

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องสแกนลายนิ้วมือ

FINGERPRINT SCANNER



โดย

นางสาวมณฑาพร

เลาหบุตร

นายวรรณะ

วงษ์กิติคุณ

นางสาวสิริกานต์

วรชีวัน

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... 73133

วันเดือนปี..... 4 ก.ค. 2550

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องสแกนลายนิ้วมือ
FINGERPRINT SCANNER



ปฏิญานิพนธ์สำหรับปฏิญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการภาษาไทย	เครื่องสแกนลายนิ้วมือ
ชื่อโครงการภาษาอังกฤษ	Fingerprint Scanner
ชื่อนักศึกษาและรหัสประจำตัว	นางสาวมณฑพร เลาหบุตร 45010609
	นายวรรณะ วงษ์กิติคุณ 45010670
	นางสาวสิริกานต์วรชีวัน 45010830

โครงการได้รับการตรวจแล้ว พร้อมทั้งจะทำการสอบได้



(ผศ.ดร.บุษนา ทิศจิตใจเดียว)
อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ ปีการศึกษา 2548

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องสแกนลายนิ้วมือ

ผู้จัดทำ

1. นางสาวนาพร เลาหบุตร 45010609
2. นายวรรณะ วงษ์กิติคุณ 45010670
3. นางสาวสิริกานต์ วรชิวัน 45010830



อาจารย์ที่ปรึกษา

(ศส.ดร.ยุทธนา กิติใจเดียว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องสแกนลายนิ้วมือ

นางสาวมณฑาพร	เลาหบุตร	45010609
นายวรรณณะ	วงษ์กิติคุณ	45010670
นางสาวศิริกานต์	วรชีวัน	45010830
ผศ.ดร.ยุทธนา	กิติใจเดียว	อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2548		

บทคัดย่อ

โครงการนี้ได้นำเสนอเครื่องสแกนลายนิ้วมือ ซึ่งสามารถตรวจสอบลายนิ้วมือของบุคคลว่าเป็นลายนิ้วมือเดียวกันหรือไม่ โดยมีการประมวลผลเบื้องต้น(Preprocessing) การประมวลผลภายหลัง (Post processing) และกระบวนการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ เราได้ใช้โปรแกรมแลปวิว (LabVIEW) เป็นโปรแกรมหลักในการประมวลผลของภาพลายนิ้วมือบนเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถดึงโปรแกรมแมทแลป (MATLAB)เข้ามาช่วยในการประมวลผลด้วยอัลกอริทึมที่เราเขียนไว้ได้ หลักการทำงานของโครงการนี้คือ เครื่องจะทำการสแกนภาพลายนิ้วมือของบุคคลจากเซ็นเซอร์(IC MBF200) เข้ามาประมวลผลในคอมพิวเตอร์ แล้วทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการสแกนภาพเข้ามาเก็บเป็นฐานข้อมูลไว้ก่อนหน้าว่าเป็นบุคคลคนเดียวกันหรือไม่ จากนั้นคอมพิวเตอร์จะส่งผลไปที่เครื่องสแกนลายนิ้วมือ เพื่อทำการเปิด-ปิดประตูต่อไป ซึ่งหลักการเหล่านี้สามารถถูกนำมาใช้ในการพัฒนาระบบรักษาความปลอดภัยให้มีประสิทธิภาพขึ้นได้

Fingerprint Scanner

Miss Manaporn LAOHABUTR 45010609

Mr. Wanna WONGKITIKHUN 45010670

Miss Sirikarn WORACHEEWAN 45010830

Assist. Prof. Dr. Yuttana KITJAIIDURE Advisor

2005

Abstract

This project presents 'Fingerprint Scanner' which can verify and classify a person, a fingerprint sensor, MBF200, including an imaging surface to capture images of a user's finger when the finger is swiped against the imaging surface. To verify the user's identity, the processes will be run on the following steps. First, a person's fingerprint will be scanned from a sensor(IC MBF200) through the serial port of a computer by LabVIEW to get data and link to MATLAB for processing. Second, after we get data from MATLAB, the matching algorithm will be used to identify a person which can be developed to the security system.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีก็ด้วยความสนับสนุนช่วยเหลือและกำลังใจจากหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกัน โดยการให้ข้อมูล อุปกรณ์สนับสนุน และชี้แนะข้อคิดเห็นต่างๆ ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในการดำเนินการ ไม่ว่าจะเป็นจากพี่ ๆ เพื่อน ๆ ในภาคอิเล็กทรอนิกส์และภาคอื่นๆ ที่ให้ความช่วยเหลือทุก ๆ ด้าน พี่ ๆ ปรียญาโทที่ช่วยกันให้คำปรึกษาและให้กำลังใจในการทำงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผศ. ดร. ยุทธนา กิจใจเดียว ที่ให้คำปรึกษาตลอดเวลา และอาจารย์ทุก ๆ ท่านที่ให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี

ผู้จัดทำจึงขอขอบคุณทุก ๆ ท่านมา ณ โอกาสนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

ชื่อเรื่อง	หน้าที่
บทคัดย่อ	I
Abstract	II
สารบัญ	III
สารบัญรูปภาพ	VII
สารบัญตาราง	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1. รายละเอียดโดยย่อของโครงการ	1
1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3. ขอบเขตของโครงการ	1
1.4. ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการนี้	1
บทที่ 2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับลายนิ้วมือ	2
2.1. ลักษณะของจุดต่างๆบนลายนิ้วมือ	2
2.1.1. จุดกึ่งกลาง (Core)	2
2.1.2. ลักษณะสำคัญ (Minutiae)	3
2.2. ชนิดและรูปแบบลายนิ้วมือ	4
2.2.1. กลุ่มเส้นโค้ง	4
2.2.2. กลุ่มมัดหวาย (Loop)	5
2.2.3. กลุ่มก้นหอย (Whorl)	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4. กลุ่มชับซ้อน (Accidental Whorl)	7
บทที่ 3 MBF200 Solid State Fingerprint Sensor	8
3.1. คุณสมบัติ (Feature)	8
3.1.1. การนำไปใช้งาน	8
3.1.2. การทำงาน	8
3.2. Pin Descriptions	9
3.3. Microprocessor Bus Interface	12
3.4. Function Register	13
3.5. แผนภาพแสดงขั้นตอนการสั่งงานการทำงานของ MBF200	17
บทที่ 4 อุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน	19
4.1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51	19
4.2. การเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมโดยใช้ไอซี MAX232	21
4.3. การใช้งาน 74HC573	22
4.4. การใช้งาน SRAM K6T1008C2E	22
4.6. KEYPAD 4x3 DECODINGS	24
บทที่ 5 ทฤษฎีและหลักการวิเคราะห์ลายนิ้วมือ	25
5.1. หลักการวิเคราะห์ลายนิ้วมือ	25
5.1.1. หลักการวิเคราะห์ลายนิ้วมือโดยทั่วไป	25
5.1.2. หลักการวิเคราะห์ลายนิ้วมือสำหรับโครงงานนี้	26
5.2. ขั้นตอนการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ	27
5.2.1. การประมวลผลเบื้องต้น (Preprocessing)	27
5.2.2. การประมวลผลภายหลัง (Postprocessing)	32
5.2.3. การทำฐานข้อมูล(Template Database)	34
5.2.4. การเปรียบเทียบลายนิ้วมือ	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	5.2.5. วิธีการวัดความแม่นยำของระบบ	35
บทที่ 6	การออกแบบอุปกรณ์เพื่อทำงานกับไอซี MBF200	36
	6.1. หลักการและจุดประสงค์ในการออกแบบ	36
	6.2. อุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน	36
	6.3. การออกแบบ	36
	6.3.1. การออกแบบวงจรไอซี MBF200	36
	6.3.2. การออกแบบวงจรการทำงาน	38
	6.3.3. การออกแบบวงจรเพื่อสร้างเครื่องสแกนลายนิ้วมือที่สามารถประมวลผลบนคอมพิวเตอร์ได้	41
บทที่ 7	การออกแบบโปรแกรมที่ใช้งานกับอุปกรณ์	45
	7.1. จุดประสงค์ในการออกแบบ	45
	7.2. ซอฟต์แวร์ (Software) ที่นำมาออกแบบ	45
	7.3. การออกแบบ	45
	7.4. แผนผังการทำงานของแต่ละ โปรแกรม	46
	7.4.1. โปรแกรมแสดงภาพที่สแกนผ่านพอร์ตอนุกรม	46
	7.4.2. โปรแกรมควบคุมการทำงาน MBF200 โดยใช้ MCS-51	48
	7.4.3. โปรแกรมวิเคราะห์หาจุดเด่นของภาพลายนิ้วมือ	50
บทที่ 8	การทดลองและผลการทดลอง	51
	8.1. การทดลองการนำภาพลายนิ้วมือมาวิเคราะห์	51
	8.1.1. การทดลองนอร์มัลไลเซชัน (Normalization)	51
	8.1.2. การทดลองการหาภาพทิศทาง (Orientation)	52
	8.1.3. การทดลองการกรองลดสัญญาณรบกวน (Filtering)	53
	8.1.4. การทดลองการทำเส้นลายนิ้วมือให้บาง (Thinning)	53
	8.1.5. การทดลองการหาจุดกึ่งกลางภาพทิศทาง (Core)	54
	8.1.6. การทดลองการหาจุดสำคัญ (Minutiae Extraction)	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.1.7. การทดลองการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมี ที่ลากจุดกึ่งกลางถึงจุดสำคัญและมุมที่จุดสำคัญทำกับแกน X	55
8.2. การทดลองการทำฐานข้อมูล (Template Database)	55
8.3. การทดลองการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ	57
8.3.1. การทดลองการเปรียบเทียบลายนิ้วมือของบุคคลเดียวกันได้ผลเท่ากัน	57
8.3.2. การทดลองการเปรียบเทียบลายนิ้วมือของบุคคลเดียวกันและได้ผลต่างกัน	60
8.3.3. การทดลองการเปรียบเทียบลายนิ้วมือของบุคคลต่างกันแต่เป็นลายนิ้วมือ ชนิดเดียวกันได้ผลต่างกัน	62
8.3.4. การทดลองการเปรียบเทียบลายนิ้วมือของบุคคลต่างกันเป็นลายนิ้วมือ ต่างชนิดได้ผลต่างกัน	64
8.4. การทดลองการหาค่า FRR และ FAR	66
บทที่ 9 บทวิจารณ์และสรุป	70
9.1. สรุปผลการทดลอง	70
9.2. เครื่องสแกนลายนิ้วมือสำหรับควบคุมการเปิด-ปิดประตู โดย ประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์	70
9.3. แนวทางการพัฒนาต่อ	71
9.4. วิจารณ์โครงการ	71
ภาคผนวก	i
กิตติกรรมประกาศ	vii
บรรณานุกรม	viii

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้าที่
รูปที่ 2.1 แสดงบริเวณที่มีลักษณะรูปแบบเป็นจุดกึ่งกลาง(Core)	2
รูปที่ 2.2 แสดงจุดแยกของลายนูน(Ridge Bifurcation)	3
รูปที่ 2.3 แสดงจุดปลายของลายนูน (Ridge Ending)	3
รูปที่ 2.4 แสดงกลุ่มโค้งราบ (Arch)	4
รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะของรูปแบบเส้นโค้งกระโจม (Tented Arch)	4
รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะของกลุ่มมัดหวายเอียงขวา (Right Loop)	5
รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะของกลุ่มมัดหวายเอียงซ้าย (Left Loop)	5
รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะรูปแบบของกลุ่มมัดหวายคู่ (Double Loop)	6
รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะรูปแบบของกลุ่มกันหอย (Whorl)	6
รูปที่ 2.10 แสดงลักษณะรูปแบบของกลุ่มซับซ้อน (Accidental Whorl)	7
รูปที่ 3.1 แสดงเทคโนโลยีและการทำงานของ Static-Capacity Semiconductor Sensor	9
รูปที่ 3.2 แสดงแบบจำลองการทำงานของ MBF200	15
รูปที่ 3.3 แสดงขาสัญญาณของ MBF200	16
รูปที่ 3.4 แสดงการเลือกโหมดการทำงานของ MBF200	17
รูปที่ 3.5 แสดงการปรับค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อความคมชัดของภาพ	17
รูปที่ 3.6 แสดงขั้นตอนการสแกนภาพ	18
รูปที่ 4.1 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในอนุกรม AT89C5x	19
รูปที่ 4.2 ไอซี MAX232	21
รูปที่ 4.3 ไอซี 74HC573	22
รูปที่ 4.4 ไอซี SRAM K6T1008C2E	23
รูปที่ 4.5 LCD แบบ 16 อักขร 2บรรทัด	23
รูปที่ 4.6 แสดงรูปร่างจรรยา KEYPAD 4 แถว 3 หลัก	24
รูปที่ 5.1 แสดงขั้นตอนการเปรียบเทียบลายนิ้วมือโดยทั่วไป	26
รูปที่ 5.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของเปรียบเทียบลายนิ้วมือในโครงการนี้	26
รูปที่ 5.3 a) รูปต้นแบบ b) รูปที่ผ่านการทำnormalized	28
รูปที่ 5.4 หน้ากาก Sobel Convolution	28
รูปที่ 5.5 แสดงภาพทิศทางของเส้นลายนิ้วมือ	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.6	แสดงเส้นลายนิ้วมือที่ผ่านกระบวนการกรองแล้ว	31
รูปที่ 5.7	แสดงภาพเส้นลายนิ้วมือที่ผ่านกระบวนการทำเส้นลายนิ้วมือให้บางแล้ว	31
รูปที่ 5.8	แสดงจุดกึ่งกลางของภาพลายนิ้วมือ	32
รูปที่ 5.9	แสดงจุดสำคัญที่ได้จากภาพลายนิ้วมือ	33
รูปที่ 5.10	แสดงรูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีและมุมที่จุดสำคัญทำกับแกน X	34
รูปที่ 5.11	แสดงขั้นตอนการทำฐานข้อมูล	35
รูปที่ 6.1	แสดงการป้อนไฟเลี้ยงให้ไอซี MBF200	36
รูปที่ 6.2	แสดงการออกแบบส่วนไอซี MBF200	37
รูปที่ 6.3	แสดงแผนภาพการออกแบบของวงจรที่ 1 SENSOR BOARD	38
รูปที่ 6.4	แสดงรูปการต่ออุปกรณ์ในวงจรที่ 1 SENSOR BOARD	39
รูปที่ 6.5	แสดงอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อรับภาพลายนิ้วมือ	40
รูปที่ 6.6	แสดงลักษณะการทำงานของเครื่องสแกนลายนิ้วมือที่ประมวลผลบนคอมพิวเตอร์	41
รูปที่ 6.7	แสดงการออกแบบวงจรที่ 2 CONTROLLER BOARD	42
รูปที่ 6.8	แสดงรูปการต่ออุปกรณ์ในวงจรที่ 2 CONTROLLER BOARD	43
รูปที่ 6.9	แสดงเครื่องสแกนลายนิ้วมือที่ได้สร้างขึ้น	44
รูปที่ 7.1	แสดงโปรแกรมที่ใช้ในการสแกนภาพลายนิ้วมือ	45
รูปที่ 7.2	แสดงแผนผังการออกแบบโปรแกรมแสดงภาพที่สแกนผ่านพอร์ตอนุกรม	47
รูปที่ 7.3	แสดงการทำงานของ MCS-51 ขณะดึงข้อมูลมาเก็บไว้ที่หน่วยความจำชั่วคราว	48
รูปที่ 7.4	แสดงการทำงานของภารกิจข้อมูลจากหน่วยความจำชั่วคราวไปยังคอมพิวเตอร์	49
รูปที่ 7.5	แสดงการทำงานของภารกิจวิเคราะห์หาจุดเด่นของภาพลายนิ้วมือ	50
รูปที่ 8.1	ภาพลายนิ้วมือที่ได้จากการสแกน (ก) แบบมัดหวาย (ข) แบบกั้นหอย	51
รูปที่ 8.2	ภาพลายนิ้วมือที่ผ่านการทำ Normalize (ก) แบบมัดหวาย (ข) แบบกั้นหอย	52
รูปที่ 8.3	ภาพทิศทางของลายนิ้วมือ รูปที่ 8.2 (ก)	52
รูปที่ 8.4	ภาพลายนิ้วมือที่ผ่านการกรองลดสัญญาณรบกวนของรูปที่ 8.2 (ก)	53
รูปที่ 8.5	ภาพลายนิ้วมือที่ผ่านการทำเส้นให้บางของรูปที่ 8.5	53
รูปที่ 8.6	ภาพแสดงตำแหน่งจุดกึ่งกลางที่ได้จากภาพทิศทาง รูปที่ 8.4	54
รูปที่ 8.7	ภาพแสดงตำแหน่งจุดสำคัญที่ได้จากภาพที่ผ่านการทำเส้นให้บาง รูปที่ 8.6	54
รูปที่ 8.8	รูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีที่ลากจุดกึ่งกลางถึงจุดสำคัญ และมุมที่จุดสำคัญทำกับแกน X	55
รูปที่ 8.9	รูปลายนิ้วมือของบุคคลที่ 1 (ก)ภาพที่ 1 (ข)ภาพที่ 2	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8.10	รูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมี และมุมของบุคคลอ้างอิง	59
รูปที่ 8.11	รูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมี และมุมของบุคคลเดิม (ภาพที่ 2)	59
รูปที่ 8.12	เปรียบเทียบภาพสองระดับของบุคคลคนเดียวกัน ได้ผลใกล้เคียงกัน	60
รูปที่ 8.13	รูปลายนิ้วมือของบุคคลที่ 1 (ก)ภาพที่ 1 (ข)ภาพที่ 3	60
รูปที่ 8.14	รูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมี และมุมของบุคคลเดิม (ภาพที่ 3)	61
รูปที่ 8.15	เปรียบเทียบภาพสองระดับของบุคคลคนเดียวกัน ได้ผลต่างกัน	62
รูปที่ 8.16	(ก)รูปลายนิ้วมือชนิดเดียวกันของบุคคลที่1(ข)รูปลายนิ้วมือชนิดเดียวกันของบุคคลที่2	62
รูปที่ 8.17	รูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมี และมุมของบุคคลต่างกัน แต่เป็นลายนิ้วมือชนิดเดียวกันบุคคลที่ 2	63
รูปที่ 8.18	เปรียบเทียบภาพลายนิ้วมือชนิดเดียวกันของบุคคลต่างกัน ได้ผลต่างกัน	64
รูปที่ 8.19	(ก)รูปลายนิ้วมือต่างชนิดกันของบุคคลที่1(ข)รูปลายนิ้วมือต่างชนิดกันของบุคคลที่3	64
รูปที่ 8.20	รูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมี และมุมของบุคคลต่างกัน ที่เป็นลายนิ้วมือต่างชนิดกันบุคคลที่ 3	65
รูปที่ 8.21	เปรียบเทียบภาพลายนิ้วมือต่างชนิดกันของบุคคลต่างกัน ได้ผลต่างกัน	66
รูปที่ i	แสดงการวางเซนเซอร์สแกนลายนิ้วมือ	ii
รูปที่ ii	แสดงลายวงจรเซนเซอร์สแกนลายนิ้วมือ	ii
รูปที่ iii	แสดงตำแหน่งการวางอุปกรณ์บอร์ดสแกน	iii
รูปที่ iv	แสดงลายวงจรบอร์ดสแกน	iii
รูปที่ v	แสดงตำแหน่งการวางอุปกรณ์บอร์ด LCD และ KEYPAD	iv
รูปที่ vi	แสดงลายวงจรบอร์ด LCD และ KEYPAD	iv

สารบัญตาราง

	หน้าที่
ตารางที่ 3.1 Truth Table for the Microprocessor Bus Interface	13
ตารางที่ 8.1. แสดงการหาค่าเฉลี่ยกลุ่มเพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูลบุคคลที่ 1	55
ตารางที่ 8.2. แสดงค่ารัศมีและมุมของบุคคลที่ 1 (ภาพที่ 1) ซึ่งต่อไปนี้จะให้เป็นบุคคลอ้างอิง	58
ตารางที่ 8.3. แสดงค่ารัศมีและมุมที่ ของบุคคลที่ 1 (ภาพที่ 2)	58
ตารางที่ 8.4. แสดงค่ารัศมีและมุมของบุคคลที่ 1 (ภาพที่ 1) ซึ่งเป็นบุคคลอ้างอิง	61
ตารางที่ 8.5. แสดงค่ารัศมีและมุมของบุคคลที่ 1 (ภาพที่ 3)	61
ตารางที่ 8.6. แสดงค่ารัศมีและมุมของบุคคลที่ 1 (ภาพที่ 1) ซึ่งเป็นบุคคลอ้างอิง	63
ตารางที่ 8.7. แสดงค่ารัศมีและมุมของบุคคลที่ 2 ที่มีลายนิ้วมือแบบเดียวกัน	63
ตารางที่ 8.8. แสดงค่ารัศมีและมุมของบุคคลที่ 1 (ภาพที่ 1) ซึ่งเป็นบุคคลอ้างอิง	65
ตารางที่ 8.9. แสดงค่ารัศมีและมุมของบุคคลที่ 3 ที่มีลายนิ้วมือต่างชนิดกัน	65
ตารางที่ 8.10 แสดงผลการหาค่า FRR จากการสแกนลายนิ้วมือของบุคคลเดียวกัน	66
ตารางที่ 8.11 แสดงผลการหาค่า FAR จากการสแกนลายนิ้วมือของบุคคล 20 บุคคล	68

บทที่ 1

บทนำ

โครงการเครื่องสแกนลายนิ้วมือนี้ได้สร้างขึ้นเพื่อสแกนลายนิ้วมือและสามารถเปรียบเทียบลายนิ้วมือได้อย่างถูกต้อง โดยอุปกรณ์นี้สามารถจะนำไปประยุกต์ใช้งานรักษาความปลอดภัยต่างๆ ได้ เช่น ระบบประตูรักษาความปลอดภัย ระบบคอมพิวเตอร์รักษาความปลอดภัย

1.1. รายละเอียดโดยย่อของโครงการ

โครงการนี้เป็นโครงการเครื่องสแกนลายนิ้วมือโดยใช้ไอซี MBE200 เป็นอุปกรณ์ในการสแกนลายนิ้วมือและใช้โปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลเปรียบเทียบลายนิ้วมือ โดยตัวอุปกรณ์สามารถติดต่อและส่งข้อมูลผ่านทางคอมพิวเตอร์โดยใช้พอร์ตอนุกรม ส่วนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ใช้โปรแกรมเมทแล็บ (MATLAB) ในการเปรียบเทียบลายนิ้วมือและโปรแกรมแลปวิว (LabVIEW) ในการติดต่อข้อมูลระหว่างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ และในการแสดงผล

1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) เพื่อศึกษาหลักการวิเคราะห์และเปรียบเทียบลายนิ้วมือ
- 2) เพื่อกำหนดอัลกอริทึมที่ง่ายต่อการนำไปสร้างเป็นเครื่องสแกนลายนิ้วมือ
- 3) เพื่อสร้างเครื่องสแกนลายนิ้วมือที่ใช้ในระบบรักษาความปลอดภัย
- 4) เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีในระบบรักษาความปลอดภัย

1.3. ขอบเขตของโครงการ

สร้างเครื่องสแกนลายนิ้วมือที่สามารถสแกนลายนิ้วมือบน โปรแกรมที่สร้างได้ และ โดยสามารถเปรียบเทียบลายนิ้วมือได้อย่างถูกต้อง

1.4. ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการนี้

เนื่องจากในปัจจุบันการรักษาความปลอดภัยเป็นเรื่องสำคัญในชีวิตประจำวัน และลายนิ้วมือก็เป็นที่ยอมรับมาใช้ในการรักษาความปลอดภัย เพราะสะดวกในการตรวจสอบและมีความถูกต้องแม่นยำ ซึ่งอุปกรณ์ที่ได้สร้างขึ้นนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลายรูปแบบ

บทที่ 2

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับลายนิ้วมือ

เมื่อเราหงายมือขึ้นและสังเกตไปที่นิ้วมือแต่ละนิ้ว จะพบว่านิ้วนั้นมีลักษณะเป็นลายอยู่ เมื่อมองเข้าไปใกล้ๆ จะเห็นว่าลายนิ้วมือที่มีลักษณะประกอบไปด้วย 2 ส่วนใหญ่ คือ ส่วนที่เป็นลายนูน (Ridges) และร่อง (Valleys or Furrows) วังวนเป็นลักษณะส่วนโค้งไปรอบๆ ช่วงปลายนิ้วมือ สลับกันไประหว่างร่องและลายนูน ทำให้เกิดเป็นลายขึ้นมา ลายดังกล่าวนี้จะมีส่วนของจุดที่เป็นจุดเฉพาะ (Singular Point) คือ จุดกึ่งกลาง (Core) และ ต้นคอน (Delta) รวมทั้งลักษณะสำคัญ (Minutiae) ซึ่งก็คือ จุดปลายของลายนูน (Ridge Ending) และจุดแยกของลายนูน (Ridge Bifurcation) รูปแบบของลายนิ้วมือนี้อาจมีอยู่หลายรูปแบบด้วยกัน ดังจะกล่าวในรายละเอียดต่อไปนี้

2.1. ลักษณะของจุดต่างๆบนลายนิ้วมือ

2.1.1. จุดกึ่งกลาง (Core)

จุดบนเส้นโค้งของลายนูนต้องมีลักษณะเป็น โค้งขึ้น และเริ่มที่จะกลับตัว หรือเริ่มที่จะกลายเป็นโค้งลง แล้วจึงวิ่งสวนทางกลับกันกับในคอนแรกก่อนที่จะโค้งขึ้น เส้นโค้งลายนูนนี้ต้องเป็นโค้งลายนูนที่อยู่ชั้นในที่สุดของบริเวณที่มีลักษณะรูปแบบเป็นจุดกึ่งกลางนั้น เป็นลักษณะของเส้นโค้งที่โค้งขึ้นมาซ้อนๆกันหลายๆเส้น ในลักษณะของรูปมัดหวายจากโค้งวงกว้างลดลงมาเรื่อยๆ จนโค้งเล็กสุด (เส้นที่อยู่ชั้นในที่สุดอาจไม่เป็นเส้นโค้งก็ได้) ลักษณะของรูปแบบเส้นโค้งที่อยู่ในบริเวณที่มีลักษณะรูปแบบเป็นจุดกึ่งกลาง



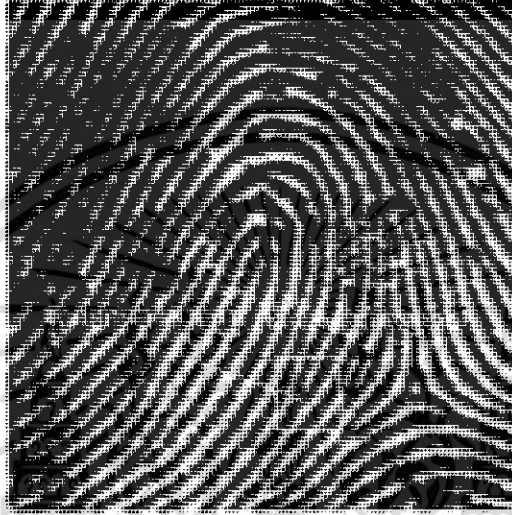
รูปที่ 2.1 แสดงบริเวณที่มีลักษณะรูปแบบเป็นจุดกึ่งกลาง (Core)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2. ลักษณะสำคัญ (Minutiae)

เป็นลักษณะสำคัญในรูปลายนิ้วมือ ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 2 ชนิด ได้แก่

