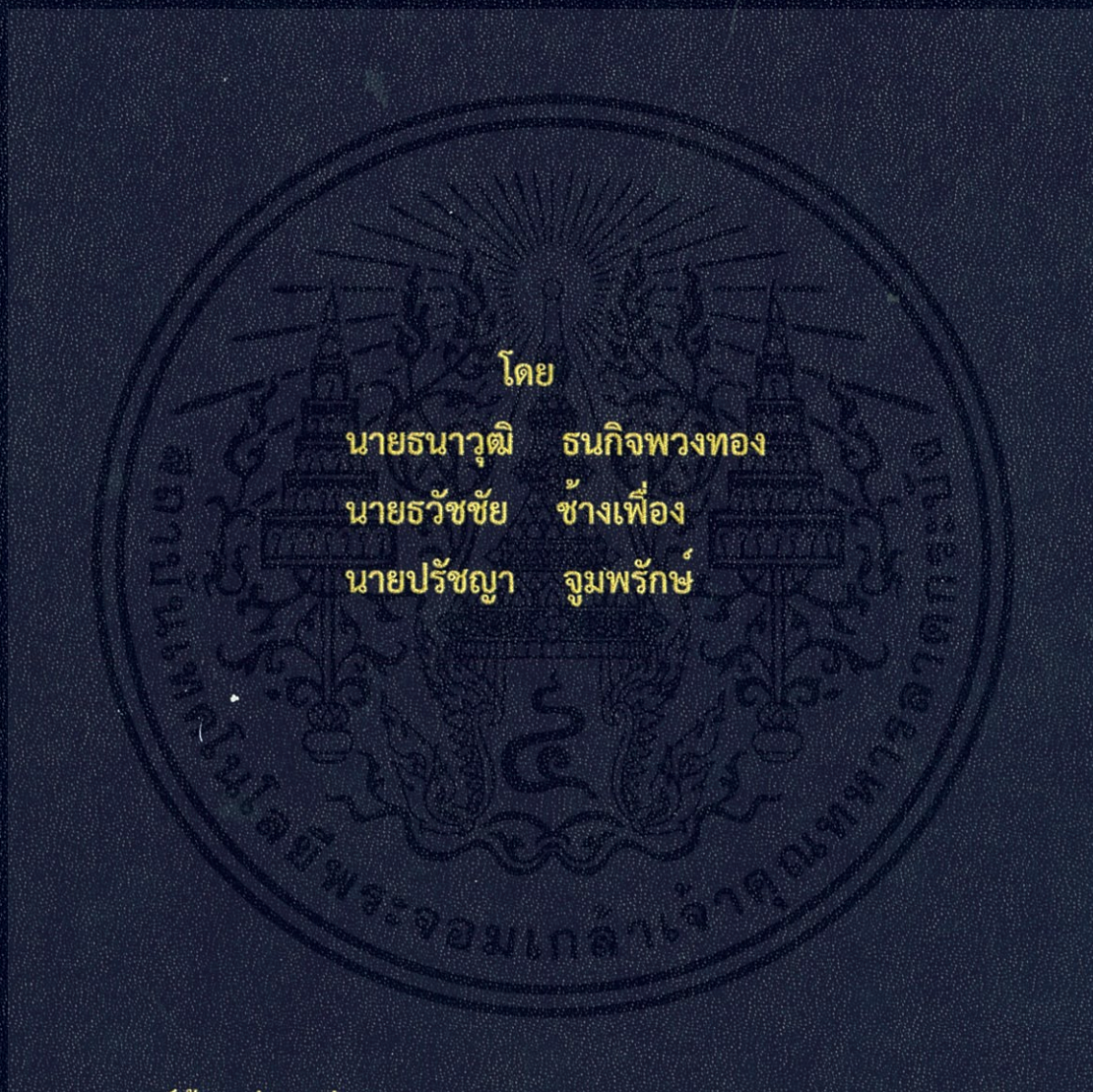


ระบบตรวจสอบตัวตนโดยใช้สมองกลฝังตัว  
IDENTIFYING SYSTEM BASED ON EMBEDDED SYSTEM



โดย

นายธนาวุฒิ ธนกิจพวงทอง

นายรัชชัย ช้างเฟื่อง

นายปรัชญา จูมพรัักษ์

ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

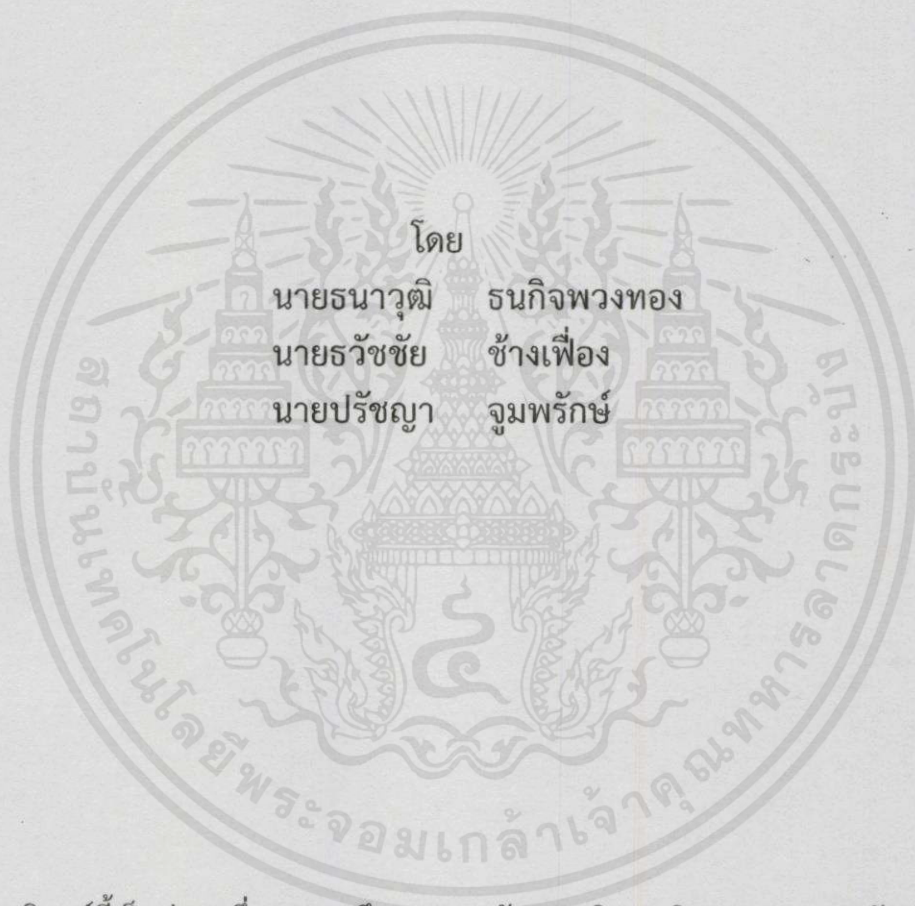
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

ระบบตรวจสอบตัวตนโดยใช้สมองฝังตัว  
IDENTIFYING SYSTEM BASED ON EMBEDDED SYSTEM



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบตรวจสอบตัวตนโดยใช้สมองกลฝังตัว  
IDENTIFYING SYSTEM BASED ON EMBEDDED SYSTEM

โดย

นายธนาวุฒิ	ธนกิจพวงทอง	54010593
นายธวัชชัย	ข้างเฟื่อง	54010604
นายปรัชญา	จุมพรักษ์	54010784

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี

ผศ.ดร.มนตรี คำเงิน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2557



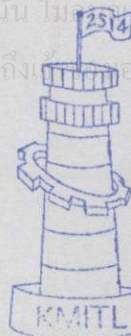
ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(.....  
.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

15 / พ.ย. / 58

วิศวกรรมโทรคมนาคม  
Telecommunications Engineering



ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(.....  
.....)

กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน

11 / พ.ย. 58

วิศวกรรมโทรคมนาคม  
Telecommunications Engineering

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2557

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

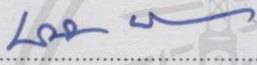
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบตรวจสอบตัวตนโดยใช้สมองกลฝังตัว


IDENTIFYING SYSTEM BASED ON EMBEDDED SYSTEM

ผู้จัดทำ

- |                           |          |
|---------------------------|----------|
| 1. นายธนาวุฒิ ธนกิจพวงทอง | 54010593 |
| 2. นายธวัชชัย ช่างเฟื่อง  | 54010604 |
| 3. นายปรัชญา จุ่มพริกซ์   | 54010784 |

  
.....  
(รศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี)

อาจารย์ที่ปรึกษา

  
.....  
(ผศ.ดร.มนตรี คำเงิน)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เพื่อเป็นการศึกษาการสร้าง ระบบต้อนรับและตรวจสอบตัวตนโดยใช้สมองกลฝังตัว ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จคล่องได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความเมตตาจาก รศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี และ ผศ.ดร.มนตรี คำเงิน ที่อนุเคราะห์และให้คำปรึกษาในการทำงาน รวมถึงคอยช่วยเหลือในด้านต่างๆตลอดจนสำเร็จโครงการ และต้องขอขอบคุณเพื่อนๆและพี่ๆทุกท่าน ที่ได้คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำในด้านต่างๆ อีกทั้งเอื้อเฟื้ออุปการณ และเป็นกำลังใจที่ดีในการทำปริญญาานิพนธ์ครั้งนี้ ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

และในการจัดทำปริญญาานิพนธ์ครั้งนี้ต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมทุกท่านที่ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญาานิพนธ์

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และญาติพี่น้อง อันเป็นที่รักและคอยสนับสนุนและให้กำลังใจตลอดการทำปริญญาานิพนธ์ คุณค่าและประโยชน์อันพึงได้รับจากปริญญาานิพนธ์ผู้จัดทำมอบให้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นายธนาวุฒิ ธนกิจพวงทอง  
นายรัชชัย ช่างเฟื่อง  
นายปรัชญา จุมพริกซ์  
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบตรวจสอบตัวตนโดยใช้สมองกลฝังตัว  
IDENTIFYING SYSTEM BASED ON EMBEDDED SYSTEM

โดย นายธนวุฒิ ธนกิจพวงทอง 54010593  
นายรัชชัย ช้างเฟื่อง 54010604  
นายปรัชญา จุมพริกซ์ 54010784

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี  
ผศ.ดร.มนตรี คำเงิน

**บทคัดย่อ**

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ศึกษาและสร้างระบบตรวจสอบตัวตนโดยใช้สมองกลฝังตัว ในการตรวจสอบตัวตนจะใช้ตัวสแกนลายนิ้วมือทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์และสมองกลฝังตัว ในการประมวลผลเพื่อเปิดและปิดประตู นอกจากนี้ยังสามารถบันทึกข้อมูลการเข้าและออกของ บุคคลลงในฐานข้อมูลได้

**ABSTRACT**

This project presents a studying and implementation of identifying system based on embedded system. The system consists of a fingerprint, microcontroller and embedded system. In order to identify and control the person's accessibility, the system will use the fingerprint, microcontroller and embedded system to process for opening and closing the door. In addition, all informations are recoded in the database which can be verified at later.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	III
สารบัญรูป	V
สารบัญตาราง	VII
<b>บทที่ 1</b>	<b>บทนำ</b>
1.1	1
1.2	1
1.3	1
<b>บทที่ 2</b>	<b>ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง</b>
2.1	2
2.2	3
2.3	4
2.4	6
2.5	7
2.6	7
2.7	8
2.8	11
2.9	13
2.10	17
2.11	18
2.12	18
2.13	19
2.14	20
2.15	20
2.16	21
2.17	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3	23
การออกแบบและการจัดทำปริญญาบัตร	
3.1 การออกแบบ	23
บทที่ 4	31
ผลการทดลอง	
4.1 ผลการทดลองระบบสแกนนิ้วมือ	31
4.2 ผลการทดลองตรวจสอบตัวตน	37
4.3 ทดลองโปรแกรมบน Raspberry Pi	41
บทที่ 5	45
สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 บทสรุป	45
5.2 ข้อเสนอแนะ	45
บรรณานุกรม	46
ภาคผนวก ก	47
Arduino Code	
ภาคผนวก ข	67
Python Code	
ภาคผนวก ค	70
Datasheet	
Finger Print Scanner Module GT511-C3	
Real Time Clock DS3231	
LM7805	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ลายนิ้วมือ	3
2.2	จุดและเส้นที่ลายนิ้วมือ	4
2.3	ระดับแรงดัน TTL 0-5 V และระดับแรงดัน 0-3.3 V	5
2.4	การสื่อสารอนุกรมแบบ Synchronous	5
2.5	การสื่อสารอนุกรมแบบ Asynchronous	6
2.6	ตัวอย่างโปรแกรม NetBeans IDE เวอร์ชัน 7.4	6
2.7	Apache	7
2.8	MySQL	8
2.9	บอร์ด Arduino UNO R3	8
2.10	โครงสร้างของบอร์ด Arduino UNO R3	10
2.11	ส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi	12
2.12	Finger Print Scanner GT-511C3	13
2.13	Initialization	15
2.14	Termination	15
2.15	Get Enrolled Fingerprint Count	16
2.16	Check Enrollment Status	16
2.17	โมดูล LCD Characters 16x2	17
2.18	Logitech Webcam C170	18
2.19	Real Time Clock DS3231	18
2.20	แม่เหล็กไฟฟ้า	19
2.21	Switching Power Supply 12 volt 2A Module	20
2.22	วงจร 7805 Regulator Circuit	21
2.23	วงจร Solid State Relay	21
2.24	ภาพรวมของโครงการ	22
3.1	Block Diagram	23
3.2	การทำงานของระบบสแกนลายนิ้วมือ	24
3.3	โหมด Idle	25
3.4	โหมด Welcome	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.5 โหมด Password	27
3.6 โหมด Enroll หรือ โหมดลงทะเบียน	28
3.7 โหมด Deroll หรือ โหมดลบลายนิ้วมือ	29
3.8 การทำงานของระบบบน Raspberry Pi	30
4.1 โหมด Welcome	31
4.2 โหมด Password	32
4.3 ใส่ Password	33
4.4 แจ้งเตือนกรณีใส่ Password ผิด	33
4.5 โหมด Enroll	34
4.6 โหมด Enroll บันทึกลายนิ้วมือ	35
4.7 โหมด Deroll	36
4.8 ทดลองสแกนลายนิ้วมือที่มีการบันทึกไว้ในระบบ	37
4.9 วัดสัญญาณที่ขา Tx กรณีสามารถเปิดประตูได้	37
4.10 วัดสัญญาณที่ขา Rx กรณีสามารถเปิดประตูได้	38
4.11 ทดลองสแกนลายนิ้วมือที่ไม่มีการบันทึกไว้ในระบบ	39
4.12 วัดสัญญาณที่ขา Tx กรณีไม่สามารถเปิดประตูได้	39
4.13 วัดสัญญาณที่ขา Rx กรณีไม่สามารถเปิดประตูได้	40
4.14 บันทึกวันที่และเวลาลงบน Database (กรณีของบุคคลที่ทำการบันทึกลายนิ้วมือแล้ว)	41
4.15 บันทึกวันที่ เวลา และชื่อรูปภาพลงบน Database (กรณีของบุคคลที่ยังไม่บันทึกลายนิ้วมือ)	42
4.16 ข้อมูลใน Database	42
4.17 รูปภาพที่ถูกบันทึก	43
4.18 หน้าเว็บสำหรับ Admin (กรณีของบุคคลที่ทำการบันทึกลายนิ้วมือแล้ว)	43
4.19 หน้าเว็บสำหรับ Admin (กรณีของบุคคลที่ไม่ได้ทำการบันทึกลายนิ้วมือ)	44
4.20 รูปภาพที่ดูจากหน้าเว็บ	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณสมบัติทางเทคนิคของ GT511C3	14
2.2	คุณสมบัติของกลอนแม่เหล็กที่ใช้ทำโครงงาน	20



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการนำเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วยในการดำเนินงานจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานรวมถึงในด้านความปลอดภัย การใช้ระบบตรวจสอบตัวตนโดยใช้สมองกลฝังตัวนั้นได้ใช้การสแกนลายนิ้วมือในการตรวจสอบการเข้าออกของบุคคลเพื่อเป็นการตรวจสอบสิทธิในการเข้าออก ช่วยลดปัญหาในการเข้าออกของบุคคลภายนอกที่ไม่ได้รับอนุญาต รวมถึงการจัดทำ Database เพื่อจัดเก็บเวลาเมื่อมีผู้ต้องการผ่านประตูและถ่ายรูปผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตในการเข้าออกที่พยายามจะแสดงตัวตนเข้ามาและนำมาแสดงผ่านทาง Web Server

### 1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาการทำงานของโมดูลสแกนนิ้วมือ
- 2) เพื่อศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์และการเขียนโปรแกรม
- 3) เพื่อศึกษาการทำงานของ Raspberry Pi
- 4) เพื่อศึกษาการสร้าง Web Server
- 5) เพื่อศึกษาการเก็บฐานข้อมูล Database
- 6) เพื่อศึกษานำอุปกรณ์ต่างๆ มาเชื่อมต่อและประยุกต์ใช้งาน

### 1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

- 1) สามารถเปิดประตูโดยใช้การสแกนลายนิ้วมือในการตรวจสอบตัวตนได้
- 2) สามารถบันทึกเวลาในฐานข้อมูลของผู้ที่ต้องการผ่านประตูได้
- 3) สามารถแสดงภาพถ่ายของผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตในการเข้าออกที่พยายามจะแสดงตัวตนผ่านระบบ
- 4) สามารถนำผลการบันทึกเวลาและรูปภาพขึ้นมาแสดงผลผ่าน Web Server ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ไบโอมेटริกซ์

ไบโอมेटริกซ์ มีความหมายมาจากคำสองคำอัน ได้แก่ ไบโอที่แปลว่าชีวิต และเมตริกซ์ที่แปลว่าตัววัด เมื่อรวมสองคำนี้เข้าด้วยกันจะหมายถึงการวัดคุณลักษณะของร่างกาย โดยเทคโนโลยีชีวภาพซึ่งเป็นการผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีทางด้านชีวภาพและทางการแพทย์กับเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน โดยการตรวจวัดคุณลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางพฤติกรรมที่เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละคนมาใช้ในการระบุตัวบุคคลนั้นๆ แล้วนำสิ่งเหล่านั้นมาเปรียบเทียบกับคุณลักษณะที่ได้มีการบันทึกไว้ในฐานข้อมูลก่อนหน้านี้เพื่อใช้แยกแยะบุคคลนั้นจากบุคคลอื่นๆ ซึ่งคุณลักษณะทางกายภาพของคนเรานั้นส่วนใหญ่จะไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา ในขณะที่พฤติกรรมของมนุษย์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ไม่ว่าจะเป็น เสียงพูด การลงลายมือชื่อ การใช้แป้นพิมพ์ จึงทำให้การพิสูจน์บุคคลโดยการใช้ลักษณะทางกายภาพนั้นมีความน่าเชื่อถือมากกว่า ข้อดีอีกอย่างหนึ่งของการใช้ไบโอมेटริกซ์ประเภทนี้ก็คือ ใช้งาน เป็นที่ยอมรับของผู้ใช้และมีอัตราเสี่ยงต่อการติดเชื่อต่ำเนื่องจากไม่ต้องนำอวัยวะที่ไวต่อการติดเชื่อเช่น ดวงตา ไปสัมผัสกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการอ่านข้อมูล

##### 2.1.1 คุณลักษณะทางกายภาพที่นิยมนำมาใช้

คุณลักษณะทางกายภาพที่นิยมนำมาใช้ ได้แก่ ลายนิ้วมือ ม่านตา ช่องตาดำ ฝ่ามือ และรูปหน้า เป็นต้น ไบโอมेटริกซ์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ในการระบุตัวบุคคล ได้แก่

2.1.1.1 ลักษณะทางกายภาพ ลายนิ้วมือ (Fingerprint) ลักษณะใบหน้า (Facial Recognition) ลักษณะของมือ (Hand Geometry) ลักษณะของนิ้วมือ (Finger Geometry) ลักษณะใบหู (Ear Shape Iris) และเรติน่าภายในดวงตา เป็นต้น

2.1.1.2 ลักษณะทางพฤติกรรม การพิมพ์ (Keystroke Dynamics) การเดิน (Gait Recognition) เสียง (Voice Recognition) การเซ็นชื่อ (Signature) เป็นต้น

##### 2.1.2 ข้อดีของเทคโนโลยีไบโอมेटริกซ์

2.1.2.1 ไบโอมेटริกซ์ทำให้ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องใช้ความจำหรือจำเป็นต้องถือบัตรผ่านใดๆ ทำให้สะดวกและรวดเร็ว ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องพกบัตรและต้องจำรหัสผ่าน

2.1.2.2 ไบโอมेटริกซ์ยากต่อการปลอมแปลงและยากต่อการลักลอบนำไปใช้

2.1.2.4 ช่วยลดค่าใช้จ่าย เช่น ช่วยในการป้องกันพนักงานลงเวลาแทนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการวิชาการเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้เผยแพร่ ใช้งาน หรือใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.3 ข้อเสียของเทคโนโลยีไบโอเมตริกซ์

- 2.1.3.1 ความเชื่อถือของเทคโนโลยีไบโอเมตริกซ์บางประเภทยังมีความเชื่อถือได้ไม่ดีเท่าที่ควร
- 2.1.3.2 ราคาของอุปกรณ์ที่จำเป็นยังมีราคาค่อนข้างสูง
- 2.1.3.3 การยอมรับของสังคมเพราะเรื่องของความเป็นส่วนตัวของแต่ละบุคคล
- 2.1.3.4 ไม่สามารถใช้ได้หากไม่มีอุปกรณ์เฉพาะทางร่างกาย
- 2.1.3.5 รหัสผ่านที่ใช้กับระบบนี้ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้

## 2.2 ลายนิ้วมือ

การระบุตัวบุคคลด้วยลายนิ้วมือคุณสมบัติที่สำคัญอีกของลายนิ้วมือคือ ตั้งแต่เริ่มมีการเปรียบเทียบลายนิ้วมือโดยใช้วิธีสมัยใหม่ ซึ่งมีมาร้อยกว่าปีแล้วยังไม่มีการตรวจพบว่ามี การเหมือนกันของลายนิ้วมือ อีกทั้งถ้าจะอธิบายด้วยหลักการทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้ประมาณไว้ว่า โอกาสที่คนสองคนจะมีลายนิ้วมือเหมือนกันนั้นมีความน่าจะเป็นอยู่ที่  $1/64,000,000,000$

### 2.2.1 ลักษณะลายนิ้วมือ

ลักษณะลายนิ้วมือคือ ส่วนที่เป็นสันนูนขึ้นมา ตรงบริเวณผิวหนังส่วนนอกสุดของมือและเท้าของคนและสัตว์บางชนิด สันที่นูนขึ้นจะเชื่อมกันเป็นแนวมองเห็นเป็นลายเส้น ซึ่งจะมีรูปแบบและขนาดแตกต่างกันไป



