยนได้ ทำให้สามารถใช้กับออสซิลเลเตอร์ความถี่อื่นๆได้ โดยที่ออสซิลเลเตอร์จะต่ออยู่กับขา Global clock (GCK0) ของ FPGA ซึ่งเป็นขาที่เหมาะสมสำหรับวงจรที่ต้องการทำงานที่ความถี่ในสูงๆ ในกรณีที่ใช้วงจร DLL ของ FPGA สัญญาณนาฬิกาที่เข้าต้องไม่น้อยกว่า 25 MHz (ในทางปฏิบัติ 24 MHzก็ยังสามารถทำงานได้)

2.2 Serial PROM Socket (U3)

เป็นช่องสำหรับใส่ IC Serial PROM เบอร์ XC17S50A ที่ได้รับการโปรแกรมวงจรเรียบร้อยแล้ว และต้องเซทจัมพ์เปอร์ J1 เพื่อให้ FPGA อยู่ใน Master Serial Mode (M0, M1 และ M2 เป็น Logic = 0) ในโหมดนี้ FPGA จะดาวน์โหลดข้อมูลจาก Serial PROM ลงสู่ชิพ FPGA อย่างอัตโนมัติทุกครั้งที่มีการจ่ายไฟเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-1 ตำแหน่ง Pin ที่ Connector (K1-K4) และ FPGA

FPGA Adventure Discovery

I/O	Pin
OSC	P88

Connector	Pin																			
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
K1	GND	5V	GND	P3	P4	P6	P7	P11	P12	P15	P18	P20	P21	P23	P26	P28	P29	P31	5V	3.3V
	GND	5V	GND	GND	P5	GND	P10	GND	P13	GND	P19	GND	P22	GND	P27	GND	P30	GND	5V	3.3V
K2	P38	P40	P42	P43	P46	P47	P49	P50	P54	P56	P58	P59	P62	P63	P65	P66				
	GND	P41	GND	P44	GND	P48	GND	P51	GND	P57	GND	P60	GND	P64	GND	P67				
K3	GND	GND	P74	P76	P77	P79	P80	P84	P85	P87	P88	P93	P94	P96	P99	P101	P102	GND	2.5V	GND
	GND	GND	P75	GND	P78	GND	P83	GND	P86	GND	P91	GND	P95	GND	P100	GND	P103	GND	2.5V	GND
K4	P112	P114	P115	P117	P118	P121	P122	P124	P126	P130	P131	P133	P134	P137	P138	P140				
	P113	GND	P116	GND	P120	GND	P123	GND	P129	GND	P132	GND	P136	GND	P139	P141				

หมายเหตุ

- Pin 21 ของ Connector K3 ต่ออยู่กับ FPGA Pin 88 เป็น GCK0 และต่ออยู่กับออสซิลเลเตอร์บนบอร์ด
- Pin 22 ของ Connector K3 ต่ออยู่กับ FPGA Pin 91 เป็น GCK1
- Pin 21 ของ Connector K1 ต่ออยู่กับ FPGA Pin 18 เป็น GCK2
- Pin 19 ของ Connector K1 ต่ออยู่กับ FPGA Pin 15 เป็น GCK3
- Pin GCK0 – GCK3 เป็นอินพุทได้อย่างเดียว "ไม่" สามารถทำเป็นเอาท์พุทได้
- I/O ทุกขาของ FPGA สามารถรองรับสัญญาณที่ 5 โวลต์ และ 3.3 โวลต์

ตารางที่ ก-2 การเซทจัมพ์เปอร์ J1 เพื่อให้ FPGA ทำงานในโหมดที่ต้องการ

Configuration Mode	M0	M1	M2	GCLK Direction	Data width	Serial Dout
Master Serial mode	0	0	0	Out	1	Yes
Slave Parallel mode	0	1	1	In	8	No
Boundary-Scan mode	1	0	1	N/A	1	No
Slave Serial mode	1	1	1	In	1	Yes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุลและชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล (2535) : "เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช" บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด

เวปไซด์อ้างอิง

http://www.fma.fujitsu.com/pdf/mbf200_fs.pdf

http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc0265.pdf

http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc0006.pdf

http://cecsfp.cecs.evansville.edu/pdf/dm74374.pdf

http://www.electronelec.co.uk/datasheets/Samsung/K6T4008C1B.PDF

http://www.semiconductors.philips.com/acrobat/datasheets/74HC_HCT04_3.pdf

http://www.es.co.th/Detail.asp?Prod=MBF200PFW-LP

http://www.es.co.th/article/article1/article1.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้