- จุดแยกของลายนิ้ว (Ridge Bifurcation) เป็นจุดที่อยู่บนลายนิ้ว ที่เกิดจากการแยกจากหนึ่งเส้นทางเป็นสองเส้นทาง ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงจุดแยกของลายนิ้ว (Ridge Bifurcation)

- จุดปลายของลายนิ้ว (Ridge Ending) เป็นจุดที่อยู่บนลายนิ้ว ในบริเวณปลายสุดของลายนิ้ว ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงจุดปลายของลายนิ้ว (Ridge Ending)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2. ชนิดและรูปแบบลายนิ้วมือ

รูปแบบลายนิ้วมือนในภาพลายนิ้วมือที่จับกลุ่มกันเป็นรูปแบบ สามารถแบ่งได้หลายชนิด ดังต่อไปนี้

2.2.1. กลุ่มเส้นโค้ง

ลักษณะของรูปแบบในภาพลายนิ้วมือนี้มีลักษณะการวิ่งของลายนิ้วมือนจากลักษณะที่ขนานกับพื้นราบแล้วพุ่งโค้งขึ้น แล้วจึงมีการวิ่งในลักษณะขนานกับพื้นราบอีกครั้ง

รูปแบบของกลุ่มเส้นโค้งนั้นมี 2 รูปแบบ คือ

- กลุ่มเส้นโค้งราบ (Arch)
- กลุ่มเส้นโค้งกระโจม (Tented Arch)

โดยกลุ่มเส้นโค้งทั้งสองจะแตกต่างกันที่ลักษณะความสูงของส่วนโค้ง ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.4 และ 2.5



รูปที่ 2.4 แสดงกลุ่มโค้งราบ (Arch)



รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะของรูปแบบเส้นโค้งกระโจม (Tented Arch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2. กลุ่มมัดหวาย (Loop)

1) กลุ่มมัดหวายเดี่ยว (Single Loop)

- กลุ่มมัดหวายเอียงขวา (Right Loop)

มีลักษณะของการวิ่งของลายนิ้วจากบริเวณด้านซ้ายมาที่บริเวณกลางนิ้วมือแล้ววิ่งโค้งขึ้นไปด้านบน แล้วจึงโค้งลงและวิ่งวนกลับไปตามทางเดิมที่ได้วิ่งมา เมื่อสังเกตด้วยตาเปล่าจะเห็นว่าเมื่อมีการจับกลุ่มเป็นรูปแบบคล้ายกับมัดหวาย แล้วจะเอนเอียงไปทางด้านขวา จึงได้เรียกว่า “กลุ่มมัดหวายเอียงขวา” และมีสันคองอยู่ทางด้านขวาของรูปแบบ



รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะของกลุ่มมัดหวายเอียงขวา (Right Loop)

- กลุ่มมัดหวายเอียงซ้าย (Left Loop)

รูปแบบจะคล้ายลักษณะของกลุ่มมัดหวายเอียงขวา คือ มีการวิ่งของลายนิ้วจากทางด้านขวาที่บริเวณตรงกลางของนิ้วมือ จากนั้นจะวิ่งขึ้นไปด้านบนแล้วโค้ง และวิ่งกลับไปตามทางเดิมที่วิ่งมา เมื่อทำการสังเกตจะพบว่า มีลักษณะรูปแบบคล้ายกับมัดหวาย และรูปแบบดังกล่าวจะมีการเอียงตัวไปทางด้านซ้าย เราจึงเรียกว่า “กลุ่มมัดหวายเอียงซ้าย” ปกติมักจะมีสันคองอยู่ทางด้านซ้ายของรูปแบบเช่นกัน



รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะของกลุ่มมัดหวายเอียงซ้าย (Left Loop)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) กลุ่มมัดหวายคู่ (Double Loop)

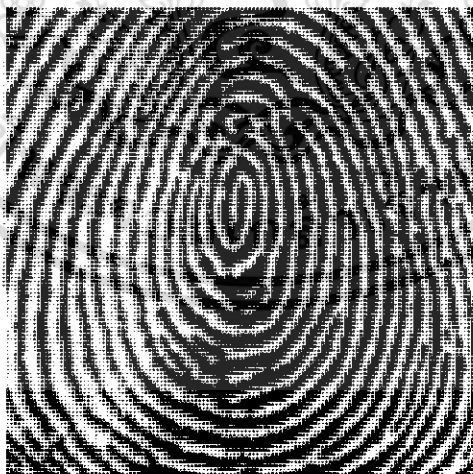
เป็นกลุ่มของรูปแบบที่เกิดจากการรวมกันของกลุ่มมัดหวายเดี่ยวสองกลุ่มรวมตัวกันเป็นรูปแบบเดียว โดยลักษณะการวิ่งของลายนิ้วนอาจมาจากทางเดียวกันแล้วรวมตัวกันเป็นลักษณะของกลุ่มมัดหวายเดี่ยวสองกลุ่ม โดยที่กลุ่มหนึ่งจะมีรูปแบบเป็นลักษณะของโค้งขึ้นและกลุ่มมัดหวายอีกกลุ่มหนึ่งจะมีลักษณะ โค้งลง เมื่อรวมกันเป็นกลุ่มมัดหวายคู่รูปแบบดังกล่าวอาจมีการเอียงซ้ายหรือเอียงขวา



รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะรูปแบบของกลุ่มมัดหวายคู่ (Double Loop)

2.2.3. กลุ่มก้นหอย (Whorl)

ลักษณะการวิ่งของลายนิ้วนมีรูปแบบเป็นลักษณะเส้น โค้งเป็นรูปวงกลมจากวงใหญ่ค่อยๆ เล็กลงไปเรื่อยๆ จนเหลือวงกลมวงเล็กที่สุด

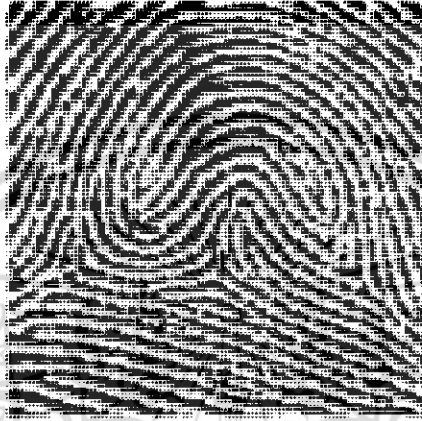


รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะรูปแบบของกลุ่มก้นหอย (Whorl)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4. กลุ่มซัปซ็อน (Accidental Whorl)

ลายนิ้วมือที่มีลักษณะพิเศษที่ไม่จัดเข้าเป็นลายนิ้วมือชนิดใดโดยเฉพาะ ประกอบด้วย ลายนิ้วมือ 2 แบบมาผสมกัน และมีสันคอน 2 สันคอน หรือมากกว่า เช่นกรณีที่ไม่สามารถเข้ากับ ลายนิ้วมือกลุ่มที่กล่าวมาแล้วข้างต้นไม่ได้เลย โดยมีความยุ่งเหยิง และเป็นรูปแบบที่ไม่แน่นอน



รูปที่ 2.10 แสดงลักษณะรูปแบบกลุ่มซัปซ็อน (Accidental Whorl)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

MBF200

Solid State Fingerprint Sensor

3.1. คุณสมบัติ (Feature)

- มีความละเอียด 500 dpi
- มีขนาด 1.28 cm x 1.50 cm
- มีจำนวนแถว 300 แถว จำนวนหลัก 256 หลัก(0.76 เมกกะพิกเซล)
- ช่วงการทำงาน 3.3 V ถึง 5 V
- สแกนภาพเป็นแบบ Gray Scale
- ได้ข้อมูล 8 บิต จากการเปลี่ยน Analog เป็น Digital
- สามารถส่งข้อมูลออกได้ 3 ทาง คือ 1.USB Port 2. Serial Peripheral 3. Microprocessor
- ระบบสแกนลายนิ้วมือ โดยอัตโนมัติ

3.1.1. การนำไปใช้งาน

- ในระบบรักษาความปลอดภัย
- ในบัตร Smart Card
- ระบบบุคคลสำหรับบัตร ATM และบัตรประชาชน
- ใช้เป็นรหัสผ่านใน Internet

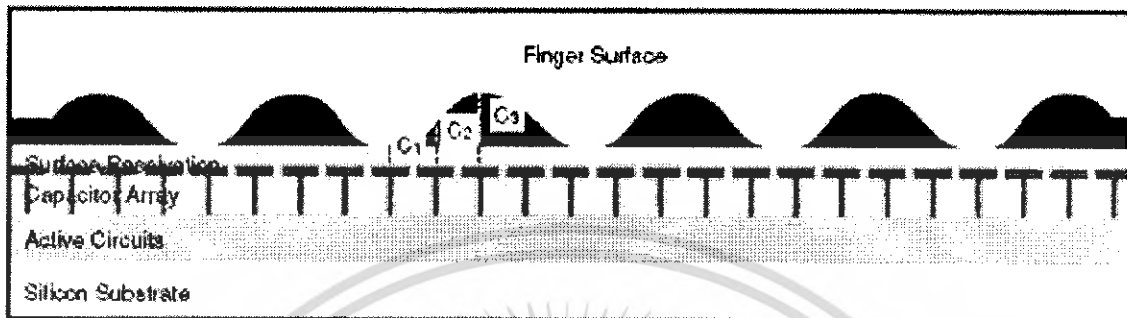
3.1.2. การทำงาน

ตัวเซ็นเซอร์จะมีขนาด 300 แถว 256 หลัก ในหน้าตัดเซ็นเซอร์ การทำงานจะเกี่ยวข้องกับวงจร Sampling and Hold 2 ตัว โดยการทำงานจะจับภาพหรือส่งค่าทีละแถว เรียกว่า Row Capture ซึ่งจะประกอบด้วยการทำงาน 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนแรกเซ็นเซอร์จะทำการกำหนดแถวที่จะทำการจับภาพและจะนำกระแสที่ขา VDD มาอัดประจุไปที่พื้นผิวของแถวที่จะจับภาพ และคงค่านี้ไว้ เรียกขั้นตอนนี้ว่า Precharge

ขั้นตอนที่ 2 แถวที่จับภาพจะทำการคายประจุคล้ายกับแหล่งจ่าย อัตราที่แผ่นเซ็นเซอร์จะใช้คายประจุจะกำหนดได้โดยรีจิสเตอร์ DCR (Discharge Current) หลังจากนั้นช่วงเวลาหนึ่ง (กำหนดโดยรีจิสเตอร์ DTR (Discharge Time)) และจะคงค่านี้ไว้ เรียกช่วงนี้ว่าช่วง Discharge

ผลต่างระหว่างค่า Precharge และ Discharge จะเป็นค่าของควมจุไฟฟ้าในแต่ละเซลล์ หลังจากเสร็จสิ้นการ Row Capture แต่ละเซลล์ในแถวจะถูกกระบวนการ A/D เพื่อแปลงค่าเป็นตัวเลขส่งเป็นข้อมูลออกมา



รูปที่ 3.1 แสดงเทคโนโลยีและการทำงานของ Static-Capacity Semiconductor Sensor

จากรูปที่ 3.1 เป็นการมองจากภาพตัดขวาง จะเห็นได้ว่ามีตัวคาปาซิเตอร์จำนวนมากถูกจัดวางเรียงอยู่ที่ส่วนผิวชั้นบนของตัวชิป เมื่อนิ้วมือถูกวางลงบนผิว ค่าของคาปาซิเตอร์จะแปรเปลี่ยนไปตามสภาพความลึกคืบของเส้นลายนิ้วมือ จากนั้นค่าแต่ละค่าของคาปาซิเตอร์จะถูกแปลงโดย A/D Converter 8 bits เป็นภาพขนาด 300x256 พิกเซล ซึ่งจะให้ความละเอียดของภาพลายนิ้วมือได้ 500 dpi

3.2. Pin Descriptions

VDDA1, VDDA2 (ขา 1 และขา 7) เป็นขาจ่ายไฟใช้ +5V ให้กับส่วน Sensor

VSSA1, VSSA2 (ขา 2 และขา 7) เป็นขาราวด์ให้กับส่วน Sensor

VDD1, VDD2, VDD3 (ขา 25, 16 และ 39) เป็นขาจ่ายไฟ ใช้จ่าย +5V ให้กับส่วน Digital Logic และ I/O

VSS1, VSS2, VSS3 (ขา 24, 15 และ 40) เป็นขาราวด์ใช้ +5V ให้กับส่วน Digital Logic และ I/O

ISET (ขา 3) ต่อ R 200k ระหว่างขา VSSA1 กับ ISET เป็นขาอ้างอิงกระแสไฟฟ้าภายใน

AIN (ขา 4) เป็นขาที่ใช้รับสัญญาณจากภายนอกมาเปลี่ยนจาก Analog เป็น Digital โดยสามารถควบคุมได้จากการกำหนด AINSEL บิต ในรีจิสเตอร์ CTRLA ถ้าไม่ใช้ต้องต่อขานี้ลงกราวด์

FSET (ขา 5) ต่อขานี้กับ R 56k ลงกราวด์ เพื่อให้ Clock ภายในทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

XTAL1 (ขา 27) เป็นขาที่ใช้สำหรับต่อ Crystal เพื่อกำเนิด Clock แต่ถ้าใช้แหล่งกำเนิดภายนอกให้ต่อขานี้กับแหล่งกำเนิดสัญญาณนั้น

XTAL2 (ขา 26) เป็นขาที่ใช้สำหรับต่อ Crystal เพื่อกำเนิด Clock แต่ถ้าใช้แหล่งกำเนิดภายนอกให้ขานี้ปล่อยลอย

D[7:0] (ขา 11-14, 17-20) เป็นขารับ-ส่งข้อมูล สามารถค้างค่าไว้ได้ ไม่ต้องใช้ขาใน SPI, USB mode

A0 (ขา 21) เป็น Address Input ถ้า A0 เป็น 0 (0 Volt) ใช้เป็น Address Index Register ถ้า A0 เป็น 1 (5 Volt) ใช้เป็น Data Buffer ไม่ต้องใช้ขาใน SPI, USB mode

\overline{RD} (ขา 22) เป็นขาใช้สำหรับอ่านข้อมูลเข้าไอซี ไปใช้งาน ทำงานเมื่อเป็น 0 (Active Low) ไม่ต้องใช้ขาใน SPI, USB mode

\overline{WR} (ขา 23) เป็นขาใช้สำหรับเขียนข้อมูลออกจากไอซี ทำงานเมื่อเป็น 0 (Active Low) ไม่ต้องใช้ขาใน SPI, USB mode

$\overline{CS0}/\overline{SCS}$ (ขา 32) เป็นขาใช้สำหรับเลือก Mode การทำงาน ทำงานเมื่อเป็น 0 (Active Low) ใช้ขานี้จะใช้คู่กับขา MODE1, MODE0

- **MODE[1:0] = 00b** (Microprocessor Bus Interface Mode)
 $\overline{CS0}/\overline{SCS}$ ให้เป็น 0 สำหรับเลือกเป็นอินพุตและให้ CS1 เป็น 1
- **MODE[1:0] = 01b** (SPI Slave Mode)
 $\overline{CS0}/\overline{SCS}$ ให้เป็น 0 สำหรับเลือกเป็นอินพุต ต่อ R-Pull Up ระหว่าง $\overline{CS0}/\overline{SCS}$ กับ VDD
- **MODE[1:0] = 10b** (USB Interface Mode, Using Internal ROM)
ไม่มีหน้าที่ใช้งาน
- **MODE[1:0] = 11b** (USB Interface Mode, Using External ROM)
 $\overline{CS0}/\overline{SCS}$ สำหรับเลือกเป็นเอาต์พุตของไอซี โดยให้เป็น 0 สำหรับเลือก Serial ROM ต่อ R Pull Up ระหว่าง $\overline{CS0}/\overline{SCS}$ กับ VDD

CS1/SCLK (ขา 31) เป็นขาใช้สำหรับเลือก Mode การทำงาน ทำงานเมื่อเป็น 1 (Active High) ใช้ขานี้คู่กับขา MODE1, MODE0

- **MODE[1:0] = 00b** (Microprocessor Bus Interface Mode)
CS1/SCLK ให้เป็น 1 สำหรับเลือกเป็นอินพุตและให้ $\overline{CS0}/\overline{SCS}$ เป็น 0
- **MODE[1:0] = 01b** (SPI Slave Mode)
CS1/SCLK ให้เป็น 0 สำหรับเลือกเป็นเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ไม่มีหน้าที่ใช้งาน

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

CS1/SCLK ให้เป็น 0 สำหรับเลือกเอาต์พุต Serial Clock ต่อ R Pull Up ระหว่าง CS1/SCLK กับ VDD

EXTINT (ขา 30) เป็นขาจับสัญญาณ Interrupt จากภายนอก

INTR (ขา 28) เป็นขาส่งสัญญาณ

WAIT (ขา 29) เป็นขาที่ส่งสัญญาณออกจากตัวไอซี ขณะที่อ่านค่าจากลายนิ้วมือจะมีสถานะเป็น 0 เมื่ออ่านค่าเสร็จ (แปลง A/D) มีสถานะเป็น 1

MOSI (ขา 33) เป็นขาเอาต์พุตของ SPI Mode โดยใช้คู่กับขา MODE1, MODE0 ไม่ต้องต่อขาใน MCU Mode, USB Mode

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

ไม่มีหน้าที่ใช้งาน

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

ใช้เป็น Serial Data Output ของไอซี

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

ไม่มีหน้าที่ใช้งาน

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

ใช้เป็น Serial Data Output ของไอซี

- **MOSI** (ขา 34) เป็นขาอินพุตของ SPI Mode โดยใช้คู่กับขา MODE1, MODE0 ไม่ต้องต่อขาใน MCU Mode, USB Mode

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

ไม่มีหน้าที่ใช้งาน

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

ใช้เป็น Serial Data Input ของไอซี

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

ไม่มีหน้าที่ใช้งาน

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

ใช้เป็น Serial Data Input ของไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P0 (ขา 9) เป็นขาเอาต์พุต ถูกควบคุมโดยบิต 0 ของ CTRLC register

P1 (ขา 10) เป็นขาเอาต์พุต ถูกควบคุมโดยบิต 1 ของ CTRLC register

DP (ขา 38) เป็นขา Data USB D+ ใน USB Mode ต้องต่อ R 1.5k ระหว่างขา DP และ VDD3 (ใช้ 3.3V-3.6V) และต่อ R 43 โอห์ม อนุกรมกับขานี้ หรือต่อลงกราวด์ใน MCU Mode, SPI Mode

DM (ขา 37) เป็นขา Data USB D- ใน USB Mode ต้องต่อ R 43 โอห์ม อนุกรมกับขานี้ หรือต่อลงกราวด์ใน MCU Mode, SPI Mode

- MODE[1:0] (ขา 35, 36)
- MODE[1:0] = 00b (Microprocessor Bus Interface Mode)
- MODE[1:0] = 01b (SPI Slave Mode)
- MODE[1:0] = 10b (USB Interface Mode, Using Internal ROM)
- MODE[1:0] = 11b (USB Interface Mode, Using External ROM)

TEST (ขา 8) ใช้ทดสอบไอซี สำหรับโรงงานตรวจสอบเท่านั้น

No Connect (ขา 41-80)

3.3. Microprocessor Bus Interface

ในการทำงานโหมดนี้จะใช้ขา : D[7:0], A0, RD, WR, CS0, CS1, EXTINT, INTR, WAIT และขา XTAL1/XTAL2 เป็นขาสำหรับกำเนิดความถี่

ภายในไอซีตัวนี้มีขารับ-ส่งข้อมูล 8 ขา (D[7:0]) และมีขาสำหรับเลือกการทำงาน คือขา A0 เมื่อให้ขา A0 เป็น '0' เป็นการสั่งให้ Index Register ถ้าให้ขา A0 เป็น 1 เป็นการเขียนข้อมูลลง Index Register และมีขาอินพุตควบคุมอีก 4 ขา คือ CS0, CS1, RD, WR

นอกจากนี้ยังมีขาที่ใช้ในการควบคุมสถานะ 2 ขา คือ INTR, WAIT โดยที่ขา INTR ทำหน้าที่เป็นขาไว้นัยน์เมื่อมีการเกิดการอินเทอร์รัพท์ขึ้น และขา WAIT จะเป็น low เมื่อ A/D Converter ถูกอ่านขณะมันกำลังทำงาน

ขา WAIT และ INTR ทั้งคู่จะเป็น High Impedance ขณะมันไม่ทำงาน และจะเป็น low เมื่อมัน Active

โหมด SPI และ USB จะไม่ได้ใช้เมื่อกำลังทำงานอยู่ในโหมด Microprocessor Bus Interface

ตารางที่ 3.1 Truth Table for the Microprocessor Bus Interface

CS0	CS1	A0	RD	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 Index Register	Output
L	H	H	H	L	Write Index Register	Input

3.4. Function Register

RAH 0x00 เป็นบิตสูงของตัวชี้ตำแหน่งแถว ใ้ใช้สำหรับกำหนดแถวแรกที่จะทำการจับภาพในการ Read Mode Sub-Image

RAL 0x01 เป็นบิตต่ำของตัวชี้ตำแหน่งแถว ใ้ใช้สำหรับกำหนดแถวแรกที่จะทำการจับภาพในการ Read Mode Sub-Image

CAL 0x02 เป็นตัวชี้ตำแหน่งหลัก ใ้ใช้สำหรับกำหนดหลักแรกที่จะจับภาพในการ Read Mode Sub-Image

REH 0x03 เป็นบิตสูงของตัวชี้ตำแหน่งแถว ใ้ใช้สำหรับกำหนดแถวสุดท้ายของการจับภาพในการ Read Mode Sub-Image

REL 0x04 เป็นบิตต่ำของตัวชี้ตำแหน่งแถว ใ้ใช้สำหรับกำหนดแถวสุดท้ายที่จะทำการจับภาพในการ Read Mode Sub-Image

CEL 0x05 เป็นตัวชี้ตำแหน่งหลัก ใ้ใช้สำหรับกำหนดหลักสุดท้ายที่จะจับภาพในการ Read Mode Sub-Image

DTR 0x06 รีจิสเตอร์ควบคุมเวลาในการคายประจุ

DCR 0x07 รีจิสเตอร์ควบคุมกระแสในการคายประจุ

CTRLA 0x08 เขียนที่รีจิสเตอร์นี้เพื่อสั่งให้เริ่มการทำงาน การอ่านค่าจากรีจิสเตอร์นี้เพื่อรับค่าจาก A/D Converter และการเขียนรีจิสเตอร์นี้เพื่อกำหนดโหมดในการอ่านรูปภาพลายนิ้วมือ โดยมี 3 โหมด คือ

- 1) GETMG คือโหมดที่จะให้เซ็นเซอร์ทำการเริ่มต้นจับภาพตั้งแต่แถวแรก หลักแรก จนถึงแถวสุดท้ายในคราวเดียวกัน
- 2) GETSUB คือโหมดที่ต้องกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดในรีจิสเตอร์ RAH, RAL, CAL, REH, REL, CEL ก่อนทำการจับภาพในบริเวณที่กำหนด
- 3) GETROW คือโหมดที่จับภาพทีละแถว โดยต้องกำหนดแถวในรีจิสเตอร์ RAH, RAL เพื่อที่จะทำการจับภาพ

CTRLB 0x09 เป็นรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ปิด/เปิดการทำงานของไอซี

CTRLC 0x0A เป็นตัวควบคุมขาเอาต์พุต P0 และ P1

SRA 0x0B เป็นรีจิสเตอร์ที่ Read Only ขานี้ทำหน้าที่เป็นเงาของรีจิสเตอร์ CTRLA เพื่อทำการตรวจสอบว่าเซ็นเซอร์กำลังทำงานอยู่ในโหมดอะไร

PGC 0x0C เป็นรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมอัตราขยายของเซ็นเซอร์

ICR 0x0D เป็นรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ปิด/เปิดการอินเตอร์รัพท์

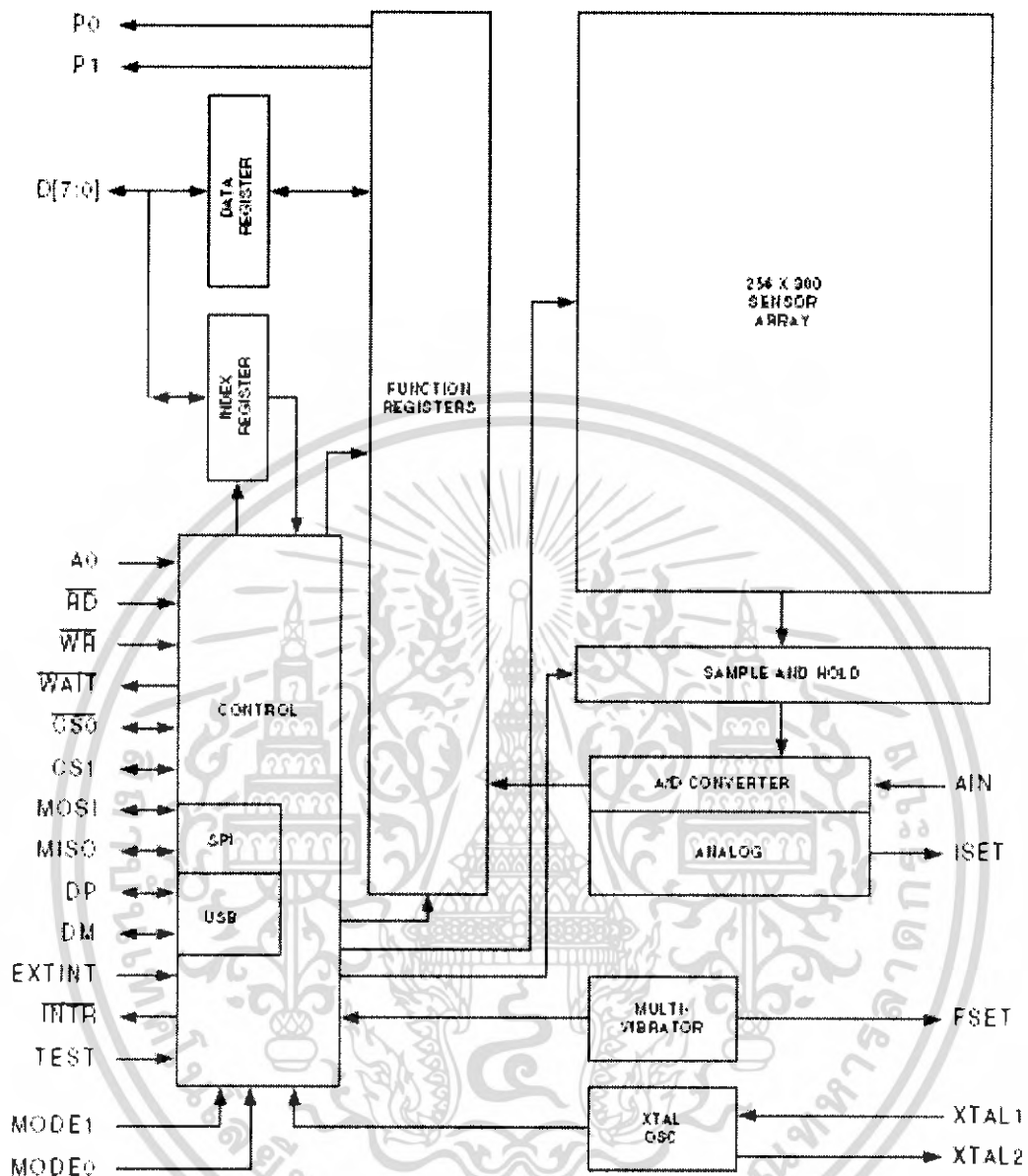
ISR 0x0E เป็นรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่บอกสถานะของการอินเตอร์รัพท์

THR 0x0F เป็นรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมค่าขีดเริ่ม (Threshold) ในสถานะอินเตอร์รัพท์ ในโหมด Auto Detection