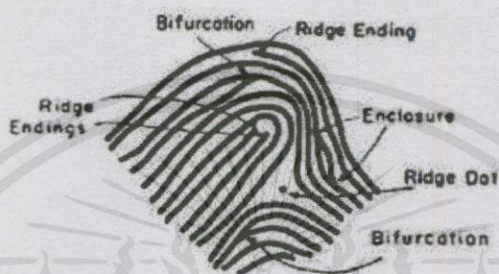
รูปที่ 2.1 ลายนิ้วมือ

### 2.2.2 การเกิดลายนิ้วมือขึ้น

ลายนิ้วมือเกิดขึ้นตั้งแต่เมื่อตอนเป็นทารกในครรภ์มารดาและจะคงอยู่ตลอดชั่วอายุ ยกเว้นว่ามีการตั้งใจลบ ลอก หรือขูดขีดลายนิ้วมือให้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมและในโลกนี้ไม่มีใครที่มีลายนิ้วมือเหมือนกันแม้กระทั่งคนที่ เป็นฝาแฝดกันก็ตาม สำหรับคนๆ หนึ่งรูปแบบลายนิ้วมือจะคงเดิมตั้งแต่ตอนเกิดไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปไปมีเพียงการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยที่ยอมรับและอธิบายได้ ได้แก่ การยืดขยายของผิวหนังเมื่อร่างกายโตขึ้น คราบสกปรกติดลายนิ้วมือรอยขูดขีดและรอยแผลจากอุบัติเหตุ

### 2.2.3 การตรวจดูลายนิ้วมือ

มีหลากหลายวิธีด้วยกันแต่วิธีที่เป็นที่นิยมกันมากที่สุด ได้แก่ การเปรียบเทียบจุดสังเกตเล็กๆ จุดที่ว่านี้คือจุดที่เส้นลายนิ้วมือ (Ridge) มาบรรจบกัน แยกออกจากกันหรือเป็นจุดจบของเส้น และจุดที่ว่านี้ของแต่ละคนจะไม่เหมือนกัน



รูปที่ 2.2 จุดและเส้นที่ลายนิ้วมือ

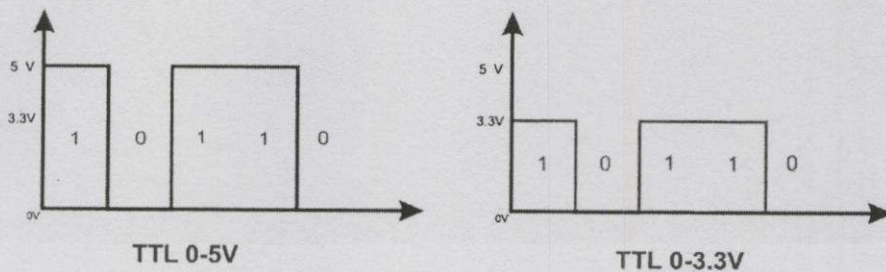
### 2.2.4 ตัวอย่างรูปแบบของจุดสังเกต

- Bifurcation เป็นจุดที่แยกเส้นออกเป็นหลายเส้น
- Ridge Divergence เป็นจุดที่เส้น 2 เส้นที่อยู่ขนานกัน แยกออกจากกันหรือมารวมกัน
- Enclosure เป็นลักษณะที่เส้นแยกออกจากกันและกลับมารวมกันเป็นเส้นเดียวกันใหม่
- Ridge Endings เป็นตำแหน่งที่เส้นนั้นสิ้นสุดลง

## 2.3 TTL

TTL เป็นระดับแรงดันที่ถูกกำหนดขึ้นในยุคแรกๆเพื่อใช้ระหว่าง Transistor กับ Transistor ภายในวงจรรวม (IC) ดังนั้น TTL จะใช้ระดับแรงดัน อยู่ที่ 0-5 V แต่ในปัจจุบันมีอุปกรณ์หลายเบอร์ที่ทำงานในช่วง 0-3.3 V เรียกแรงดันระดับนี้ว่า LVTTTL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

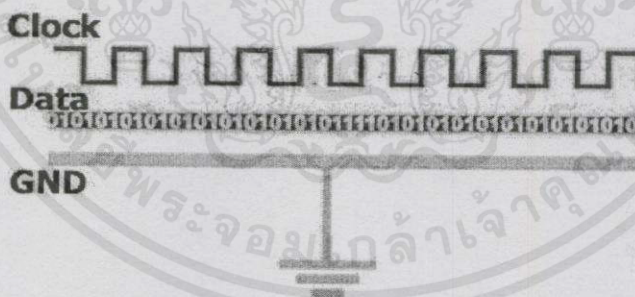


รูปที่ 2.3 ระดับแรงดัน TTL 0-5 V และระดับแรงดัน 0-3.3 V

UART ย่อมาจากคำว่า Universal Asynchronous Receiver Transmitter หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลแบบ Asynchronous ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการสื่อสารอนุกรมแบบ Asynchronous การสื่อสารแบบอนุกรมจะแบ่งเป็น 2 แบบ

### 2.3.1 การสื่อสารอนุกรมแบบ Synchronous

เป็นรูปแบบที่ใช้วิธีส่งข้อมูลโดยใช้สัญญาณ Clock มาเป็นตัวกำหนดจังหวะการรับส่งข้อมูล การส่งข้อมูลแบบนี้เป็นการรับส่งที่ค่อนข้างมีคุณภาพและส่งได้ด้วยความเร็วสูง มีโอกาสที่ข้อมูลจะสูญหายระหว่างการส่งน้อย ตัวอย่างการส่งข้อมูลลักษณะนี้ เช่น I2C, I2S, SPI ข้อเสียของการส่งข้อมูลแบบนี้คือ ต้องใช้สายสัญญาณมาก เพราะต้องส่ง Clock ไปด้วย

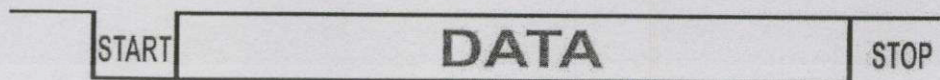


รูปที่ 2.4 การสื่อสารอนุกรมแบบ Synchronous

### 2.3.2 การสื่อสารอนุกรมแบบ Asynchronous

เป็นการส่งข้อมูลที่ไม่ต้องใช้สัญญาณ Clock มาเป็นตัวกำหนดจังหวะการรับส่งข้อมูลแต่ใช้วิธีกำหนด รูปแบบ Format การรับส่งข้อมูลขึ้นมาแทนและอาศัยการกำหนดความเร็วของการรับและส่งที่เท่ากันทั้งฝั่งรับและฝั่งส่ง ข้อดีของการใช้ Asynchronous คือ สามารถสื่อสารแบบ Full Duplex รับและส่งได้ในเวลาเดียวกันแต่ Asynchronous มีโอกาสที่ข้อมูลจะสูญหายขณะรับส่งข้อมูลหรือรับส่งข้อมูลผิดพลาดได้มากกว่าแบบ Synchronous

UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) หมายถึง รูปแบบการส่งข้อมูลที่ถูกระบุขึ้นมาก่อนเพื่อใช้รับส่งข้อมูลแบบ Asynchronous เริ่มต้นจาก Start Bit เป็น Logic 0 จากนั้นจะตามด้วย Data ที่เราส่งแล้วจะถูกปิดด้วย Stop Bit เป็น Logic 1

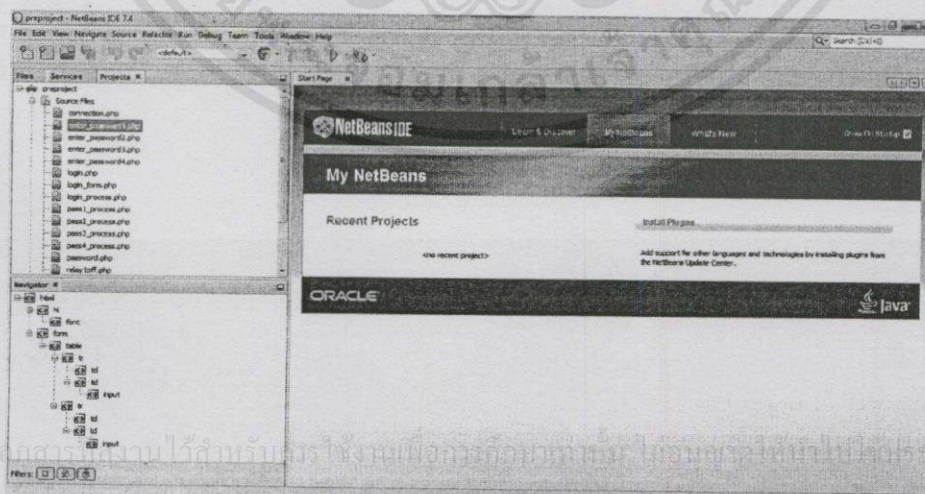


รูปที่ 2.5 การสื่อสารอนุกรมแบบ Asynchronous

## 2.4 NetBeans IDE

โปรแกรม NetBeans IDE ซึ่งเวอร์ชันปกตินั้น เป็นเครื่องมือสำหรับนักพัฒนาในการพัฒนา Software ในหลายภาษาโปรแกรม เช่นการพัฒนาภาษาโปรแกรม Java, C/C++, PHP เป็นต้น ซึ่งถ้าหากโหลดเวอร์ชันปกติมาใช้งานสำหรับเขียน PHP อย่างเดียวก็น่าจะดี แต่จะเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรของระบบ Oracle จึงออกเวอร์ชันย่อยมาให้พัฒนาเฉพาะภาษา PHP ซึ่งเครื่องมือและเมนูต่างๆของ Software ไม่ต่างจากเวอร์ชันปกติเลย เพียงแต่ไม่สามารถพัฒนา Software ด้วยภาษาโปรแกรมอื่นๆได้เท่านั้น การแยกตัวเป็นเวอร์ชันย่อยของ NetBeans PHP นั้นเริ่มมาตั้งแต่เวอร์ชัน 6.5 เป็นต้นมา และได้ถูกพัฒนามาเรื่อยๆจนถึงเวอร์ชันปัจจุบัน

NetBeans PHP IDE ซึ่งเป็นส่วนย่อยของโปรแกรม NetBeans IDE เป็นซอฟต์แวร์ในการพัฒนาภาษา PHP เป็นภาษาโปรแกรมในการพัฒนาเว็บไซต์ทำงานที่ฝั่ง Server ซึ่งมีภาษา HTML ในการแสดงผลในฝั่ง Client บน Web Browser แท้จริงแล้วการพัฒนาภาษา PHP มีเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาภาษานี้อย่างหลากหลายในปัจจุบัน NetBeans PHP ก็คือเครื่องมือหนึ่งในการพัฒนานี้โดยมีความสามารถมากมายโดยไม่ต้องพึ่งเครื่องมืออื่นๆ เสริมในการพัฒนาเพิ่มเติมเลย



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างโปรแกรม NetBeans IDE เวอร์ชัน 7.4

## 2.5 Apache

Apache เป็น Web Server พัฒนามาจาก HTTPD Web Server ที่มีผู้ใช้ทั่วโลกมากกว่า 60% มีหน้าที่ในการจัดเก็บ Homepage และส่ง Homepage ไปยัง Browser ที่มีการเรียกเข้า ไปยัง Web Server ที่เก็บ Homepage นั้น ซึ่งปัจจุบันจัดได้ว่าเป็น Web Server ที่มีความน่าเชื่อถือมาก และมีกลุ่มพัฒนาอยู่ก่อนแล้ว

Apache เป็นซอฟต์แวร์ที่อยู่ในลักษณะของ Open Source ที่เปิดให้บุคคลทั่วไปสามารถเข้ามามีส่วนร่วมพัฒนาส่วนต่างๆ ของ Apache ได้ ซึ่งทำให้เกิดเป็นโมดูลที่เกิดประโยชน์มากมาย และสามารถทำงานร่วมกับภาษาอื่นได้ แทนที่จะเป็นเพียงเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการเพียงแค่ HTML อย่างเดียว นอกจากนี้ Apache เองยังมีความสามารถอื่นๆ ด้วย เช่น การยืนยันตัวตนบุคคลหรือเพิ่มความปลอดภัยในการสื่อสารผ่านโปรโตคอล https และการติดตั้ง Apache ก็สามารถ Download Apache มาใช้งานได้แบบฟรีๆ ที่ <http://apache.org> เมื่อได้ทำการ Download ตัวติดตั้งของ Apache มาแล้วให้ทำการติดตั้งได้ตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้



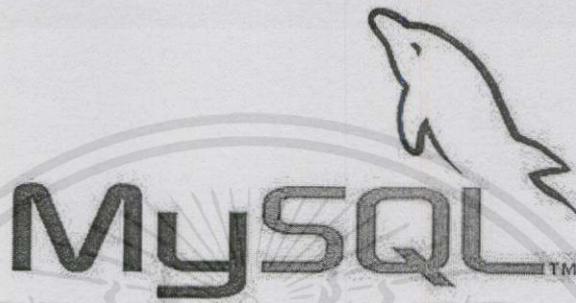
รูปที่ 2.7 Apache

## 2.6 MySQL

MySQL จัดเป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (RDBMS: Relational Database Management System) ตัวหนึ่ง ซึ่งเป็นที่นิยมกันมากในปัจจุบันโดยเฉพาะอย่างยิ่งในโลกของอินเทอร์เน็ต สาเหตุเพราะว่า MySQL เป็น Freeware ทางด้านฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสูง เป็นทางเลือกใหม่จากผลิตภัณฑ์ระบบจัดการฐานข้อมูลในปัจจุบัน ที่มักจะเป็นการผูกขาดของผลิตภัณฑ์เพียงไม่กี่ตัว นักพัฒนาระบบฐานข้อมูลที่เคยใช้ MySQL ต่างยอมรับในความสามารถความรวดเร็ว การรองรับจำนวนผู้ใช้ และขนาดของข้อมูลจำนวนมหาศาล ทั้งยังสนับสนุนการใช้งานบนระบบปฏิบัติการมากมาย ไม่ว่าจะเป็น Unix, OS/2, Mac OS หรือ Windows ก็ตาม นอกจากนี้ MySQL ยังสามารถใช้งานร่วมกับ Web Development Platform ทั้งหลาย ไม่ว่าจะเป็น C, C++, Java, Perl, PHP, Python, Tcl หรือ ASP ก็ตามที ดังนั้นจึงไม่น่าแปลกใจเลยว่า ทำไม MySQL จึงได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน และมีแนวโน้มสูงยิ่งขึ้นต่อไปในอนาคต

MySQL จัดเป็นซอฟต์แวร์ประเภท Open Source Software สามารถดาวน์โหลด Source Code ต้นฉบับได้จากอินเทอร์เน็ตโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ การแก้ไขก็สามารถกระทำได้ตาม

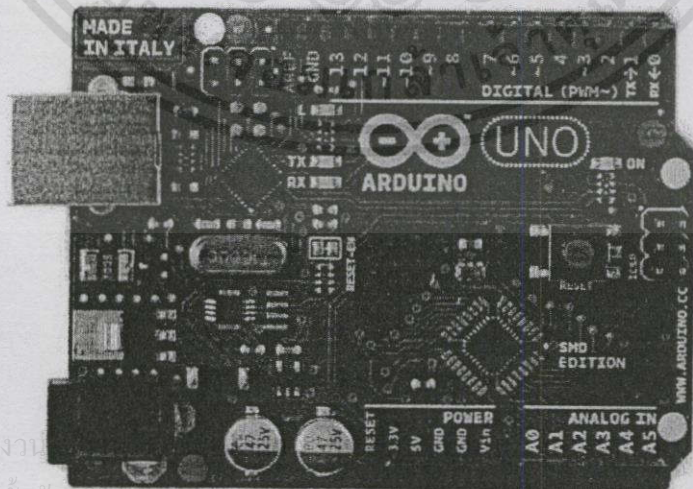
ความต้องการ MySQL ยึดถือสิทธิบัตรตาม GPL (GNU General Public License) ซึ่งเป็นข้อกำหนดของซอฟต์แวร์ประเภทนี้ส่วนใหญ่ โดยจะเป็นการชี้แจงว่า สิ่งใดทำได้ หรือทำไม่ได้สำหรับการใช้งานในกรณีต่างๆ ทั้งนี้ถ้าต้องการข้อมูลเพิ่มเติม หรือรายละเอียดของ GPL สามารถหาข้อมูลได้จากเว็บไซต์ <http://www.gnu.org>



รูปที่ 2.8 MySQL

### 2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

บอร์ด Arduino UNO R3 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล AVR โดยบอร์ดเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล AVR เบอร์ ATMEGA328 ของ ATMEAL เป็น MCU ประจำบอร์ด โดย MCU รุ่นนี้จะบรรจุอยู่ในตัวถังแบบ 28 Pin DIP โดย MCU ตัวนี้จะมีจุดเด่น คือ เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กแต่เพียบพร้อมไปด้วยทรัพยากรพื้นฐานต่าง ๆ อย่างครบถ้วน เหมาะแก่การใช้ในการศึกษาเรียนรู้สำหรับผู้เริ่มต้น และยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานต่างๆ ได้โดยง่ายเหมาะแก่การนำไปประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการควบคุมและประมวลผลต่างๆ ได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 2.9 บอร์ด Arduino UNO R3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.7.1 คุณสมบัติของบอร์ด

1. เลือกใช้ MCU ตระกูล AVR เบอร์ ATMEGA328 ของ ATMEL เป็น MCU ประจำบอร์ด โดยเลือกใช้แหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาแบบ Crystal Oscillator ค่า 16 MHz

เพื่อให้สามารถใช้งานพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 ได้อย่างลงตัว

2. สามารถเปลี่ยนไปติดตั้งใช้งาน MCU ตระกูล AVR ขนาด 28 PIN เบอร์อื่นๆในอนุกรมเดียวกันได้เช่น ATMEGA8, ATMEGA48, ATMEGA168 และ ATMEGA328 เป็นต้น โดย MCU เหล่านี้จะมีตำแหน่งขาที่เข้ากันได้ สามารถติดตั้งใช้งานในบอร์ดได้ทันที โดยไม่ต้องดัดแปลงหรือแก้ไขวงจร

3. แรงดันไฟฟ้าในการใช้งาน 5 V

4. แรงดันไฟฟ้า INPUT DC 7-12 V

5. มีหน่วยความจำ 32 KB Flash / 1KB EEPROM / 2 KB SRAM

6. มีพอร์ต I/O ขนาด 20 บิต จำนวน 3 พอร์ต (PB (8บิต), PC (7บิต), PC (8Bit))

6.1 มีวงจรสื่อสารอนุกรม UART จำนวน 1 พอร์ต

6.2 มีวงจรสื่อสาร SPI จำนวน 1 พอร์ต

6.3 มีวงจรสื่อสาร I2C จำนวน 1 พอร์ต

6.4 มีวงจร Timer/Counter ขนาด 16 บิต 1 ชุด และ Timer/Counter

ขนาด 8 บิต 2 ชุด

6.5 มีวงจร ADC ขนาด 10 บิต จำนวน 6 ช่อง

7. MCU ประจำบอร์ดได้รับการติดตั้ง Boot loader สำหรับใช้ Upload Code ให้บอร์ดผ่านโดยผ่านสายเคเบิล USB จะมีชิป ATMEGA16U2 ทำหน้าที่แปลง USB-to-Serial ได้ทันที โดยไม่ต้องใช้เครื่องโปรแกรมภายนอก สามารถใช้การพัฒนาโปรแกรมได้ทั้ง ภาษาแอสเซมบลี ภาษาซี ภาษาเบสิก และ ภาษา C++ ของ Arduino ได้ทันที

8. โมดูลสื่อสารข้อมูลอนุกรม UART แบบโปรแกรมได้ พร้อมส่วนควบคุมการถ่ายทอดข้อมูล

9. โมดูลสื่อสารข้อมูลผ่านบัส SPI และ I2C

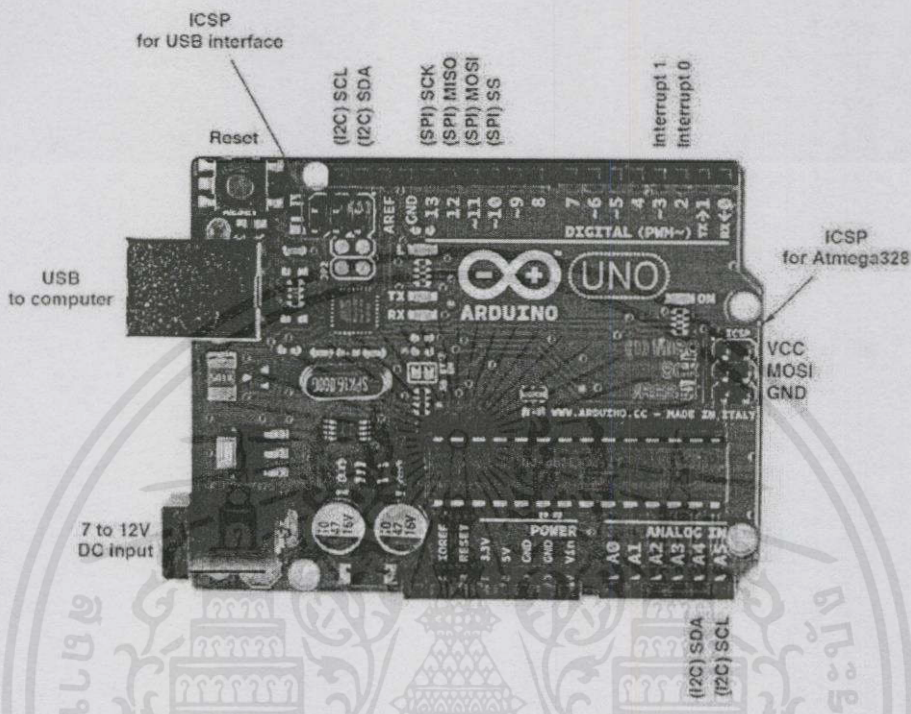
10. ดาวน์โหลดและสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ต USB ได้โดยตรง

11. ขนาด 2.7 x 2.1 นิ้ว

12. พัฒนาโปรแกรมด้วย Arduino 1.0x ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.7.2 โครงสร้างบอร์ด Arduino UNO R3



รูปที่ 2.10 โครงสร้างของบอร์ด Arduino UNO R3

1. Power: บอร์ด Arduino Uno R3 สามารถใช้ไฟเลี้ยงจาก USB หรือแหล่งกำเนิดไฟฟ้าจากภายนอกเช่น Power Supply ได้โดยตรง โดยบอร์ดจะทำการเลือกโดยอัตโนมัติ โดยที่ไฟเลี้ยงจากภายนอกควรอยู่ระหว่าง 7-12V

2. 5 V: เป็นขาเอาต์พุตที่มีไฟขนาด 5 V จากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

3. 3.3 V: เป็นขาเอาต์พุตที่มีไฟขนาด 3.3 V จากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

4. GND: เป็น Pin สำหรับต่อกราวด์จากบอร์ด

5. IOREF: ขาบนบอร์ด Arduino สำหรับ เป็นแรงดันอ้างอิงของไมโครคอนโทรลเลอร์

6. INPUT/OUTPUT PIN: โดยแต่ละขาทั้ง 14 ขาดิจิตอลบนบอร์ด Arduino Uno R3 สามารถนำมาใช้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุตโดยใช้คำสั่ง digital Write () และ digital Read () โดยจะทำงานที่แรงดัน 5 โวลต์ แต่ละขาสามารถให้หรือรับกระแสได้สูงสุด 40 mA และมีความต้านทานตั้งขึ้นภายในจาก 20-50 กิโลโอห์ม

7. Serial: 0 (RX) และ 1 (TX) ที่ใช้ในการได้รับ (RX) และส่ง (TX) ข้อมูล TTL แบบอนุกรมขานี้จะเชื่อมต่อไปชิปของ ATmega8U2 ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณจาก USB-to-TTL ซึ่งมีอยู่ภายในบอร์ดอยู่แล้ว