CIDH 0x10 เป็นขา Read Only ทำหน้าที่เก็บ ไบต์สูงของค่ารุ่นของไอซี

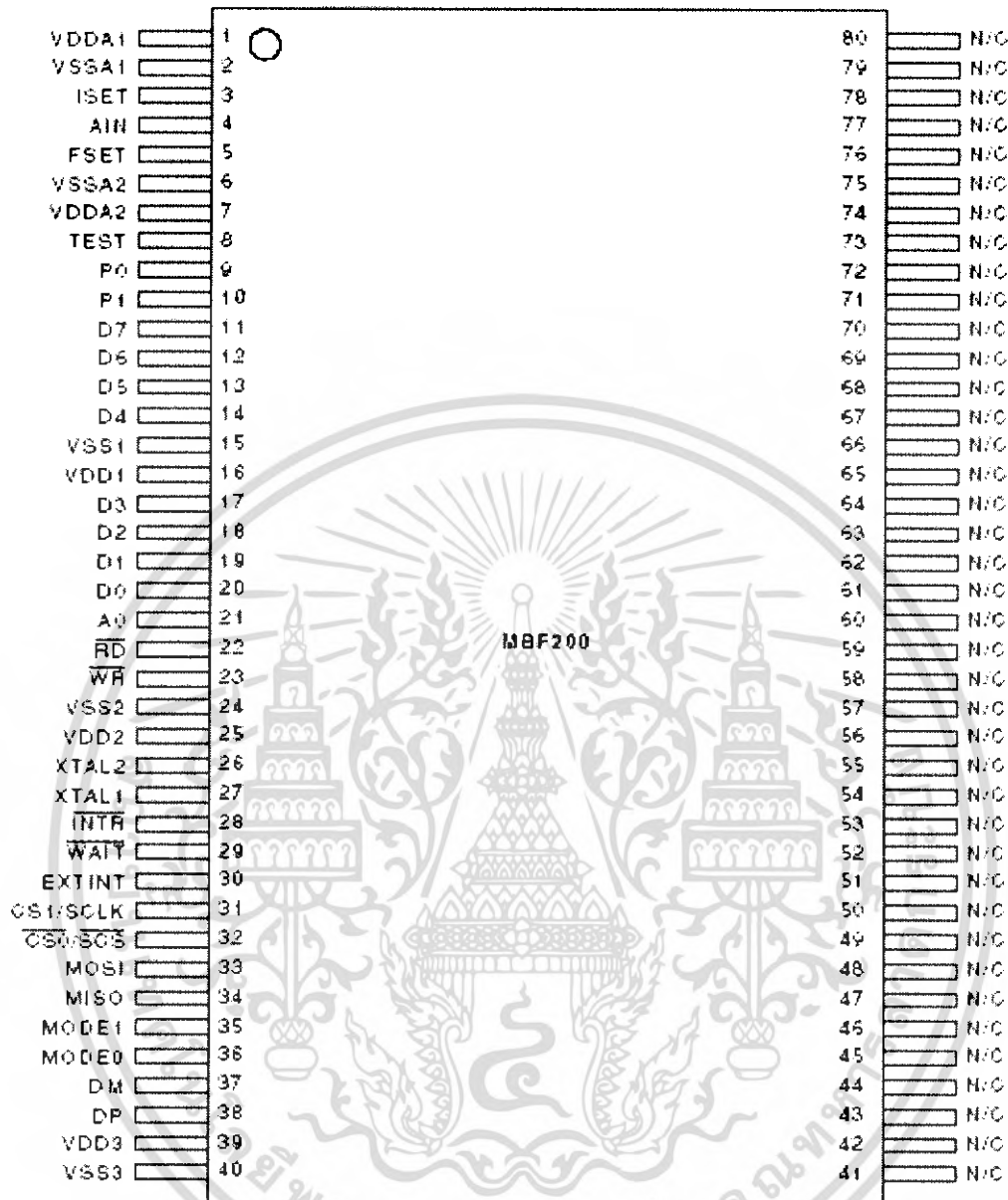
CIDL 0x11 เป็นขา Read Only ทำหน้าที่เก็บ ไบต์ต่ำของค่ารุ่นของไอซี

TST 0x12 ใช้สำหรับทดสอบการทำงานของไอซี สแกนไว้ใช้สำหรับโรงงาน



รูปที่ 3.2 แสดงแบบจำลองการทำงานของ MBF200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

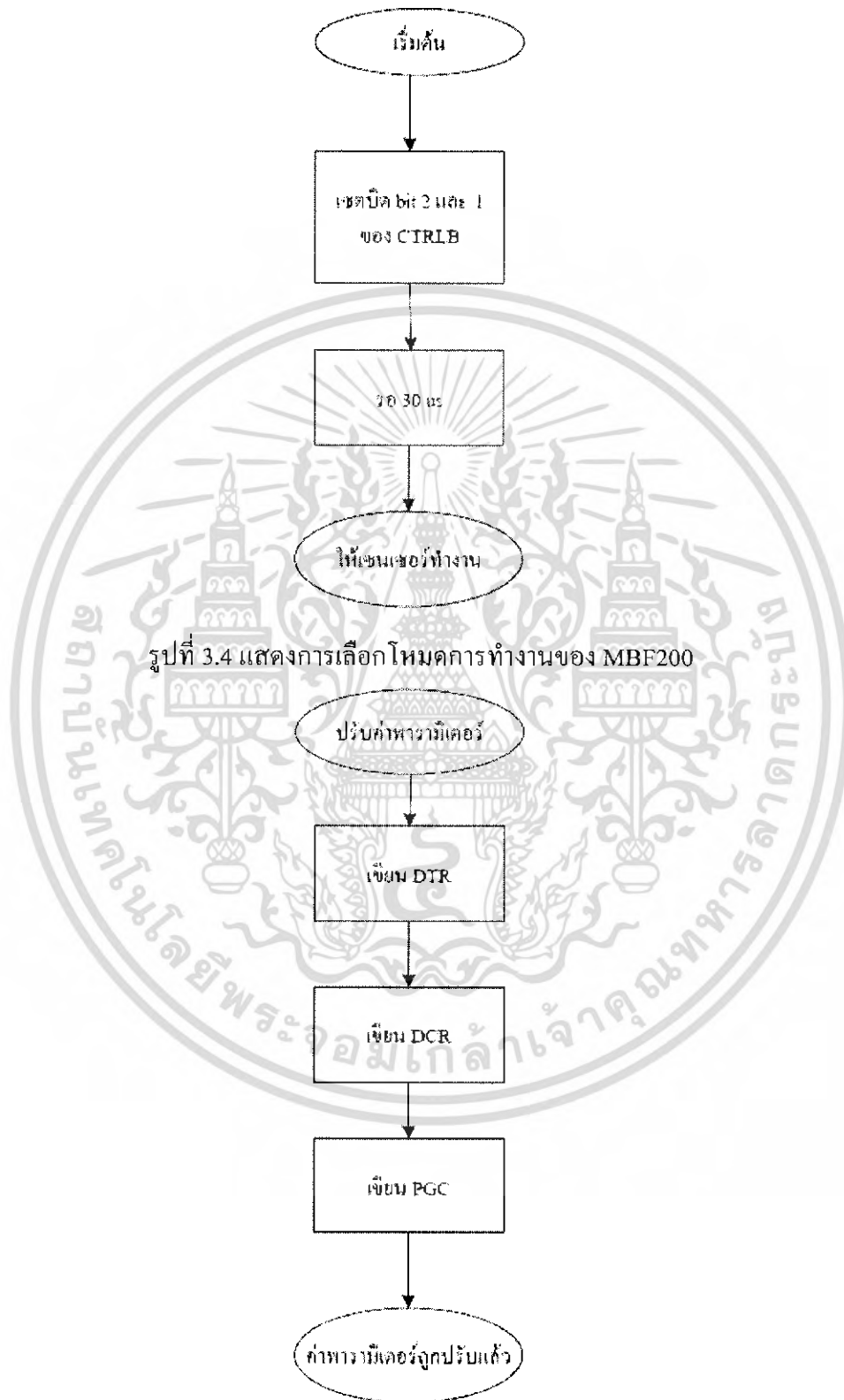


รูปที่ 3.3 แสดงขาสัญญาณของ MBF200

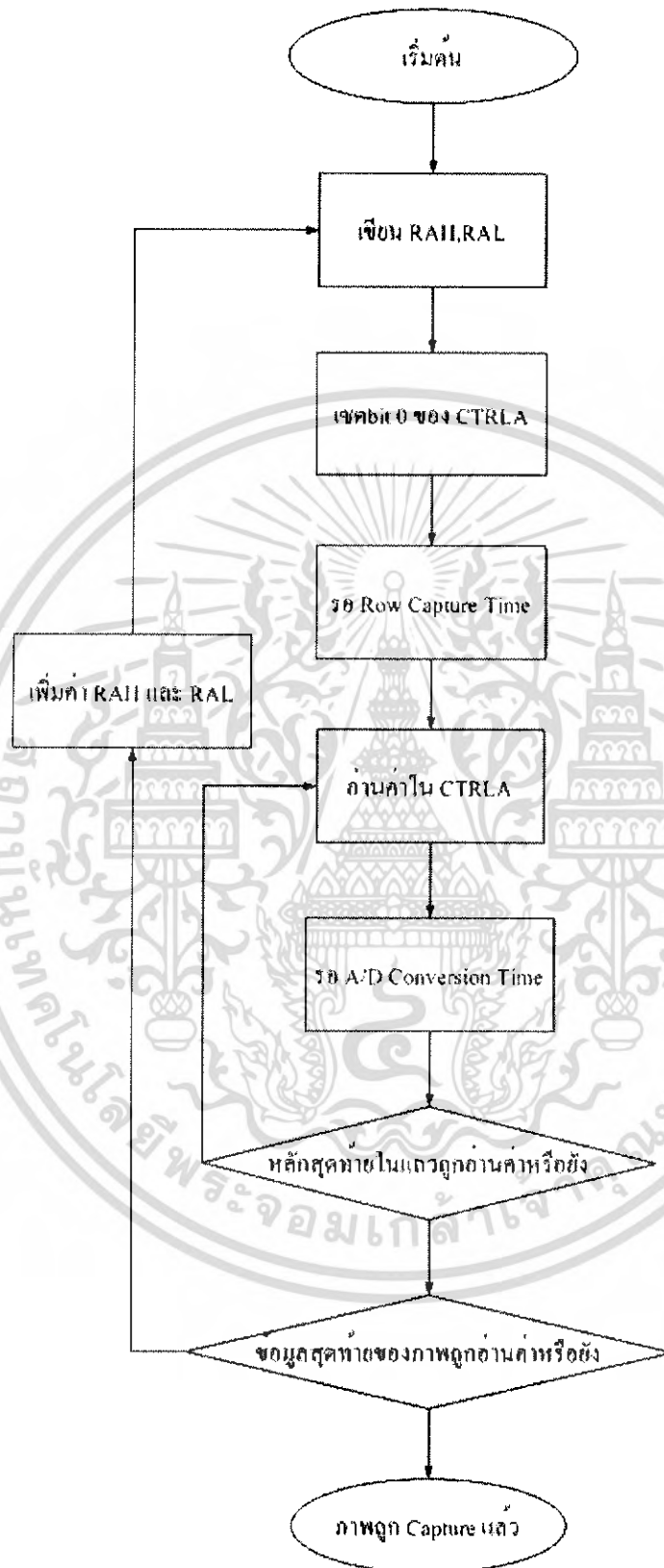
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.5. แผนภาพแสดงขั้นตอนการสั่งงานการทำงานของ MBF200



รูปที่ 3.5 แสดงการปรับค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อความคมชัดของภาพ



รูปที่ 3.6 แสดงขั้นตอนการสแกนภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

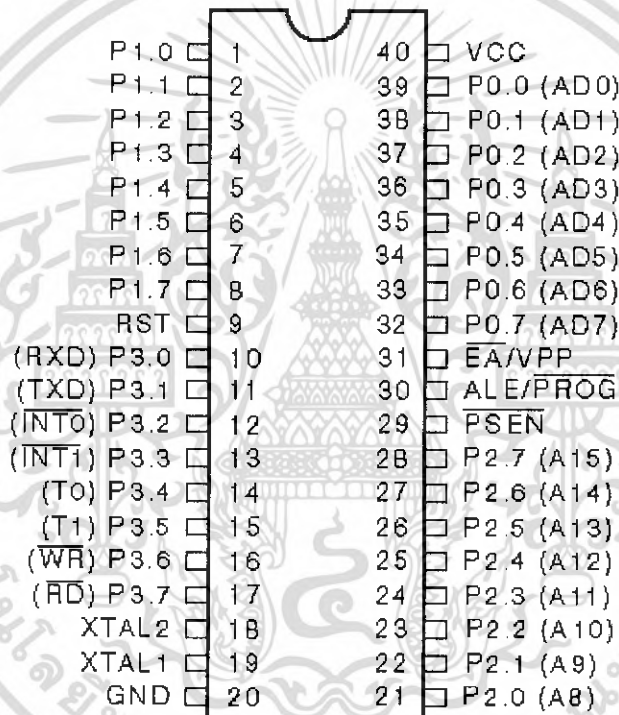
บทที่ 4

อุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน

4.1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ AT89C51

มีโครงสร้างของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมเป็นแบบ Flash Memory ขนาด 4K Bytes ซึ่งสามารถโปรแกรมแล้วลบได้ 1,000 ครั้ง โดยใช้สัญญาณทางไฟฟ้าในการโปรแกรมและลบข้อมูล (Programmable and Erasable ROM: PEROM)

รายละเอียดไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ AT89C51 แสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ AT89C51

การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ AT89C51

Vcc ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5V

GND เป็นขากราวด์ ใช้สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ

พอร์ต 0 (P0.0-P0.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุต สามารถทำได้ โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0-A7) และขาข้อมูล (D0-D7) โดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กซ์เข้าช่วย เพื่อสลับการทำงานให้ เป็นได้ทั้งขาติดต่อแอดเดรส และขาข้อมูล

พอร์ต 1 (P1.0-P1.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับ ใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล “1” ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย

พอร์ต 2 (P2.0-P2.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียน ข้อมูล “1” ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนี้ขาพอร์ตนี้ยังถูก ใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์สูงของหน่วยความจำภายนอก (A8-A15)

พอร์ต 3 (P3.0-P3.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไปโดยมีการต่อพูลอัพไว้ภายในแล้ว ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็น อินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล “1” ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผล ให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ต อินพุตได้ นอกจากนี้ขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษ ดังมีรายละเอียดขั้วบนตอน ต่อไปนี้

P3.0 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา RxD

P3.1 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา TxD

P3.2 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเทอร์รัพท์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา $\overline{INT0}$

P3.3 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเทอร์รัพท์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา $\overline{INT1}$

P3.4 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณ ไทมเมอร์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา T0

P3.5 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณ ไทมเมอร์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา T1

P3.6 ใช้เป็นขาสัญญาณ \overline{WR} ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

P3.7 ใช้เป็นขาสัญญาณ \overline{RD} ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

RST รีเซต (Reset) ใช้ในการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้การป้อน สัญญาณเพื่อรีเซตสถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซตอย่างน้อย 2 แมกซ์ซีไบต์ โดยที่วงจรถูกเปิด สัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างเป็นปกติ

ALE /PROG (Address Latch Enable/Program pulse input) เป็นขาที่ใช้ในการควบคุม การแลตช์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก นอกจากนี้ขานี้ยังใช้เป็นขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรับพัลส์ของการโปรแกรมสำหรับโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในรุ่นที่มีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบอีพรอม

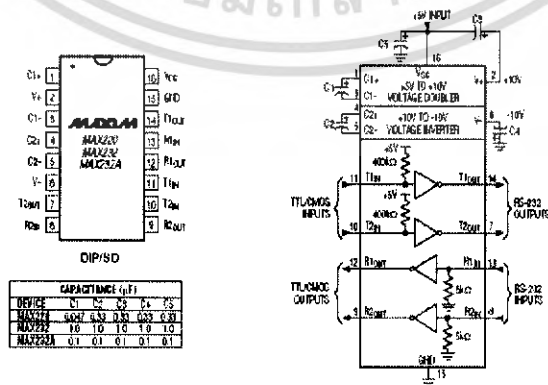
PSEN (Program Store Enable) ขานี้ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้ง ในแต่ละแมชชีนไซเคิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายในขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใดๆออกมา

EA/Vpp (External Access enable/Programming voltage input) ใช้สำหรับเลือกการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอกหรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าหากขานี้เป็น “0” เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แต่ถ้าหากขานี้เป็น “1” เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้ที่ขานี้ยังใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับแรงดันไฟสูงสำหรับการโปรแกรมหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชต้องการแรงดันสำหรับการโปรแกรม +12V

XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตัลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

4.2. การเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมโดยใช้ไอซี MAX232

เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ใช้ไฟเลี้ยง +5V ทำให้เมื่อนำมาเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์จึงไม่สามารถทำได้ เนื่องจากแรงดันในพอร์ตจะอยู่ระหว่าง 3V ถึง 12V ดังนั้นในการเชื่อมต่อจึงต้องใช้ไอซีไดรเวอร์เฉพาะ ซึ่งในวงจรใช้ไอซีเบอร์ MAX232 ทำให้การรับส่งข้อมูลกับพอร์ตอนุกรมอยู่ภายใต้ระดับแรงดันที่ที่แอลเหมือนกัน สายสัญญาณที่ใช้ในการเชื่อมต่อมีเพียง 3 เส้น คือ TxD, RxD และ GND

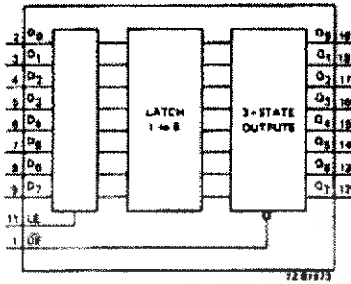


รูปที่ 4.2 ไอซี MAX232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3. การใช้งาน 74HC573

รายละเอียดไอซี 74HC573 แสดงดังรูปที่ 4.3

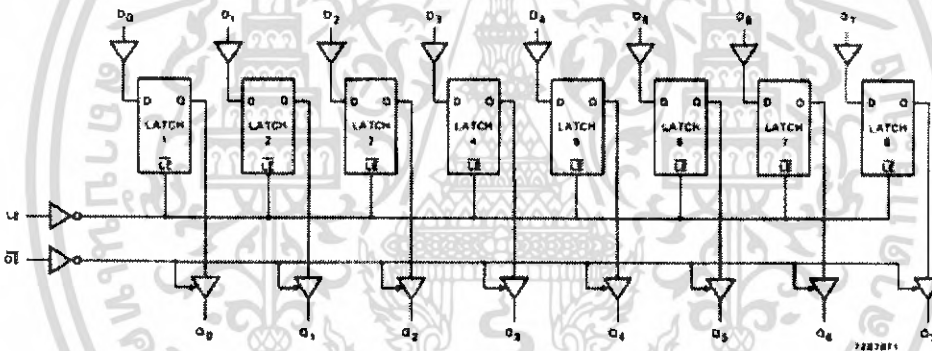


FUNCTION TABLE

OPERATING MODES	INPUTS			INTERNAL LATCHES	OUTPUTS Q ₀ to Q ₇
	\overline{OE}	LE	D _N		
enable and read register (transparent mode)	L	H	L	L	L
	L	H	H	H	H
latch and read register	L	L	l	L	L
	L	L	h	H	H
latch register and disable outputs	H	L	l	L	Z
	H	L	h	H	Z

Notes

- H = HIGH voltage level
h = HIGH voltage level one set-up time prior to the HIGH-to-LOW LE transition
L = LOW voltage level
l = LOW voltage level one set-up time prior to the HIGH-to-LOW LE transition
Z = high impedance OFF-state



รูปที่ 4.3 ไอซี 74HC573

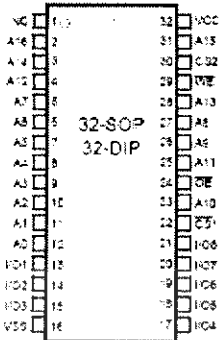
หน้าที่ของไอซี 74HC573 นั้นนำมาใช้เพื่อการ Latch ข้อมูลที่ได้มาจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

4.4. การใช้งาน SRAM K6T1008C2E

รายละเอียดไอซี SRAM K6T1008C2E แสดงดังรูปที่ 4.4

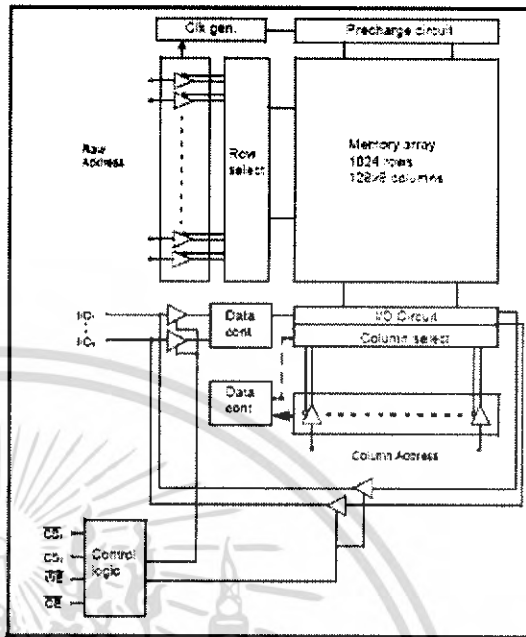
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN DESCRIPTION



Name	Function
CS1, CS2	Chip Select Input
OE	Output Enable Input
WE	Write Enable Input
I/O1~I/O8	Data inputs/Outputs
A5~A16	Address Inputs
Vcc	Power
Vss	Ground
NC	No Connection

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



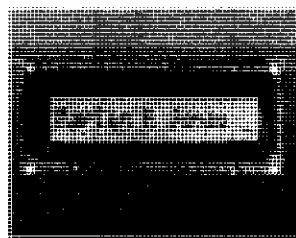
รูปที่ 4.4 ไอซี SRAM K6T1008C2E

SRAM K6T1008C2E มีหน้าที่ในการเก็บข้อมูลที่ได้จากการสแกน เพื่อที่จะนำข้อมูลนี้ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูล

4.5. LCD แบบ 16 อักขร 2 บรรทัด

LCD ย่อมาจาก Liquid Crystal Display หมายถึง หน่วยแสดงผล เช่น จอภาพ ที่แสดงผลเป็นตัวอักขระโดยทำให้ผลึกใสที่ประกอบด้วยของเหลวอัดอยู่ระหว่างเนื้อแก้วสองชั้น ถูกกระตุ้นด้วยแสงจากภายนอก เพื่อให้สะท้อนแสงในมุมต่างๆ ทำให้เราเห็นเป็นรูปตัวอักขระ ลักษณะอย่างเดียวกับนาฬิกาที่แสดงผลเป็นตัวเลขบนหน้าปัด

LCD ที่นำมาใช้นี้มีหน้าจอสีเขียว มีไฟแบ็คไลท์(backlight) ใช้การอินเทอร์เฟซแบบ 4 บิต แสดงดังรูปที่ 4.5

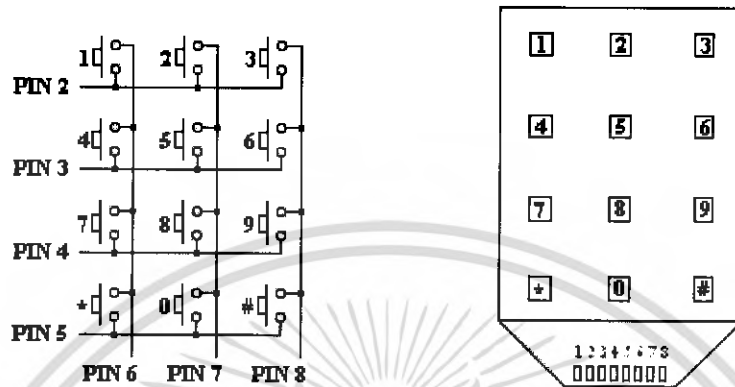


รูปที่ 4.5 LCD แบบ 16 อักขร 2บรรทัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6. KEYPAD 4x3 DECODINGS

แสดงรูปวงจรดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6แสดงรูปวงจร KEYPAD 4 แถว 3 หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ทฤษฎีและหลักการวิเคราะห์ลายนิ้วมือ

5.1. หลักการวิเคราะห์ลายนิ้วมือ

5.1.1. หลักการวิเคราะห์ลายนิ้วมือโดยทั่วไป

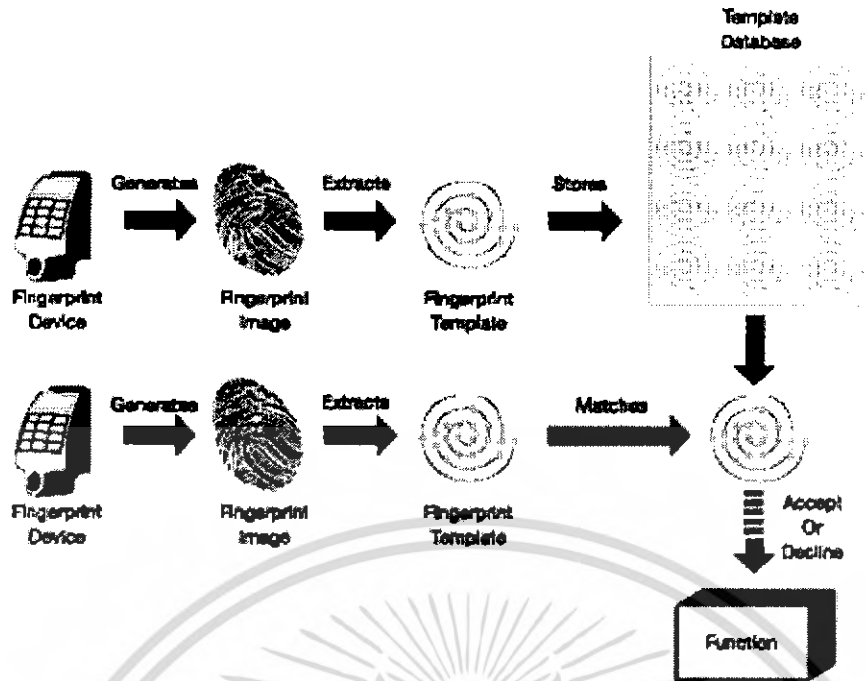
การวิเคราะห์ลายนิ้วมือของบุคคลโดยทั่วไปนั้น จะเริ่มด้วยการนำลายนิ้วมือของแต่ละบุคคลแต่ละนิ้วมาหาจุดลักษณะเฉพาะที่สำคัญ

กระบวนการแรกเริ่มของการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือคือ การอ่านภาพลายนิ้วมือเข้ามาเก็บไว้ในฐานข้อมูล (Data base) โดยข้อมูลที่อ่านหรือสแกนเข้ามานั้นจะนำมาผ่านการประมวลผล (Processing) ก่อนแล้วจึงเก็บข้อมูลนั้นไว้เป็นต้นแบบหรือรหัสของผู้ใช้แต่ละคน

จากที่กล่าวมาแล้ว ก่อนที่จะนำลายนิ้วมือเข้าไปเก็บในฐานข้อมูลนั้น จะต้องผ่านขั้นตอนการประมวลผลเบื้องต้น (Preprocessing) และการประมวลผลภายหลัง (Postprocessing) ก่อน ในกระบวนการนี้จะทำให้ภาพที่ได้รับจากการสแกนเข้ามาเกิดความสมบูรณ์มากขึ้น เพราะเมื่อเครื่องสแกนได้รับการสแกนภาพเข้ามาแล้ว ภาพที่อ่านได้อาจไม่ชัดเจน พร่าเลือน ก็จะทำให้การประมวลผลในขั้นตอนถัดไปทำได้ด้วยความยากลำบากหรือทำไม่ได้ ซึ่งจะทำให้ผลที่ได้ก็อาจไม่ถูกต้องตามที่ควรจะเป็น เมื่อเกิดปัญหาเช่นนี้ในกระบวนการนี้จึงได้มีการกระทำหลายกระบวนการด้วยกันคือ การทำ Normalization, การหาทิศทางภาพ (Orientation), การกรองสัญญาณ (Gabor Filter), การทำลายเส้นให้บาง (Thinning), การหาจุดกึ่งกลางของลายนิ้วมือ (Core), การหาจุดสำคัญของลายนิ้วมือ (Minutiae) และอื่น ๆ อีกมากมาย ซึ่งกระบวนการจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับว่าตัวอุปกรณ์นั้นมีการอ่านค่าลายนิ้วมือที่ได้ภาพออกมาละเอียดและสมบูรณ์แค่ไหน

เมื่อได้ลายนิ้วมือที่ผ่านการประมวลผลแล้ว ก็จะนำข้อมูลหรือภาพนี้ไปเก็บในฐานข้อมูล โดยภาพที่ถูกจัดเก็บไว้นี้จะถูกเก็บไว้เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับลายนิ้วมือที่ได้รับการสแกนเข้ามาเมื่อนำตัวอุปกรณ์นี้มาใช้งาน

ขั้นตอนในการใช้งานก็จะคล้ายกับตอนอ่านลายนิ้วมือเข้ามาเก็บไว้ เพียงแต่การอ่านเข้ามาครั้งนี้ข้อมูลที่ได้จะถูกนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำชั่วคราว (RAM) ซึ่งในขั้นตอนต่อไปก็จะนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลกับส่วนที่เก็บในหน่วยความจำชั่วคราวนั้นมาเปรียบเทียบกัน (Matching) เมื่อได้ผลแล้วก็จะแสดงผลให้ทราบว่าเป็นลายนิ้วมือของบุคคลเดียวกันหรือไม่ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาระบบงานด้านต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพขึ้นได้ เช่น งานด้านอาชญากรรมของกรมตำรวจ งานทะเบียนราษฎรของกรมการปกครอง หรืองานด้านความปลอดภัย

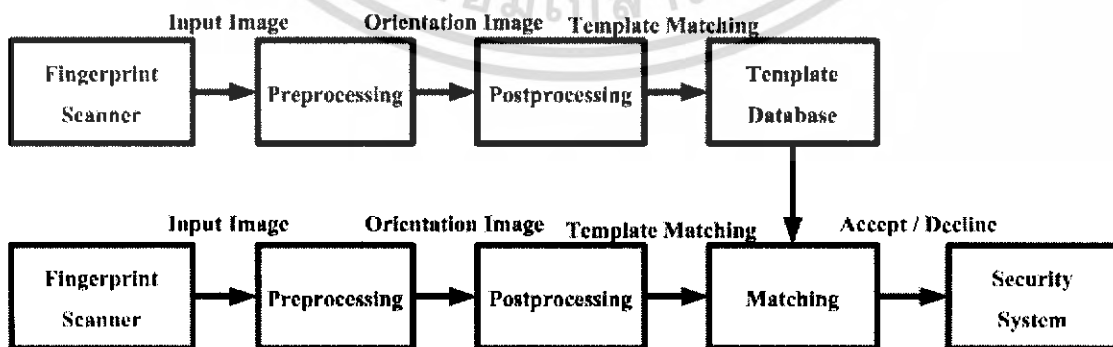


รูปที่ 5.1 แสดงขั้นตอนการเปรียบเทียบลายนิ้วมือโดยทั่วไป

5.1.2. หลักการวิเคราะห์ลายนิ้วมือสำหรับโครงการนี้

สำหรับโครงการนี้จะมีหลักการวิเคราะห์ลายนิ้วมือน้อยคล้ายคลึงกับหลักการโดยทั่วไป เพียงแต่จะมีความแตกต่างกันในส่วนของการประมวลผลเบื้องต้น และการประมวลผลภายหลัง โดยที่ขั้นตอนหรืออัลกอริทึมของการประมวลผลเหล่านี้จำเป็นต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับการนำไปสร้างเป็นเครื่องสแกนลายนิ้วมือที่สามารถประมวลผลบนตัวเครื่องได้เลย และการนำไปพัฒนาระบบรักษาความปลอดภัยต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 5.2

ดังนั้นเพื่อเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการ ในภาคการศึกษานี้จะเป็นการทดสอบหาอัลกอริทึมที่ใช้ในการประมวลผลภาพที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งอัลกอริทึมหรือขั้นตอนที่ได้นั้นจะเป็นไปตามหัวข้อที่ 5.2



รูปที่ 5.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของการทำงานของการเปรียบเทียบลายนิ้วมือในโครงการนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2. ขั้นตอนการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ

ขั้นตอนของการเปรียบเทียบลายนิ้วมือที่ใช้ในโครงงานนี้จะประกอบด้วยส่วนของการประมวลผลเบื้องต้น (Preprocessing) การประมวลผลภายหลัง (Postprocessing) และการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ (Matching)

5.2.1. การประมวลผลเบื้องต้น (Preprocessing)

5.2.1.1. นอร์มัลไลเซชัน Normalization

เนื่องจากภาพลายนิ้วมือที่ได้รับมาแต่ละภาพนั้น มีค่าเฉลี่ยของความสว่างของภาพไม่เท่ากันเพื่อให้ทุกภาพมีค่าเฉลี่ยของระดับความสว่างของภาพที่เท่ากัน จึงต้องมีการนอร์มัลไลเซชันภาพเสียก่อนซึ่งภาพที่ได้จะง่ายต่อการฟิลเตอร์ภาพต่อไป

ให้ $I(i,j)$ แสดงถึงค่าระดับสีเทาที่กำหนดตำแหน่งพิกเซล (i,j) , M และ VAR แสดงถึงค่าเฉลี่ยโดยประมาณและการเปลี่ยนแปลงของ I และ $G(i,j)$ แสดงถึงค่าระดับสีเทาที่ตำแหน่งพิกเซล (i,j) ซึ่งผ่านการนอร์มัลไลเซชันแล้วได้ดังต่อไปนี้

$$G(i, j) = \begin{cases} M_0 + \sqrt{\frac{VAR_0(I(i, j) - M)^2}{VAR}} & , \text{if } I(i, j) > M \\ M_0 - \sqrt{\frac{VAR_0(I(i, j) - M)^2}{VAR}} & , \text{otherwise} \end{cases}$$

โดย $I(i, j)$ เป็นค่าระดับเทา (gray-level value) ที่พิกเซล (i, j)

M เป็นค่า mean ของภาพ

VAR เป็นค่า variance ของภาพ

$G(i, j)$ เป็นค่า normalized ที่พิกเซล (i, j)

M_0 และ VAR_0 เป็นค่า mean และค่า variance ที่ต้องการตามลำดับ

การนอร์มัลไลเซชันเป็นการกระทำในระดับพิกเซลซึ่งจะไม่เปลี่ยนแปลงความชัดเจนของโครงสร้างเส้นนูนและร่องของภาพ



a) b)
รูปที่ 5.3 a) รูปต้นแบบ b) รูปที่ผ่านการทำ normalized

5.2.1.2. Orientation Image (ภาพทิศทาง)

การกำหนดทิศทางของภาพจะแสดงถึงลักษณะที่สำคัญของภาพลายนิ้วมือและการกำหนดค่าตำแหน่งที่คงที่สำหรับสันและร่องในบริเวณที่ใกล้เคียง โดยการพิจารณารายละเอียดของทิศทางของภาพลายนิ้วมือโดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

5.2.1.2.1. ทำการคำนวณค่าเกรเดียนท์ $\partial_x(i, j)$ และ $\partial_y(i, j)$ ของแต่ละพิกเซล (i, j) ซึ่งในรายงานนี้ได้ใช้วิธีการหาขอบภาพด้วยวิธีของSobel (Sobel Edge Detection) โดยการใช้หน้ากากรายงานนี้ไปทำการ convolution กับภาพของเรา ดังนี้

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

Gx

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

Gy

รูปที่ 5.4 หน้ากากร Sobel Convolution

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.1.2.2. ทำการประมาณทิศทางการกำหนดทิศทางบริเวณใกล้เคียงของแต่ละศูนย์กลางของแต่ละพิกเซล (i,j) โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

$$V_x(i, j) = \sum_{u=i-\frac{w}{2}}^{i+\frac{w}{2}} \sum_{v=j-\frac{w}{2}}^{j+\frac{w}{2}} 2\partial_x(u, v)\partial_y(u, v)$$

$$V_y(i, j) = \sum_{u=i-\frac{w}{2}}^{i+\frac{w}{2}} \sum_{v=j-\frac{w}{2}}^{j+\frac{w}{2}} (\partial_x^2(u, v)\partial_y^2(u, v))$$

$$\theta(i, j) = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{V_y(i, j)}{V_x(i, j)} \right)$$

โดยที่ $\theta(i, j)$ เป็นค่าประมาณของทิศทางที่ใกล้เคียง ณ ตำแหน่ง (i, j)

5.2.1.2.3. เนื่องจากสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นกับสายนิ้วมือได้แก่ โครงสร้างของเส้นนูนและร่องมีส่วนที่ไม่ต้องการเกิดขึ้น ลักษณะหลายอื่น ๆ ทำให้การประมาณทิศทางของสันบริเวณใกล้เคียง $\theta(i, j)$ ไม่ถูกต้องเสมอไป เนื่องจากการกำหนดทิศทางของสันบริเวณใกล้เคียงมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ ในบริเวณที่ใกล้เคียงโดยไม่มีจุดเด่นปรากฏขึ้น ฟิเตอร์กรองความถี่ต่ำผ่านสามารถที่จะใช้ในการปรับปรุงทิศทางที่ไม่ถูกต้องของสันบริเวณใกล้เคียงได้ ในการใช้ฟิเตอร์กรองความถี่ต่ำผ่านนั้น ภาพที่กำหนดทิศทางแล้วจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนกลับไปในรูปแบบของเวกเตอร์ที่ต่อเนื่อง ซึ่งกำหนดไว้ดังนี้

$$\phi_x(i, j) = \cos(2\theta(i, j))$$

$$\phi_y(i, j) = \sin(2\theta(i, j))$$

โดย ϕ_x เป็น vector field ในแกน x

ϕ_y เป็น vector field ในแกน y

ฟิเตอร์กรองความถี่ต่ำผ่านสามารถเขียนได้ดังนี้

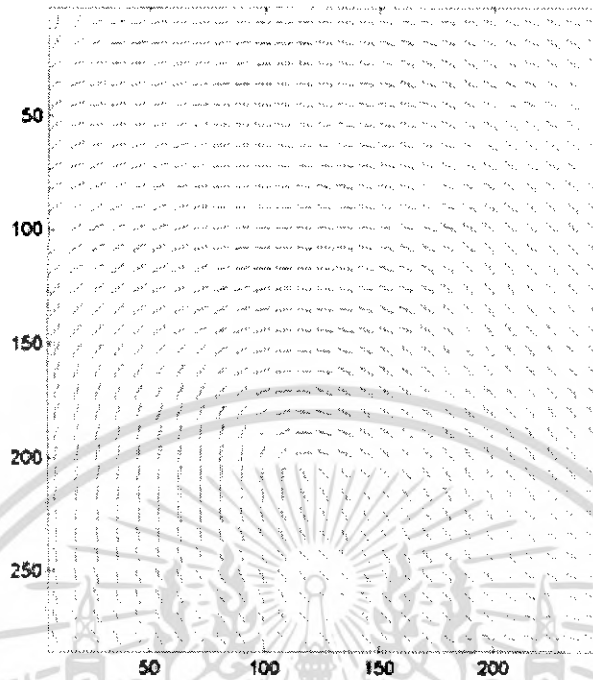
$$\Phi'_x(i, j) = \sum_{u=-w_\phi/2}^{w_\phi/2} \sum_{v=-w_\phi/2}^{w_\phi/2} W(u, v)\Phi_x(i-uw, j-vw)$$

$$\Phi'_y(i, j) = \sum_{u=-w_\phi/2}^{w_\phi/2} \sum_{v=-w_\phi/2}^{w_\phi/2} W(u, v)\Phi_y(i-uw, j-vw)$$

โดย W คือ ฟิเตอร์กรองความถี่ต่ำผ่านแบบ 2 มิติโคไซน์จำนวนเต็มและ $w_\phi \times w_\phi$ คือขนาดของฟิเตอร์เพื่อให้การใช้งานทำให้ภาพออกมาเรียบที่สุด ขนาดของฟิเตอร์ที่ใช้ควรจะเป็น 5x5

5.2.1.2.4. กำหนดทิศทางของสันที่อยู่ใกล้กัน ณ ตำแหน่ง (i,j) โดยใช้

$$O(i, j) = \frac{1}{2} \tan \left(\frac{\Phi'_y(i, j)}{\Phi'_x(i, j)} \right)$$



รูปที่ 5.5 แสดงภาพทิศทางของเส้นลายนิ้วมือ

5.2.1.3. การกรองลดสัญญาณรบกวน (Filtering)

เพื่อที่จะเอาสัญญาณรบกวนที่ไม่ต้องการออกไป และแสดงส่วนเส้นนูนและร่องของเส้นลายนิ้วมือให้เด่นชัดขึ้น จึงทำการกรองภาพลายนิ้วมือให้ทิศทางที่แตกต่างกัน โดยใช้ Gabor filter ซึ่งเป็นแบนด์พาสฟิลเตอร์ ซึ่งสามารถที่จะทำการเลือกหรือกำหนดคุณสมบัติเกี่ยวกับทิศทางและความถี่ได้ และมีความแน่นอนของการเชื่อมต่อที่ดีที่สุดในโดเมนของที่ว่างและความถี่ สำหรับภาพลายนิ้วมือที่มีร่องและสันที่ขนานกัน คุณสมบัติการปรับค่าของ Gabor filter สามารถที่จะเอาสัญญาณรบกวนออกได้ และรักษาโครงร่างของร่องและสันที่แท้จริงเอาไว้ และการแบ่งข้อมูลจะจำกัดทิศทางที่จำเพาะของภาพ โดย Gabor filter มีสมการดังนี้

$$h(x, y; \phi, f) = \exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\frac{x_\phi^2}{\delta_x^2} + \frac{y_\phi^2}{\delta_y^2}\right]\right\} \cos(2\pi f x_\phi)$$

$$x_\phi = x \cos \phi + y \sin \phi$$

$$y_\phi = -x \sin \phi + y \cos \phi$$

โดยที่	ϕ	เป็นทิศทางของ Gabor filter
	f	เป็นความถี่ของระนาบคลื่น sine
	δ_x	เป็นค่าคงที่ของ Gaussian ตามแนวแกน x
	δ_y	เป็นค่าคงที่ของ Gaussian ตามแนวแกน y

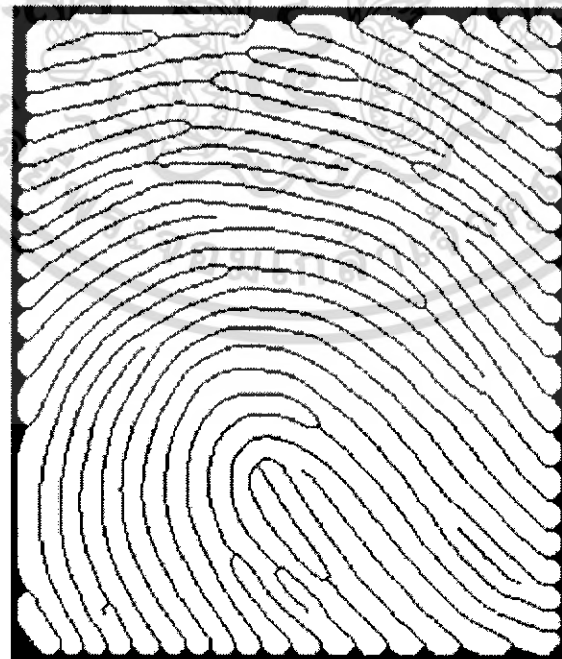
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.6 แสดงเส้นลายนิ้วมือที่ผ่านกระบวนการกรองแล้ว

5.2.1.4. การทำเส้นลายนิ้วมือให้บาง (Thinning)

นำภาพที่ผ่านกระบวนการกรองแล้ว มาทำให้เส้นบาง จนมีขนาด 1 พิกเซล ซึ่งจะนำภาพที่ได้จากการผ่านกระบวนการนี้ไปหาจุดสำคัญ (minutiae) ต่อไป



รูปที่ 5.7 แสดงภาพเส้นลายนิ้วมือที่ผ่านกระบวนการทำเส้นลายนิ้วมือให้บางแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2. การประมวลผลหลัง (Post processing)

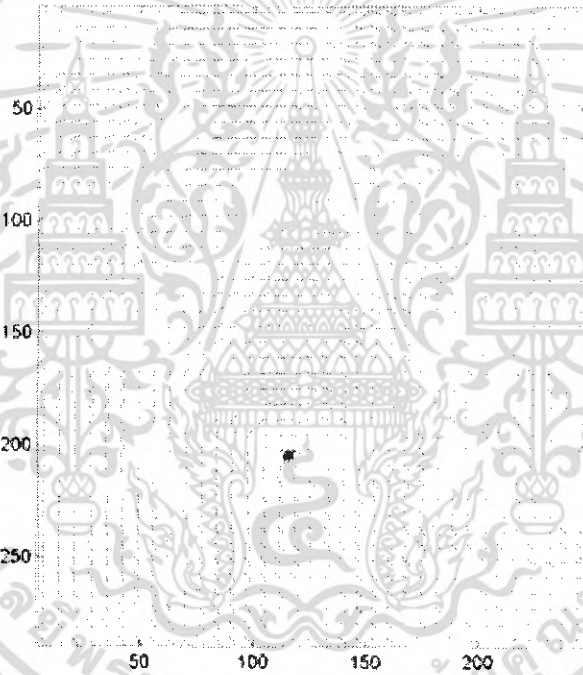
5.2.2.1. การหาจุดกึ่งกลางของภาพทิศทาง

หาได้โดยนำภาพทิศทาง มาหาจุดที่คาดว่าจะเป็จุดกึ่งกลางของภาพ (Core) ซึ่งจุดกึ่งกลางของภาพ จะเป็นจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงของทิศทางมากที่สุด โดยสามารถพิจารณาได้จากสมการดังนี้

$$d_x = \sum_{j=-1}^1 \sin(2\theta(i-1, j)) - \sum_{j=-1}^1 \sin(2\theta(i+1, j))$$

$$d_y = \sum_{i=-1}^1 \cos(2\theta(i, j-1)) - \sum_{i=-1}^1 \cos(2\theta(i, j+1))$$

โดยที่ $\theta(i, j)$ เป็นภาพทิศทางของ Block (i, j)



รูปที่ 5.8 แสดงจุดกึ่งกลางของภาพลายนิ้วมือ

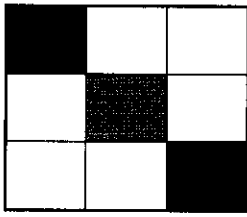
5.2.2.2. การหาลักษณะสำคัญของลายนิ้วมือ (Minutiae Extraction)

นำภาพที่ได้จากการ Thinning มาหาลักษณะสำคัญ (Minutiae) ตามสมการ

$$cn(p) = \frac{1}{2} \sum_{i=1..8} |val(p_{i \bmod 8}) - val(p_{i-1})|$$

ซึ่ง p_0, p_1, \dots, p_7 เป็นพิกเซลข้างเคียง 8 พิกเซล ของ p
 $Val(p)$ เป็นค่าของพิกเซล

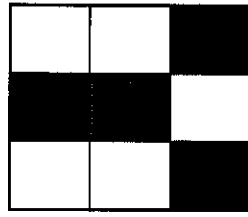
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$cn(p)=2$

ถ้า $cn(p) = 1$

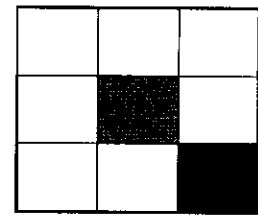
$cn(p) = 3$



$cn(p)=3$

จะถือว่าเป็นจุดปลายของสายเส้นนูน (Ridge endings)

จะถือว่าเป็นจุดแยกของสายเส้นนูน (Ridge bifurcations)



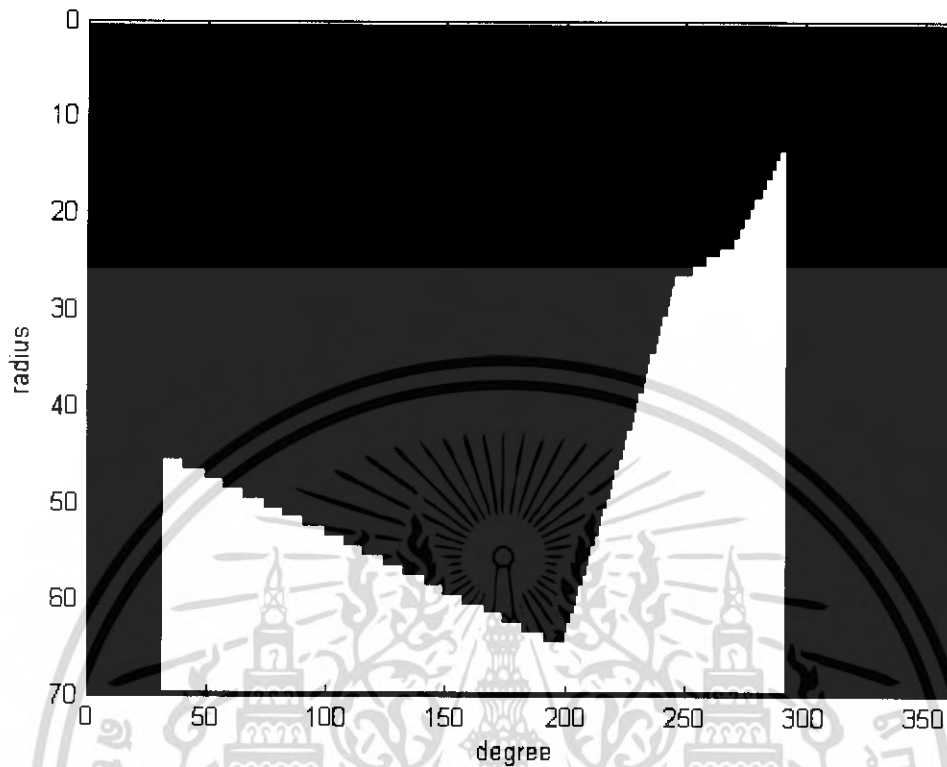
$cn(p)=1$



รูปที่ 5.9 แสดงจุดสำคัญที่ได้จากภาพลายนิ้วมือ

5.2.2.3. การเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีและมุมของจุดกึ่งกลางจุดสำคัญ

เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีที่ลากจุดกึ่งกลางถึงจุดสำคัญและมุมที่จุดสำคัญทำกับแกน X เพื่อที่จะนำไปใช้ในกระบวนการ Matching ต่อไป



รูปที่ 5.10 แสดงรูปภาพความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีและมุมที่จุดสำคัญทำกับแกน X

5.2.3. การทำฐานข้อมูล(Template Database)

เมื่อเราได้ข้อมูลของรัศมีที่ลากระหว่างจุดกึ่งกลางถึงจุดสำคัญและมุมที่จุดสำคัญทำกับแกน X มาแล้วเราจะนำข้อมูลนี้มาผ่านกระบวนการหาค่าเฉลี่ยกลุ่มเพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูลด้วยวิธี Hard C-Means โดยใช้สมการต่างๆ ดังนี้

$$J = \sum_{i=1}^c J_i = \sum_{i=1}^c \left(\sum_{k, x_k \in G_i} \|x_k - C_i\|^2 \right)$$

โดย J เป็นการหาค่าผลรวมของระยะทางระหว่างข้อมูลแต่ละจุดกับค่าเฉลี่ยของกลุ่มของทุกกลุ่มและ C_i เป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มได้มาโดยการสุ่มเลือกจากข้อมูลแรกที่รับเข้ามา

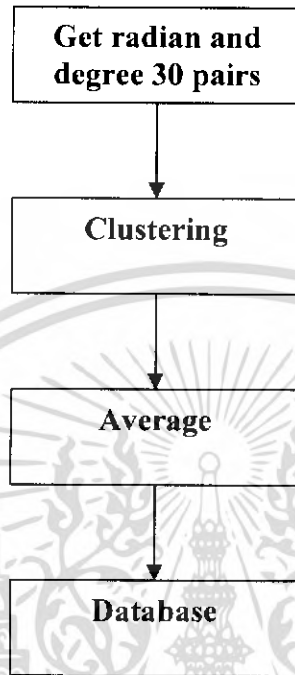
$$u_{i,j} = \begin{cases} 1 & \text{if } \|X_j - C_i\|^2 \leq \|X_j - C_k\|^2, \text{ for each } k \neq i \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

โดย $u_{i,j}$ เป็นการคัดแยกว่าข้อมูลแต่ละจุดเป็นสมาชิกของกลุ่มนั้นหรือไม่ โดยถ้าเป็น 1 คือเป็นสมาชิกแต่ถ้าเป็น 0 คือไม่ใช่สมาชิก

$$C_i = \frac{1}{|G_i|} \sum_{k, x_k \in G_i} X_k$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นการหาจุดศูนย์กลางเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละกลุ่ม เราจะวนทำกระบวนการนี้จนกว่าจะได้จุดศูนย์กลางเฉลี่ยที่คงที่และเก็บค่านั้นเป็นฐานข้อมูลของแต่ละบุคคล



รูปที่ 5.11 แสดงขั้นตอนการทำฐานข้อมูล

5.2.4. การเปรียบเทียบลายนิ้วมือ (Matching)

เมื่อเราเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีที่ลากจุดกึ่งกลางถึงจุดสำคัญและมุมที่จุดสำคัญทำกับแกน X จะได้กราฟลักษณะต่าง ๆ ซึ่งรูปกราฟของบุคคลเดียวกันคาดว่าจะมีลักษณะกราฟใกล้เคียงกัน แต่รูปกราฟของบุคคลต่างกัน คาดว่าจะได้กราฟที่มีลักษณะต่างกัน โดยกระบวนการในการหาความสัมพันธ์นั้น เราจะใช้วิธี Template Matching

5.2.3.1. วิธีการวัดความแม่นยำของระบบ

ความแม่นยำของระบบไบโอเมตริกสามารถจะถูกเทียบวัดได้ค่าต่อไปนี้

- 1) False Rejection Rate : FRR คือ อัตราการปฏิเสธการผ่านกับผู้ใช้ที่ถูกต้อง
- 2) False Acceptance Rate : FAR คือ อัตราการหลอกรอดของผู้ปลอมปลอมจากการตรวจจับ

โดยทั่วไปค่า FRR และ FAR เป็นค่าที่ด้านซึ่งกันและกันอยู่ เพราะเมื่อ FAR มีค่าสูง FRR ก็จะมีค่าต่ำไปโดยอัตโนมัติ

ในระบบรักษาความปลอดภัยด้วยลายนิ้วมือนี้ ค่า FRR และ FAR จะเป็นค่าที่สามารถถูกปรับได้ตามความต้องการของผู้ติดตั้งระบบว่าต้องการให้มีความปลอดภัยอยู่มากน้อยเพียงใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