8. External Interrupts: 2 และ 3 ขาเหล่านี้สามารถกำหนดค่าให้เรียกการขัดจังหวะ

9. PWM: 3, 5, 6, 9, 10 และ 11 เป็นขา 8 บิตเอาต์พุตแบบ PWM ด้วยการใช้งานฟังก์ชัน analog Write ()

10. SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK) ขาเหล่านี้สนับสนุนการสื่อสารแบบ SPI โดยใช้ SPI library

11. LED: LED ที่เชื่อมต่อกับขาดีจิตอลที่ 13 เมื่อสถานะเป็น HIGH LED จะสว่างและดับเมื่อขามีสถานะ LOW

12. TWI: A4 หรือขา SDA และ SCL A5 หรือขาสนับสนุนการสื่อสารแบบ TWI

13. AREF: แรงดันอ้างอิงสำหรับขานาล็อก ใช้กับฟังก์ชัน analog Reference ()

14. Reset: ขาสำหรับการรีเซ็ตการทำงานของบอร์ดทำงานเมื่อมีสถานะลอจิกเป็นศูนย์

## 2.8 Raspberry Pi

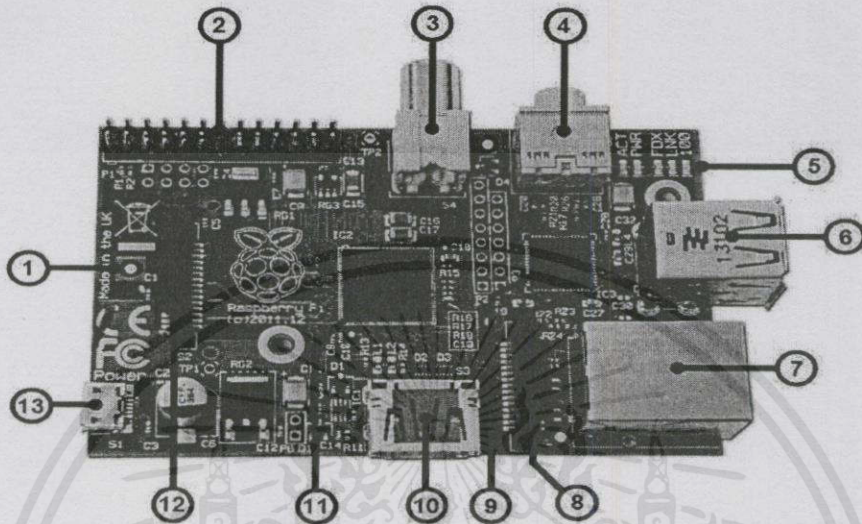
ในการจัดทำโครงการได้ใช้ Raspberry Pi เชื่อมต่อกับ Arduino เพื่อบันทึกข้อมูลและประมวลผลเพื่อแสดงข้อมูลผ่าน Web Server โดย บอร์ด Raspberry Pi ที่ใช้ในการประมวลผลและสั่งการเป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ 32 บิต รองรับระบบปฏิบัติการ Linux ใช้งานง่ายเมื่อเทียบกับบอร์ดตัวอื่นๆ ทำให้มีความนิยมกันอย่างแพร่หลาย

### 2.8.1 คุณสมบัติทางเทคนิค

- ใช้ชิพ SOC Broadcom BCM2835 ซึ่งรวม CPU, GPU และ SDRAM ไว้ในตัว
- หน่วยประมวลผล CPU 700 MHz ARM1176JZF-S core
- หน่วยประมวลผลภาพ GPU Broadcom Video Core IV ,Open GL ES 2.0, Open VG 1080p30 H.264 high profile encode/decode
- หน่วยความจำ SDRAM 512 MB
- ขั้วต่อ USB 2.0
- มีขั้วสัญญาณทั้งแบบ RAC และ HDMI เลือกได้อย่างใดอย่างหนึ่ง
- คอนเน็คเตอร์สำหรับเชื่อมต่อ GPIO, SPI, I2C, I2S และ UART
- ระบบปฏิบัติการทำงานผ่าน SD Card
- ขั้วต่อ LAN 10/100 Mbps
- ใช้ไฟเลี้ยง 5 VDC กระแสอย่างน้อย 700 mA
- ขนาดบอร์ด 85 x 56 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.8.2 โครงสร้างบอร์ด Raspberry Pi



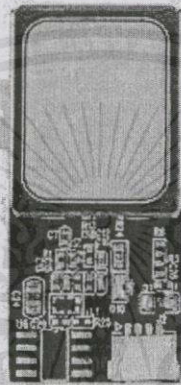
รูปที่ 2.11 ส่วนประกอบของบอร์ด Raspberry Pi

1. คอนเน็คเตอร์ SD CARD ซึ่งจะติดตั้งอยู่ที่บอร์ด
2. คอนเน็คเตอร์สำหรับเชื่อมต่ออินพุต เอาต์พุต (GPIO), SPI, I<sup>2</sup>C, I<sup>2</sup>S และ UART โดยตำแหน่งขาต่างๆ แสดงดังรูป
3. คอนเน็คเตอร์ต่อสัญญาณภาพแบบ RCA สำหรับเชื่อมต่อกับจอภาพที่มีขั้วแบบ RCA
4. คอนเน็คเตอร์ต่อสัญญาณเสียงโดยใช้แจ๊ค 3.5 mm
5. LED แสดงสถานะต่างๆ ของบอร์ด Raspberry Pi
6. คอนเน็คเตอร์ USB 2.0 จำนวน 2 พอร์ต
7. คอนเน็คเตอร์ LAN 10/100 Mbps สำหรับเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย
8. คอนเน็คเตอร์ CSI สำหรับเชื่อมต่อกับโมดูลกล้อง
9. LAN Controller
10. คอนเน็คเตอร์ HDMI สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณภาพและเสียง เพื่อเชื่อมต่อกับจอภาพที่มีขั้วแบบ HDMI เช่น โทรทัศน์ หรือ จอมอนิเตอร์
11. ชิพ SoC Broadcom BCM2835 ซึ่งรวม CPU, GPU และ SDRAM ไว้ในตัวถังเดียวกัน
12. คอนเน็คเตอร์ DSI สำหรับเชื่อมต่อกับจอภาพ
13. คอนเน็คเตอร์ Micro USB สำหรับจ่ายไฟเลี้ยงให้บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.9 Finger Print Scanner Module

เครื่องสแกนลายนิ้วมือรุ่น GT511C3 เป็นเครื่องสแกนลายนิ้วมือที่ได้นำมาใช้ในการทำโครงการซึ่งออกแบบมาให้ใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ และมี Library ที่ง่ายต่อการใช้งานในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล Arduino ซึ่งง่ายต่อการพัฒนา ซึ่งมีตัวอย่างโปรแกรมต่างๆ ให้ศึกษาในการประยุกต์ใช้งาน



รูปที่ 2.12 Finger Print Scanner (GT-511C3)

Finger Print Scanner (GT-511C3) เป็นโมดูลที่ใช้สัญญาณ TTL ในการสื่อสาร โมดูลมีขนาดเล็กและง่ายต่อการติดตั้งโดยมีคุณสมบัติดังนี้

- ความเร็วสูงความแม่นยำสูง
- สามารถดาวน์โหลดรูปภาพลายนิ้วมือจากอุปกรณ์ได้
- สามารถอ่านและเขียนแม่แบบลายนิ้วมือและฐานข้อมูลได้
- มีโปรโตคอล UART ใช้ในการสื่อสารข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.9.1 คุณสมบัติทางเทคนิค

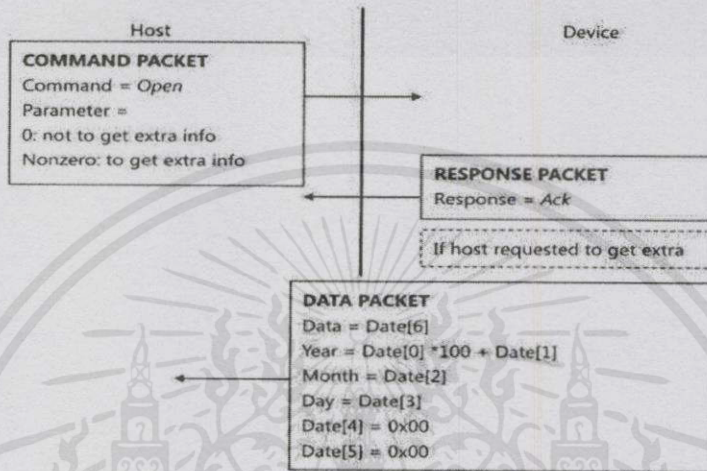
ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติทางเทคนิคของ GT511C3

Item	Value
CPU	ARM Cortex M3 Core
Sensor	Optical Sensor
Effective area of the Sensor	14 x 12.5 mm
Image Size	202 x 258 Pixels
Resolution	450 dpi
The maximum number of fingerprints	200 fingerprint
Matching Mode	1:1, 1:N
The size of template	496 Byte (template) + 2 Byte (Check sum)
Communication interface	UART = 9600 bps after power on USB Ver1.1, Full speed
False Acceptance Rate	< 0.001%
False Rejection Rate	< 0.1%
Enrollment time	< 3 sec ( 3 fingerprints )
Identification time	< 1.0 sec ( 200 fingerprints )
Operating voltage	DC 3.3 – 6 v
Operating current	< 130 mA
Operating environment Temperature	-20 °C - +60 °C
Operating environment Humidity	20% - 80%
Storage environment Temperature	-20 °C - +60 °C
Storage environment Humidity	10% - 80%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.9.2 Finger Print Scanner (GT-511C3) มีรูปแบบการส่งข้อมูล

การเริ่มต้น

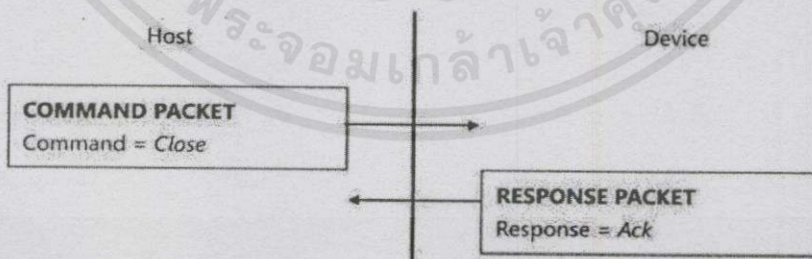


รูปที่ 2.13 Initialization

รูปที่ 2.13 เป็นรูปแบบการส่งข้อมูลเมื่อเริ่มต้นเปิดใช้งานของ Finger Print Scanner

(GT-511C3)

การสิ้นสุด



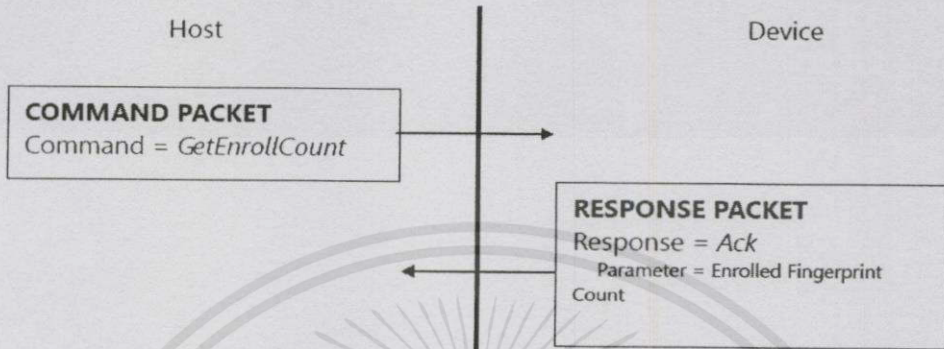
รูปที่ 2.14 Termination

รูปที่ 2.14 เป็นรูปแบบการส่งข้อมูลเมื่อปิดการใช้งานของ Finger Print Scanner (GT-

511C3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับคำปรึกษาเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

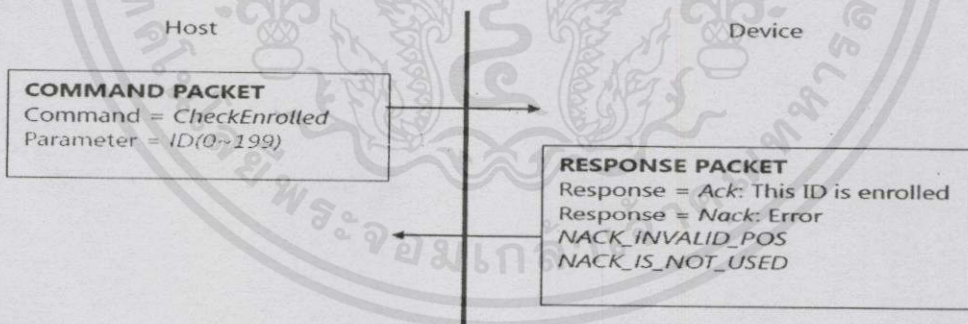
การลงทะเบียนลายนิ้วมือ



รูปที่ 2.15 Get Enrolled Fingerprint Count

รูปที่ 2.15 เป็นรูปแบบการส่งข้อมูลที่ใช้ในการลงทะเบียนของ Finger Print Scanner (GT-511C3)

เช็คสถานะการลงทะเบียน



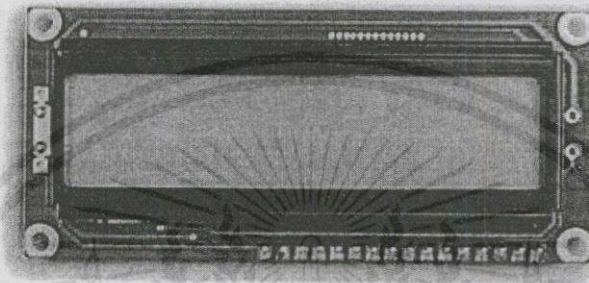
รูปที่ 2.16 Check Enrollment Status

รูปที่ 2.16 เป็นรูปแบบการส่งข้อมูลกรณีตรวจสอบสถานะภาพการลงทะเบียนของ Finger Print Scanner (GT-511C3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.10 Liquid Crystal Display Module

หน่วยแสดงผลโมดูล LCD (Liquid Crystal Display Module) หรือหน่วยแสดงผลแบบผลึกเหลวโดยโมดูล LCD จะมีอยู่ 2 ชนิดด้วยกัน คือ แบบตัวอักษร และแบบกราฟิก โครงสร้างพื้นฐานของโมดูล LCD แบบอังกฤษ



รูปที่ 2.17 โมดูล LCD Characters 16x2

### รายละเอียดขาสัญญาณของโมดูล LCD

ขาที่ 1: GND สำหรับต่อขากราวด์ของวงจร

ขาที่ 2: +Vcc ต่อกับไฟเลี้ยง +5 V

ขาที่ 3: Vo สำหรับปรับความสว่างของหน้าจอโมดูล LCD

ขาที่ 4: RS (Register Select) ขาที่เลือกการติดต่อกับรีจิสเตอร์คำสั่งหรือข้อมูลโดย "0"

จะต่อติดกับคำสั่งและ "1" จะติดต่อข้อมูล

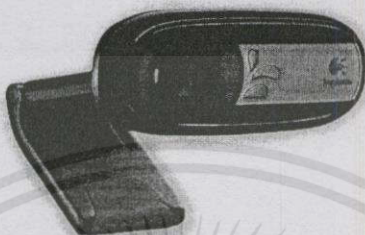
ขาที่ 5: R/W (Read/Write Control) ขาอ่านหรือเขียนข้อมูลกับโมดูล LCD

ขาที่ 6: E (Enable) ป้อนสัญญาณพัลส์ Enable ให้โมดูล LCD เริ่มทำงาน

ขาที่ 7 ถึง 14: D0-D7 (DATA) เป็นขาข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.11 Logitech Webcam C170



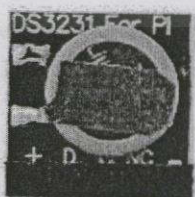
รูปที่ 2.18 Logitech Webcam C170

Logitech Webcam C170 โดยโครงการนี้นำมาใช้งานเพื่อบันทึกภาพของบุคคล

### คุณสมบัติทางเทคนิค

- การสนทนาผ่านวิดีโอ (640 x 480 พิกเซล) ด้วยระบบที่แนะนำ
- การจับภาพวิดีโอ สูงสุด 1024 x 768 พิกเซล
- เทคโนโลยี Logitech Fluid Crystal™\*
- ภาพถ่าย สูงสุด 5 ล้านพิกเซล (ปรับปรุงด้วยซอฟต์แวร์)
- ไมค์แบบในตัวพร้อมการป้องกันเสียงรบกวน
- รับรองการใช้งาน Hi-Speed USB 2.0 (แนะนำ)
- คลิปเอนกประสงค์สำหรับติดตั้งบนแล็ปท็อป, จอภาพ LCD หรือ CRT

## 2.12 Real Time Clock



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเฉพาะกรณีเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้รูปที่ 2.19 Real Time Clock DS3231 ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.19 Real Time Clock DS3231 เนื่องจาก Raspberry Pi ไม่มี Real Time Clock บนตัวบอร์ด ทำให้ไม่สามารถแสดงเวลาตามจริงเพื่อทำงานในการเป็น Data Logger โมดูล Real Time Clock DS3231 นี้จึงเข้ามาเสริมใช้งานเพื่อกำหนดค่าเวลาจริง โดยใช้ Chip DS3231 และ ออกแบบมาให้เสียบใช้งานเข้ากับ GPIO ของ Raspberry Pi พอดี เนื่องจากใช้งานได้ทั้งแรงดัน 3.3 V และ 5 V จึงสามารถใช้งานได้

### 2.13 แม่เหล็กไฟฟ้า



รูปที่ 2.20 แม่เหล็กไฟฟ้า

รูปที่ 2.20 ชุดกลอนแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Lock) จะประกอบไปด้วยแม่เหล็กดูดและแผ่นที่ใช้ดูด โดยชุดกลอนแม่เหล็กไฟฟ้านี้จะติดตั้งอยู่ภายในห้องซึ่งจะช่วยให้มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น โดยเมื่อมีการจ่ายไฟเข้ามา ชุดกลอนแม่เหล็กไฟฟ้าก็จะทำการล๊อคประตู ซึ่งชุดกลอนแม่เหล็กไฟฟ้าจะใช้หลักการพื้นฐานของวิทยาศาสตร์แม่เหล็กไฟฟ้าเมื่อกระแสไฟวิ่งเข้ามาที่ขดลวดโซลีนอยด์ก็จะเกิดแรงดึงดูดที่ชุดกลอนแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งแรงดึงดูดดังกล่าวเพียงพอต่อการที่จะทำให้ไม่สามารถเปิดประตูได้

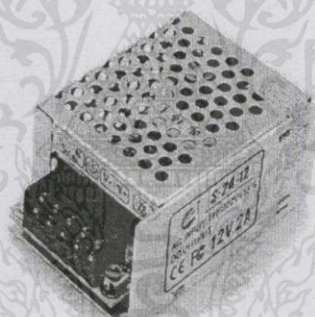
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติของกลอนแม่เหล็กที่ใช้ทำโครงงาน

คุณสมบัติ	รายละเอียด
ขนาดแรงแม่เหล็ก	600 ปอนด์
ขนาดแรงดัน	12 VDC
ขนาดกระแส	300 mA

## 2.14 Switching Power Supply 12 Volt 2A Module

Switching Power Supply เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แปลงไฟให้กับชุดอุปกรณ์ในการทดลอง โดยจะแปลงไฟจาก 220 Volt AC ให้เป็นไฟ 12 Volt DC เพื่อนำกระแสไฟไปเลี้ยงในส่วนของประตูแม่เหล็ก เนื่องจากประตูแม่เหล็กใช้ไฟเลี้ยง 12 Volt ในการทำงาน แล้วนอกจากนี้ยังนำในส่วนของไฟ 12 Volt ที่ได้จากการแปลงไฟของ Switching Power Supply ไปเป็น Input ในการทำให้ไฟ 12 Volt DC เป็น 5 Volt DC เพื่อไปเป็นไฟเลี้ยงให้กับบอร์ด Arduino โดยใช้ IC 7805 เป็นตัวควบคุม

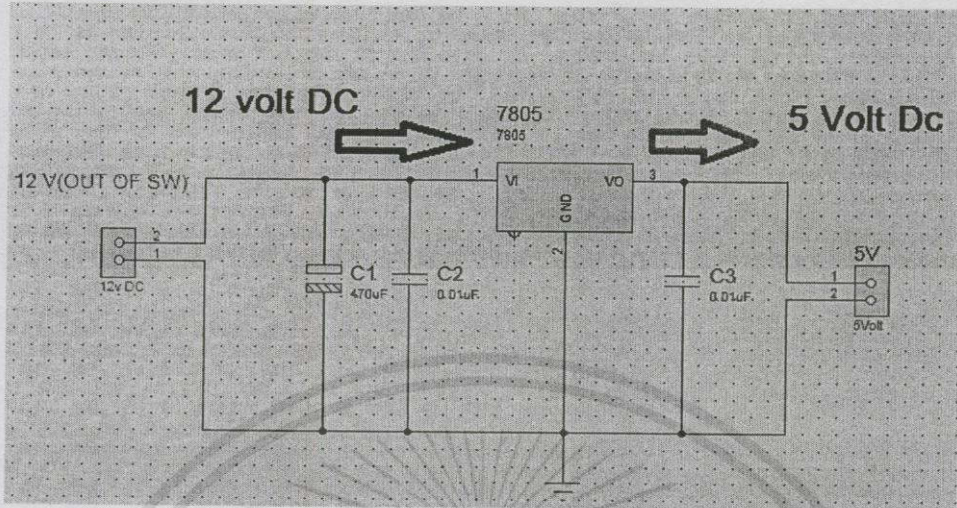


รูปที่ 2.21 Switching Power Supply 12 Volt 2A Module

รูปที่ 2.21 เป็นรูป Switching Power Supply Module ที่ใช้ในการแปลงไฟจาก 220 Volt AC ไปเป็น 12 Volt DC ให้กับชุดอุปกรณ์ในการทดลองของระบบ

## 2.15 วงจร 7805 Regulator Circuit

วงจร 7805 Regulator Circuit เป็นการเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้า 12 Volt DC ให้เป็นแรงดันเอกสาร 5 Volt DC เพื่อนำไปใช้เป็นแหล่งจ่ายให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทำโครงงานนี้ นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

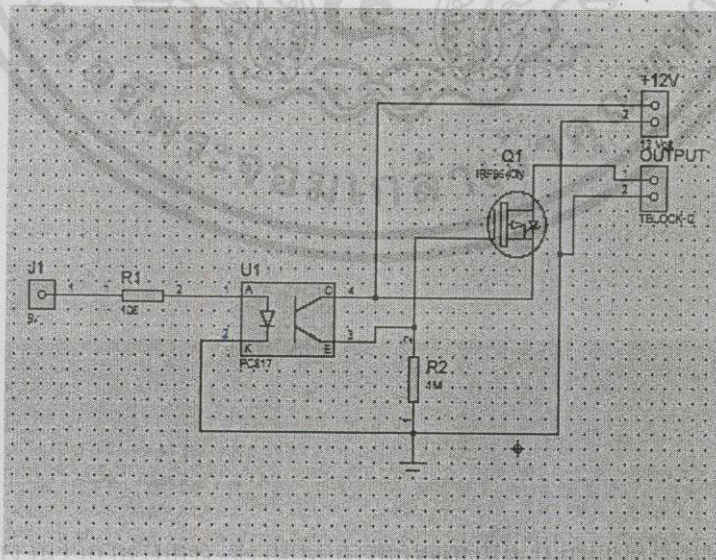


รูปที่ 2.22 วงจร 7805 Regulator Circuit

วงจร 7805 Regulator Circuit เป็นวงจรที่ใช้ในการเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าจาก 12 Volt DC ให้เป็น 5 Volt DC โดยใช้อุปกรณ์ต่างๆ ดังรูป 2.22