การออกแบบอุปกรณ์เพื่อทำงานกับไอซี MBF200

6.1. หลักการและจุดประสงค์ในการออกแบบ

6.1.1. เพื่อให้สามารถใช้งานไอซี MBF200 ได้

6.1.2. เพื่อให้เครื่องสแกนลายนิ้วมือประมวลผลบนคอมพิวเตอร์ได้ ด้วยโปรแกรม LabVIEW และ MATLAB

6.1.3. เพื่อให้ชิ้นงานนี้สามารถประมวลผลการทำงานระบุบุคคลที่มีความผิดพลาดที่สามารถยอมรับได้

6.2. อุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน

6.2.1. ไอซี MBF200

6.2.2. ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ AT89C51

6.2.3. หน่วยความจำชั่วคราว (RAM)

6.2.4. ไอซี MAX232

6.2.5. ไอซี 74HC573

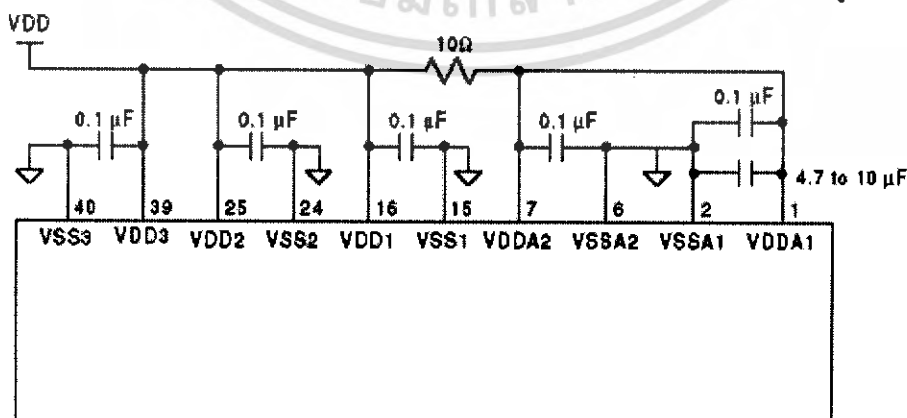
6.2.6. LCD 16*2

6.2.7. KEYPAD 4*3 DECODINGS

6.3 การออกแบบ

6.3.1. การออกแบบวงจรไอซี MBF200

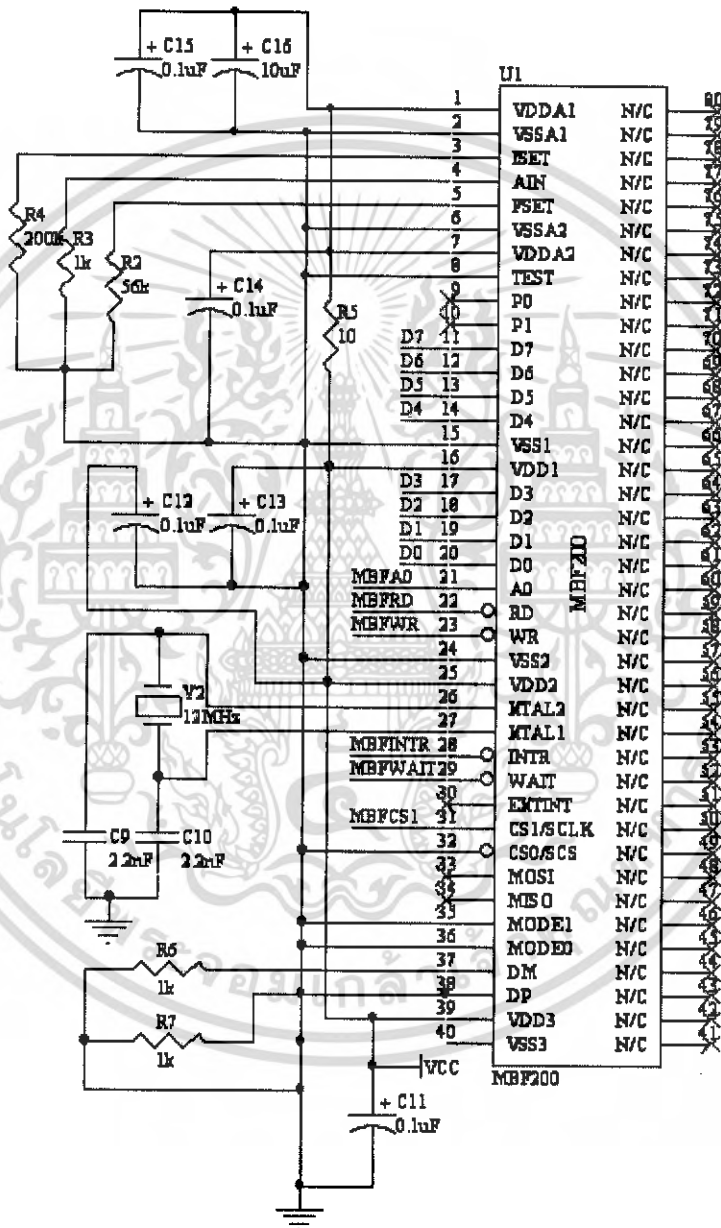
เนื่องจากตัวไอซี MBF200 มีการออกแบบการจ่ายไฟเลี้ยงให้อุปกรณ์ที่แน่นอนอยู่แล้ว ทำให้สามารถออกแบบตามที่ทางผู้ผลิตมีข้อมูลมาให้ซึ่งเป็นการต่อไฟเลี้ยงและกราวด์เพื่อจะลดสัญญาณรบกวน ทำให้ได้ภาพลายนิ้วมือที่ดีที่สุดจากเซ็นเซอร์ (Sensor) โดยวงจรจะแสดงดังรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 แสดงการป้อนไฟเลี้ยงให้อไอซี MBF200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการออกแบบได้ปฏิบัติตามกระบวนการที่ทางผู้ผลิตนั้นได้มีมาให้ เมื่อได้ออกแบบในส่วนของไฟเลี้ยงแล้วขั้นต่อไปก็เริ่มออกแบบส่วนของตัวขาต่างๆ ของ MBF200 เพื่อให้ตัวไอซีมีการทำงานและสามารถใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ซึ่งในการออกแบบเพื่อใช้งานนี้ได้เลือกใช้การทำงานจากวงจรสร้างความถี่ภายนอก (External Crystal) โดยวงจรแสดงดังรูปที่ 6.2

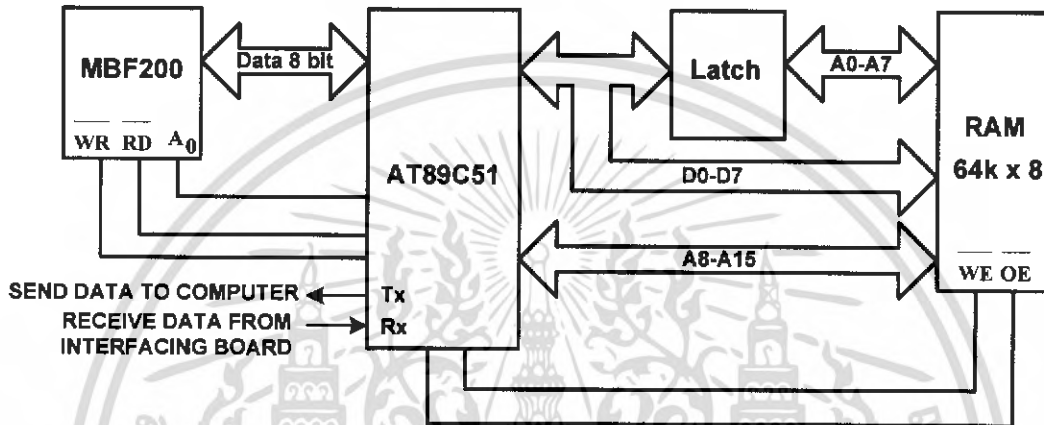


รูปที่ 6.2 แสดงการออกแบบส่วนไอซี MBF200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

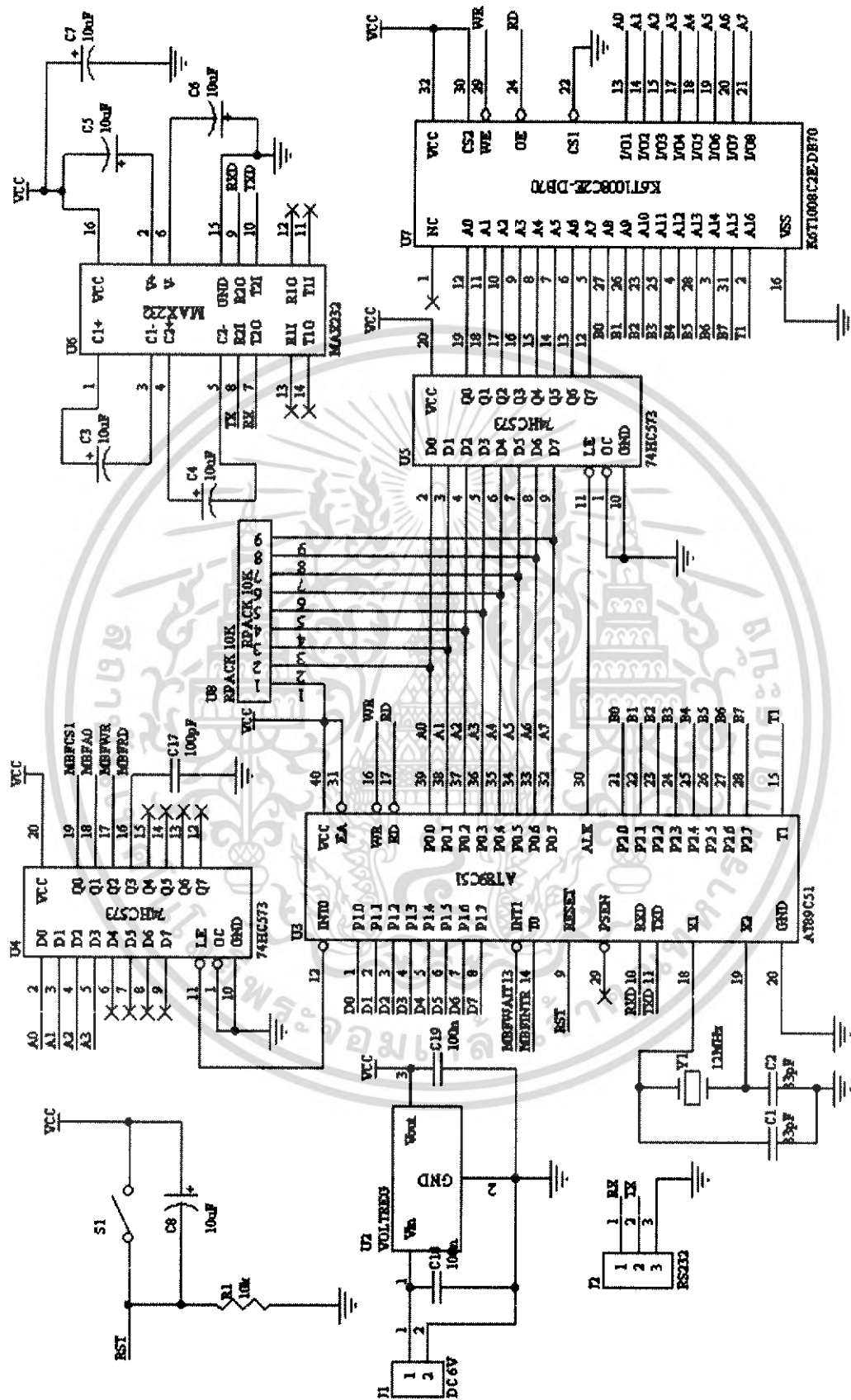
6.3.2. การออกแบบวงจรการทำงาน MCS-51, MBF200, RAM และ Serial port ให้ทำงานร่วมกัน

การออกแบบในส่วนของการนำเอาโมดูลต่าง ๆ มาทำงานร่วมกัน โดยการออกแบบให้ข้อมูลที่ได้มาจากไอซี MBF200 นั้นเข้ามาเก็บไว้ที่หน่วยความจำชั่วคราว แล้วส่งข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในหน่วยความจำชั่วคราวไปยังคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม อธิบายได้ตามรูปที่ 6.3



รูปที่ 6.3 แสดงแผนภาพการออกแบบของวงจรที่ 1 SENSOR BOARD

จากรูปที่ 6.3 เป็นแผนผังการออกแบบตัวอุปกรณ์ของโครงการนี้เมื่อนำหลักการดังกล่าวไปดำเนินการออกแบบและปฏิบัติจะได้วงจรการทำงานของอุปกรณ์นี้ดังรูปที่ 6.4 ซึ่งแต่ละส่วนได้แบ่งแยกการทำงานไว้เป็นสัดส่วน



รูปที่ 6.4 แสดงรูปการต่ออุปกรณ์ในวงจรที่ 1 SENSOR BOARD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรประกอบด้วย 4 ส่วนหลักๆ คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์, โมดูล MBF200, พอร์ตอนุกรม และหน่วยความจำชั่วคราวภายนอก

ในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหัวใจของการทำงานของวงจร เพราะจะต้องควบคุมการทำงานของส่วนอื่น ๆ ที่เหลือ ส่วนนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มาเป็นตัวควบคุมการทำงาน

ในส่วนของหน่วยความจำชั่วคราวนั้นจะใช้หน่วยความจำชั่วคราวขนาด 64K x 8 bit ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 นั้นสามารถอ้างหน่วยความจำได้มากที่สุด 64K x 8 bit ซึ่งทำการเชื่อมต่อโดยใช้วงจรແລทซ์เข้ามาช่วยและใช้พอร์ต P0 และ P2 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ในการติดต่อ โดย P2 จะใช้อ้างแอดเดรสไบต์สูง ส่วน P0 จะใช้อ้างแอดเดรสไบต์ต่ำ นอกจากนั้นยังใช้ในการถ่ายโอนข้อมูลกับหน่วยความจำภายนอกด้วย

ในส่วนของ การควบคุมโมดูล MBF200 นั้นสามารถควบคุมได้โดยการต่อขาสัญญาณ A0, RD และ WR ของไอซี MBF200 เข้ากับขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์และในการเปิดการใช้งานไอซี MBF200 นั้นจะต่อขา CS1 กับสัญญาณ 5 โวลต์ และต่อขา CS0 กับสัญญาณ 0 โวลต์ การเขียนและอ่านข้อมูลจาก MBF200 นั้นจะเป็นข้อมูลแบบ 8 บิตวิ่งขนานกันมาเข้าพอร์ต P0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ขาสัญญาณ RD คุมการอ่านข้อมูล และ WR คุมการเขียนข้อมูล ส่วนขาสัญญาณ A0 นั้นใช้เลือกระหว่างการชี้ไปยัง Index register หรือ Data register ของ MBF200

ในส่วนของแหล่งจ่ายไฟของวงจรจะใช้ไฟเลี้ยงขนาด 5 โวลต์โดยใช้ไอซีเบอร์ 7805 แปลงระดับแรงดันจาก 9 โวลต์เป็น 5 โวลต์ อุปกรณ์ที่ได้สร้างขึ้นมีลักษณะดังรูปที่ 6.5

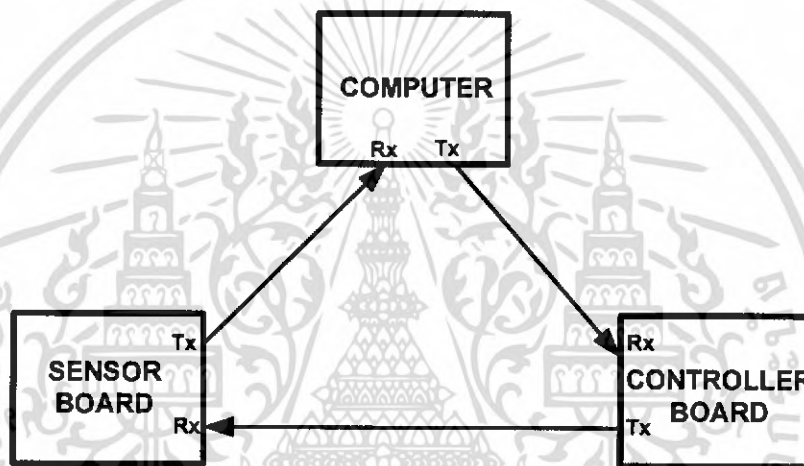


รูปที่ 6.5 แสดงอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อรับภาพลายนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

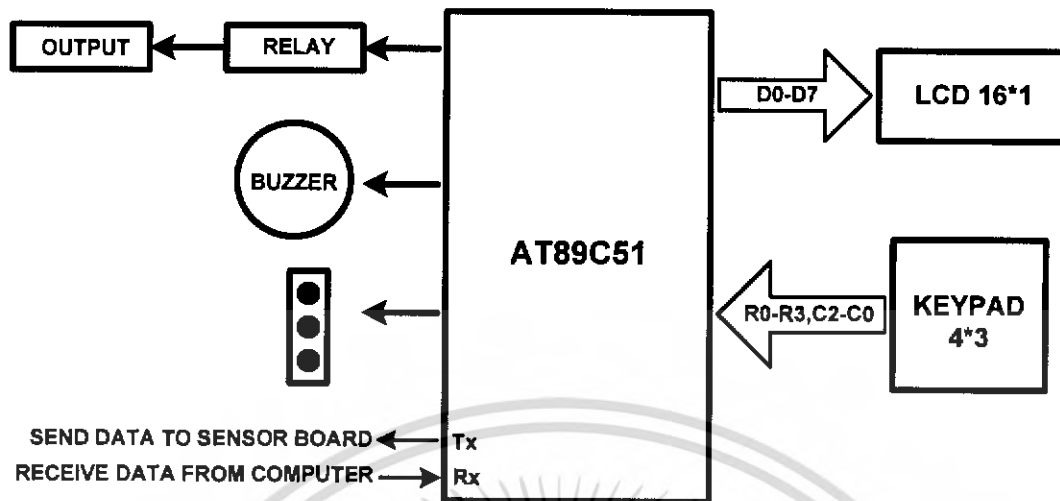
6.3.3. การออกแบบวงจรเพื่อสร้างเครื่องสแกนลายนิ้วมือที่สามารถประมวลผลบนคอมพิวเตอร์ได้

หลังจากที่ได้้อัลกอริทึมในการประมวลผลภาพลายนิ้วมือซึ่งได้จากการจำลองการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์โดยโปรแกรม แมทแกล็บแล้ว จากนั้นได้ทำการออกแบบวงจรเพื่อสร้างเครื่องสแกนลายนิ้วมือที่สามารถประมวลผลบนคอมพิวเตอร์ได้ โดยวงจรที่ใช้รับภาพลายนิ้วมือจะส่งข้อมูลภาพลายนิ้วมือไปยังคอมพิวเตอร์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลเปรียบเทียบข้อมูล จากนั้นคอมพิวเตอร์จะส่งผลที่ได้จากการประมวลผลมายังวงจรที่ใช้ควบคุมการแสดงผล ซึ่งมีลักษณะการทำงานตามรูปที่6.6



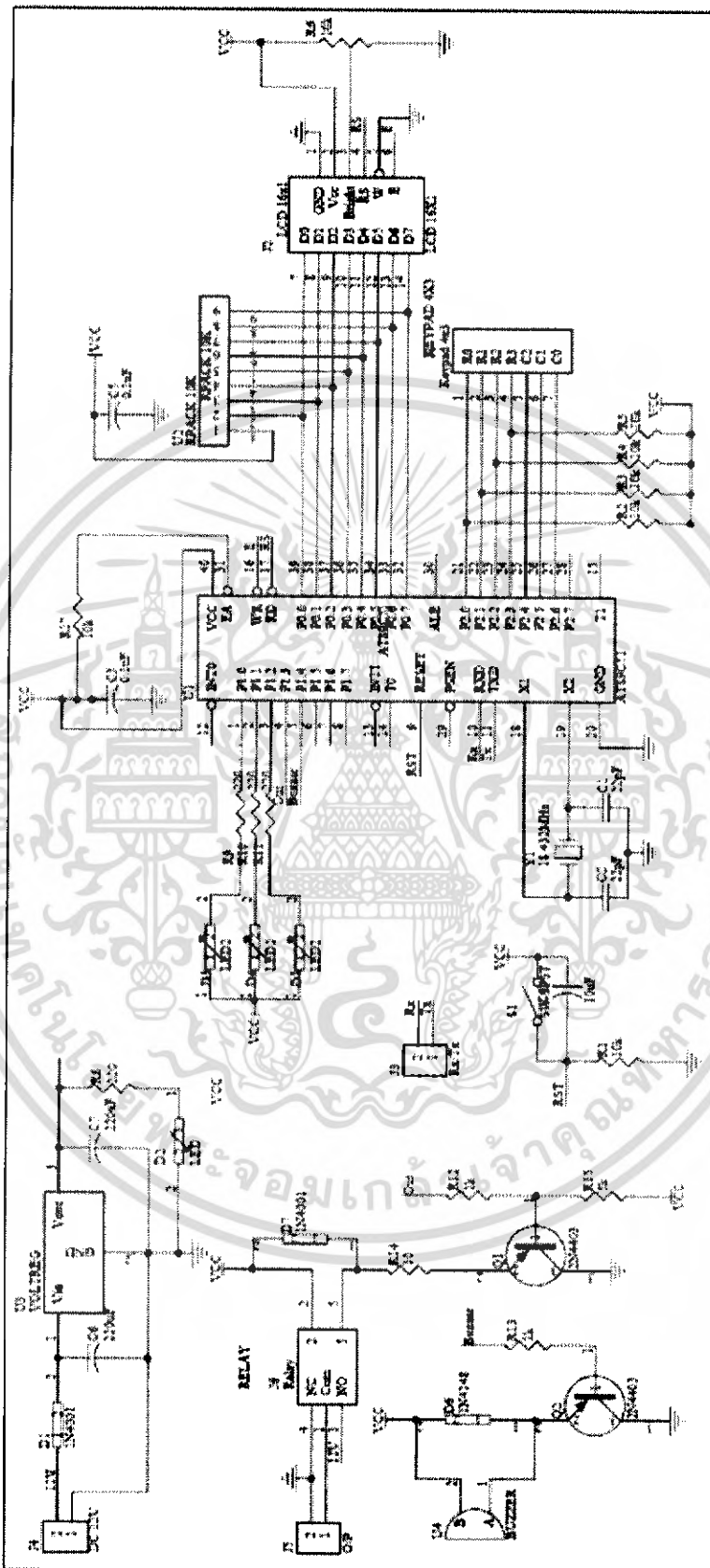
รูปที่ 6.6 แสดงลักษณะการทำงานของเครื่องสแกนลายนิ้วมือที่ประมวลผลบนคอมพิวเตอร์

ในส่วนของวงจรที่ใช้ควบคุมการแสดงผลได้มีการออกแบบไว้ดังนี้คือ รับข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์ หรือทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่รับเข้ามากับฐานข้อมูลที่ได้ทำการเก็บไว้ก่อนหน้าแล้ว ซึ่งผลที่ได้จากการประมวลผลจะถูกแสดงไว้บนจอ LCD โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นตัวควบคุมการทำงานของวงจรมี ซึ่ง สามารถอธิบายได้ตามรูปที่6.7



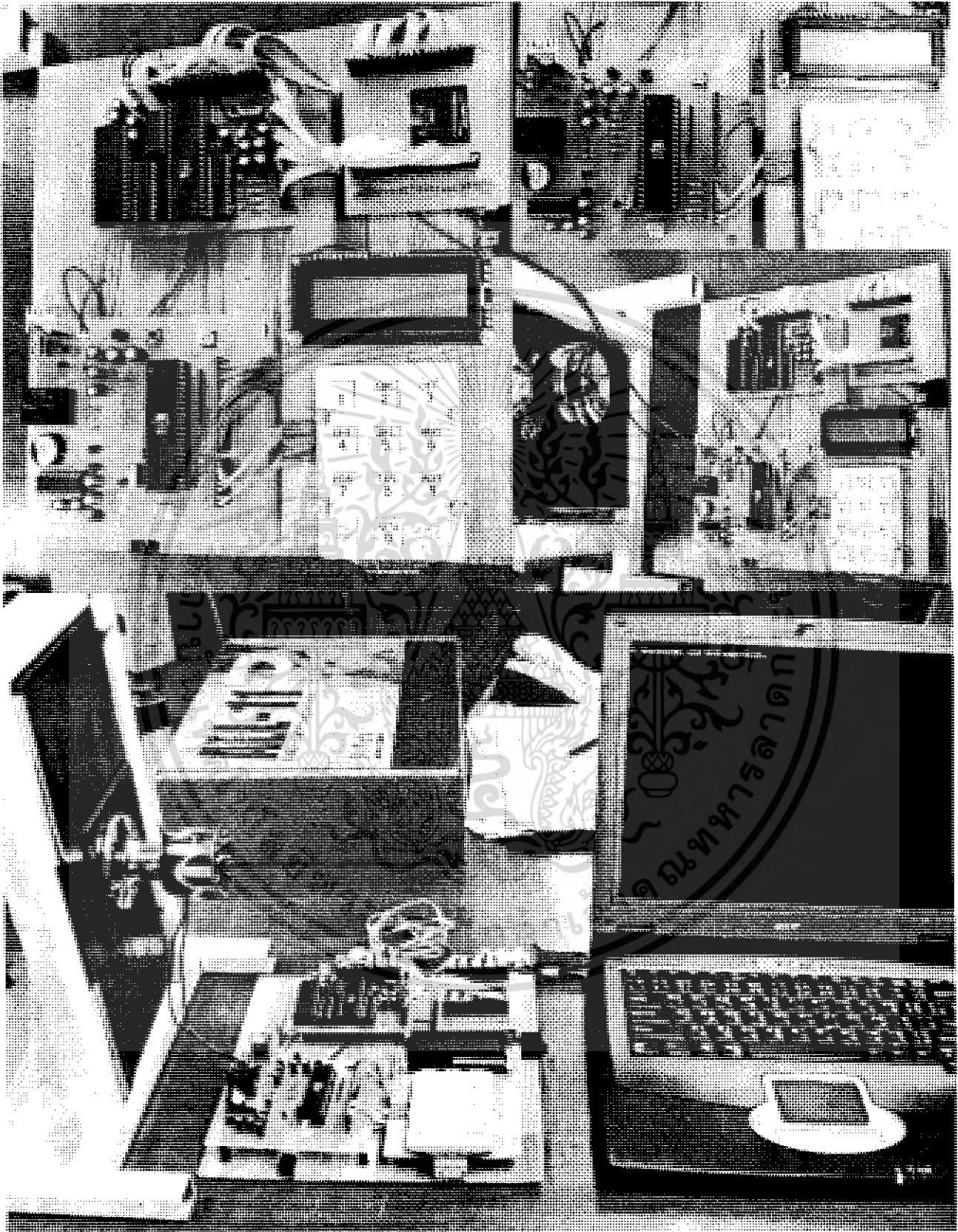
รูปที่ 6.7 แสดงการออกแบบวงจรที่ 2 CONTROLLER BOARD

จากรูปที่ 6.7 เป็นแผนผังการออกแบบวงจรที่ใช้ควบคุมการแสดงผลของโครงการนี้ เมื่อนำหลักการดังกล่าวไปดำเนินการออกแบบและปฏิบัติจะได้วงจรการทำงานของอุปกรณ์นี้ดังรูปที่ 6.8 ซึ่งแต่ละส่วนได้แบ่งแยกการทำงานไว้เป็นสัดส่วน



รูปที่ 6.8 แสดงรูปการต่ออุปกรณ์ในวงจรที่ 2 CONTROLLER BOARD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.9 แสดงรูปถ่ายของสถานที่งานที่มีคอมพิวเตอร์ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

การออกแบบโปรแกรมเพื่อทำงานร่วมกับอุปกรณ์

7.1. จุดประสงค์ในการออกแบบ

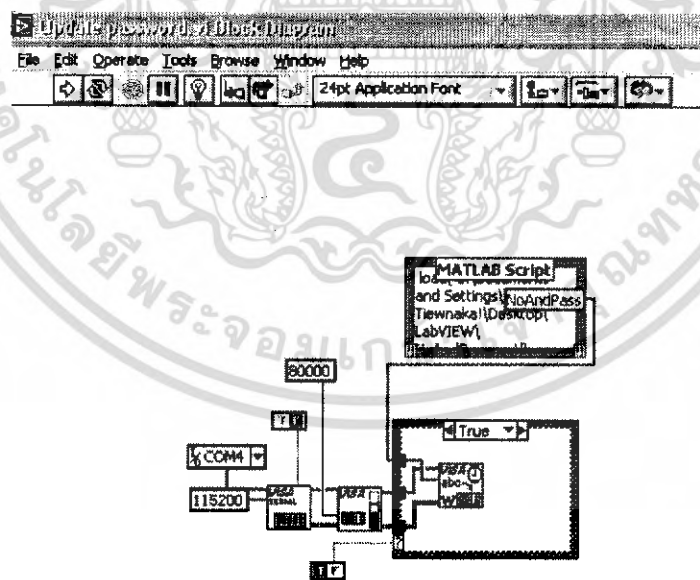
- 7.1.1. เพื่อให้สามารถติดต่ออุปกรณ์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมได้
- 7.1.2. เพื่อให้สามารถอ่านค่าและแสดงผลลายนิ้วมือที่ผ่านการสแกนได้
- 7.1.3. เพื่อให้สามารถจัดเก็บภาพลายนิ้วมือไว้ในคอมพิวเตอร์ได้
- 7.1.4. เพื่อให้สามารถวิเคราะห์หาจุดเด่นของภาพลายนิ้วมือได้

7.2. ซอฟต์แวร์ (Software) ที่นำมาออกแบบ

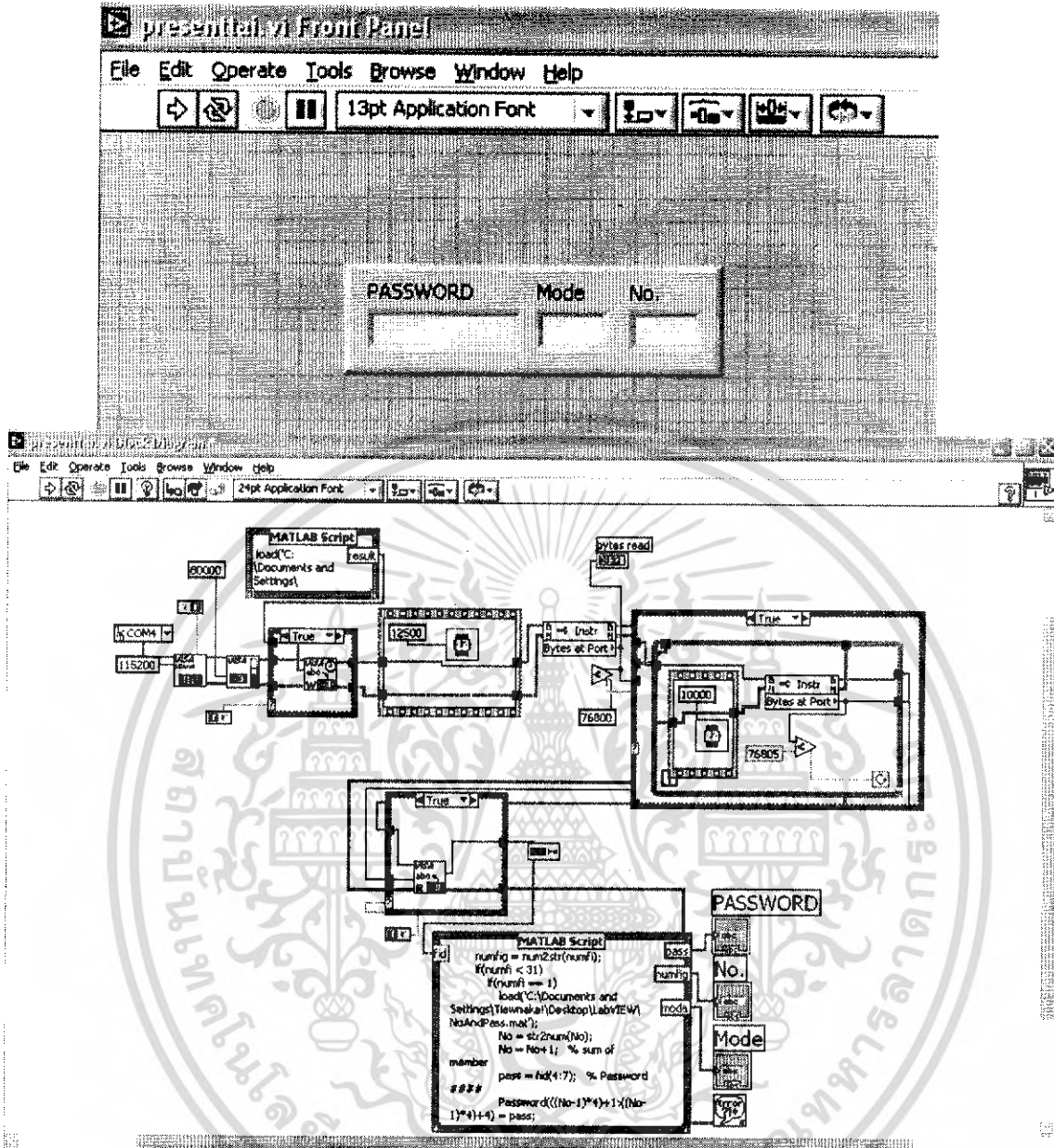
- 7.2.1. LabVIEW 7.1
- 7.2.2. MatLab 6.5.1

7.3. การออกแบบ

การออกแบบ โปรแกรมที่ใช้ในการสแกนภาพลายนิ้วมือแสดงดังรูปที่ 7.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.1 แสดงโปรแกรมที่ใช้ในการสแกนภาพลายนิ้วมือ

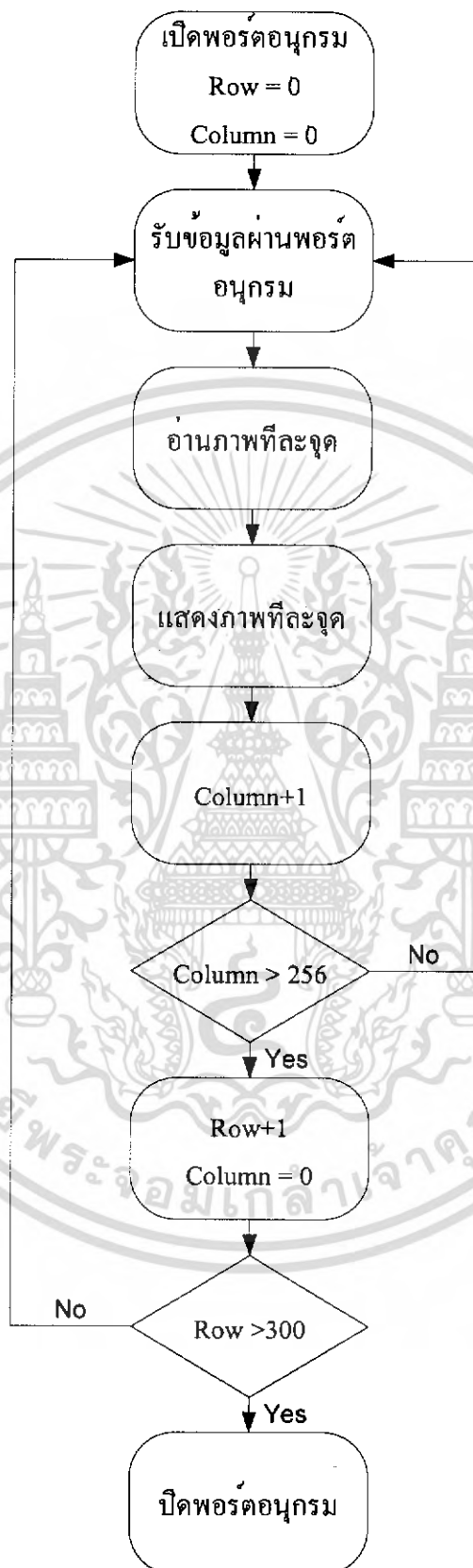
การทำงานของตัวโปรแกรมเมื่อต้องการสแกนภาพจากตัวไอซี MBF200 สามารถทำได้โดยต่ออุปกรณ์เข้ากับคอมพิวเตอร์แล้ว เปิดโปรแกรม LabVIEW กดปุ่ม Run File Update Password จากนั้นกด Run แบบต่อเนื่อง File Present เพื่อให้ LCD-Keypad ต่อโดยอัตโนมัติทำงานจากนั้นทำตามขั้นตอนที่ขึ้นบนจอ LCD

7.4. แผนผังการทำงานของแต่ละโปรแกรม

7.4.1. โปรแกรมแสดงภาพที่สแกนผ่านพอร์ตอนุกรม

รายละเอียดในการเขียนตัวโปรแกรมแสดงดังแผนผังของรูปที่ 7.2

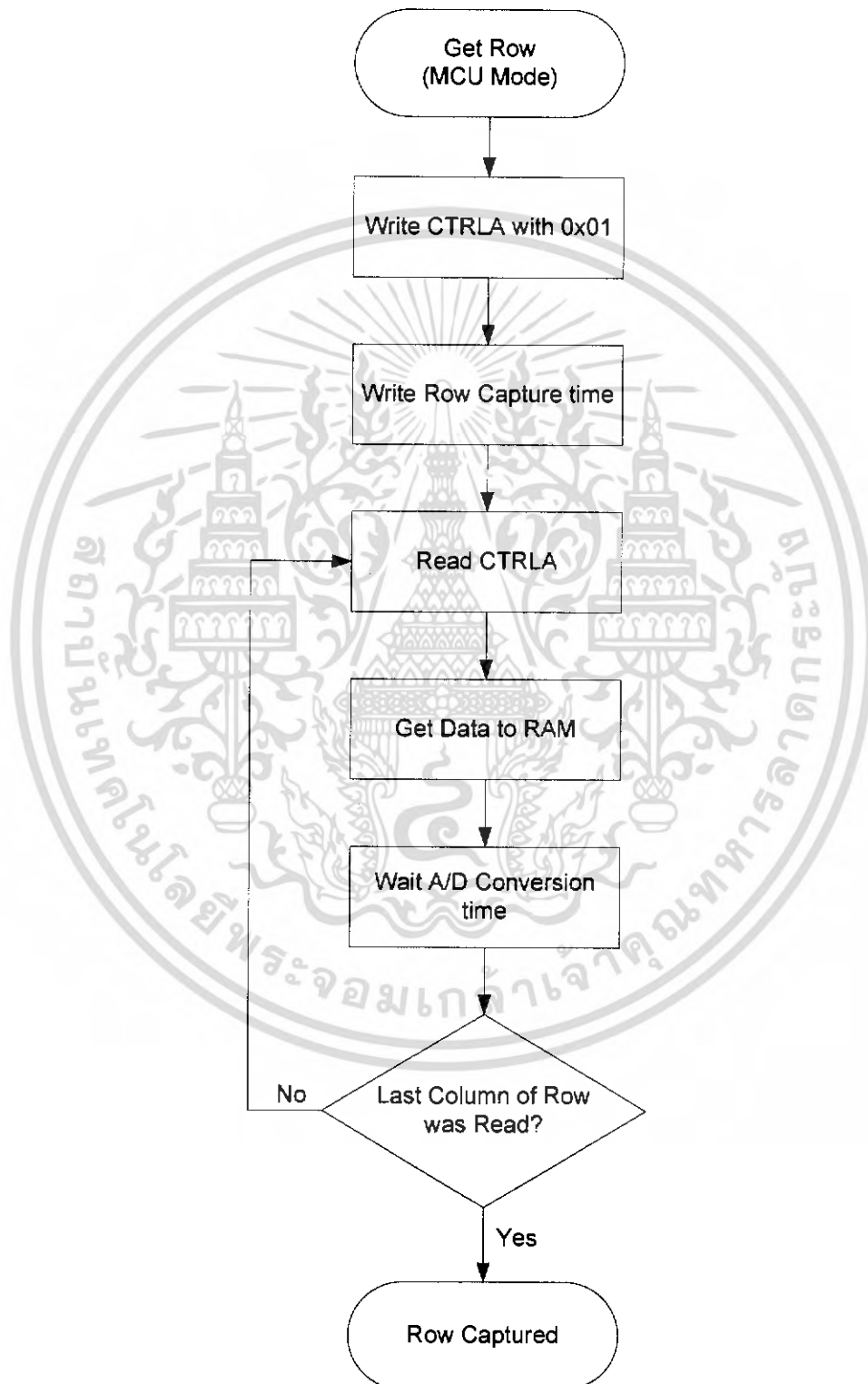
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.2 แสดงแผนผังการออกแบบโปรแกรมแสดงภาพที่สแกนผ่านพอร์ตอนุกรม

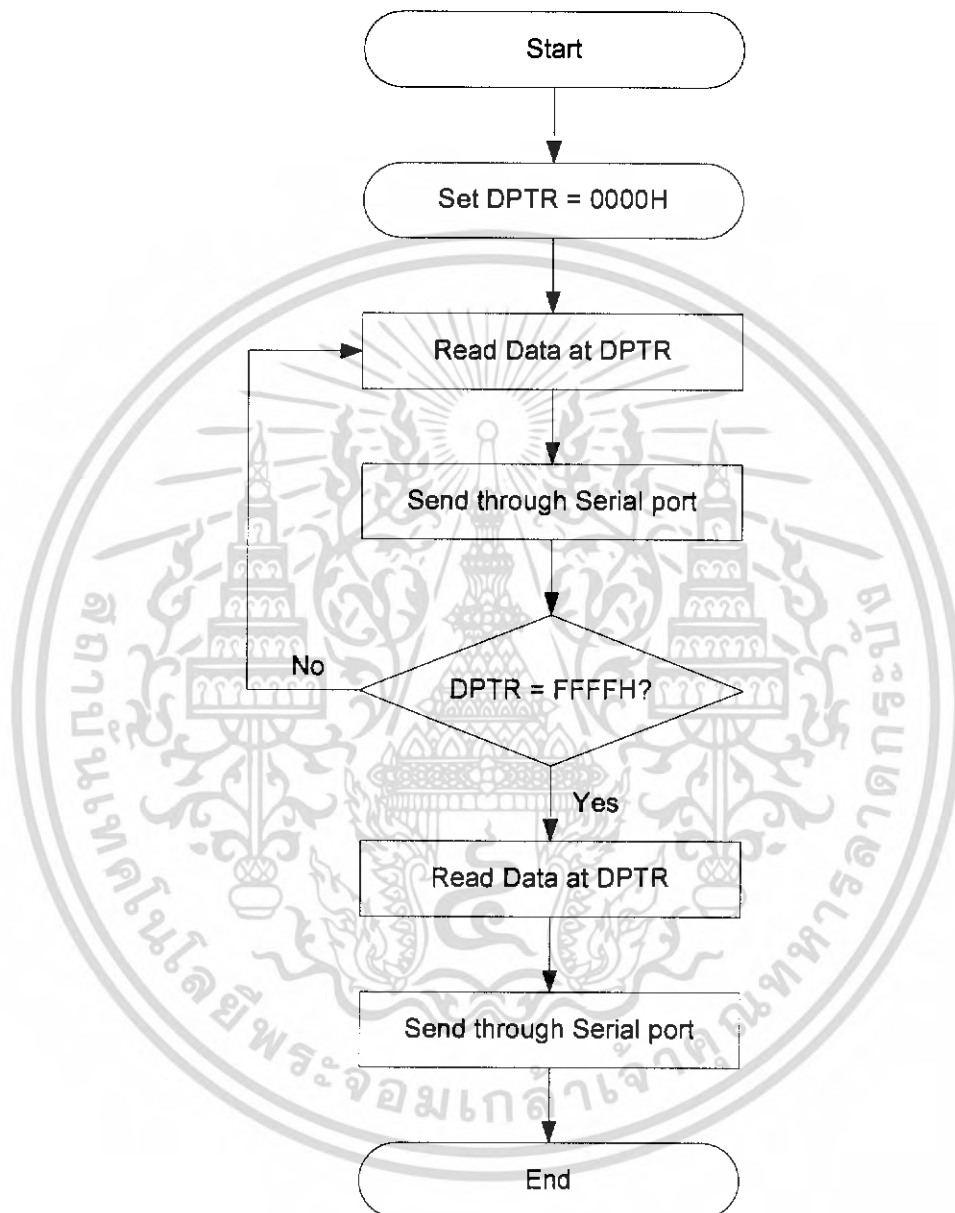
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4.2. โปรแกรมควบคุมการทำงานการอ่านค่าจาก MBF200 โดยใช้ MCS-51
 การอ่านข้อมูลมาจัดเก็บไว้ที่หน่วยความจำชั่วคราวโดยใช้ MCS-51 ในการจัดการมี
 รายละเอียดในการเขียนตัวโปรแกรมแสดงผังแผนผังของรูปที่ 7.3



รูปที่ 7.3 แสดงการทำงานของ MCS-51 ขณะดึงข้อมูลมาเก็บไว้ที่หน่วยความจำชั่วคราว เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และการอ่านค่าข้อมูลสายนี้มือจากหน่วยความจำชั่วคราวส่งมาทางพอร์ตอนุกรม มีการทำงานดังนี้



รูปที่ 7.4 แสดงการทำงานของ การดึงข้อมูลจากหน่วยความจำชั่วคราวไปยังคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4.3. โปรแกรมวิเคราะห์หาจุดเด่นของภาพลายนิ้วมือ

รายละเอียดในการเขียนตัวโปรแกรมด้วยโปรแกรมแล็บวิว(LabVIEW) โดยการใช้การติดต่อประมวลผลด้วยโปรแกรมเมทแล็บ (Matlab) แสดงผังแผนผังของรูปที่ 7.5



รูปที่ 7.5 แสดงการทำงานของกรวิเคราะห์หาจุดเด่นของภาพลายนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8

การทดลองและผลการทดลอง

8.1. การทดลองการนำภาพลายนิ้วมือมาวิเคราะห์

โดยแบ่งการทำงานเป็นขั้นตอนดังนี้

8.1.1. การทำ Normalization

เนื่องจากภาพที่สแกนเข้ามาแต่ละภาพนั้น มีความเข้มต่างกัน จึงต้องมีการทำ Normalize ภาพเพื่อให้ ความเข้มสีของภาพนั้นมีความเข้มประมาณเดียวกัน

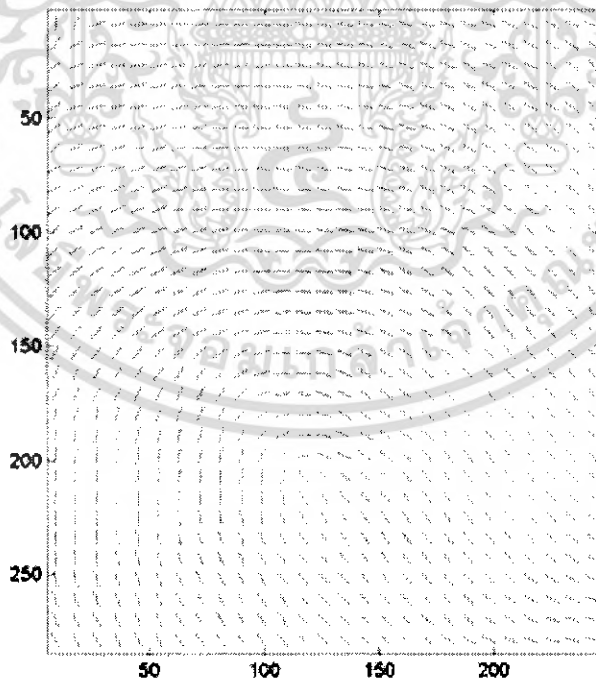


รูปที่ 8.1 ภาพลายนิ้วมือที่ได้จากการสแกน (ก) แบบชัดสวย (ข) แบบกันหอย



รูปที่ 8.2 ภาพลายนิ้วมือที่ผ่านการทำ Normalize (ก) แบบมัดหอย (ข) แบบก้นหอย
จากภาพผลการทดลองที่ได้จะพบว่าเมื่อผ่านการทำ Normalize แล้ว ภาพที่ได้จะมีความเข้มสี
ใกล้เคียงกัน

8.1.2. การทดลองการหาภาพทิศทาง (Orientation)



รูปที่ 8.3 ภาพทิศทางของลายนิ้วมือ รูปที่ 8.2 (ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.1.3. การทดสอบการกรองลดสัญญาณรบกวน (Filtering)



รูปที่ 8.4 ภาพลายนิ้วมือที่ผ่านการกรองลดสัญญาณรบกวนของรูปที่ 8.2 (ก)

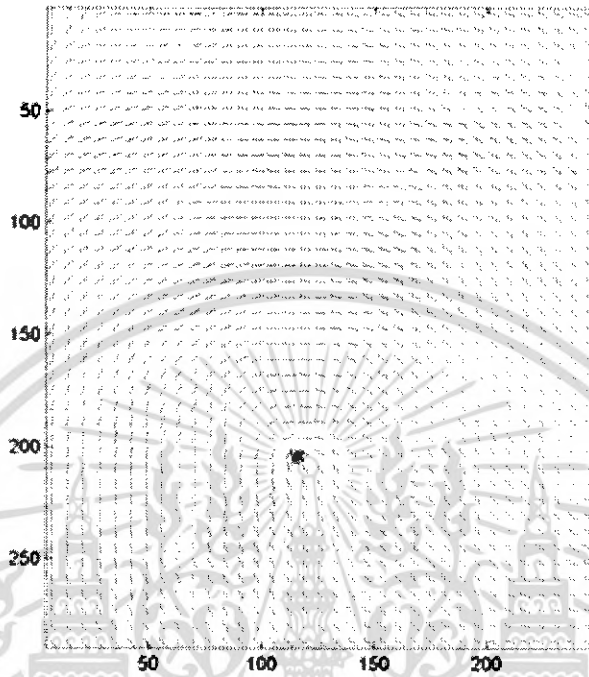
8.1.4. การทดลองการทำเส้นลายนิ้วมือให้บาง (Thinning)



รูปที่ 8.5 ภาพลายนิ้วมือที่ผ่านการทำให้บางของรูปที่ 8.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.1.5. การทดลองการหาจุดกึ่งกลางภาพทิศทาง (Core)



รูปที่ 8.6 ภาพแสดงตำแหน่งจุดกึ่งกลางที่ได้จากภาพทิศทาง รูปที่ 8.4

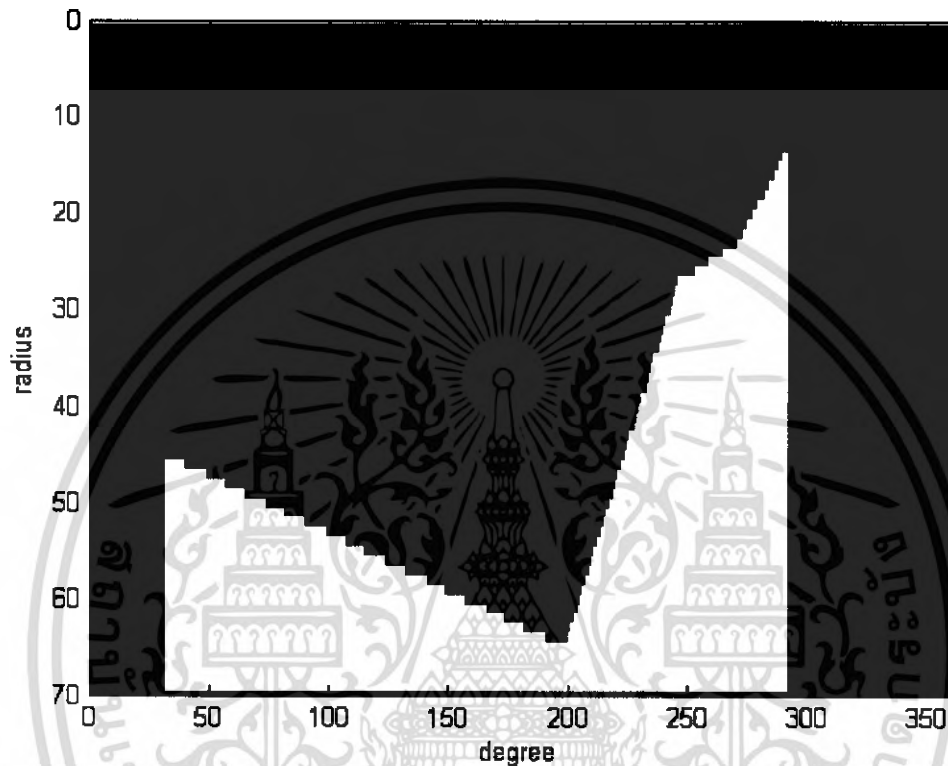
8.1.6. การทดลองการหาจุดสำคัญ (Minutiae Extraction)



รูปที่ 8.7 ภาพแสดงตำแหน่งจุดสำคัญที่ได้จากภาพที่ผ่านการทำเส้นให้บาง รูปที่ 8.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.1.7. การทดลองการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีที่ลากจุดกึ่งกลางถึงจุดสำคัญและมุมที่จุดสำคัญทำกับแกน X



รูปที่ 8.8 รูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีที่ลากจากจุดกึ่งกลางถึงจุดสำคัญและมุมที่จุดสำคัญทำกับแกน X

8.2. การทดลองการทำฐานข้อมูล (Template Database) ด้วยวิธี Hard C-Means

ตารางที่ 8.1. แสดงการหาค่าเฉลี่ยกลุ่มเพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูลบุคคลที่ 1