### 2.16 วงจร Solid State Relay

วงจร Solid State Relay ใช้ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ควบคุมการทำงานของประตุมอเตอร์ไฟฟ้าซึ่งถูกควบคุมโดย Microcontroller

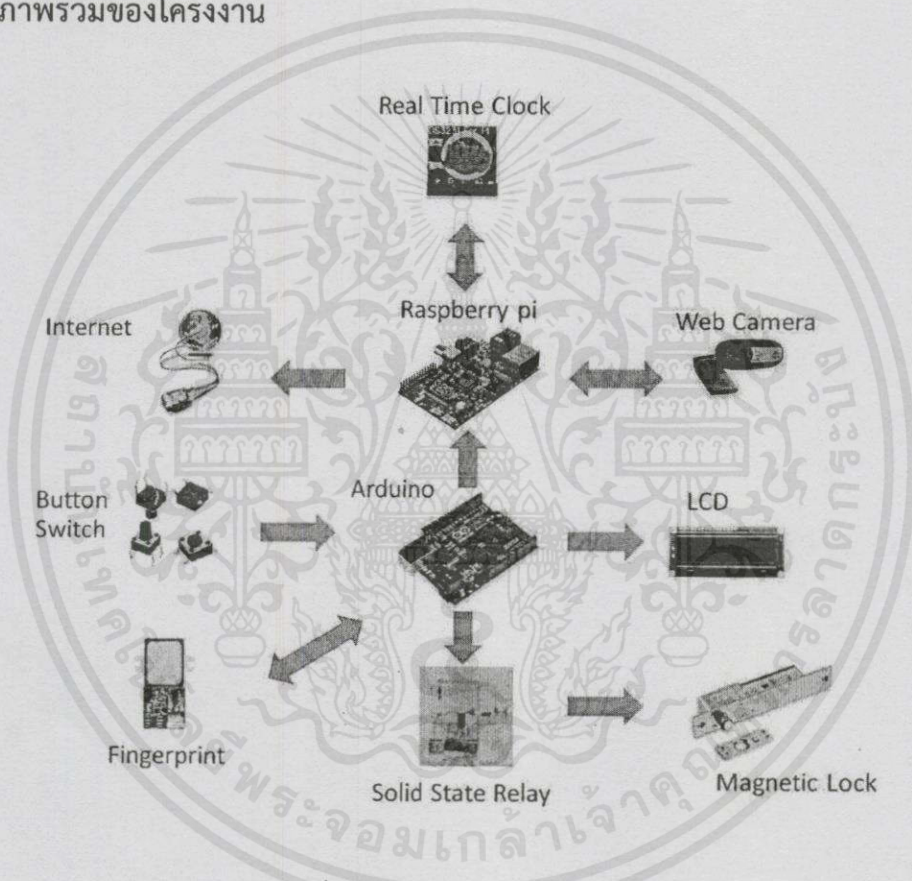


รูปที่ 2.23 วงจร Solid State Relay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกไปเผยแพร่และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.23 วงจร Solid State Relay ที่ออกโดยโปรแกรม Proteus 8 เพื่อใช้ทำหน้าที่เป็นสวิตซ์ในการสลับสถานะการทำงานของประตุมแม่เหล็กให้อยู่ในสถานะ ปิด-เปิด หลักการทำงานเมื่อมีกระแสไฟเข้าที่ Input จะทำให้มีกระแสไหลจากขา 3 (Emitter) ของ PC817 ไปยังขา Gate ของ Triac ทำให้สถานะของประตุมแม่เหล็กถูกเปิดออก เช่นเดียวกันเมื่อไม่มีกระแสไฟไหลเข้าที่ Input จะทำให้ไม่มีกระแสไหลจากขา 3 (Emitter) ของ PC817 ไปยังขา Gate ของ Triac ส่งผลให้ประตุมแม่เหล็กยังคงสถานะปิดประตู

## 2.17 ภาพรวมของโครงการ



รูปที่ 2.24 ภาพรวมของโครงการ

รูปที่ 2.24 ภาพรวมของโครงการโดยเป็นความสัมพันธ์ของอุปกรณ์ต่างๆ คือใช้ Arduino ในการประมวลผลในการรับค่าข้อมูลจาก Finger Scanner GT511-C3 เพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูล และใช้ในการตรวจสอบตัวตนในการเปิดประตูโดยใช้ Solid State Relay ในการควบคุมเสมือนเป็น สวิตซ์ในการสั่งงานไปควบคุมอุปกรณ์ประตุมแม่เหล็กเพื่อให้สามารถเปิดและปิดประตูได้โดยใช้จอ LCD เป็นอุปกรณ์ในหน่วยของการแสดงผลและสื่อสารกับผู้ใช้งานและใช้ Raspberry Pi เป็นตัวเก็บข้อมูล วันและเวลารวมถึงรูปภาพที่ถ่ายจาก Web Camera ลงใน Database และสามารถแสดงฐานข้อมูล ผ่านทาง Web Server ได้ ให้คัดขงปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3

## การออกแบบและการจัดทำปฏิญญาฉบับ

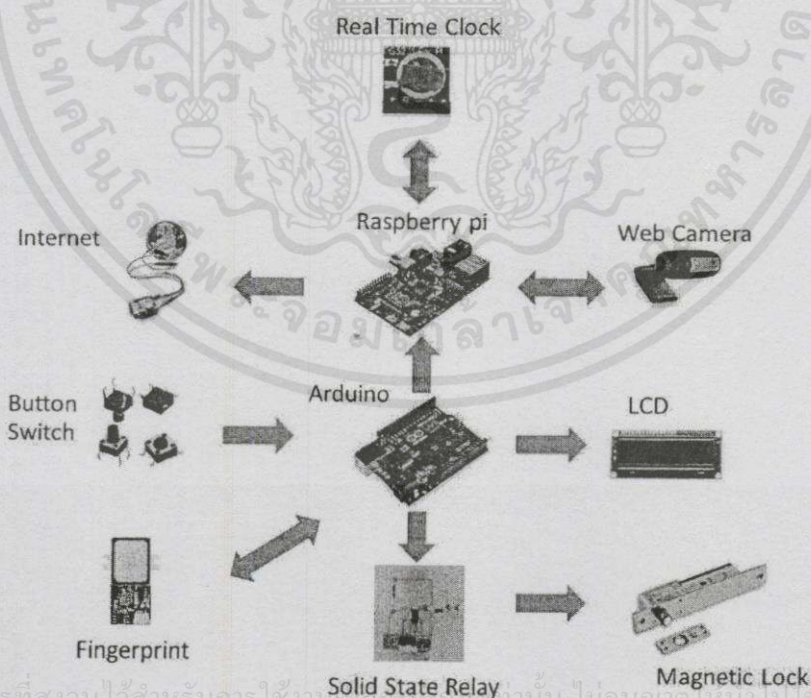
### 3.1 การออกแบบ

#### 3.1.1 Block Diagram

การทำงานของระบบแบ่งเป็นสองส่วนหลักๆ ส่วนที่ 1 ได้แก่ ส่วนของระบบเครื่องสแกนลายนิ้วมือและส่วนที่สองได้แก่ส่วนของระบบบันทึกข้อมูลและรูปภาพ

ส่วนที่ 1 ระบบสแกนลายนิ้วมือโดยใช้ Arduino เป็นตัวประมวลผลควบคุมการทำงานของระบบ มี Input ได้แก่ Button Switch เป็นปุ่มกดในการเลือกโหมดและสั่งการ การทำงานของระบบ ใช้ Finger Print Scanner ในการรับค่าสแกนลายนิ้วมือและบันทึกข้อมูลเพื่อพิสูจน์ตัวตนในการเข้าออกประตู มี Output ได้แก่ LCD ใช้ในการสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับระบบ และใช้วงจร Solid State Relay ในการรับลจิกควบคุมการทำงานของ Magnetic Lock

ส่วนที่ 2 ระบบบันทึกข้อมูลและรูปภาพโดยใช้ Raspberry Pi เป็นตัวรับลจิกและบันทึกข้อมูลและรูปภาพจาก Web Camera และแสดงผลผ่านทาง Web Server ผ่านโครงข่าย Internet

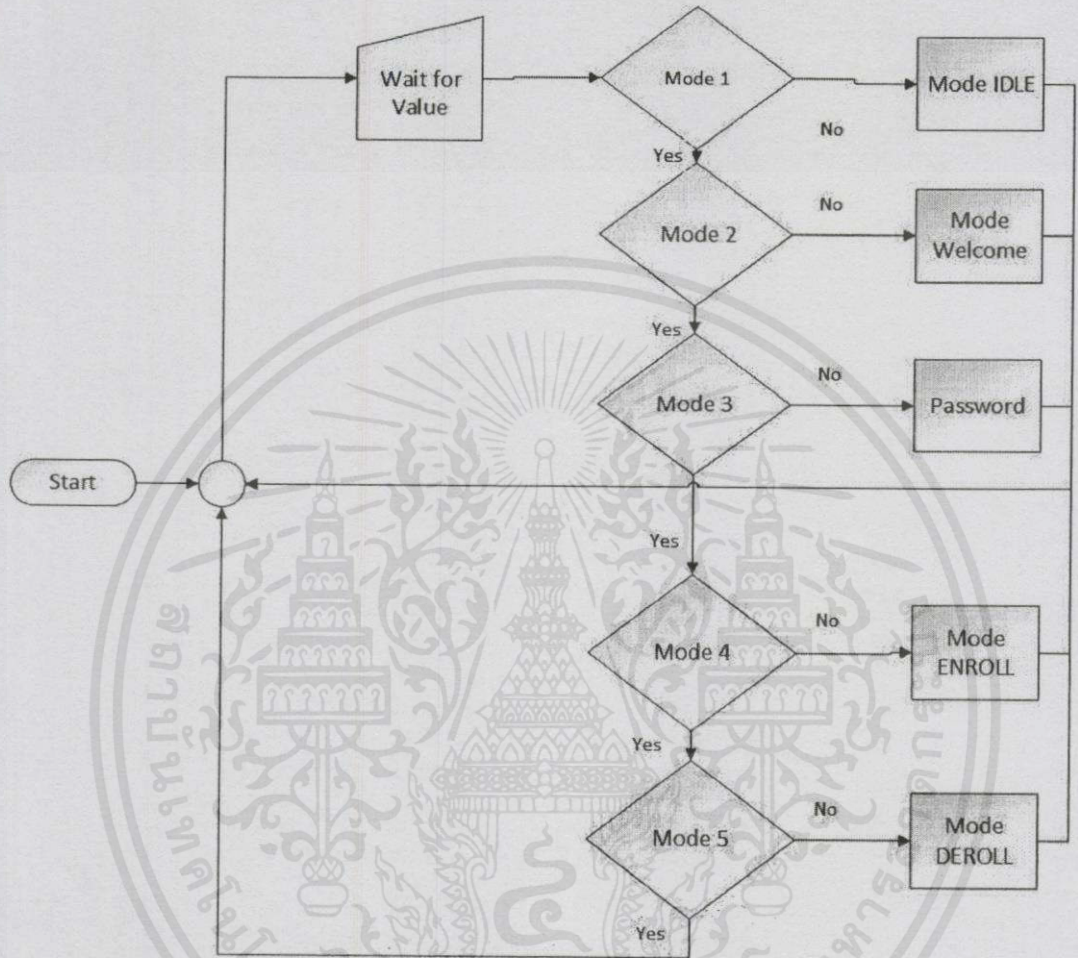


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 Block Diagram

3.1.2 การทำงานของระบบสแกนลายนิ้วมือ

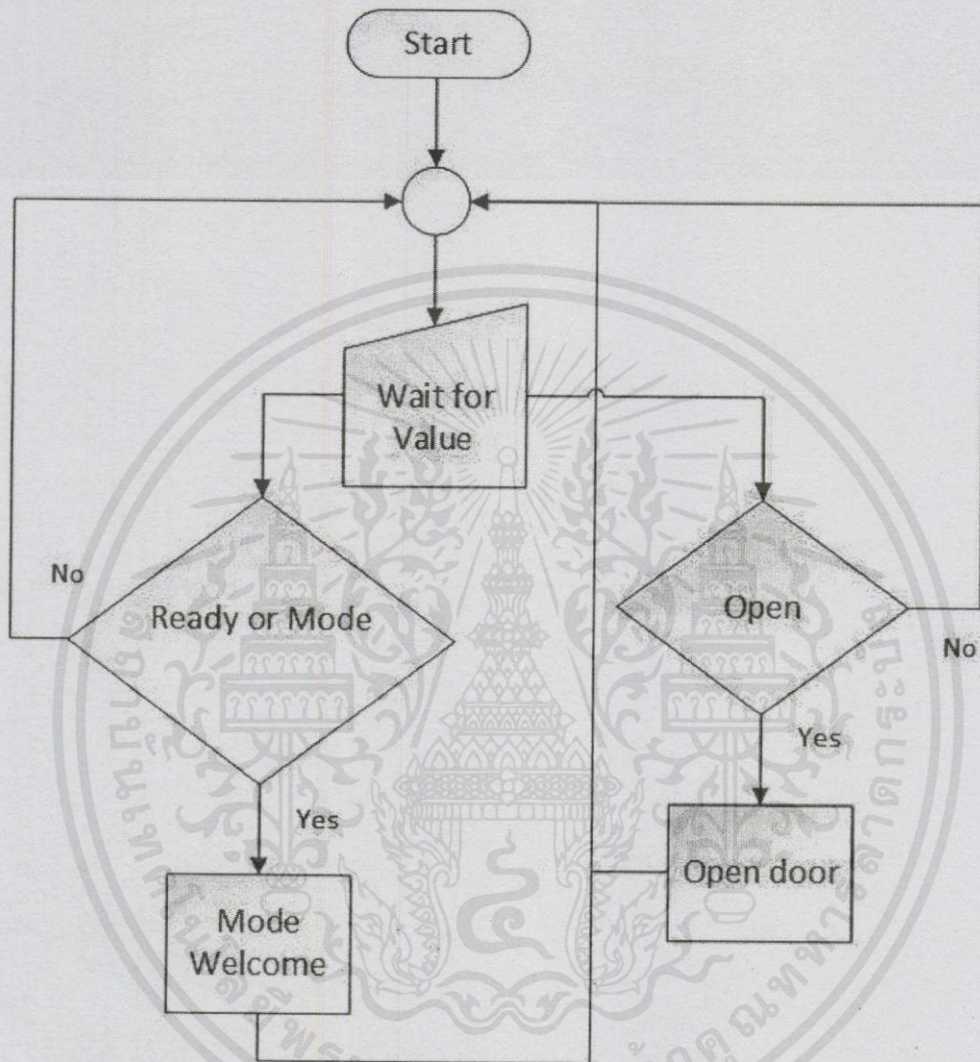


รูปที่ 3.2 การทำงานระบบสแกนลายนิ้วมือ

รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบหลักของการทำงานของระบบสแกนลายนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.1.3 โหมด Idle

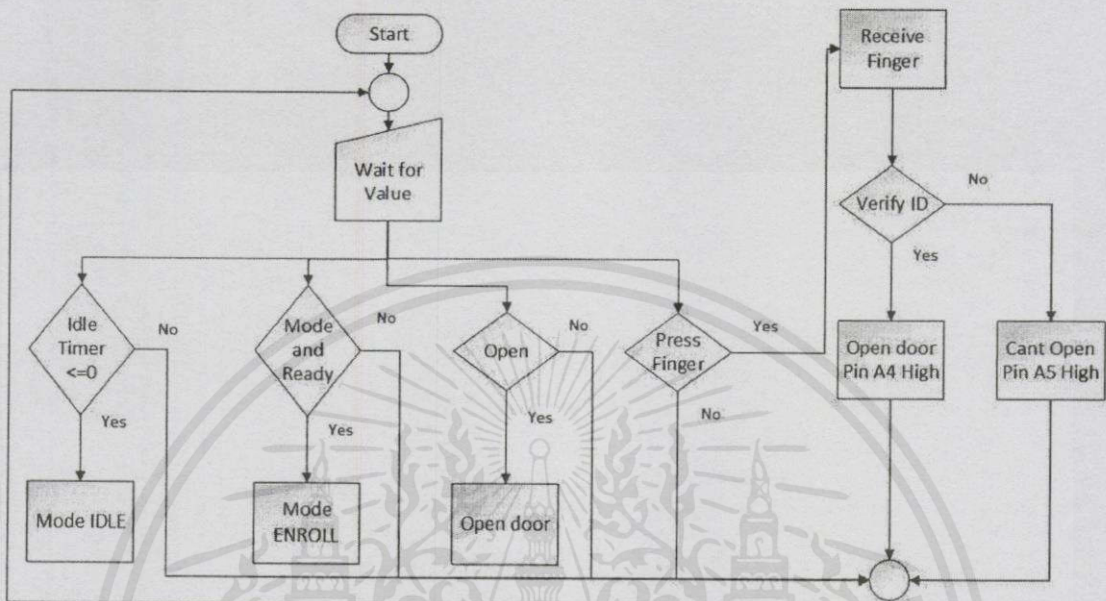


รูปที่ 3.3 โหมด Idle

รูปที่ 3.3 แสดงขั้นตอนการทำงานของโหมด Idle ซึ่งเป็นสถานะที่ไม่มีการทำงานซึ่งจะรอรับค่าจากอุปกรณ์ Switch เพื่อทำงานคำสั่งถัดไปตามขั้นตอนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.1.4 โหมด Welcome

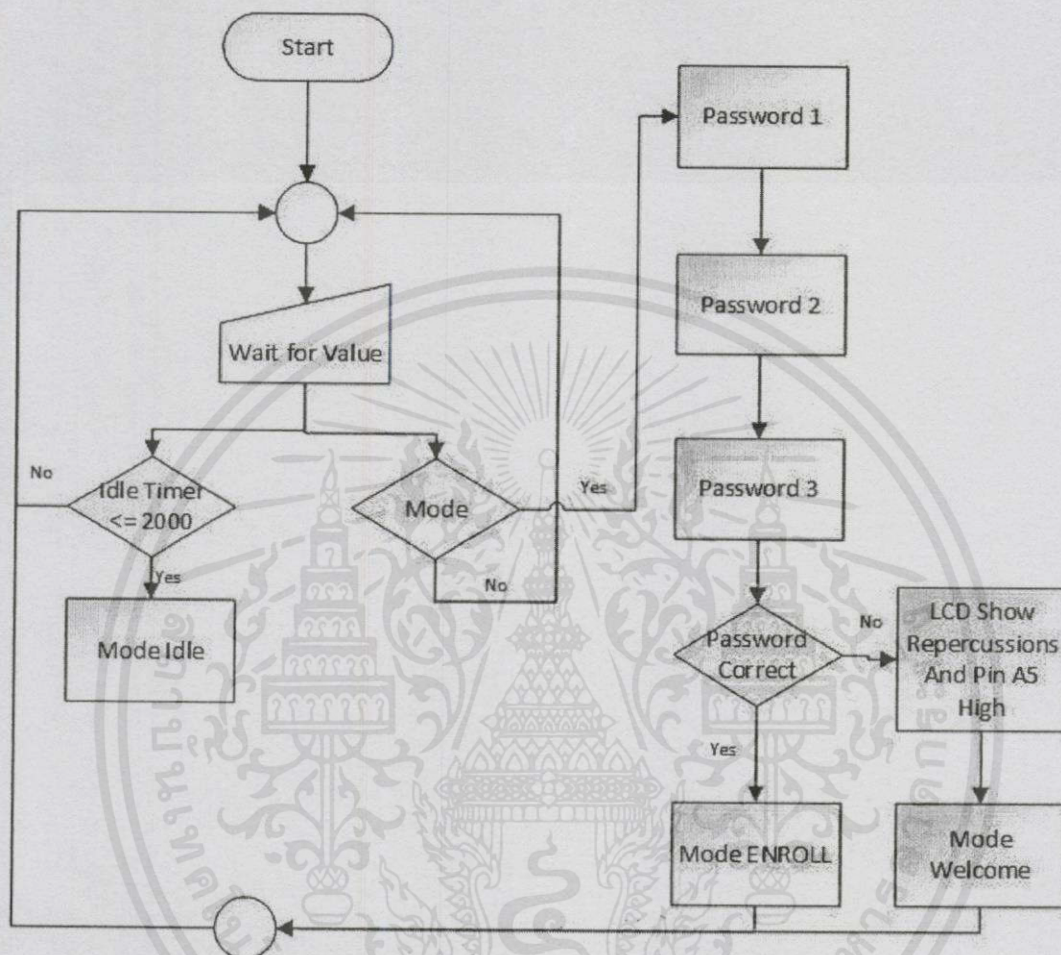


รูปที่ 3.4 โหมด Welcome

รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการทำงานของโหมด Welcome ซึ่งเป็นสถานะมีการทำงานของจอ LCD และ Fingerprint Scanner ซึ่งจะมีการรอรับค่าจากอุปกรณ์ Switch และการพิสูจน์ตัวตนจาก Fingerprint Scanner ในการประมวลผลเพื่อทำการปลดล็อคประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น "ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้"

## 3.1.5 โหมด Password

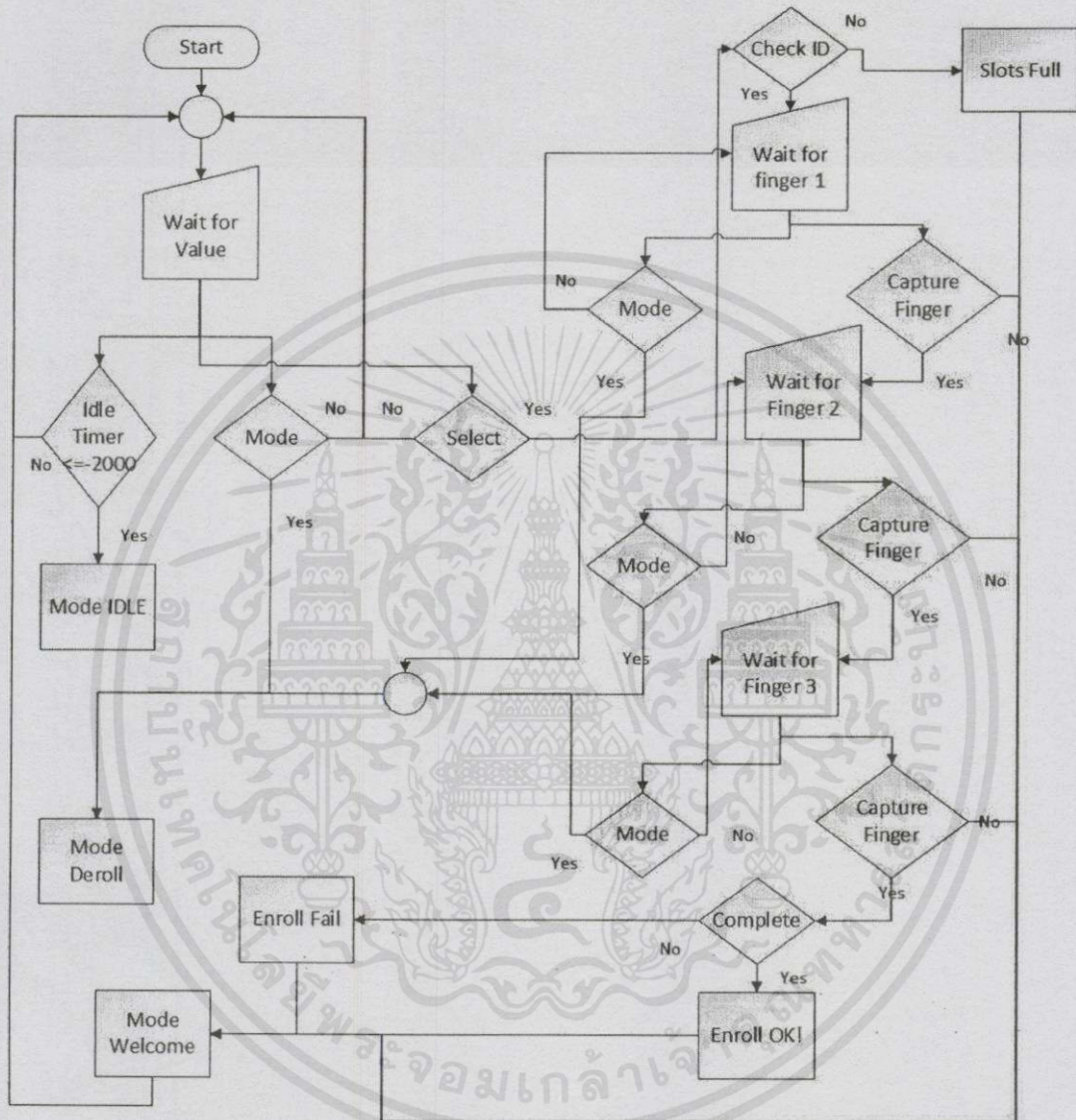


รูปที่ 3.5 โหมด Password

รูปที่ 3.5 โหมด Password ใช้ในการใส่รหัสเพื่อเข้าสู่โหมด Menu ในการบันทึกลายนิ้วมือและลบลายนิ้วมือ ซึ่งใช้ในการป้องกันบุคคลภายนอกเข้ามาใช้งานโดยไม่ได้รับอนุญาต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.6 โหมด Enroll หรือ โหมดลงทะเบียน

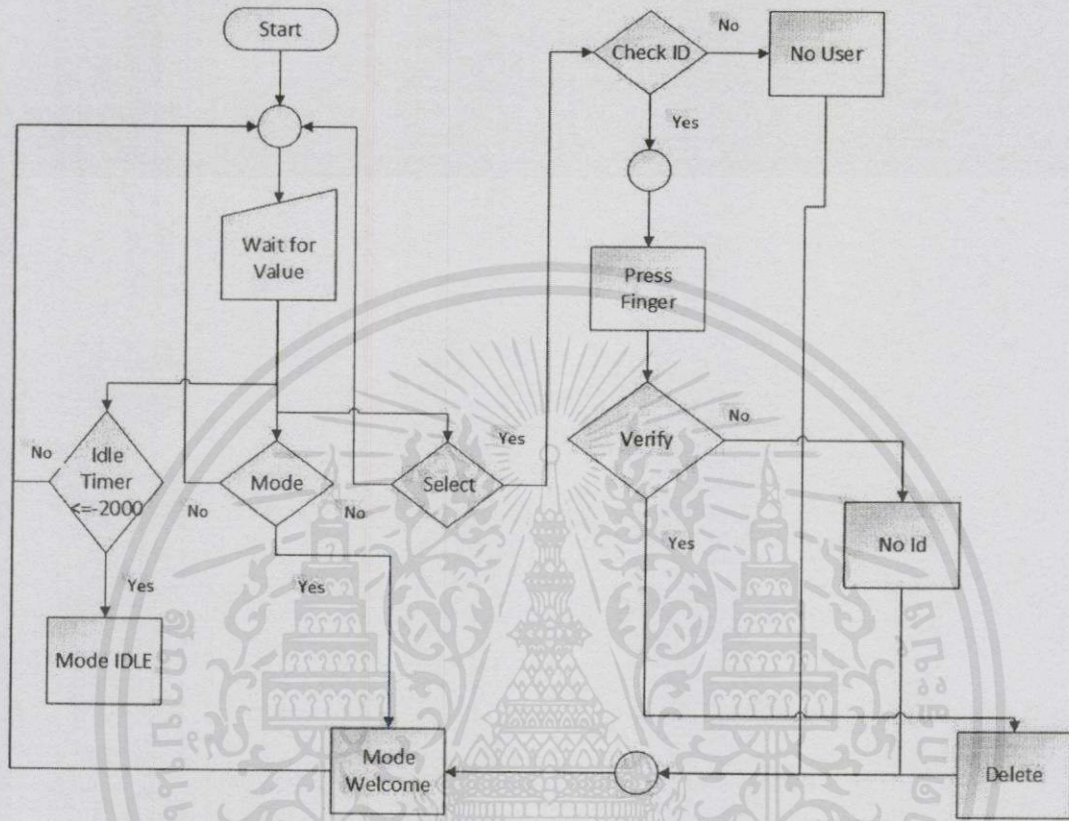


รูปที่ 3.6 โหมด Enroll หรือ โหมดลงทะเบียน

รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการทำงานของโหมด Enroll หรือ โหมดลงทะเบียน ซึ่งขั้นตอนการทำงานในการลงทะเบียนบันทึกลายนิ้วมือเพื่อใช้ในการพิสูจน์ตัวตนในการปลดล็อคประตู โดยจะมีการบันทึกลายนิ้วมือสามครั้งเพื่อเก็บในหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.7 โหมด Deroll หรือ โหมดลบลายนิ้วมือ

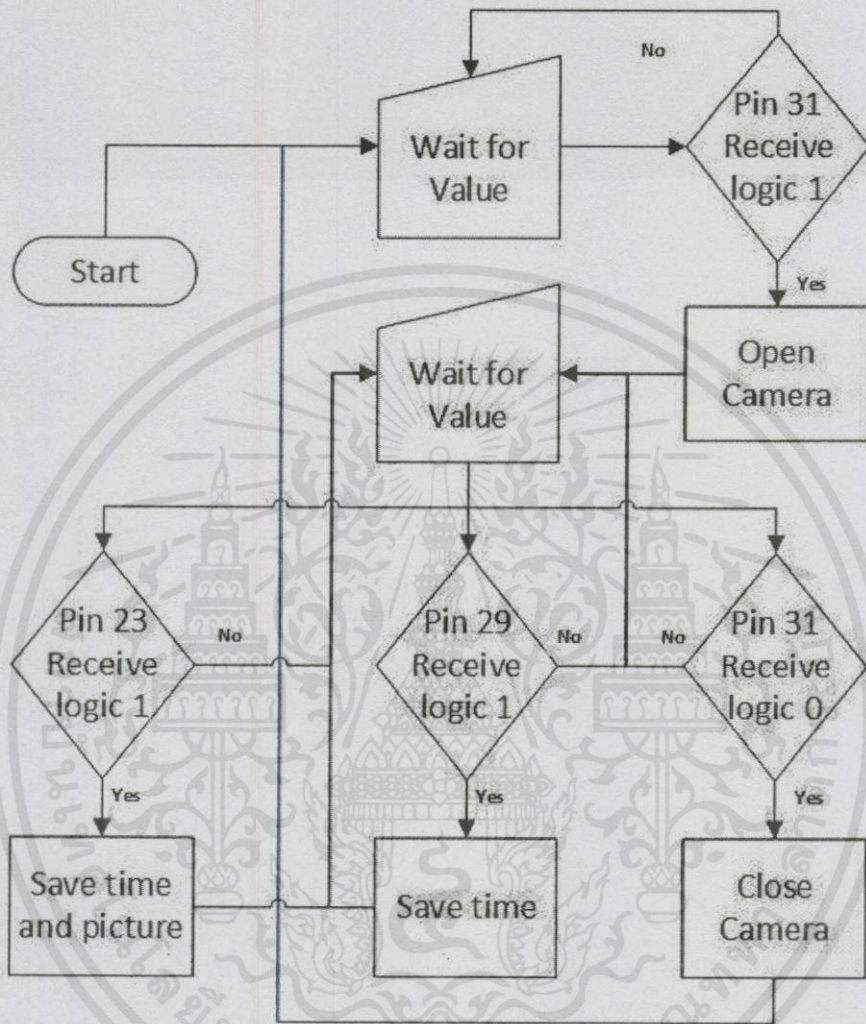


รูปที่ 3.7 โหมด Deroll หรือ โหมดลบลายนิ้วมือ

รูปที่ 3.7 เป็นขั้นตอนการทำงานของโหมด Deroll หรือ โหมดลบลายนิ้วมือ ซึ่งเป็นขั้นตอนการทำงานในการลบ ID ลายนิ้วมือ ที่ได้ทำการบันทึกไว้โดยมีขั้นตอนการทำงานดังรูป 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.1.8 การทำงานของระบบบน Raspberry Pi



รูปที่ 3.8 การทำงานของระบบบน Raspberry Pi

รูปที่ 3.8 เป็นระบบการทำงานบน Raspberry Pi โดย Raspberry Pi จะรับค่าจาก Arduino เพื่อทำการบันทึกเวลาและรูปภาพ ขั้นตอนการทำงานเป็นดังรูป 3.8

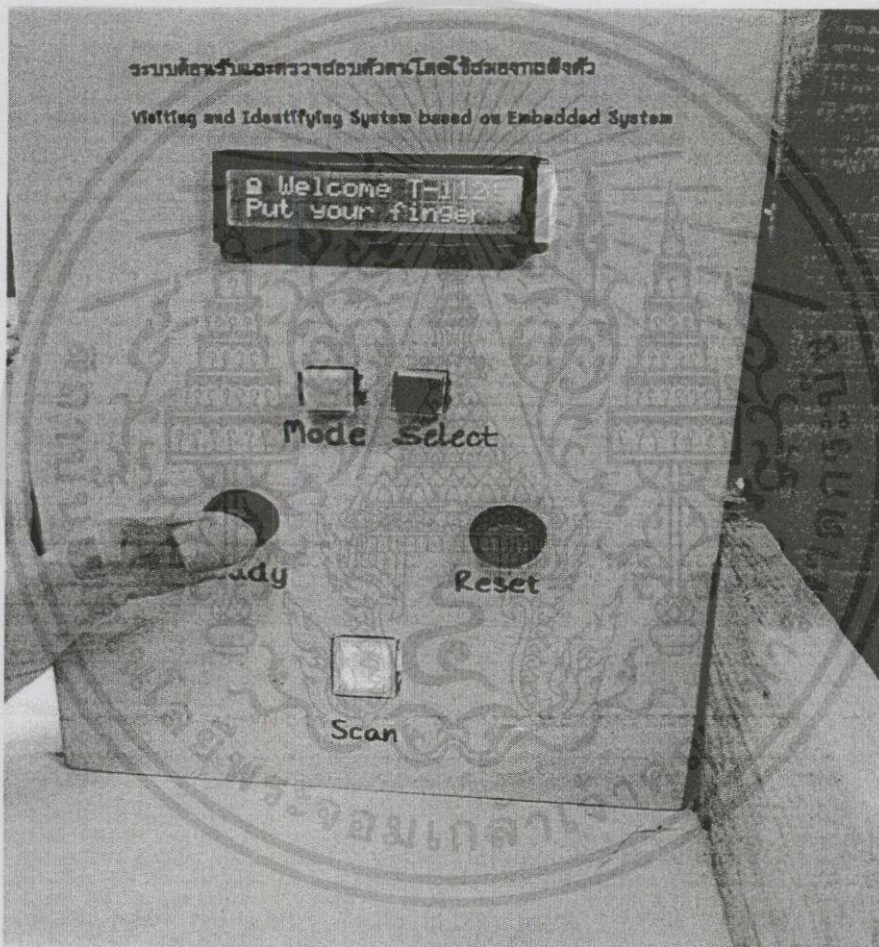
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 4.1 ผลการทดลองระบบสแกนนิ้วมือ

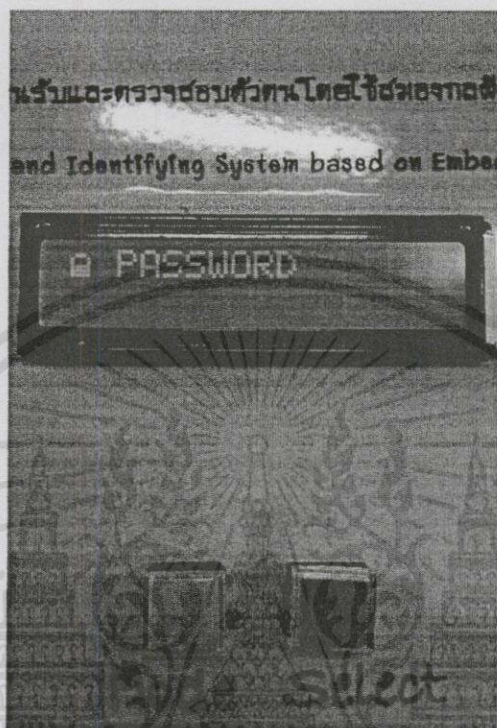
##### 4.1.1 โหมด Welcome



รูปที่ 4.1 โหมด Welcome

รูปที่ 4.1 เป็นการเริ่มต้นของโปรแกรมโดยกดที่ปุ่ม Ready ระบบจะเข้าสู่โหมด Welcome ซึ่งจะมีการแสดงผลผ่านจอ LCD ดังรูปเพื่อเป็นการบอกให้วางนิ้วบน Finger Print Scanner เพื่อพิสูจน์ตัวตน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

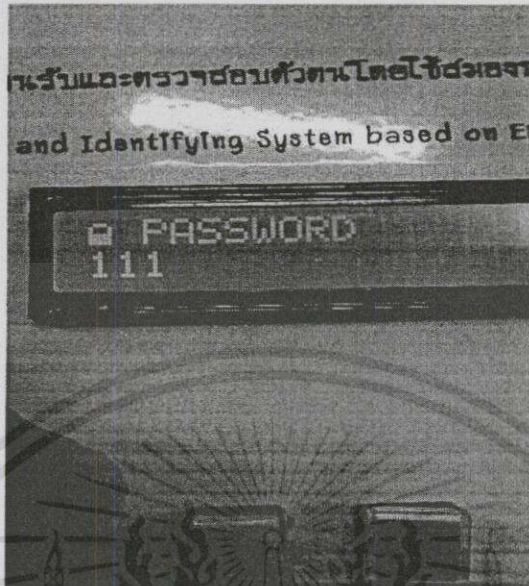
#### 4.1.2 โหมด Password



รูปที่ 4.2 โหมด Password

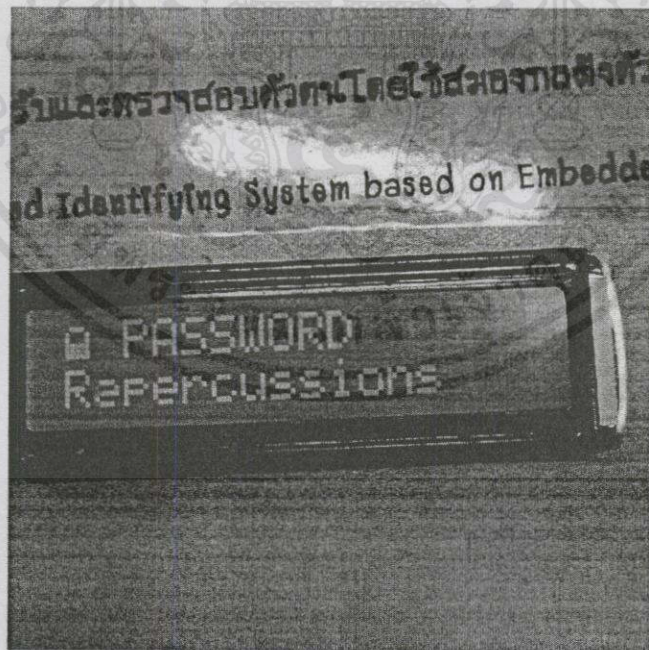
รูปที่ 4.2 เมื่อทำการกดปุ่ม Mode จากโหมด Welcome ระบบจะเข้าสู่โหมด Password เพื่อป้องกันบุคคลที่ไม่ได้รับอนุญาตในการบันทึกสไลด์วีมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ใส่ Password

รูปที่ 4.3 ทำการใส่ Password จำนวน 3 ตัวถ้าถูกต้องจะเข้าสู่โหมด Enroll ถ้าผิดจะมีการแจ้งเตือนผ่านจอ LCD ดังรูปภาพที่ 4.4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น "ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า" ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 แจ้งเตือนกรณีใส่ Password ผิด

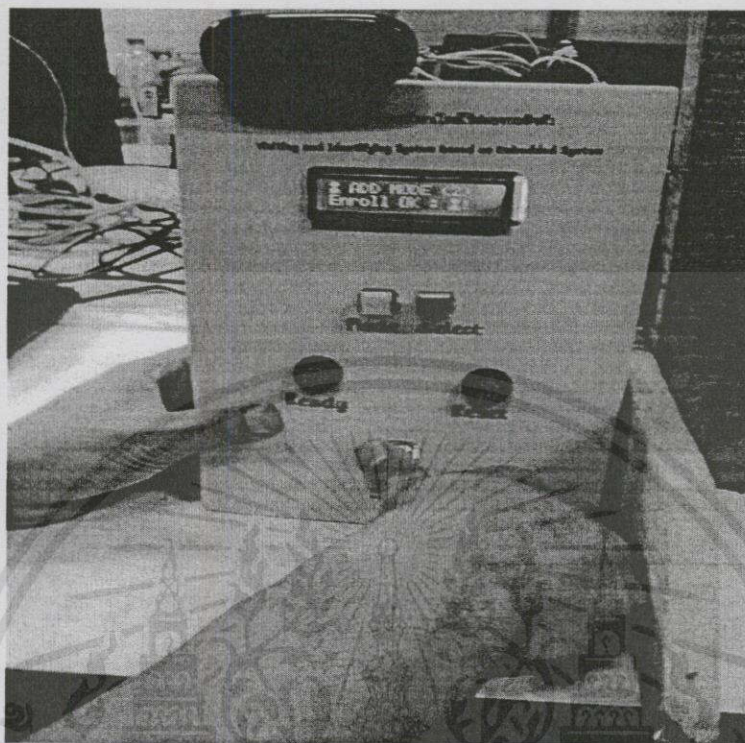
#### 4.1.3 โหมด Enroll หรือ โหมดลงทะเบียน



รูปที่ 4.5 โหมด Enroll

รูปที่ 4.5 โหมด Enroll เป็นโหมดที่ใช้ในการบันทึกลายนิ้วมือเพื่อลงทะเบียนในระบบ เพื่อจัดเก็บลายนิ้วมือเพื่อใช้ในการตรวจสอบตัวตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

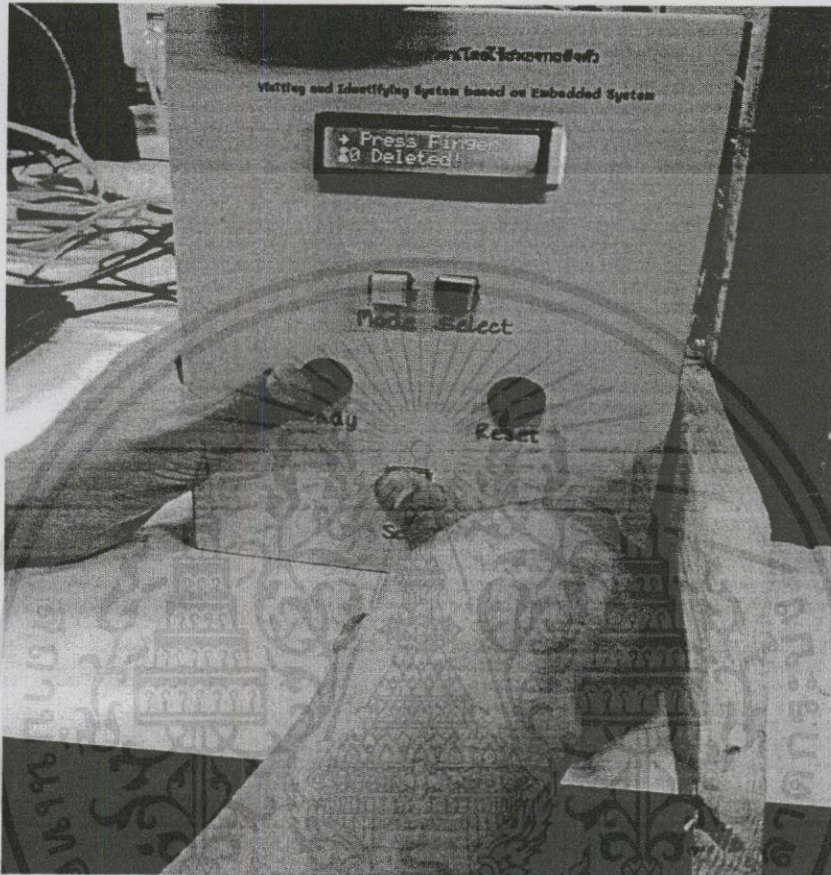


รูปที่ 4.6 โหมด Enroll บันทึกลายนิ้วมือ

รูปที่ 4.6 เมื่อทำการกดปุ่ม Select จากโหมด Enroll ระบบจะให้ทำการสแกนนิ้วมือเพื่อบันทึกลายนิ้วมือจำนวน 3 ครั้งเพื่อบันทึกในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.4 โหมด Deroll หรือ โหมดลบลายนิ้วมือ



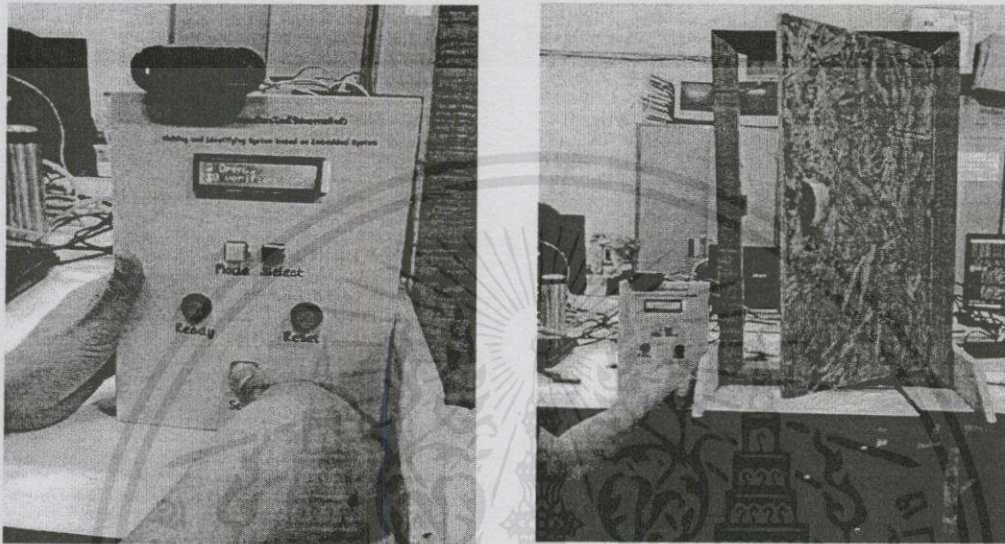
รูปที่ 4.7 โหมด Deroll

รูปที่ 4.7 เมื่อทำการกดปุ่ม Mode จากโหมด Enroll ระบบจะเข้าสู่โหมด Deroll เมื่อต้องการลบลายนิ้วมือให้ทำการกดปุ่ม Select ระบบจะให้ทำการวางนิ้วบน Finger Print Scanner เพื่อลบลายนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