ลำดับที่		จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	%error
1	r	13.6	45.4							30.8532
	θ	186.5	253.68							
2	r	11.1	12.4	14.6	43.5	46.1	58			8.0159
	θ	341.41	291.78	174.47	248.66	134.86	73.195			
3	r	12.4	12.4	14.6	43.8	57.2	68.1	69.8		5.7698
	θ	291.78	338.4	181.99	247.66	66.678	113.3	264.71		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4	r	11.9	12.1	12.6	39.9	44.7	57.9	64.3	69.4	7.5317
	θ	297.79	341.91	172.96	250.17	134.86	67.681	278.74	119.32	
5	r	11.8	12.4	15.6	43.1	46.9	59.2			8.6071
	θ	347.43	291.78	178.48	250.17	137.37	72.694			
6	r	13.4	14.7	15.6	45.4	52	60.9	69.1		6.3571
	θ	289.77	336.9	181.99	132.35	252.17	68.182	262.7		
7	r	12.1	13.4	13.6	45.6	47.5	61.3	68.8		5.0476
	θ	341.91	289.77	173.46	128.84	249.67	67.179	264.71		
8	r	9.7	10.7	17.6	45.6	50.4	61.3			9.5437
	θ	348.43	278.24	173.96	245.66	134.86	76.203			
9	r	9.9	10.2	15.6	43.8	45.6	59.9			6.4325
	θ	284.76	338.9	178.48	244.65	130.35	65.675			
10	r	11.5	13	14.6	41.9	50.5	52.7	62.1		7.004
	θ	336.4	285.76	173.46	243.65	254.18	250.17	63.67		
11	r	8.9	11.1	15.6	45.3	63.5				17.4841
	θ	286.77	341.41	178.48	125.84	260.19				
12	r	10.2	11.8	15.6	42.5	58.6	69			5.0516
	θ	290.27	347.43	174.97	242.15	61.665	108.29			
13	r	11.1	12.4	14.6	44.7	47.8	58.5			6.293
	θ	341.41	291.78	181.99	131.35	252.17	66.177			
14	r	8	14	15	42.8	44.7	56.6	65.2	67.8	1.8849
	θ	288.27	344.92	165.44	244.15	131.35	63.169	261.7	110.29	
15	r	6.7	21.9	37	49.8	59.6	61.3	61.9		16.3651
	θ	13.035	159.43	223.6	264.21	268.72	256.18	71.19		
16	r	7.7	10.7	16	42.9	59.8	63.8			7.7143
	θ	281.25	348.93	165.94	241.14	63.67	258.69			
17	r	8.7	11.1	16.6	43.3	45.9	59.8	63.7		4.1865
	θ	280.25	341.41	174.97	240.14	126.84	63.67	259.19		
18	r	9.9	10.2	14.6	43.8	46	63.1	64		3.5437
	θ	284.76	338.9	174.47	244.65	120.82	61.665	263.2		
19	r	11.6	15.1	39.8	57.2	65				13.5278
	θ	187.5	333.39	129.85	56.15	108.79				
20	r	9.7	11.5	15.6	45.9	48.2	59.1	66.7		5.4087
	θ	279.25	336.4	174.97	126.84	244.65	60.662	259.19		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21	r	7.7	9.9	15	41.6	45	57.3	65.8	68.4	3.4524
	θ	281.25	343.92	165.44	238.64	129.35	60.161	258.69	109.29	
22	r	9.9	10.2	14.6	45	45.1	60.3			5.8254
	θ	284.76	338.9	174.47	127.84	244.15	62.667			
23	r	12.6	13.3	14.3	41.3	44.2	55.9			8.3135
	θ	187	329.88	288.77	131.85	246.66	64.673			
24	r	9.9	9.9	15	43.3	45	58.6	69		5.4484
	θ	284.76	343.92	165.44	240.14	127.84	59.659	263.2		
25	r	7.7	10.9	14.8	43.8	46.4	60.8			7.1706
	θ	281.25	344.92	168.45	244.65	123.83	61.665			
26	r	8	10.6	17.6	39.8	60.5	61.9			6.0992
	θ	288.27	352.44	173.96	240.14	66.678	263.7			
27	r	10.2	10.9	16.6	43.8	45.3	58.6	63.8	68	2.6349
	θ	290.27	344.92	173.96	241.64	125.84	59.659	258.69	105.28	
28	r	9.3	14.3	15	43.8	44.9	59.3	62.1	69.1	5.1389
	θ	292.28	340.91	165.44	241.64	123.33	56.651	257.19	102.27	
29	r	8.7	12.1	15.8	44.2	44.9	58.9	63.5	69.1	5.9524
	θ	280.25	341.91	168.95	240.64	123.33	54.145	255.68	102.27	
30	r	10.6	11.8	15.6	46.1	46.4	60			7.373
	θ	333.89	282.25	173.96	241.64	123.83	59.158			
ข้อมูลเฉลี่ย	r	10.9418	9.84211	15.5119	44.5488	45.5625	59.3771	66.083	68.2636	
	θ	341.906	284.945	174.019	246.918	126.777	63.7846	262.332	110.416	

%error คือค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละข้อมูลกับ ข้อมูลเฉลี่ยที่เก็บเป็นฐานข้อมูลของแต่ละบุคคลคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

8.3 การทดลองการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ

8.3.1. การทดลองการเปรียบเทียบลายนิ้วมือของบุคคลเดียวกันและได้ผลว่าเป็นบุคคลเดียวกัน



(ก) (ข)
รูปที่ 8.9 รูปลายนิ้วมือของบุคคลที่ 1 (ก)ภาพที่ 1 (ข)ภาพที่ 2

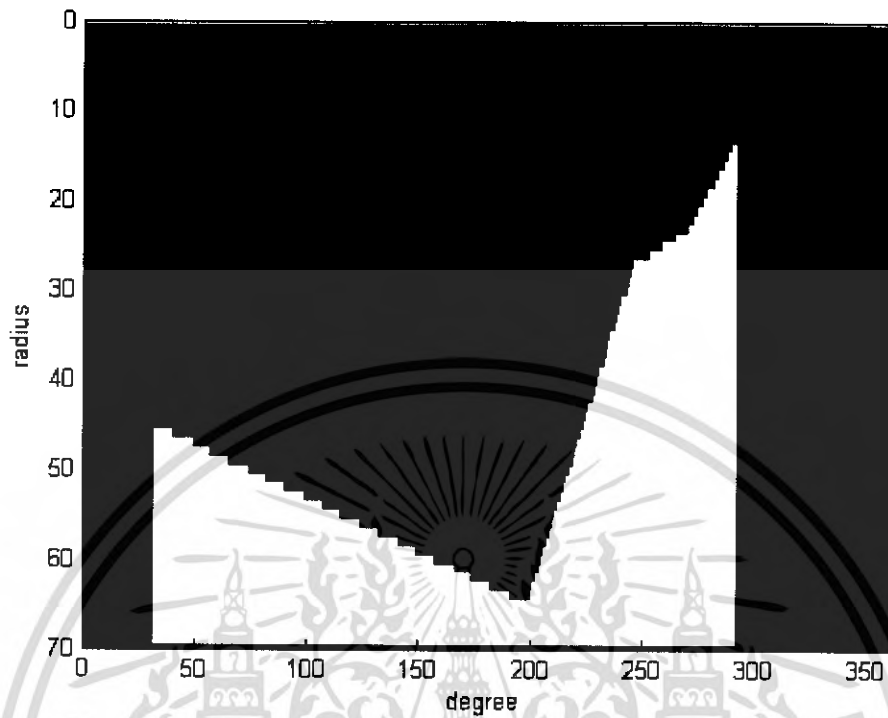
ตารางที่ 8.2. แสดงค่ารัศมีและมุมของบุคคลที่ 1 (ภาพที่ 1) ซึ่งต่อไปนี้จะให้เป็นบุคคลอ้างอิง

r	24.9	6	43.8	48.25	56.18
Θ	35.14	194.18	246.42	270.91	289.78

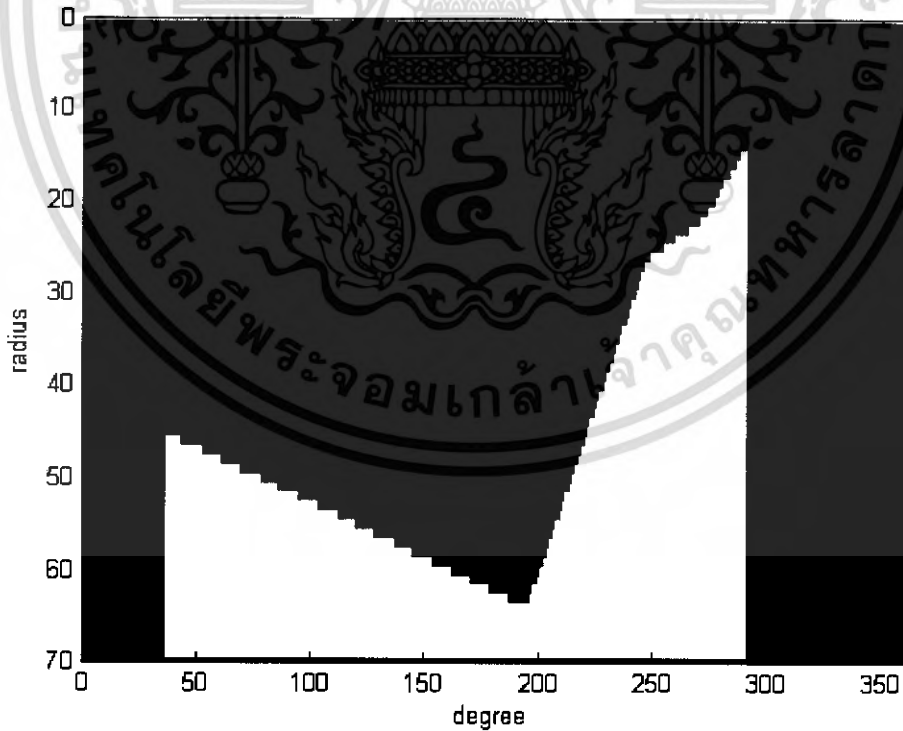
ตารางที่ 8.3. แสดงค่ารัศมีและมุมที่ ของบุคคลที่ 1 (ภาพที่ 2)

r	25	5	43	47	57
Θ	30.424	197.5	244.94	269.69	290.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

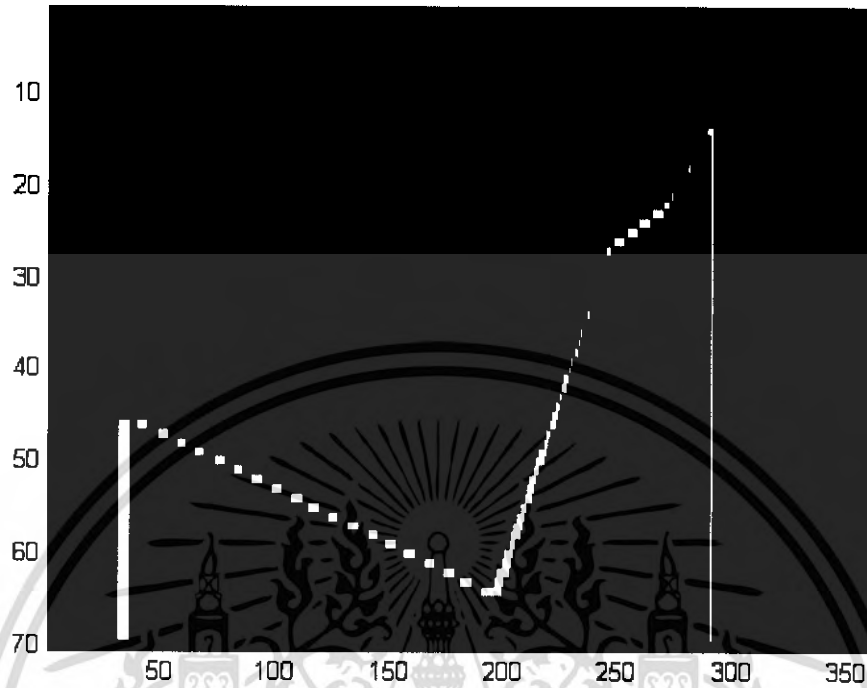


รูปที่ 8.10 รูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมี และมุมของบุคคลอ้างอิง



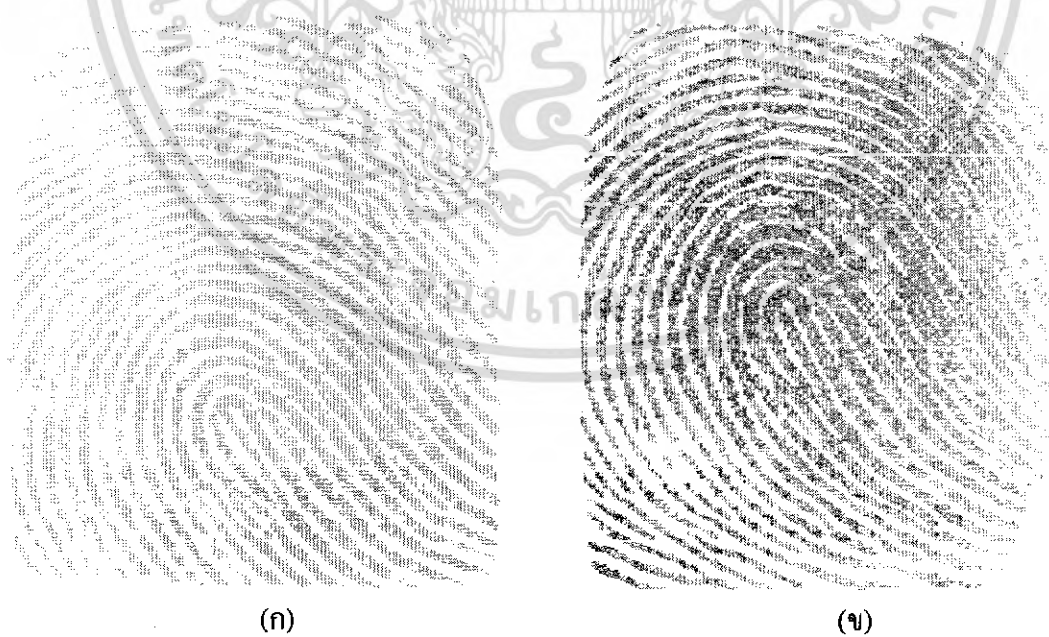
รูปที่ 8.11 รูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมี และมุมของบุคคลเดิม (ภาพที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.12 เปรียบเทียบกราฟแสดงรัศมีและมุมของบุคคลคนเดียวกัน ได้ผลใกล้เคียงกัน ผลการเปรียบเทียบจะถือว่าเป็นลายนิ้วมือของบุคคลเดียวกัน (Match)

8.3.2. การทดลองการเปรียบเทียบลายนิ้วมือของบุคคลเดียวกันและได้ผลต่างกัน



รูปที่ 8.13 รูปลายนิ้วมือของบุคคลที่ 1 (ก)ภาพที่ 1 (ข)ภาพที่ 3

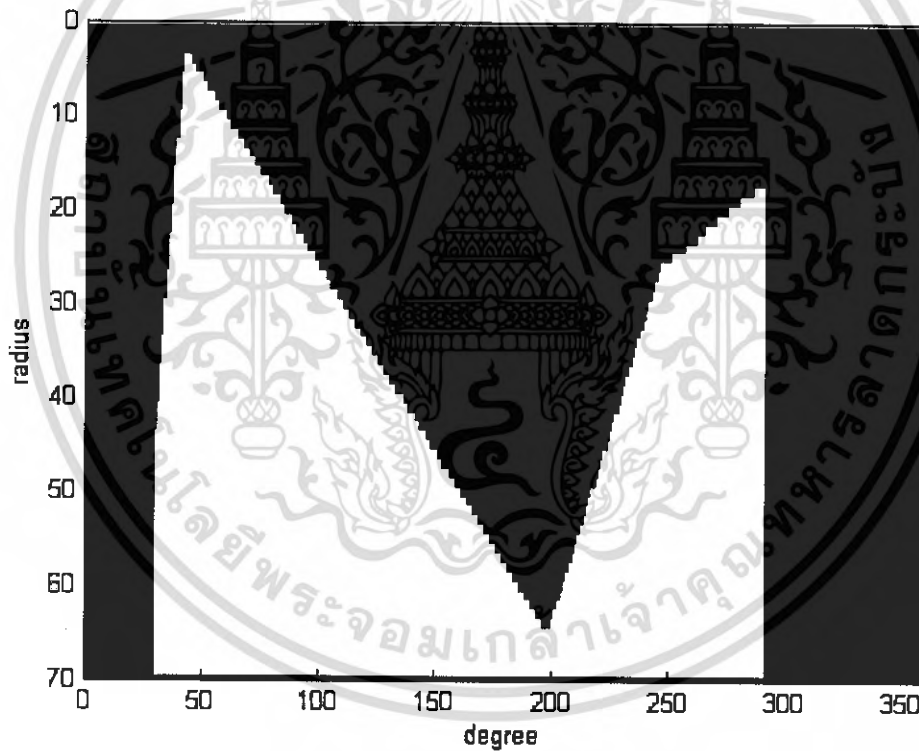
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8.4. แสดงค่ารัศมีและมุมของบุคคลที่ 1 (ภาพที่ 1) ซึ่งเป็นบุคคลอ้างอิง

r	24.9	6	43.8	48.25	56.18
Θ	35.14	194.18	246.42	270.91	289.78

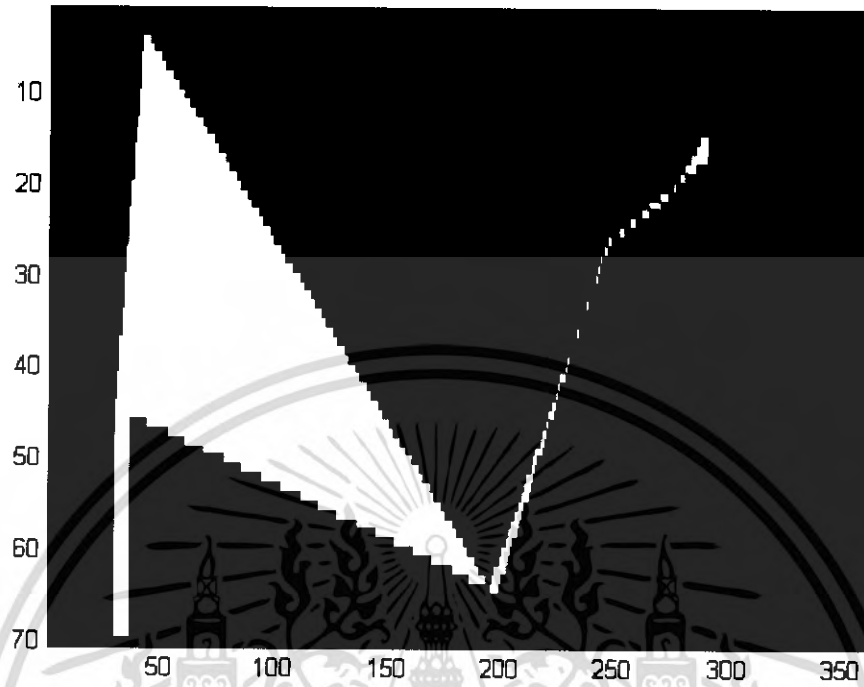
ตารางที่ 8.5. แสดงค่ารัศมีและมุมของบุคคลที่ 1 (ภาพที่ 3)

r	26	67	5	44	53
Θ	28.877	40.737	197.5	245.46	289.29



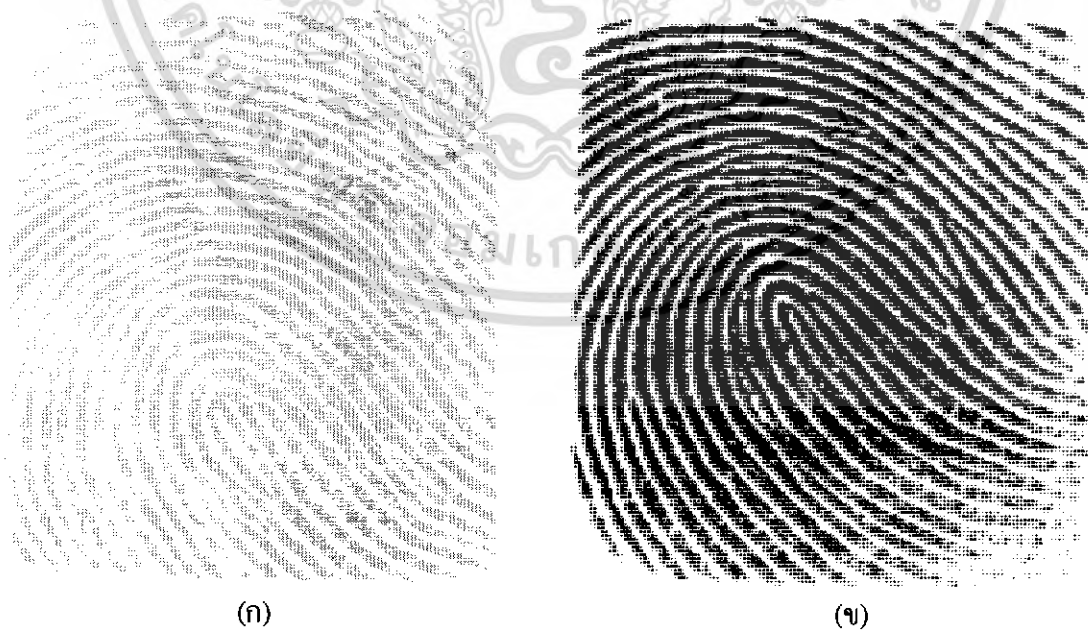
รูปที่ 8.14 รูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมี และมุมของบุคคลเดิม (ภาพที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.15 เปรียบเทียบกราฟแสดงรัศมีและมุมของบุคคลคนเดียวกัน ได้ผลต่างกัน ผลการเปรียบเทียบจะถือว่าเป็นลายนิ้วมือของบุคคลต่างกัน (Mismatch) ถือเป็นความผิดพลาดแบบการปฏิเสธการผ่านของผู้ใช้ที่ถูกต้อง (FRR)

8.3.3. การทดลองการเปรียบเทียบลายนิ้วมือชนิดเดียวกันของบุคคลต่างกัน ได้ผลต่างกัน



รูปที่ 8.16 (ก) รูปลายนิ้วมือชนิดเดียวกันของบุคคลที่ 1 (ข)รูปลายนิ้วมือชนิดเดียวกันของบุคคลที่ 2

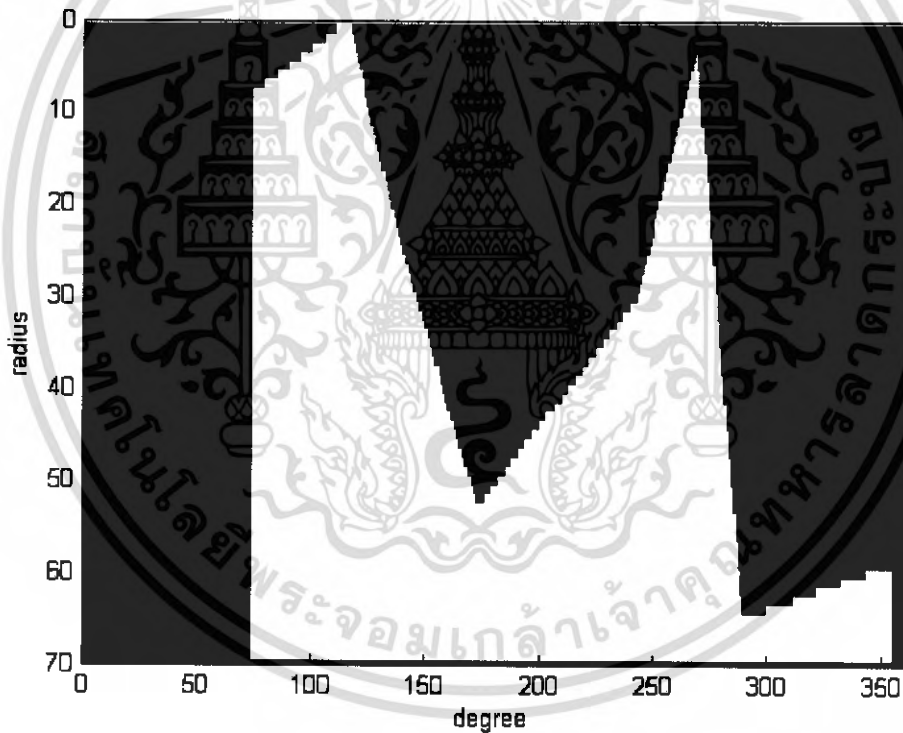
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8.6. แสดงค่ารัศมีและมุมของบุคคลที่ 1 (ภาพที่ 1) ซึ่งเป็นบุคคลอ้างอิง

r	24.9	6	43.8	48.25	56.18
Θ	35.14	194.18	246.42	270.91	289.78

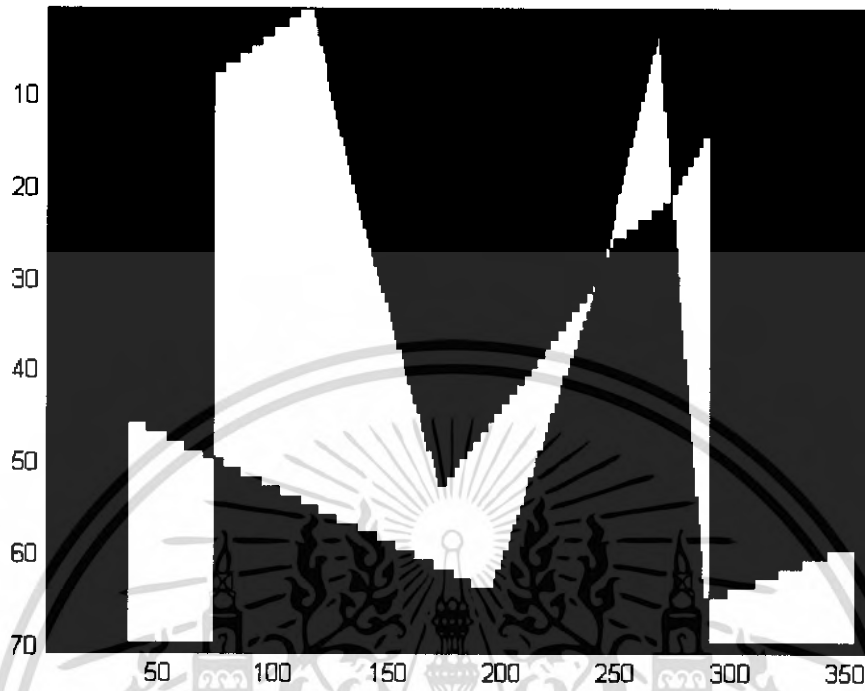
ตารางที่ 8.7. แสดงค่ารัศมีและมุมของบุคคลที่ 2 ที่มีลายนิ้วมือแบบเดียวกัน

r	62	70	49	17	40	67	5	11
Θ	72.708	114.48	134.07	171.72	241.33	267.11	287.74	352.2



รูปที่ 8.17 รูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมี และมุมของบุคคลต่างกัน แต่เป็นลายนิ้วมือชนิดเดียวกันบุคคลที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป

ที่ 8.18 เปรียบเทียบกราฟแสดงรัศมีและมุมของลายนิ้วมือชนิดเดียวกันของบุคคลต่างกัน ผลการเปรียบเทียบจะถือว่าเป็นลายนิ้วมือของบุคคลต่างกัน (Mismatch)

8.3.4. การทดลองการเปรียบเทียบลายนิ้วมือชนิดเดียวกันของบุคคลต่างกัน ได้ผลต่างกัน



รูปที่ 8.19 (ก) รูปลายนิ้วมือต่างชนิดกันของบุคคลที่ 1 (ข)รูปลายนิ้วมือต่างชนิดกันของบุคคลที่ 3