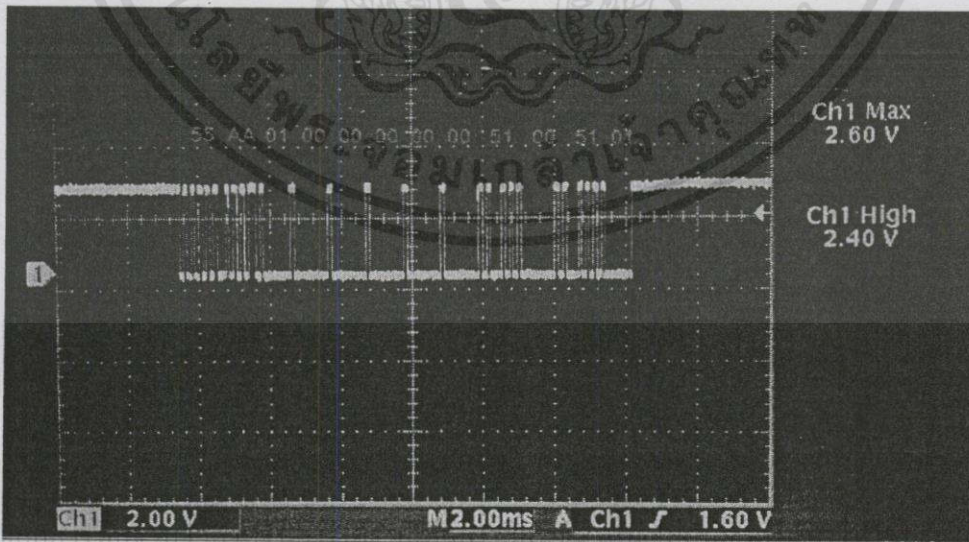
## 4.2 ผลการทดลองตรวจสอบตัวตน

### 4.2.1 ผลการตรวจสอบลายนิ้วมือที่มีการบันทึกไว้ในระบบ



รูปที่ 4.8 ทดลองสแกนลายนิ้วมือที่มีการบันทึกไว้ในระบบ

รูปที่ 4.8 ทดลองสแกนลายนิ้วมือที่มีการบันทึกไว้ในระบบ เพื่อทำการเปิดประตู ผลปรากฏว่าประตูแม่เหล็กถูกเปิดออก



เอกสารนี้มี

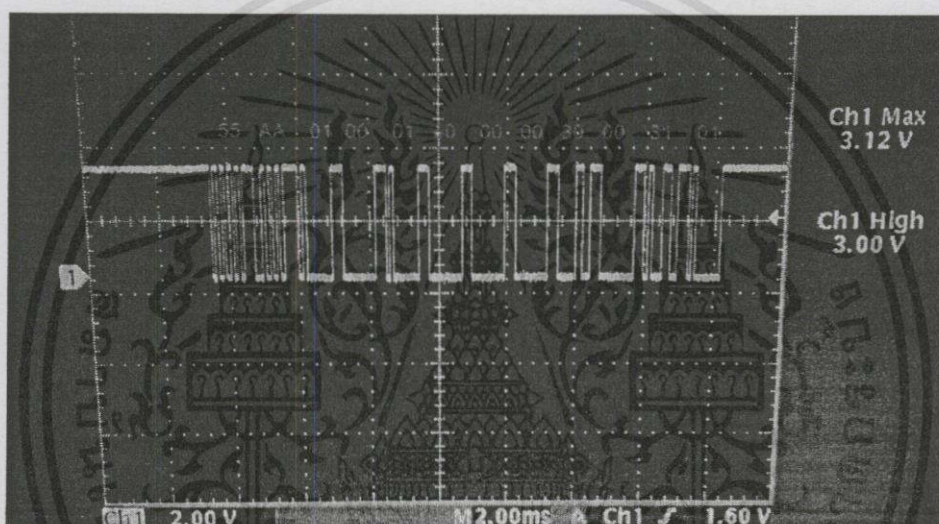
ชั้นด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.9 วัดสัญญาณที่ขา Tx กรณีสามารถเปิดประตูได้

รูปที่ 4.9 เป็นการวัดสัญญาณที่ส่งสัญญาณจากขา Tx ในกรณีที่สามารถเปิดประตูได้ ที่ออกจาก Finger Print Scanner มีจำนวนทั้งหมด 12 byte 55-AA-01-00-00-00-00-00-51-00-51-01 สามารถอ่านได้ดังนี้

55	→	01010101	
AA	→	10101010	
00	→	00000000	(ที่ byte อื่นๆ ก็อ่านเหมือนกัน)
01	→	00000001	(ที่ byte อื่นๆ ก็อ่านเหมือนกัน)
51	→	01010001	(ที่ byte อื่นๆ ก็อ่านเหมือนกัน)



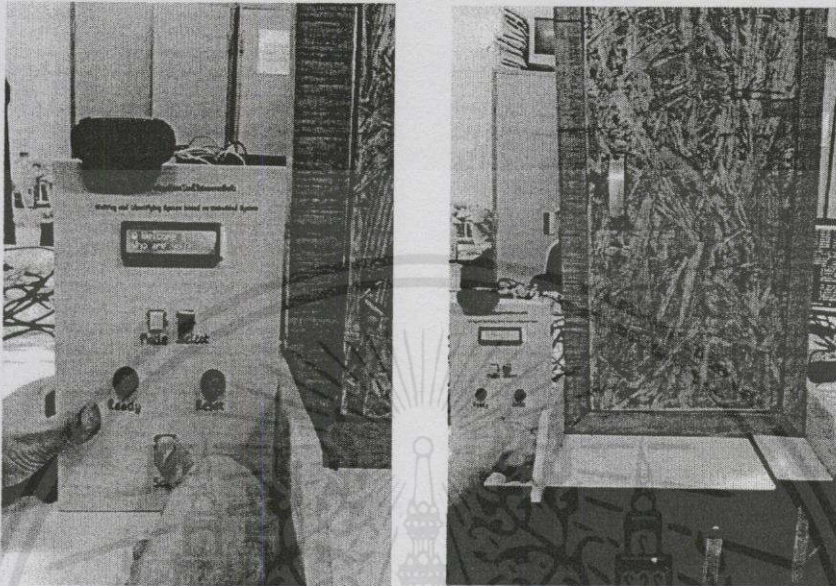
รูปที่ 4.10 วัดสัญญาณที่ขา Rx กรณีที่สามารถเปิดประตูได้

รูปที่ 4.10 เป็นการวัดสัญญาณที่ส่งสัญญาณจากขา Rx ในกรณีที่สามารถเปิดประตูได้ ที่ออกจาก Finger Print Scanner มีจำนวนทั้งหมด 12 byte 55-AA-01-00-01-00-00-00-30-00-31-01 สามารถอ่านได้ดังนี้

55	→	01010101	
AA	→	10101010	
00	→	00000000	(ที่ byte อื่นๆ ก็อ่านเหมือนกัน)
01	→	00000001	(ที่ byte อื่นๆ ก็อ่านเหมือนกัน)
31	→	00110001	
30	→	00110000	

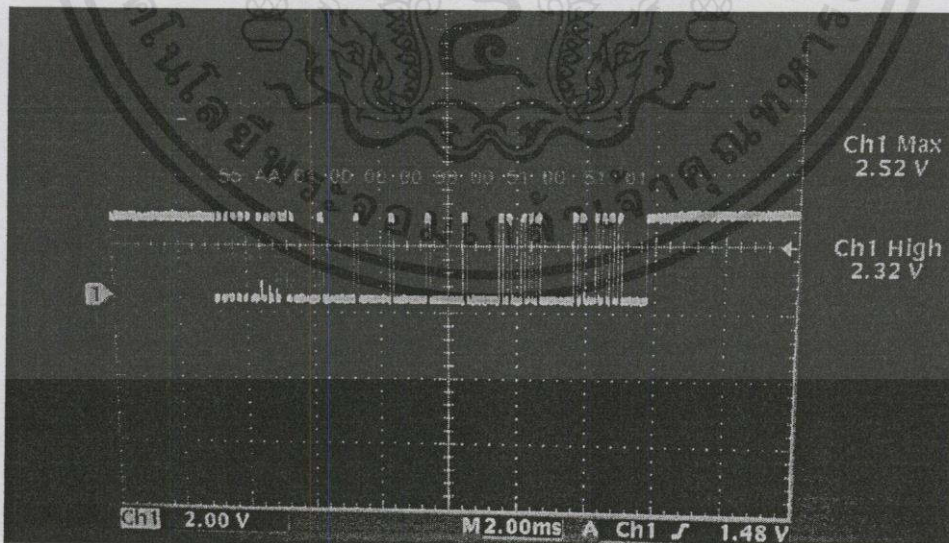
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.2.2 ผลการตรวจสอบลายนิ้วมือที่ไม่มีการบันทึกไว้ในระบบ



รูปที่ 4.11 ทดลองสแกนลายนิ้วมือที่ไม่มีการบันทึกไว้ในระบบ

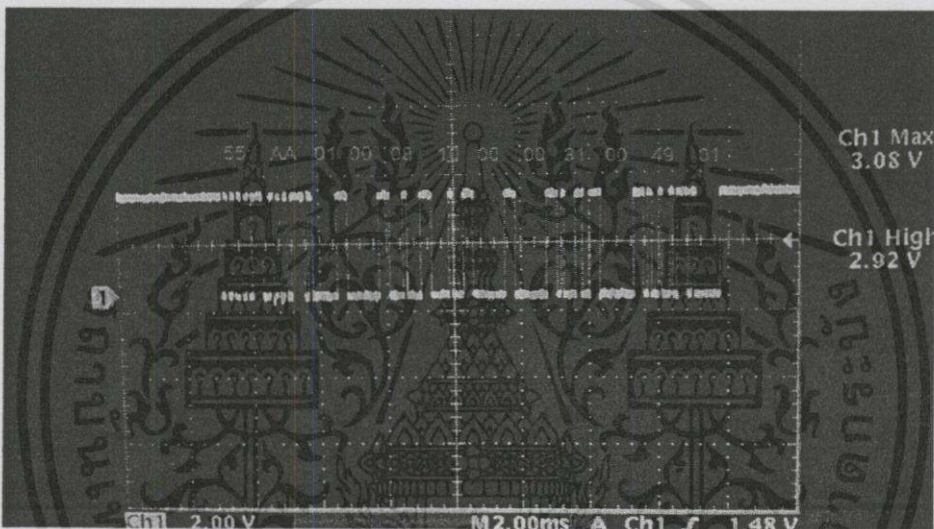
รูปที่ 4.11 ทดลองสแกนลายนิ้วมือที่ไม่มีการบันทึกไว้ในระบบ ผลปรากฏว่าประตูแม่เหล็กไม่สามารถเปิดได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
รูปที่ 4.12 วัดสัญญาณที่ขา Tx กรณีไม่สามารถเปิดประตูได้  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และดองอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.12 เป็นการวัดสัญญาณที่ส่งสัญญาณจากขา Tx ในกรณีที่ไม่สามารถเปิดประตูได้ ที่ออกจาก Finger Print Scanner มีจำนวนทั้งหมด 12 byte 55-AA-01-00-00-00-00-00-51-00-51-01 สามารถอ่านได้ดังนี้

55	→	01010101	
AA	→	10101010	
00	→	00000000	(ที่ byte อื่นๆ ก็อ่านเหมือนกัน)
01	→	00000001	(ที่ byte อื่นๆ ก็อ่านเหมือนกัน)
51	→	01010001	(ที่ byte อื่นๆ ก็อ่านเหมือนกัน)



รูปที่ 4.13 วัดสัญญาณที่ขา Rx กรณีไม่สามารถเปิดประตูได้

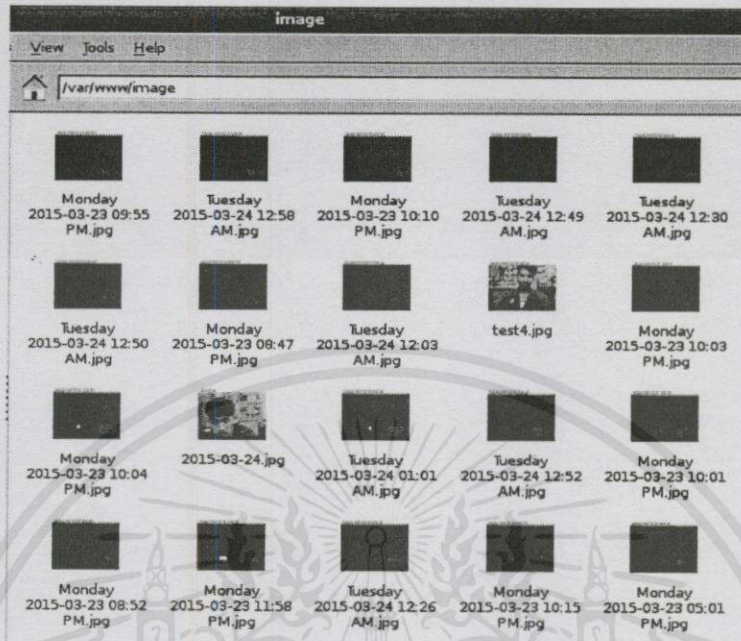
รูปที่ 4.13 เป็นการวัดสัญญาณที่ส่งสัญญาณจากขา Rx ในกรณีที่ไม่สามารถเปิดประตูได้ ที่ออกจาก Finger Print Scanner มีจำนวนทั้งหมด 12 byte 55-AA-01-00-08-10-00-00-31-00-49-01 สามารถอ่านได้ดังนี้

55	→	01010101	
AA	→	10101010	
00	→	00000000	(ที่ byte อื่นๆ ก็อ่านเหมือนกัน)
01	→	00000001	(ที่ byte อื่นๆ ก็อ่านเหมือนกัน)
08	→	00001000	
10	→	00010000	
31	→	00110001	
49	→	01001001	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

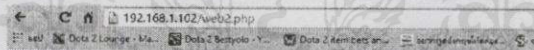






รูปที่ 4.17 รูปภาพที่ถูกบันทึก

รูปที่ 4.17 จากการ Run โปรแกรม Python ในกรณีที่มีการให้บันทึกรูปภาพ ดังรูปที่ 4.17 รูปภาพทั้งหมดจะถูกบันทึกลง Raspberry Pi ที่ /var/www/image



[back page](#)

Date	Time
2015-03-24	13:39:29
2015-03-24	13:39:29
2015-03-24	13:39:29
2015-03-24	13:39:29
2015-03-24	13:39:29
2015-03-24	13:39:29
2015-03-24	13:39:29
2015-03-24	13:39:30
2015-03-24	13:39:30

รูปที่ 4.18 หน้าเว็บสำหรับ Admin (กรณีของบุคคลที่ทำการบันทึกกล้องเรียบร้อยแล้ว) โดยขั้นตอนการกำ

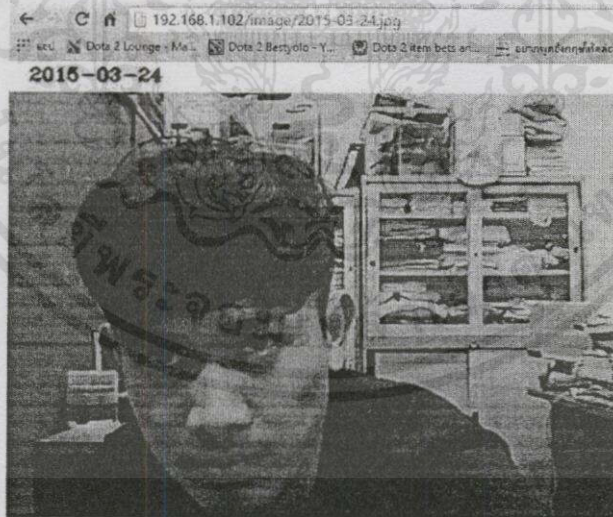
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ลึกทั้งห้าบนมีใช้คือแอปพลิเคชันและตั้งวงกว้างจึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.18 หน้าเว็บสำหรับ Admin เพื่อไว้สำหรับตรวจสอบวันที่ เวลา ของบุคคลที่บันทึกกล้องเรียบร้อยแล้ว

2015-03-24	13:13:27	<a href="#">view image</a>
2015-03-24	13:13:53	<a href="#">view image</a>
2015-03-24	14:45:23	<a href="#">view image</a>
2015-03-24	14:45:33	<a href="#">view image</a>
2015-03-24	14:45:33	<a href="#">view image</a>
2015-03-24	14:45:35	<a href="#">view image</a>
2015-03-24	14:45:39	<a href="#">view image</a>
2015-03-24	14:46:08	<a href="#">view image</a>
2015-03-24	17:58:57	<a href="#">view image</a>
2015-03-24	18:09:22	<a href="#">view image</a>
2015-03-24	18:11:24	<a href="#">view image</a>

รูปที่ 4.19 หน้าเว็บสำหรับ Admin (กรณีของบุคคลที่ไม่ได้ทำการบันทึกเวลานิ้วมือ)

รูปที่ 4.19 หน้าเว็บสำหรับ Admin เพื่อไว้สำหรับตรวจสอบวันที่ เวลา และรูปภาพของบุคคลที่ไม่ได้บันทึกเวลานิ้วมือ



รูปที่ 4.20 รูปภาพที่ดูจากหน้าเว็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารรูปที่ 4.20 เมื่อทำการคลิกที่ [view image](#) จากรูปที่ 4.19 จะสามารถดูรูปภาพของบุคคลที่ยังไม่ได้ทำการบันทึกเวลานิ้วมือที่พยายามพิสูจน์ตัวตน ไม่ว่าจะเดินเข้าห้อง หรือเข้าห้องทำงาน หรือเข้าห้องเรียน และอื่นๆ ซึ่งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 บทสรุป

จากการทำโครงการระบบสามารถบันทึกลายนิ้วมือ ลบลายนิ้วมือ และสามารถตรวจสอบตัวในการเข้าประตู และมีการบันทึกข้อมูล วันและเวลารวมถึงบันทึกรูปภาพบุคคลที่ไม่ได้รับอนุญาตในการพยายามจะแสดงตัวตนผ่านระบบ และสามารถดูข้อมูลผ่าน Web Server ได้

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทำโครงการพบว่าเวลาจะสั่งซื้ออุปกรณ์หรือทำสิ่งใดควรศึกษารายละเอียดของสิ่งๆนั้นให้ดีเสียก่อน เพื่อความปลอดภัยในการใช้งานและสามารถนำมาใช้ได้ถูกวิธี และเป็นการประหยัดงบประมาณในการทำโครงการ รวมถึงการเลือกทำโครงการควรตรวจสอบประเมินราคาก่อน เพื่อจะได้โครงการที่เหมาะสมกับราคาที่ทางสาขาจัดงบประมาณไว้ให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- [1] app.enit.kku.ac.th. "ไบโอเมตริกซ์ (Biometric)"  
[https://app.enit.kku.ac.th/mis/administrator/doc\\_upload/20130312155655.pdf](https://app.enit.kku.ac.th/mis/administrator/doc_upload/20130312155655.pdf)
- [2] STK@TEE. "TTL (Transistor-Transistor Logic)" <http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/basic-electronics/uart-ttl-rs232-max232-max3232.html>
- [3] Satawat Orachunwekhin. "วิธีการติดตั้ง โปรแกรม Netbeans PHP IDE และวิธีการใช้งาน เบื้องต้น" <http://gunoob.com/โปรแกรม-netbeans-php-ide>
- [4] arduitrronics.com. "เริ่มต้นใช้งาน Arduinoบอร์ด" <http://www.arduitronics.com/article>
- [5] ett.co.th. "บอร์ด Raspberry Pi" <http://www.ett.co.th/prod2013/et-rasbery-pi/Getting%20Start%20Raspberry%20Pi.pdf>
- [6] Building Hard-Fun Learning Technologies @ Dept. Computer Engineering, Chiang Mai University. "การเขียนโปรแกรม Python เพื่อใช้งานกล้อง Web Cam เบื้องต้น" <http://learninginventions.org/คลังความรู้-raspberry-pi/การเขียนโปรแกรม-python/>
- [7] จิราวัฒน์ ศรีสุวรรณ, และนพดล เรืองอุดม "การผ่านเข้า-ออกด้วยระบบความปลอดภัย 3 ชั้น. "ปริญญาพันธ, สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2556."

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

#include <LiquidCrystal.h>
#include "FPS_GT511C3.h"
#include<SoftwareSerial.h>
    //กำหนดโหมดต่างๆ
#define MODE_IDLE    0
#define MODE_WELCOME  1
#define MODE_ENROLL    2
#define MODE_DEROLL    3
#define MODE_PASSWORD  4
    // กำหนดปุ่มกด
#define BTN_MODE    A0
#define BTN_SELECT  A1
#define BTN_OPEN    12
    // กำหนดอินพุตและเอาต์พุต
#define BACKLIGHT  A3
#define Ready A2
#define DOOR      10
#define C_OPEN    A4
#define CN_OPEN   A5
#define camera    13
    //กำหนดจำนวน id
#define IDLE_TIME  150
#define MAX_ID     200
    // กำหนดสัญลักษณ์
#define CH_LOCK    1
#define CH_OPEN    2
#define CH_PERSON  3
#define CH_SELECT  4
#define CH_NEXT    5

byte locked[8] = {
    0b00000,
    0b01110,
    0b10001,
    0b10001,
    0b11111,

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขหรือดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0b11111,  
0b11111,  
0b00000  
};
```

```
byte opened[8] = {  
0b01110,  
0b10001,  
0b10001,  
0b00001,  
0b11111,  
0b11111,  
0b11111,  
0b00000  
};
```

```
byte person[8] = {  
0b01110,  
0b11111,  
0b01110,  
0b00100,  
0b01110,  
0b11111,  
0b11111,  
0b11111  
};
```

```
byte sel[8] = {  
0b00000,  
0b00001,  
0b00010,  
0b10010,  
0b01100,
```

```
0b01100,  
0b00000,  
0b00000
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ให้บริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

);

byte next[8] = {
  0b00000,
  0b00000,
  0b00100,
  0b00110,
  0b11111,
  0b00110,
  0b00100,
  0b00000
};

//กำหนดพอร์ทการทำงาน
LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);
int curMode = MODE_WELCOME;
int idleTimer = 0;
int count=0;
FPS_GT511C3 fps(3,2);

//ฟังก์ชันการเปิดประตู
void openDoor(){
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.write(CH_OPEN);
  lcd.print(" Open.. ");
  buzzerture();
  Serial.println("Open door");
  digitalWrite(DOOR, HIGH);
  delay(2500);
  digitalWrite(DOOR, LOW);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.write(CH_LOCK);
  lcdprint(1, "Door opened!");
  delay(1000);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น } ชักทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//ฟังก์ชันเสียงเปิด
void buzzture(){
    digitalWrite(11, HIGH);
    delay(800);
    digitalWrite(11,LOW);
}
```

```
//ฟังก์ชันเสียงไม่เปิด
void buzzerfalse(){
    digitalWrite(11, HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(11,LOW);
    delay(50);
    digitalWrite(11, HIGH);
    delay(200);
    digitalWrite(11,LOW);
}
```

```
void warn(){
    int k=0;
    for(k=0; k < 15; k++){
        delay(50);
        digitalWrite(11, HIGH);
        delay(300);
        digitalWrite(11,LOW);
        delay(50);
        digitalWrite(11, HIGH);
        delay(300);
        digitalWrite(11,LOW);}
    delay(50);
}
```

```
//กำหนดการชี้ค id
```

```
int getNextId(int cur){
    int i = 0;
    for(i = cur+1; i < MAX_ID; i++){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        if( fps.CheckEnrolled(i) ) return i;
    }
    for(i = 0; i < cur; i++){
        if( fps.CheckEnrolled(i) ) return i;
    }
    return -1;
}

```

```

int getAvailableId(int cur){
    int i = 0;
    for(i = cur + 1; i < MAX_ID; i++){
        if( !fps.CheckEnrolled(i) ) return i;
    }
    for(i = 0; i < cur; i++){
        if( !fps.CheckEnrolled(i) ) return i;
    }
    return -1;
}

```

```

//ฟังก์ชันการทำงานของblack light
void turnBacklight(bool a){
    if( a ){
        digitalWrite(BACKLIGHT, HIGH);
    }else{
        digitalWrite(BACKLIGHT, LOW);
    }
}

```

```

//ฟังก์ชันกำหนดlcd
void lcdprint(int row, char* msg){
    lcd.setCursor(0, row);
    int len = strlen(msg);
    int i = 0;
    lcd.print(msg);
    for(i=len-1;i<16;i++){

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส lcd.print(" "); การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อี}ทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
 lcd.setCursor(len, row);

```

}
  //ตั้งค่าการทำงาน
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Make emoticons");
  lcd.createChar(1, locked);
  lcd.createChar(2, opened);
  lcd.createChar(3, person);
  lcd.createChar(4, sel);
  lcd.createChar(5, next);
  Serial.println("LCD initialize");
  lcd.begin(16, 2);
  Serial.println("Pin mode setting");
  pinMode(BTN_MODE, INPUT_PULLUP);
  pinMode(BTN_SELECT, INPUT_PULLUP);
  pinMode(BTN_OPEN, INPUT_PULLUP);
  pinMode(11, OUTPUT);
  pinMode(C_OPEN, OUTPUT);
  pinMode(CN_OPEN, OUTPUT);
  pinMode(13, OUTPUT);
  pinMode(Ready, INPUT_PULLUP);
  pinMode(BACKLIGHT, OUTPUT);
  pinMode(DOOR, OUTPUT);
  delay(100);
  Serial.println("Finger print scanner initialize");
  fps.UseSerialDebug = true;
  fps.Open();
  Serial.println("Ready");
  digitalWrite(DOOR, LOW);
}
  //ฟังชั่นไม่ได้ใช้งาน
void idle(){
  digitalWrite(camera, LOW);
  if( digitalRead(BTN_MODE) == LOW || digitalRead(Ready) == LOW){
    changeMode(MODE_WELCOME);
  }
  return;
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่... if( digitalRead(BTN\_MODE) == LOW || digitalRead(Ready) == LOW){

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น... changeMode(MODE\_WELCOME);

```

}
if( digitalRead(BTN_OPEN) == LOW ){
  idleTimer = IDLE_TIME;
  openDoor();
  changeMode(MODE_IDLE);
  return;
}
delay(100);
}
//ฟังก์ชันตอนรับ
void welcome(){
  idleTimer--;
  digitalWrite(camera, HIGH);
  if( idleTimer <= 0 ){
    changeMode(MODE_IDLE);
    return;
  }
  if( digitalRead(BTN_MODE) == LOW){
    changeMode(MODE_PASSWORD);
    return;
  }
  if( digitalRead(BTN_OPEN) == LOW ){
    idleTimer = IDLE_TIME;
    openDoor();
    changeMode(MODE_WELCOME);
    return;
  }
  if( fps.IsPressFinger() ){
    fps.CaptureFinger(false);
    int id = fps.Identify1_N();
    if( id < 200 ){

      lcd.setCursor(0,1);
      lcd.write(CH_PERSON);
      lcd.print(id);
      lcd.print(" verified!");
    }
  }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```

digitalWrite(C_OPEN, HIGH);
delay(100);
digitalWrite(C_OPEN, LOW);
openDoor();
changeMode(MODE_WELCOME);
return;
}else{
count++;
idleTimer = IDLE_TIME;
buzzerfalse();
lcdprint(1, "Who are you?");
if(count>=3){
lcdprint(1, "Repercussions");
digitalWrite(CN_OPEN, HIGH);
delay(100);
digitalWrite(CN_OPEN, LOW);
warn();
}
delay(1000);
changeMode(MODE_WELCOME);
return;
}
}
delay(10);
}
void password(){
idleTimer--;
digitalWrite(camera, HIGH);
int p1s;
int p2s;
int p3s;
if( idleTimer <= -300000 ){
changeMode(MODE_IDLE);
return;
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if( digitalRead(BTN_MODE) == LOW ){
  int p=0;
  int p1=0;
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.write(CH_LOCK);
  lcd.print(" PASSWORD");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(p1);
  for(p=0;p<10;p){
if( digitalRead(BTN_MODE) == LOW ){
  p1++;
  delay(250);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(p1);
}
if(p1>9){
  p1=0;
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.write(CH_LOCK);
  lcd.print(" PASSWORD");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(p1);
}
if( digitalRead(BTN_SELECT) == LOW){
  delay(550);
  p1s=p1;
  goto pass2;
}
}
}

```

pass2 :

```
int p2=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสาร //int p2; สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
for(p=0;p<10;p){
if( digitalRead(BTN_MODE) == LOW ){
```

```

p2++;
delay(250);
lcd.setCursor(1,1);
lcd.print(p2);
}
if(p2>9){
p2=0;
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.write(CH_LOCK);
lcd.print(" PASSWORD");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(p1s);
lcd.setCursor(1,1);
lcd.print(p2);
}
if( digitalRead(BTN_SELECT) == LOW){
delay(250);
p2s=p2;
goto pass3;
}
}

```

```

pass3 :
int p3=0;
for(p=0;p<10;p){
if( digitalRead(BTN_MODE) == LOW ){
p3++;
delay(250);
lcd.setCursor(2,1);
lcd.print(p3);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ if(p3>9){ ถ้ารับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น มิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
 lcd.clear();

```

lcd.setCursor(0,0);
lcd.write(CH_LOCK);
lcd.print(" PASSWORD");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(p1s);
lcd.setCursor(1,1);
lcd.print(p2s);
lcd.setCursor(2,1);
lcd.print(p3);
}

if( digitalRead(BTN_SELECT) == LOW){
  delay(550);
  p3s=p3;
  goto check;
}
}
check :
if(p1s==1&& p2s==1&& p3s==1){
  changeMode(MODE_ENROLL);
  return;
}
else{
  lcdprint(1, "Repercussions");
  digitalWrite(CN_OPEN, HIGH);
  delay(100);
  digitalWrite(CN_OPEN, LOW);
  warn();
  changeMode(MODE_WELCOME);
  return;
}
}
}

//ฟังก์ชันลงทะเบียน

```

```

void enroll()
digitalWrite(camera, HIGH);
int enrollCount = 0;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่... รับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมี... และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

enrollCount = fps.GetEnrollCount();
lcd.setCursor(11, 0);
lcd.print("(");
lcd.print(enrollCount);
lcd.print(")");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.write(CH_SELECT);
lcd.print(" to start");
while(true){
  idleTimer--;
  if( idleTimer <= -2000 ){
    changeMode(MODE_IDLE);
    return;
  }
  if( digitalRead(BTN_MODE) == LOW ){
    changeMode(MODE_DEROLL);
    delay(100);
    return;
  }
  if( digitalRead(BTN_SELECT) == LOW){
    break;
  }
  // checkMotion();
  delay(10);
}

```

```

// enrolling
int enrollId = -1;
int i;
bool used = true;
bool bret = false;
// find enroll id

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่

```

lcdprint(1, "Looking slot");
for(i = 0; i < 200; i++){
  used = fps.CheckEnrolled(i);

```

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีโทษทางวินัยและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if( lused ){
    enrollId = i;
    break;
}
}

if( enrollId == -1 ){
    lcdprint(1, "Slots full");
    delay(1000);
    changeMode(MODE_WELCOME);
    return;
}

fps.EnrollStart(enrollId);
lcdprint(1, "Put finger (1/3)");
while(fps.IsPressFinger() == false){
    if( digitalRead(BTN_MODE) == LOW ){
        fps.Close();
        fps.Open();
        changeMode(MODE_ENROLL);
        return;
    }
}

bret = fps.CaptureFinger(true);
if( bret == false ){
    lcdprint(1, "Capture fail!");
    delay(1000);
    changeMode(MODE_WELCOME);
    return;
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ `lcdprint(1, "Remove finger");` การศึกษาเท่านั้น "ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 "ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น" `fps.Enroll(1);` ศึกษาค้นคว้าและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
`while(fps.IsPressFinger() == true) delay(100);`

```

lcdprint(1, "Put finger (2/3)");
while(fps.IsPressFinger() == false){
    if( digitalRead(BTN_MODE) == LOW ){
        changeMode(MODE_ENROLL);
    }
    return;
}
}

```

```

bret = fps.CaptureFinger(true);
if( bret == false ){
    lcdprint(1, "Capture fail!");
    delay(1000);
    changeMode(MODE_ENROLL);
    return;
}
lcdprint(1, "Remove finger");
fps.Enroll2();
while(fps.IsPressFinger() == true) delay(100);
lcdprint(1, "Put finger (3/3)");
while(fps.IsPressFinger() == false){
    if( digitalRead(BTN_MODE) == LOW ){
        changeMode(MODE_ENROLL);
    }
    return;
}
}

```

```

bret = fps.CaptureFinger(true);
if( bret == false ){
    lcdprint(1, "Capture fail!");
    delay(1000);
    changeMode(MODE_WELCOME);
    return;
}
lcdprint(1, "Remove finger");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ int iret; สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีเมล: [info@www.kitpon.com](mailto:info@www.kitpon.com) เนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if( iret == 0 ){

```

```

    lcdprint(1, "Enroll OK : ");
    lcd.write(CH_PERSON);
    lcd.print(enrollId);
}
else{
    lcdprint(1, "Enrolling failed.");
}
}
delay(1000);
changeMode(MODE_WELCOME);
}

```

```

//ฟังก์ชันสลับลายนิ้วมือ
void deroll(){
    digitalWrite(camera, HIGH);
    // press select button to start
    lcdprint(1, " ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.write(CH_SELECT);
    lcd.print(" to start");
    while(true){
        idleTimer--;
        if( idleTimer <= -2000 ){
            changeMode(MODE_IDLE);
            return;
        }

        if( digitalRead(BTN_MODE) == LOW ){
            changeMode(MODE_WELCOME);
            return;
        }

        if( digitalRead(BTN_SELECT) == LOW){
            break;
        }
    }
}
// checkMotion();
delay(10);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีข้อกำหนดและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

int enrollCount = 0;
enrollCount = fps.GetEnrollCount();
if( enrollCount <= 0 ){
    lcdprint(1, "No user");
    delay(1000);
    changeMode(MODE_WELCOME);
    return;
}

```

```

int cur = -1;
cur = getNextId(cur);

if( cur == -1 ){
    lcdprint(1, "No user");
    delay(1000);
    changeMode(MODE_WELCOME);
    return;
}

```

```

lcdprint(0, " ");
lcd.setCursor(0,0);
lcd.write(CH_NEXT);
lcd.print(" Press Finger ");
lcdprint(1, ".");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.write(CH_SELECT);
lcd.print(" to delect ");
lcd.write(CH_PERSON);
//lcd.print(cur);
while(true){
    if( fps.IsPressFinger() ){
        fps.CaptureFinger(false);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีโทษที่รุนแรงเมื่อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if( id < 200 ){
    lcdprint(1, " ");
}

```

```
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.write(CH_SELECT);
```

```
lcd.write(CH_PERSON);  
bool bret = false;  
bret = fps.DeleteID(id);
```

```
lcdprint(1, " ");  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.write(CH_PERSON);  
lcd.print(id);  
lcd.print(" Deleted!");  
delay(1000);  
changeMode(MODE_WELCOME);  
return;  
else{  
idleTimer = IDLE_TIME;  
lcdprint(1, "No ID");  
delay(200);  
delay(1000);  
changeMode(MODE_WELCOME);  
return;  
}  
if(digitalRead(BTN_MODE) == LOW){  
changeMode(MODE_WELCOME);  
return;  
}  
delay(10);  
}  
changeMode(MODE_WELCOME);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
//ฟังก์ชันการเปลี่ยนโหมดการทำงาน

```

void changeMode(int mode){
  lcd.clear();
  if ( mode != MODE_IDLE ){
    idleTimer = IDLE_TIME;
    turnBacklight(true);
    fps.SetLED(true);
    lcd.display();
    Serial.println("Idle mode");
  }else{
    idleTimer = 0;
    count=0;
    turnBacklight(false);
    fps.SetLED(false);
    lcd.noDisplay();
    Serial.print("Mode change to ");
    Serial.println(mode);
  }
  switch(mode){
    case MODE_WELCOME:
      lcd.setCursor(0,0);
      lcd.write(CH_LOCK);
      lcd.print(" Welcome T-112!");
      lcd.setCursor(0,1);
      lcd.print("Put your finger");
      break;
    case MODE_PASSWORD:
      lcd.setCursor(0,0);
      lcd.write(CH_LOCK);
      lcd.print(" PASSWORD");
      lcd.setCursor(0,1);
      //lcd.print("");
      break;
    case MODE_ENROLL:
      lcd.setCursor(0,0);
      lcd.write(CH_PERSON);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ลดแบบลงเผยแพร่และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        lcd.print(" ADD MODE");
        break;
    case MODE_DEROLL:
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.write(CH_PERSON);
        lcd.print(" REMOVE MODE");
        break;
    }
    curMode = mode;
    delay(100);
}
//โปรแกรมหลักการทำงาน
void loop(){
    switch(curMode){
        case MODE_IDLE:
            idle();
            break;
        case MODE_WELCOME:
            welcome();
            break;
        case MODE_PASSWORD:
            password();
            break;
        case MODE_ENROLL:
            enroll();
            break;
        case MODE_DEROLL:
            deroll();
            break;
    }
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข

Python code

วิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

import cv
import datetime
import RPi.GPIO as gpio
import time
import MySQLdb
import os
pin = 23
pin1 = 29
pin2 = 31
while True:
    gpio.setmode(gpio.BOARD)
    gpio.setup(pin2,gpio.IN,pull_up_down = gpio.PUD_UP)
    if gpio.input(pin2) == 0:
        imageWidth = 320
        imageHeight = 240
        #cv.NamedWindow("window1", cv.CV_WINDOW_AUTOSIZE)
        camera_index = 0
        capture = cv.CaptureFromCAM(camera_index)
        cv.SetCaptureProperty( capture,
cv.CV_CAP_PROP_FRAME_WIDTH, imageWidth );
        cv.SetCaptureProperty( capture,
cv.CV_CAP_PROP_FRAME_HEIGHT, imageHeight );
        font = cv.InitFont(cv.CV_FONT_HERSHEY_COMPLEX_SMALL ,
0.5,0.5,0,1, cv.CV_AA)
        while True:
            frame = cv.QueryFrame(capture)
            cv.Rectangle(frame, (0,0), (imageWidth,
15),(255,255,255),cv.CV_FILLED,8,0)
            tstamp = datetime.datetime.now().strftime("%Y-%m-%d
%i:%M %p ")
            #print "%s" % tstamp
            cv.PutText(frame, tstamp, (10,10), font,(0,0,0))
        #cv.ShowImage("window1",frame)
        gpio.setmode(gpio.BOARD)
        gpio.setup(pin,gpio.IN,pull_up_down = gpio.PUD_UP)
        gpio.setup(pin1,gpio.IN,pull_up_down = gpio.PUD_UP)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับก

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัด

gpio.setmode(gpio.BOARD) ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
gpio.setup(pin,gpio.IN,pull\_up\_down = gpio.PUD\_UP) นำไปใช้  
gpio.setup(pin1,gpio.IN,pull\_up\_down = gpio.PUD\_UP)

```

        if gpio.input(pin) == 0:
            #tstamp = time.ctime(time.time())
            cv.SaveImage("/var/www/image/%s.jpg" %
tstamp,frame)

            print "Save Image"
            db =
MySQLdb.connect('localhost','root','1234','project')
            curs=db.cursor()
            x = "%s.jpg" % tstamp
            #print x
            with db:
                curs.execute ("""INSERT INTO time
values(CURRENT_DATE(),NOW(),%s)"""%(x))
            #time.sleep(1)
            pin1 = 29
            gpio.setmode(gpio.BOARD)
            gpio.setup(pin1,gpio.IN,pull_up_down = gpio.PUD_UP)
            if gpio.input(pin1) == 0:
                print "Save time"
                db =
MySQLdb.connect('localhost','root','1234','project')
                curs=db.cursor()

                with db:
                    curs.execute ("""INSERT INTO time1
                    values(CURRENT_DATE(), NOW())""")

                #time.sleep(1)
                gpio.setup(pin2,gpio.IN,pull_up_down = gpio.PUD_UP)
                if gpio.input(pin2) == 1:
                    os.system('sudo pkill -f webcam.py')
            if gpio.input(pin2) == 0:
                print "Wait ready"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ time.sleep(1) เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค

Data sheet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# 1. Concept

This device is one chip module with;

- fingerprint algorithm
- optical sensor

The major functions are the followings.

- High-accuracy and high-speed fingerprint identification technology
- Ultra-thin optical sensor
- 1:1 verification, 1:N identification
- downloading fingerprint image from the device
- Reading & writing fingerprint template(s) from/to the device
- Simple UART & USB communication protocol

## Technical Specification

Item	Value	
CPU	ARM Cortex M3 Core (Holtek HT32F2755)	
Sensor	optical Sensor	
Effective area of the Sensor	14 x 12.5(mm)	
Image Size	202 x 258 Pixels	
Resolution	450 dpi	
The maximum number of fingerprints	200 fingerprints	
Matching Mode	1:1, 1:N	
The size of template	496 Bytes (template) + 2 Bytes (checksum)	
Communication interface	UART, default baud rate = 9600bps after power on USB Ver1.1, Full speed	
False Acceptance Rate (FAR)	< 0.001%	
False Rejection Rate(FRR)	< 0.1%	
Enrollment time	< 3 sec (3 fingerprints)	
Identification time	< 1.0 sec (200 fingerprints)	
Operating voltage	DC 3.3~6V	
Operating current	< 130mA	
Operating environment	Temperature	-20°C ~ +60°C
	Humidity	20% ~ 80%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. Protocol: Packet Structure

(Multi-byte item is represented as Little Endian.)

### Command Packet (Command)

OFFSET	ITEM	TYPE	DESCRIPTION
0	0x55	BYTE	Command start code1
1	0xAA	BYTE	Command start code2
2	<i>Device ID</i>	WORD	Device ID: default is 0x0001, always fixed
4	<i>Parameter</i>	DWORD	Input parameter
8	<i>Command</i>	WORD	Command code
10	<i>Check Sum</i>	WORD	Check Sum (byte addition) OFFSET[0]+...+OFFSET[9]= <i>Check Sum</i>

### Response Packet (Acknowledge)

OFFSET	ITEM	TYPE	DESCRIPTION
0	0x55	BYTE	Response start code1
1	0xAA	BYTE	Response start code2
2	<i>Device ID</i>	WORD	Device ID: default is 0x0001, always fixed
4	<i>Parameter</i>	DWORD	<b>Response == 0x30:</b> (ACK) Output Parameter <b>Response == 0x31:</b> (NACK) Error code
8	<i>Response</i>	WORD	<b>0x30:</b> Acknowledge (ACK). <b>0x31:</b> Non-acknowledge (NACK).
10	<i>Check Sum</i>	WORD	Check Sum (byte addition) OFFSET[0]+...+OFFSET[9]= <i>Check Sum</i>

### Data Packet (Data)

OFFSET	ITEM	TYPE	DESCRIPTION
0	0x5A	BYTE	Data start code1
1	0xA5	BYTE	Data start code2
2	<i>Device ID</i>	WORD	Device ID: default is 0x0001, always fixed
4	<i>Data</i>	N BYTES	N bytes Data The size is pre-defined per protocol stage

4+N	Check Sum	WORD	Check Sum (byte addition) OFFSET[0]+...+OFFSET[4+N-1]=Check Sum
-----	-----------	------	--



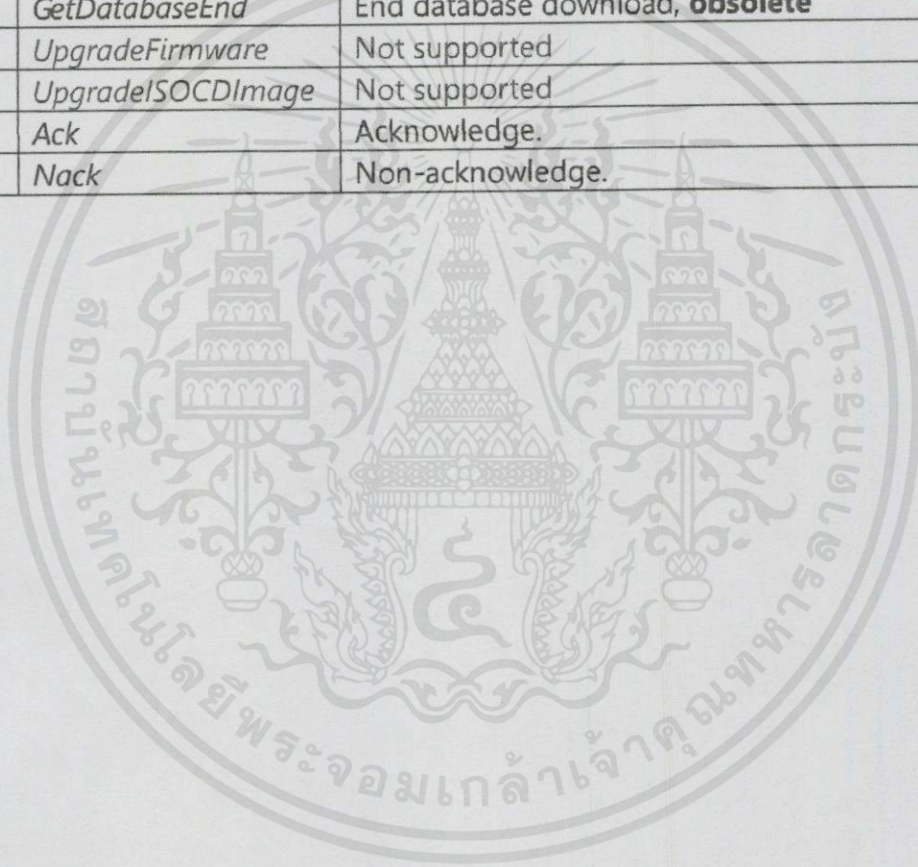
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3. Protocol: Commands Summary

In a command packet *Command* can be one of below.