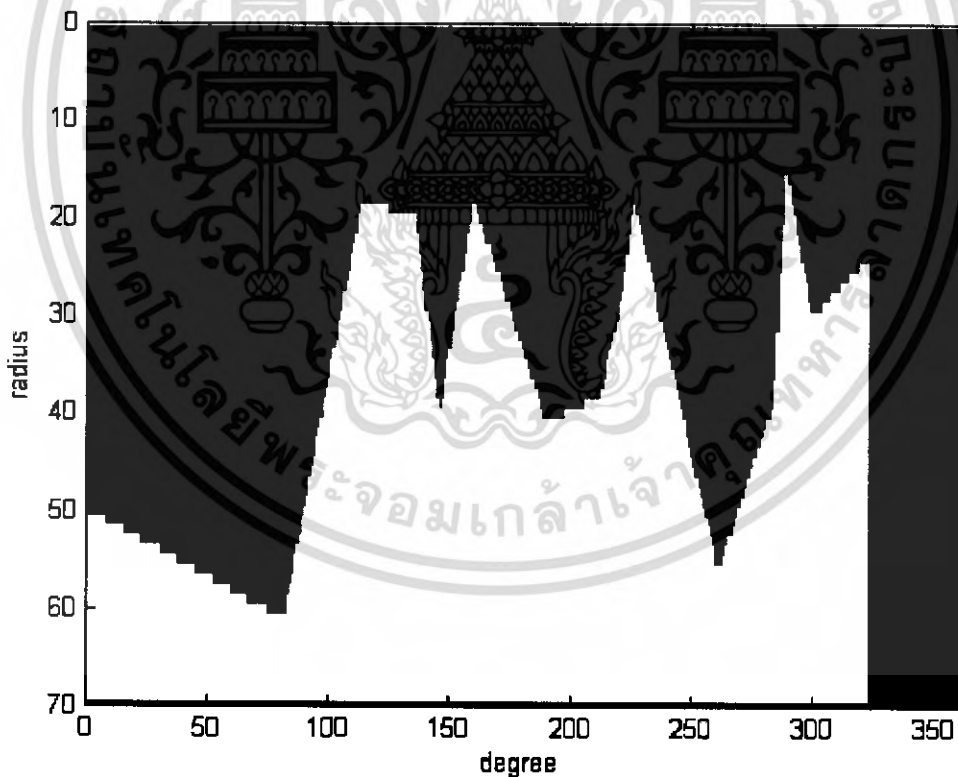
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8.8. แสดงค่ารัศมีและมุมของบุคคลที่ 1 (ภาพที่ 1) ซึ่งเป็นบุคคลอ้างอิง

r	24.9	6	43.8	48.25	56.18
Θ	35.14	194.18	246.42	270.91	289.78

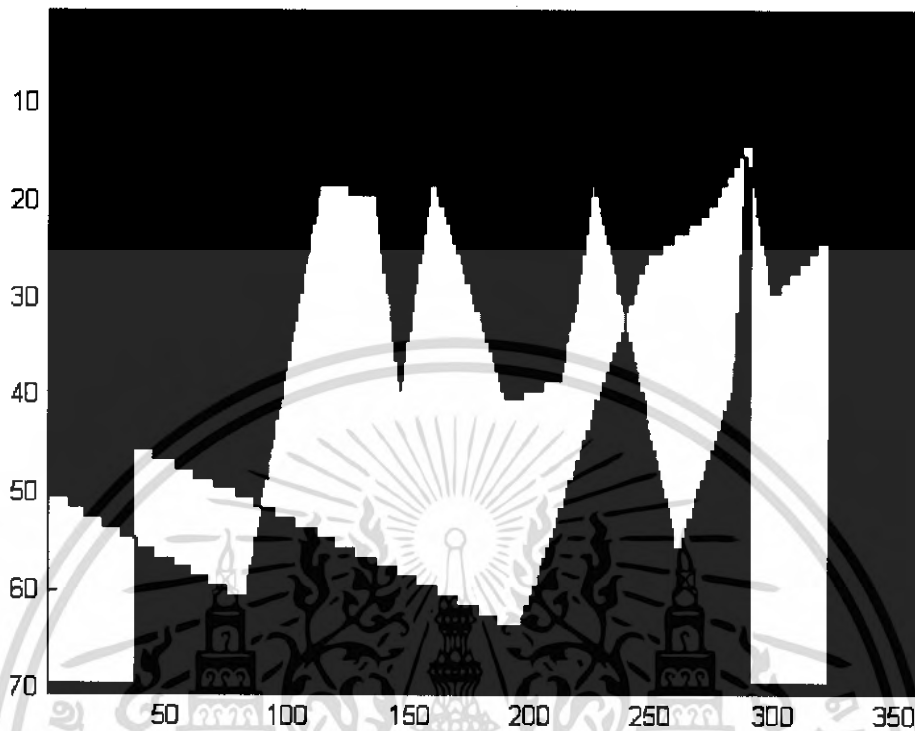
ตารางที่ 8.9. แสดงค่ารัศมีและมุมของบุคคลที่ 3 ที่มีสายนิ้วมือต่างชนิดกัน

r	20	9	52	50	30	52	29	32
Θ	0	80.443	112.41	134.07	144.9	158.31	189.25	211.42
r	42	52	14	31	56	40	46	
Θ	219.67	224.83	259.89	282.58	287.22	298.05	321.77	



รูปที่ 8.20 รูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมี และมุมของบุคคลต่างกัน
ที่เป็นสายนิ้วมือต่างชนิดกันบุคคลที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.21 เปรียบเทียบกราฟแสดงรัศมีและมุมของลายนิ้วมือต่างชนิดกันของบุคคลต่างกัน ผลการเปรียบเทียบจะ ได้ว่าเป็นลายนิ้วมือของบุคคลต่างกัน (Mismatch)

8.4. การทดลองการหาค่า FRR และ FAR

ในการทดลองนี้ ได้ทำการหาค่าอัตราการปฏิเสธการผ่านของผู้ใช้ที่ถูกต้อง (FRR) และค่าอัตรา การหลอกรอดของผู้ปลอมปลอมจากการตรวจจับ (FAR) ซึ่งมีผลการทดลองดังตารางที่ 8.10 และ 8.11 ตารางที่ 8.10 แสดงผลการหาค่า FRR จากการสแกนลายนิ้วมือของบุคคลเดียวกัน จำนวน 30 ครั้งเมื่อ ลายนิ้วมือที่อ้างอิงเป็นลายนิ้วมือแบบมัดหวายเชียงซ้าย โดยมีค่าเฉลี่ยของรัศมีและมุมดัง ตารางที่แสดงในผลการทดลองที่ผ่านมาข้างต้น

ครั้งที่	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (%)	Match / Mismatch
1	30.8532	Mismatch
2	8.0159	Match
3	7.5317	Match

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4	7.5317	Match
5	8.6071	Match
6	6.3571	Match
7	5.0476	Match
8	9.5437	Match
9	6.4325	Match
10	7.004	Match
11	17.4841	Mismatch
12	5.0516	Match
13	6.293	Match
14	1.8849	Match
15	16.3651	Mismatch
16	7.7143	Match
17	4.1865	Match
18	3.5437	Match
19	13.5278	Mismatch
20	5.4087	Match
21	3.4524	Match
22	5.8254	Match
23	8.3135	Match
24	5.4484	Match
25	7.1706	Match
26	6.0992	Match
27	2.6349	Match
28	5.1389	Match
29	5.9524	Match
30	7.373	Match
FRR=(4/30)*100=13.33%		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8.11 แสดงผลการหาค่า FAR จากการสแกนลายนิ้วมือของบุคคล 30 บุคคล เมื่อลายนิ้วมือที่อ้างอิงเป็นลายนิ้วมือแบบมัดหอยเอียงซ้าย โดยมีค่าเฉลี่ยของรัศมีและมุมดังตารางที่แสดงในผลการทดลองที่ผ่านมายังข้างต้น

ครั้งที่	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (%)	Match / Mismatch
1	28.7103	Mismatch
2	28.2341	Mismatch
3	32.4484	Mismatch
4	37.5913	Mismatch
5	34.1032	Mismatch
6	21.004	Mismatch
7	28.4881	Mismatch
8	28.8294	Mismatch
9	25.1667	Mismatch
10	23.3413	Mismatch
11	25.881	Mismatch
12	21.4167	Mismatch
13	40.0159	Mismatch
14	36.7817	Mismatch
15	37.2738	Mismatch
16	37.7024	Mismatch
17	26.8056	Mismatch
18	32.7421	Mismatch
19	21.7302	Mismatch
20	29.5754	Mismatch
21	33.9841	Mismatch
22	39.4048	Mismatch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

23	36.6825	Mismatch
24	19.0873	Mismatch
25	18.9325	Mismatch
26	32.5317	Mismatch
27	27.8373	Mismatch
28	31.1468	Mismatch
29	37.4881	Mismatch
30	33.2103	Mismatch
FAR=(0/30)*100=0%		



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 9

บทวิจารณ์สรุป

9.1. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ 8.1. การทดลองการนำภาพลายนิ้วมือมาวิเคราะห์สามารถสรุปได้ว่า เราได้ทำการปรับปรุงภาพที่รับเข้ามา (Image Enhancement) โดยทำการ Normalize ภาพ เพื่อนำภาพที่ได้ไปหาภาพทิศทาง (Orientation Image) ซึ่งเป็นกระบวนการประมาณทิศทางของเส้นนูนของภาพลายนิ้วมือ (จากเดิมภาพทิศทางมีแค่ 8 ทิศทางแต่ละทิศทางต่างกัน 22.5 ซึ่งเป็นทิศที่หายากมาก ทำให้ไม่สามารถหา core ที่ถูกต้องได้) มีทิศทางตั้งแต่ $0^\circ - 180^\circ$ จากนั้นนำภาพทิศทางที่ได้ไปหาจุดกึ่งกลางภาพ (Core) ซึ่งได้ตำแหน่งใกล้เคียงกับจุดกึ่งกลางของลายนิ้วมือจริง ขั้นตอนต่อมาคือกระบวนการกรองลดสัญญาณรบกวนด้วยวิธีของ Gabor เพื่อให้ภาพมีลายเส้นนูนและร่องชัดเจน และถูกต้องยิ่งขึ้น เพื่อที่จะนำไปทำ Thinning เพื่อหาจุดสำคัญของภาพลายนิ้วมือต่อไป

ซึ่งจากการทดลองจะเห็นว่า ถ้าภาพลายนิ้วมือที่รับเข้ามาหากไม่มีความชัดเจน มีลักษณะของเส้นลายนิ้วมือที่ไม่สมบูรณ์มาก หรือภาพที่มีจุดกึ่งกลางภาพไม่อยู่ในบริเวณกลางภาพมาก ๆ ภาพที่ได้จากการปรับปรุงภาพ (Image Enhancement) และจุดกึ่งกลางภาพที่ได้จากการประมวลผลจะไม่ถูกต้องไปด้วย ดังนั้นอัลกอริทึม (algorithm) นี้จะใช้ได้ดีกับภาพลายนิ้วมือที่ค่อนข้างชัดเจนและสมบูรณ์

จากผลการทดลองที่ 8.2. การทดลองการเปรียบเทียบลายนิ้วมือสามารถสรุปได้ว่า อัลกอริทึมที่ได้ออกแบบไว้สำหรับการเปรียบเทียบสามารถตรวจสอบและแยกแยะลายนิ้วมือของบุคคลได้ดี นั่นคือสามารถตรวจสอบลายนิ้วมือของบุคคลคนเดียวกันได้ สามารถแยกลายนิ้วมือรูปแบบเดียวกันของบุคคล 2 บุคคลได้ และสามารถแยกลายนิ้วมือที่มีรูปแบบต่างกันของบุคคล 2 บุคคลได้ โดยพิจารณาจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างจุดกึ่งกลางกับจุดสำคัญ (r) กับมุมที่จุดสำคัญทำกับแกน $x(\theta)$ ซึ่งบุคคลแต่ละคนจะมีลักษณะแตกต่างกันออกไป

จากผลการทดลองที่ 8.3. การทดลองการหาค่า FRR และ FAR จะได้ค่าอัตราการปฏิเสธการผ่านของผู้ใช้ที่ถูกต้อง (FRR) = 13.3% และค่าอัตราการหลุดรอดของผู้ปลอมปลอมจากการตรวจจับ (FAR) = 0% ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าทั้งสองมีค่าไม่มาก แสดงว่าอัลกอริทึมทั้งหมดที่ได้ออกแบบมีความถูกต้องแม่นยำในระดับหนึ่ง

9.2. เครื่องสแกนลายนิ้วมือสำหรับควบคุมการเปิด-ปิดประตู โดยประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์

- ใช้ไฟ DC 7.5 โวลต์ จากหม้อแปลงไฟฟ้า (Adaptor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กินกำลังไฟฟ้า 0.6 วัตต์ ที่กระแส 65 มิลลิแอมป์
- ความเร็วในการสแกนประมาณ 30 วินาที
- เป็นระบบรักษาความปลอดภัย 2 ชั้น คือ รหัสผ่านและการสแกนลายนิ้วมือ
- แสดงผลโดยใช้จอ LCD 16x2, LED และ BUZZER
- ควบคุมการเปิด-ปิดประตูโดยผ่านขดลวดโซลินอยด์

9.3. แนวทางการพัฒนาต่อ

เนื่องจากโครงการนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะนำไปสร้างเครื่องสแกนลายนิ้วมือที่สมบูรณ์สามารถแยกแยะบุคคลได้จริงโดยส่วนที่ต้องพัฒนาต่อคือสร้างส่วนของฮาร์ดแวร์ที่ต้องส่งข้อมูลผ่าน wireless เพื่อเข้ามาประมวลผลในคอมพิวเตอร์ได้ และสามารถส่งผลลัพธ์กลับไปบอกให้สามารถเปิดหรือไม่เปิดประตูได้ และให้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นเครื่องประมวลผลเมื่อได้รับข้อมูลแล้วก็จะต้องทำการประมวลผลโดยอัตโนมัติ

โดยรวมของโครงการนี้เป็นชิ้นงานที่ต้องใช้เวลาในการประมวลผลมาก เนื่องจากมีการติดต่อกันระหว่างฮาร์ดแวร์ 3 ชิ้นคือ บอร์ดสแกนลายนิ้วมือ บอร์ด LCD - Keypad และคอมพิวเตอร์ และซอฟต์แวร์อีกสองโปรแกรมคือ LabVIEW และ MATLAB ดังนั้นจึงควรพัฒนาต่อโดยการเปลี่ยนโปรแกรมและเปลี่ยนภาษาของซอร์สโค้ดโดยใช้อัลกอริทึมเดิมเช่น C++ Builder เพื่อให้สามารถประมวลผลและมีหน้าต่างแสดงผลในโปรแกรมเดียว และลดเวลาที่ใช้ลง

9.4. วิจารณ์โครงการ

โครงการนี้มีความคุ้มค่าในการลงทุนน้อย เนื่องจากการใช้โปรแกรมแลปวิว (LabVIEW) และโปรแกรมเมทแลป (MATLAB) เป็นโปรแกรมที่มีการดึงศักยภาพของคอมพิวเตอร์สูง และมีราคาแพง แต่ที่เลือกใช้โปรแกรมเหล่านี้เพราะต้องการให้สามารถประมวลผลอัลกอริทึมที่ศึกษาและพัฒนาขึ้นมาได้ และในส่วนของฮาร์ดแวร์ที่เลือกใช้งานก็ยังไม่มีความเหมาะสมเนื่องจากตัวเซนเซอร์นี้ยังมีโหมดให้เลือกใช้งานได้อีกหลายโหมดดังนี้ โหมดส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมเข้าสู่คอมพิวเตอร์โดยตรงไม่ต้องผ่านคอนโทรลเลอร์ โหมดส่งข้อมูลผ่านยูเอสบี (USB) ซึ่งจะช่วยลดเวลาและความยุ่งยากในการส่งข้อมูล และเหมาะสมมากกว่าโหมดส่งข้อมูลผ่านคอนโทรลเลอร์เข้าสู่คอมพิวเตอร์ทางพอร์ตอนุกรมดังที่โครงการนี้เลือกใช้

ดังนั้นโครงการนี้จึงยังคงเป็นงานวิจัยที่ต้องการการพัฒนาต่อเพื่อแก้ปัญหานี้ดังที่เสนอไปในหัวข้อแนวทางการพัฒนาต่อ

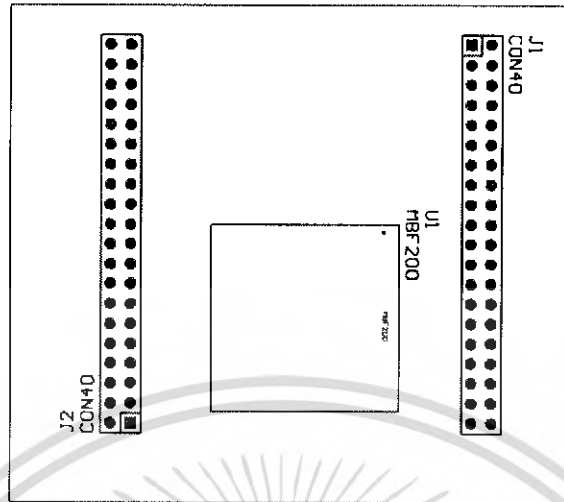
บรรณานุกรม

1. เกரியงไกร โชวเจริญสุข, “Automation Fingerprint Verification System Using Directional Histogram and Neural Network for Equipment Controlling”, วิทยานิพนธ์ ปีการศึกษา 2539
2. ขวัญชัย เรืองบุญคุ้มสุข, สุเมธ สำเร็จศิลป์, แสนศักดิ์ บวรจิโรภาส, “ระบบตรวจสอบลายนิ้วมือระบบบุคคล”, วิทยานิพนธ์ ปีการศึกษา 2546
3. ชานินทร์ พินทอง, สรณรินทร์ นพรัตน์, “Fingerprint Recognition”, วิทยานิพนธ์ ปีการศึกษา 2539
4. ปกรณ์ มีรอด, สุมันต์ พึ่งพิพัฒน์, อุดมศักดิ์ มีพัฒน์, “เครื่องสแกนลายนิ้วมือ”, วิทยานิพนธ์ ปีการศึกษา 2547
5. พิชญนาด จิวสิทธิ์ประไพ, วสุ เพ็ญสวัสดิ์, “การเปรียบเทียบลายนิ้วมือและตรวจสอบลายนิ้วมือ”, วิทยานิพนธ์ ปีการศึกษา 2545
6. อารัมภ์ จันทร์ไย, โสรัศย์ อุณหวารกร, “เครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือสำหรับระบบรักษาความปลอดภัย”, วารสารเซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ ฉบับที่ 244-245 มกราคม 2546
7. DAVIDE MALTONI, DARIO MAJO, ANIL K.KAIN, SALIL PRABHAKAR, “Handbook of Fingerprint Recognition”, Springer
8. JIE ZHOU and JINWEI GU, “A Model-Based Method for the Computation of Fingerprints' Orientation Field”, IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, VOL. 13, NO. 6, JUNE 2004
9. F.A. Afsar, M. Arif and M. Hussain, “Fingerprint Identification and Verification System using Minutiae Matching, National Conference on Emerging Technologies 2004
10. Lin Hong, Student Member, IEEE, Yifei Wan, and Anil Jain, Fellow, IEEE, “Fingerprint Image Enhancement: Algorithm and Performance Evaluation”, IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, VOL. 20, NO. 8, AUGUST 1998
11. Xudong Jiang¹, Manhua Liu² and Alex Chichung Kot, “Reference Point Detection for Fingerprint Recognition”, Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition (ICPR'04)

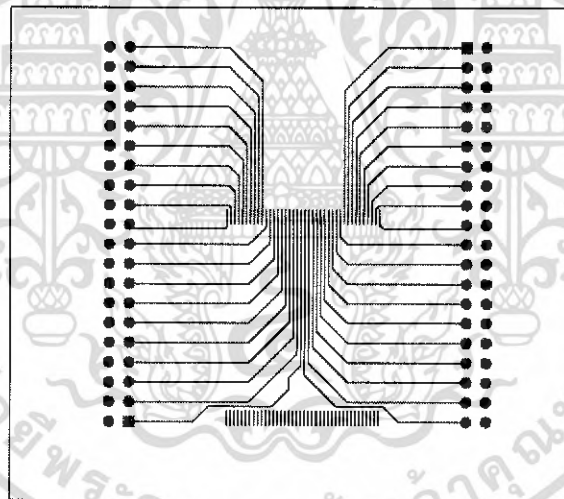
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

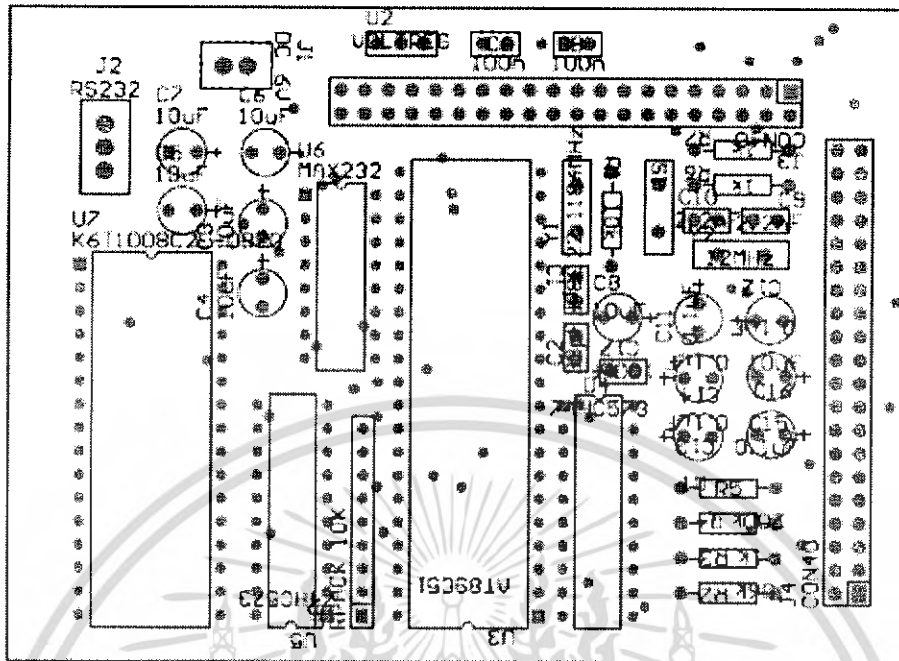


รูปที่ i เซนเซอร์สแกนลายนิ้วมือ

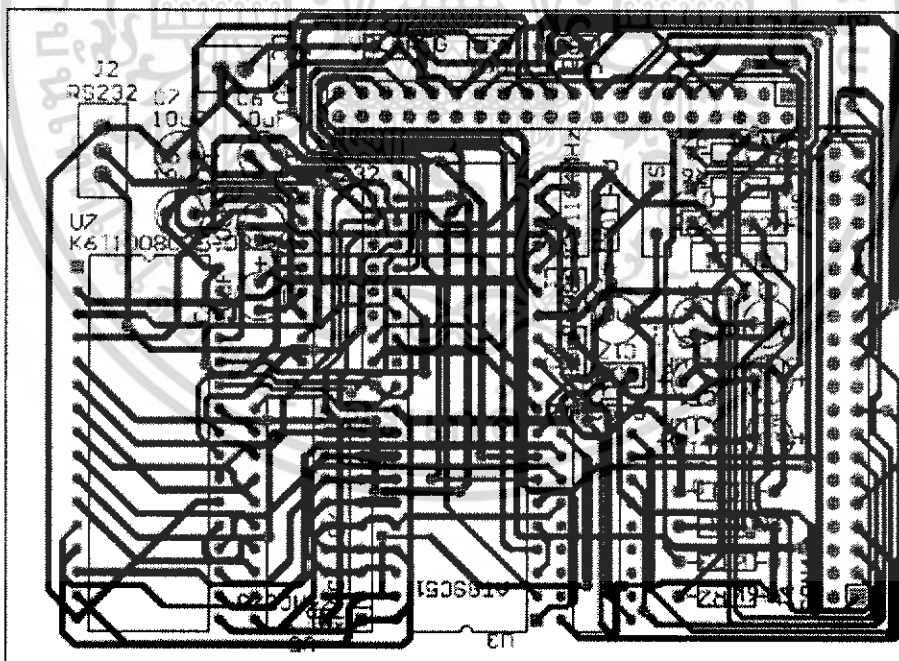


รูปที่ ii แสดงลายวงจรตัวเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

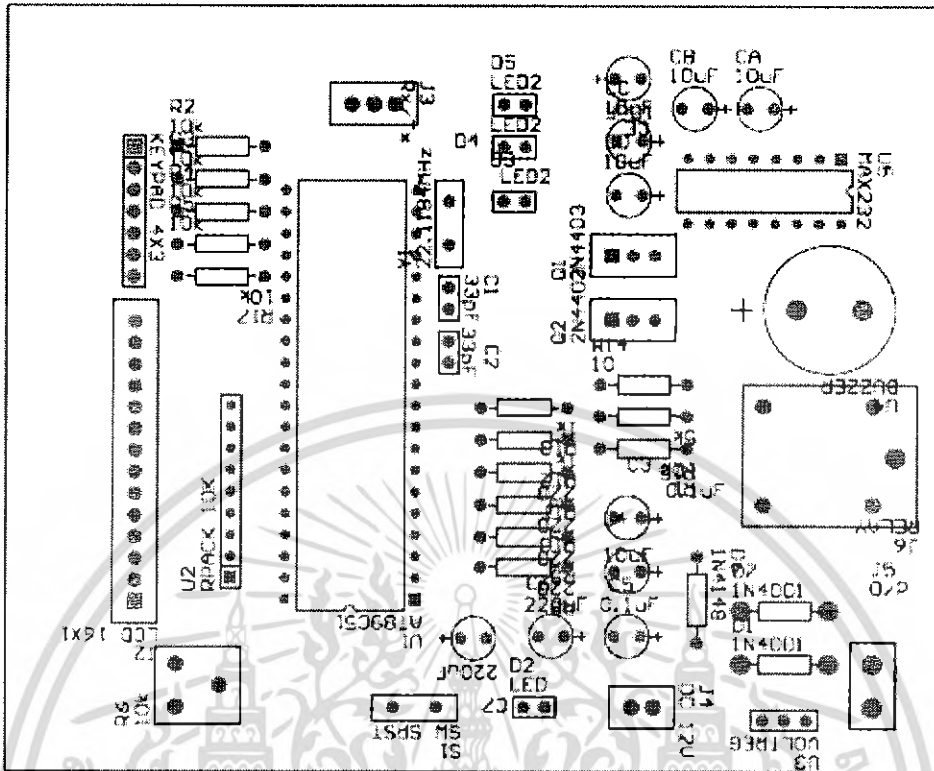


รูปที่ iii แสดงตำแหน่งการวางอุปกรณ์บอร์ดสแกน

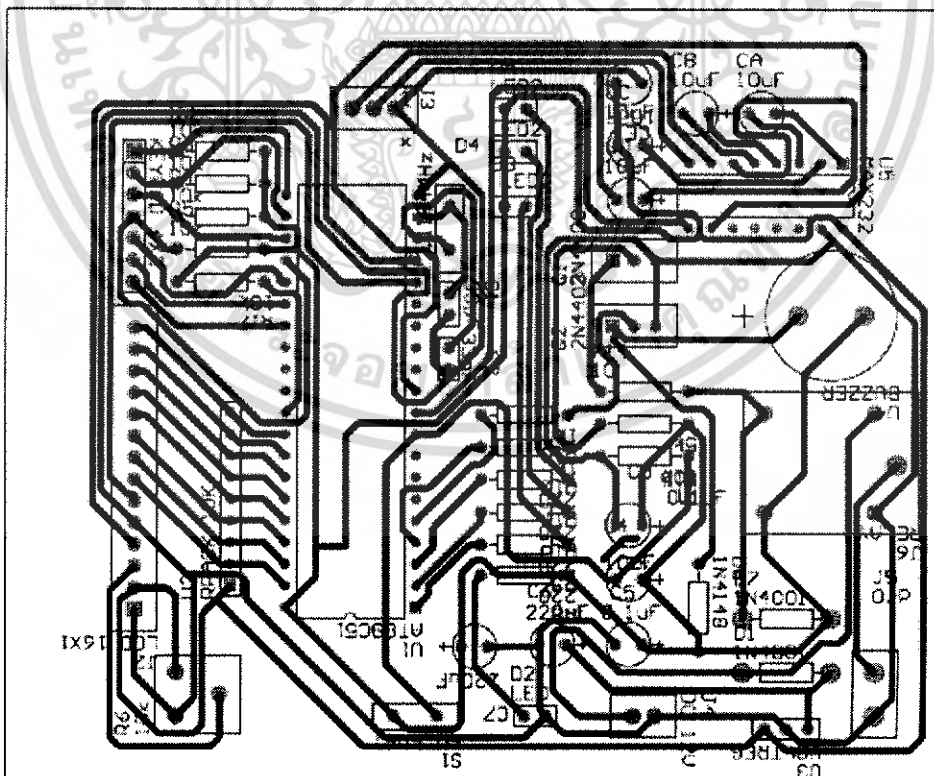


รูปที่ iv แสดงลายวงจรบอร์ดสแกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ v แสดงตำแหน่งการวางอุปกรณ์บอร์ด LCD และ KEYPAD



รูปที่ vi แสดงลายวงจรบอร์ด LCD และ KEYPAD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้