Number (HEX)	Alias	Description
01	<i>Open</i>	Initialization
02	<i>Close</i>	Termination
03	<i>UsbInternalCheck</i>	Check if the connected USB device is valid
04	<i>ChangeBaudrate</i>	Change UART baud rate
05	<i>SetIAPMode</i>	Enter IAP Mode In this mode, FW Upgrade is available
12	<i>CmosLed</i>	Control CMOS LED
20	<i>GetEnrollCount</i>	Get enrolled fingerprint count
21	<i>CheckEnrolled</i>	Check whether the specified ID is already enrolled
22	<i>EnrollStart</i>	Start an enrollment
23	<i>Enroll1</i>	Make 1 <sup>st</sup> template for an enrollment
24	<i>Enroll2</i>	Make 2 <sup>nd</sup> template for an enrollment
25	<i>Enroll3</i>	Make 3 <sup>rd</sup> template for an enrollment, merge three templates into one template, save merged template to the database
26	<i>IsPressFinger</i>	Check if a finger is placed on the sensor
40	<i>DeleteID</i>	Delete the fingerprint with the specified ID
41	<i>DeleteAll</i>	Delete all fingerprints from the database
50	<i>Verify</i>	1:1 Verification of the capture fingerprint image with the specified ID
51	<i>Identify</i>	1:N Identification of the capture fingerprint image with the database
52	<i>VerifyTemplate</i>	1:1 Verification of a fingerprint template with the specified ID
53	<i>IdentifyTemplate</i>	1:N Identification of a fingerprint template with the database
60	<i>CaptureFinger</i>	Capture a fingerprint image(256x256) from the sensor
61	<i>MakeTemplate</i>	Make template for transmission

Number (HEX)	Alias	Description
62	<i>GetImage</i>	Download the captured fingerprint image(256x256)
63	<i>GetRawImage</i>	Capture & Download raw fingerprint image(320x240)
70	<i>GetTemplate</i>	Download the template of the specified ID
71	<i>SetTemplate</i>	Upload the template of the specified ID
72	<i>GetDatabaseStart</i>	Start database download, <b>obsolete</b>
73	<i>GetDatabaseEnd</i>	End database download, <b>obsolete</b>
80	<i>UpgradeFirmware</i>	Not supported
81	<i>UpgradeISOCDImage</i>	Not supported
30	<i>Ack</i>	Acknowledge.
31	<i>Nack</i>	Non-acknowledge.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4. Protocol: Error Codes

When response packet is Non-acknowledge, *Parameter* represents an error code as below.

NACK Parameter	Value	Description
NACK_TIMEOUT	0x1001	<b>Obsolete</b> , capture timeout
NACK_INVALID_BAUDRATE	0x1002	<b>Obsolete</b> , Invalid serial baud rate
NACK_INVALID_POS	0x1003	The specified ID is not between 0~199
NACK_IS_NOT_USED	0x1004	The specified ID is not used
NACK_IS_ALREADY_USED	0x1005	The specified ID is already used
NACK_COMM_ERR	0x1006	Communication Error
NACK_VERIFY_FAILED	0x1007	1:1 Verification Failure
NACK_IDENTIFY_FAILED	0x1008	1:N Identification Failure
NACK_DB_IS_FULL	0x1009	The database is full
NACK_DB_IS_EMPTY	0x100A	The database is empty
NACK_TURN_ERR	0x100B	<b>Obsolete</b> , Invalid order of the enrollment (The order was not as: <b>EnrollStart -&gt; Enroll1 -&gt; Enroll2 -&gt; Enroll3</b> )
NACK_BAD_FINGER	0x100C	Too bad fingerprint
NACK_ENROLL_FAILED	0x100D	Enrollment Failure
NACK_IS_NOT_SUPPORTED	0x100E	The specified command is not supported
NACK_DEV_ERR	0x100F	Device Error, especially if Crypto-Chip is trouble
NACK_CAPTURE_CANCELED	0x1010	<b>Obsolete</b> , The capturing is canceled
NACK_INVALID_PARAM	0x1011	Invalid parameter
NACK_FINGER_IS_NOT_PRESSED	0x1012	Finger is not pressed
Duplicated ID	0 – 199	There is duplicated fingerprint (while enrollment or setting template), This error describes just duplicated ID

Storage environment	Temperature	-20°C ~ +60°C
	Humidity	10% ~ 80%



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

---

## 6. Protocol: Flowchart, description

### 6.1 Capture of the fingerprint image

*IsPressFinger* checks whether a finger placed on the sensor. This function is used especially while enrollment.

*CaptureFinger* captures a fingerprint image (256x256), if a finger isn't placed on the sensor, it returns with error.

If this function returns with success, the device's internal RAM keeps valid fingerprint image for the subsequent commands. If the host issues other command, the fingerprint image will be used and destroyed.

*GetRawImage* captures a raw live image (320x240), it doesn't check whether a finger placed on the sensor, this function is used for debug or calibration.

### 6.2 Identifying and Verifying

*Identify* and *IdentifyTemplate* perform 1: N matching operation.

*Verify* and *VerifyTemplate* perform 1: 1 matching operation.

Just before calling of image-related matching functions (*Identify*, *Verify*), the host must call *CaptureFinger*.

### 6.3 Enrollment

An enrollment flowchart is as below.

1. *EnrollStart* with a (not used) ID
2. *CaptureFinger*
3. *Enroll1*
4. Wait to take off the finger using *IsPressFinger*
5. *CaptureFinger*
6. *Enroll2*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

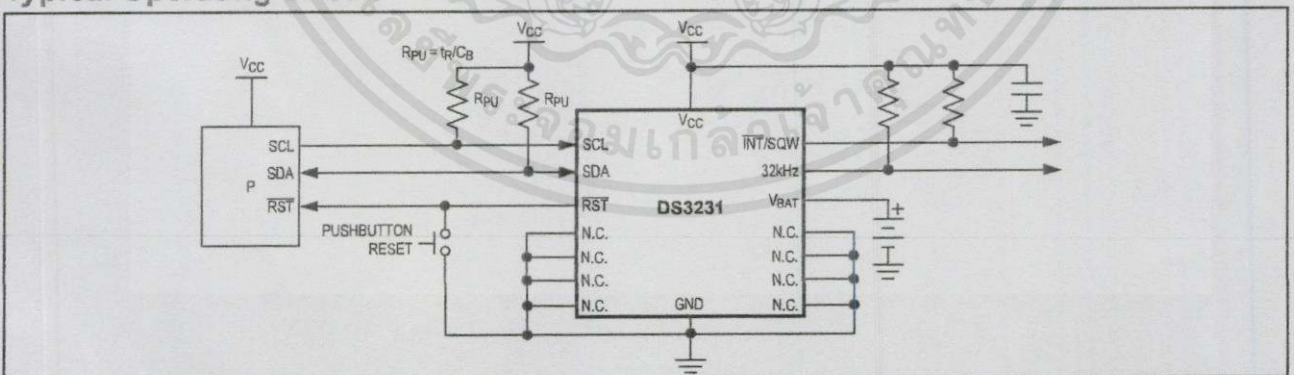
## General Description

The DS3231 is a low-cost, extremely accurate I<sup>2</sup>C real-time clock (RTC) with an integrated temperature-compensated crystal oscillator (TCXO) and crystal. The device incorporates a battery input, and maintains accurate timekeeping when main power to the device is interrupted. The integration of the crystal resonator enhances the long-term accuracy of the device as well as reduces the piece-part count in a manufacturing line. The DS3231 is available in commercial and industrial temperature ranges, and is offered in a 16-pin, 300-mil SO package.

The RTC maintains seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The date at the end of the month is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with an AM/PM indicator. Two programmable time-of-day alarms and a programmable square-wave output are provided. Address and data are transferred serially through an I<sup>2</sup>C bidirectional bus.

A precision temperature-compensated voltage reference and comparator circuit monitors the status of V<sub>CC</sub> to detect power failures, to provide a reset output, and to automatically switch to the backup supply when necessary. Additionally, the RST pin is monitored as a pushbutton input for generating a  $\mu$ P reset.

## Typical Operating Circuit



Underwriters Laboratories is a registered certification mark of Underwriters Laboratories Inc.

## Benefits and Features

- Highly Accurate RTC Completely Manages All Timekeeping Functions
  - Real-Time Clock Counts Seconds, Minutes, Hours, Date of the Month, Month, Day of the Week, and Year, with Leap-Year Compensation Valid Up to 2100
  - Accuracy  $\pm 2$ ppm from 0°C to +40°C
  - Accuracy  $\pm 3.5$ ppm from -40°C to +85°C
  - Digital Temp Sensor Output:  $\pm 3$ °C Accuracy
  - Register for Aging Trim
  - RST Output/Pushbutton Reset Debounce Input
  - Two Time-of-Day Alarms
  - Programmable Square-Wave Output Signal
- Simple Serial Interface Connects to Most Microcontrollers
  - Fast (400kHz) I<sup>2</sup>C Interface
- Battery-Backup Input for Continuous Timekeeping
  - Low Power Operation Extends Battery-Backup Run Time
  - 3.3V Operation
- Operating Temperature Ranges: Commercial (0°C to +70°C) and Industrial (-40°C to +85°C)
- Underwriters Laboratories® (UL) Recognized

## Applications

- Servers
- Telematics
- Utility Power Meters
- GPS

Ordering Information and Pin Configuration appear at end of data sheet.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารที่ได้อ่านไปใช้

**Absolute Maximum Ratings**

Voltage Range on Any Pin Relative to Ground .....-0.3V to +6.0V  
 Junction-to-Ambient Thermal Resistance ( $\theta_{JA}$ ) (Note 1) 73°C/W  
 Junction-to-Case Thermal Resistance ( $\theta_{JC}$ ) (Note 1) .....23°C/W  
 Operating Temperature Range  
 DS3231S .....0°C to +70°C  
 DS3231SN .....-40°C to +85°C

Junction Temperature .....+125°C  
 Storage Temperature Range .....-40°C to +85°C  
 Lead Temperature (soldering, 10s) .....+260°C  
 Soldering Temperature (reflow, 2 times max) .....+260°C  
 (see the *Handling, PCB Layout, and Assembly* section)

**Note 1:** Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specification JESD51-7, using a four-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to [www.maximintegrated.com/thermal-tutorial](http://www.maximintegrated.com/thermal-tutorial).

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

**Recommended Operating Conditions**

( $T_A = T_{MIN}$  to  $T_{MAX}$ , unless otherwise noted.) (Notes 2, 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	$V_{CC}$		2.3	3.3	5.5	V
	$V_{BAT}$		2.3	3.0	5.5	V
Logic 1 Input SDA, SCL	$V_{IH}$		0.7 x $V_{CC}$		$V_{CC} + 0.3$	V
Logic 0 Input SDA, SCL	$V_{IL}$		-0.3		0.3 x $V_{CC}$	V

**Electrical Characteristics**

( $V_{CC} = 2.3V$  to  $5.5V$ ,  $V_{CC} =$  Active Supply (see Table 1),  $T_A = T_{MIN}$  to  $T_{MAX}$ , unless otherwise noted.) (Typical values are at  $V_{CC} = 3.3V$ ,  $V_{BAT} = 3.0V$ , and  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.) (Notes 2, 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Active Supply Current	$I_{CCA}$	(Notes 4, 5)	$V_{CC} = 3.63V$		200	$\mu A$
			$V_{CC} = 5.5V$		300	
Standby Supply Current	$I_{CCS}$	I <sup>2</sup> C bus inactive, 32kHz output on, SQW output off (Note 5)	$V_{CC} = 3.63V$		110	$\mu A$
			$V_{CC} = 5.5V$		170	
Temperature Conversion Current	$I_{CCSCONV}$	I <sup>2</sup> C bus inactive, 32kHz output on, SQW output off	$V_{CC} = 3.63V$		575	$\mu A$
			$V_{CC} = 5.5V$		650	
Power-Fail Voltage	$V_{PF}$		2.45	2.575	2.70	V
Logic 0 Output, 32kHz, INT/SQW, SDA	$V_{OL}$	$I_{OL} = 3mA$			0.4	V
Logic 0 Output, $\overline{RST}$	$V_{OL}$	$I_{OL} = 1mA$			0.4	V
Output Leakage Current 32kHz, INT/SQW, SDA	$I_{LO}$	Output high impedance	-1	0	+1	$\mu A$
Input Leakage SCL	$I_{LI}$		-1		+1	$\mu A$
$\overline{RST}$ Pin I/O Leakage	$I_{OL}$	$\overline{RST}$ high impedance (Note 6)	-200		+10	$\mu A$
$V_{BAT}$ Leakage Current ( $V_{CC}$ Active)	$I_{BATLKG}$			25	100	nA

**Electrical Characteristics (continued)**

( $V_{CC} = 2.3V$  to  $5.5V$ ,  $V_{CC} =$  Active Supply (see Table 1),  $T_A = T_{MIN}$  to  $T_{MAX}$ , unless otherwise noted.) (Typical values are at  $V_{CC} = 3.3V$ ,  $V_{BAT} = 3.0V$ , and  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.) (Notes 2, 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output Frequency	$f_{OUT}$	$V_{CC} = 3.3V$ or $V_{BAT} = 3.3V$		32.768		kHz
Frequency Stability vs. Temperature (Commercial)	$\Delta f/f_{OUT}$	$V_{CC} = 3.3V$ or $V_{BAT} = 3.3V$ , aging offset = 00h	0°C to +40°C		±2	ppm
			>40°C to +70°C		±3.5	
Frequency Stability vs. Temperature (Industrial)	$\Delta f/f_{OUT}$	$V_{CC} = 3.3V$ or $V_{BAT} = 3.3V$ , aging offset = 00h	-40°C to <0°C		±3.5	ppm
			0°C to +40°C		±2	
			>40°C to +85°C		±3.5	
Frequency Stability vs. Voltage	$\Delta f/V$			1		ppm/V
Trim Register Frequency Sensitivity per LSB	$\Delta f/LSB$	Specified at:	-40°C		0.7	ppm
			+25°C		0.1	
			+70°C		0.4	
			+85°C		0.8	
Temperature Accuracy	Temp	$V_{CC} = 3.3V$ or $V_{BAT} = 3.3V$	-3		+3	°C
Crystal Aging	$\Delta f/f_O$	After reflow, not production tested	First year		±1.0	ppm
			0–10 years		±5.0	

**Electrical Characteristics**

( $V_{CC} = 0V$ ,  $V_{BAT} = 2.3V$  to  $5.5V$ ,  $T_A = T_{MIN}$  to  $T_{MAX}$ , unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Active Battery Current	$I_{BATA}$	$\overline{E}OSC = 0$ , $BBSQW = 0$ , $SCL = 400kHz$ (Note 5)	$V_{BAT} = 3.63V$		70	µA
			$V_{BAT} = 5.5V$		150	
Timekeeping Battery Current	$I_{BATT}$	$\overline{E}OSC = 0$ , $BBSQW = 0$ , $EN32kHz = 1$ , $SCL = SDA = 0V$ or $SCL = SDA = V_{BAT}$ (Note 5)	$V_{BAT} = 3.63V$	0.84	3.0	µA
			$V_{BAT} = 5.5V$	1.0	3.5	
Temperature Conversion Current	$I_{BATTTC}$	$\overline{E}OSC = 0$ , $BBSQW = 0$ , $SCL = SDA = 0V$ or $SCL = SDA = V_{BAT}$	$V_{BAT} = 3.63V$		575	µA
			$V_{BAT} = 5.5V$		650	
Data-Retention Current	$I_{BATTDR}$	$\overline{E}OSC = 1$ , $SCL = SDA = 0V$ , +25°C			100	nA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**AC Electrical Characteristics**(V<sub>CC</sub> = V<sub>CC(MIN)</sub> to V<sub>CC(MAX)</sub> or V<sub>BAT</sub> = V<sub>BAT(MIN)</sub> to V<sub>BAT(MAX)</sub>, V<sub>BAT</sub> > V<sub>CC</sub>, T<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>, unless otherwise noted.) (Note 2)

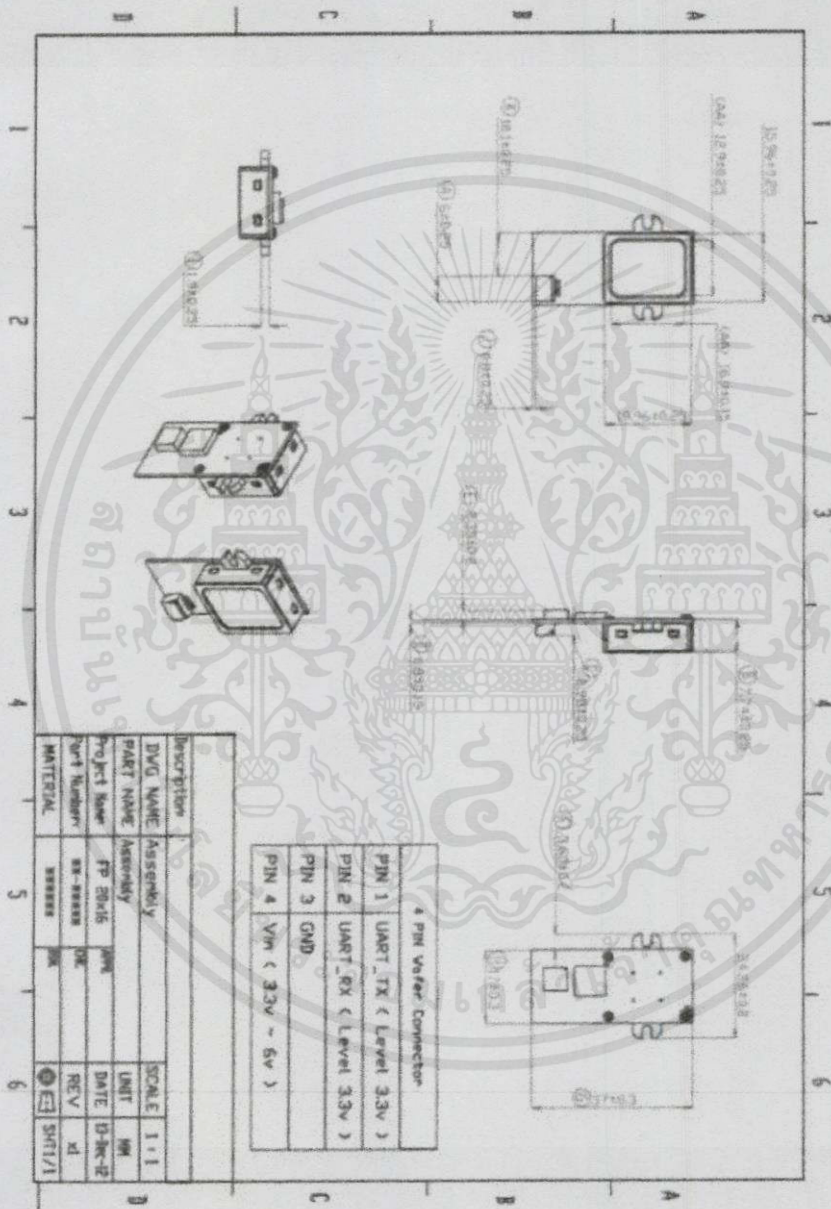
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SCL Clock Frequency	f <sub>SCL</sub>	Fast mode	100		400	kHz
		Standard mode	0		100	
Bus Free Time Between STOP and START Conditions	t <sub>BUF</sub>	Fast mode	1.3			μs
		Standard mode	4.7			
Hold Time (Repeated) START Condition (Note 7)	t <sub>HD:STA</sub>	Fast mode	0.6			μs
		Standard mode	4.0			
Low Period of SCL Clock	t <sub>LOW</sub>	Fast mode	1.3			μs
		Standard mode	4.7			
High Period of SCL Clock	t <sub>HIGH</sub>	Fast mode	0.6			μs
		Standard mode	4.0			
Data Hold Time (Notes 8, 9)	t <sub>HD:DAT</sub>	Fast mode	0		0.9	μs
		Standard mode	0		0.9	
Data Setup Time (Note 10)	t <sub>SU:DAT</sub>	Fast mode	100			ns
		Standard mode	250			
START Setup Time	t <sub>SU:STA</sub>	Fast mode	0.6			μs
		Standard mode	4.7			
Rise Time of Both SDA and SCL Signals (Note 11)	t <sub>R</sub>	Fast mode	20 +		300	ns
		Standard mode	0.1C <sub>B</sub>		1000	
Fall Time of Both SDA and SCL Signals (Note 11)	t <sub>F</sub>	Fast mode	20 +		300	ns
		Standard mode	0.1C <sub>B</sub>		300	
Setup Time for STOP Condition	t <sub>SU:STO</sub>	Fast mode	0.6			μs
		Standard mode	4.7			
Capacitive Load for Each Bus Line	C <sub>B</sub>	(Note 11)			400	pF
Capacitance for SDA, SCL	C <sub>I/O</sub>			10		pF
Pulse Width of Spikes That Must Be Suppressed by the Input Filter	t <sub>SP</sub>			30		ns
Pushbutton Debounce	PB <sub>DB</sub>			250		ms
Reset Active Time	t <sub>RST</sub>			250		ms
Oscillator Stop Flag (OSF) Delay	t <sub>OSF</sub>	(Note 12)		100		ms
Temperature Conversion Time	t <sub>CONV</sub>			125	200	ms

**Power-Switch Characteristics**(T<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V <sub>CC</sub> Fall Time; V <sub>PF(MAX)</sub> to V <sub>PF(MIN)</sub>	t <sub>VCCF</sub>		300			μs
V <sub>CC</sub> Rise Time; V <sub>PF(MIN)</sub> to V <sub>PF(MAX)</sub>	t <sub>VCCR</sub>		0			μs
Recovery at Power-Up	t <sub>REC</sub>	(Note 13)		250	300	ms

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 8. Mechanical Dimensions



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## 3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator

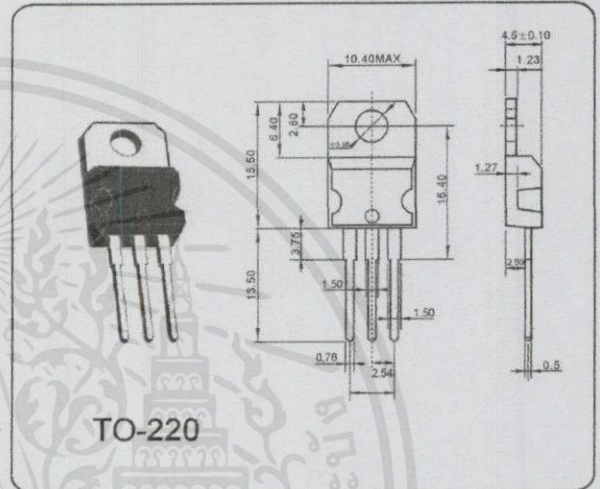
### LM7805

### GENERAL DESCRIPTION

The LM7805 series of three terminal positive regulators are available in the TO-220 package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shut down and safe operating area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ( Ta = 25 °C)

Parameter	Symbol	Typ	Unit
Input Voltage	$V_I$	35	V
Output Voltage	$V_O$	5.0	V
Peak Current	$I_{PK}$	2.2	A
Operating Temperature Range	$T_{OPR}$	0~125	°C
Storage Temperature Range	$T_{STG}$	-65~150	°C



### ELECTRICAL CHARACTERISTICS ( Ta = 25 °C)

(Refer to test circuit,  $I_o = 500mA$ ,  $V_i = 10V$ ,  $C_i = 0.33\mu F$ ,  $C_o = 0.1\mu F$  unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Output Voltage	$V_o$	$V_i = 8V$ to $20V$	4.85	5.0	5.15	V
Line Regulation (Note1)	Regline	$V_o = 8V$ to $25V$		4.0	100	mV
		$V_i = 8V$ to $12V$		1.6	50	
Load Regulation (Note1)	Regload	$I_o = 5.0mA$ to $1.5A$		9	100	mV
		$I_o = 250mA$ to $750mA$		4	50	
Quiescent Current	$I_q$	$T_J = +25\text{ °C}$		5	8	mA
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ , $V_o = 8V$ to $18V$	62	73		dB
Dropout Voltage	$V_{Drop}$	$I_o = 1A$ , $T_J = +25\text{ °C}$		2		V
Output Resistance	$r_o$	$f = 1KHz$		0.015		$\Omega$
Short Circuit Current	$I_{SC}$	$V_i = 35V$ , $T_A = +25\text{ °C}$		230		mA
Peak Current	$I_{PK}$	$T_J = +25\text{ °C}$		2.2		A

