รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือแบบพกพาสำหรับบันทึกการเข้าชั้นเรียน

ผู้วิจัย นายมนตรี กาญจนะเดชะ

882.S3
4

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย จากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2552

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือแบบพกพา ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการบันทึกการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาได้ ฮาร์ดแวร์ของเครื่องประกอบด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล ARM ที่มีจอแสดงผลแบบ LCD แบบสัมผัส โมดูลรู้จำลายนิ้วมือ OEM2000P และแบตเตอรี่ ซอฟต์แวร์ของเครื่องพัฒนาด้วยภาษาซี มีฟังก์ชันต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการบันทึกการเข้าชั้นเรียน เช่นฟังก์ชันการลงทะเบียนลายนิ้วมือ ฟังก์ชันตรวจสอบลายนิ้วมือ รวมทั้งฟังก์ชั่นพื้นฐานสำหรับการจัดการระบบ เช่น ฟังก์ชันตั้งเวลา และฟังก์ชันลบผู้ใช้เป็นต้น

ข้อมูลการเข้าชั้นเรียนจะถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำของเครื่องซึ่งไม่สูญหายแม้ปิดเครื่อง สามารถถ่ายโอนข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลได้ โดยข้อมูลถูกบันทึกลงไฟล์ในรูปแบบ CSV ซึ่งสามารถนำไปใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลได้ทันที

Abstract

This research presents a design and development of a prototype of a portable fingerprint identification system for recording classroom attendance. The hardware of the system consists of an ARM-based microcontroller board, a touch screen LCD display, a fingerprint verification module (OEM2000P) and a pack of batteries. Software of the system is written using C language. The software is implemented to provide all necessary functions such as: user registration function, fingerprint identification function, time/date setting function, and delete user function.

Class attendance details for each student are stored in a non-volatile memory (SD-Card) which is installed on the microcontroller board. The data are stored in CSV format in FAT file structure. The data can be transferred to a PC for further processing.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณสภาวิจัยแห่งชาติและมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัย ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และเครื่องมือต่างๆ ที่จำเป็นทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จ และขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกท่านที่ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปรับปรุงผลงานวิจัยให้ดีขึ้น

ผู้วิจัย

คำนำ

รายงานวิจัยฉบับนี้เป็นรายงานฉบับสมบูรณ์ของงานวิจัยเรื่อง "เครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือแบบพกพาสำหรับบันทึกการเข้าชั้นเรียน" โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบเครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือแบบพกพาที่สามารถนำไปใช้กับนักศึกษาในห้องเรียน เพื่อตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนและเก็บประวัติการเข้าชั้นเรียนไว้ในเครื่อง ซึ่งผู้สอนสามารถนำข้อมูลนี้มาประมวลผลในภายหลังได้

ในรายงานได้มีการอธิบายหลักการและเหตุผลของการทำวิจัย ขั้นตอนในการดำเนินงานทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วยการออกแบบระบบ การออกแบบและสร้างฮาร์ดแวร์ การออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์ รวมทั้งได้แสดงผลของการวิจัย ขอสรุปจากการทำวิจัย และข้อเสนอแนะที่อาจเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในอนาคต

หากรายงานฉบับนี้มีข้อผิดพลาดหรือบกพร่องประการใด ผู้วิจัยต้องขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	2
Abstract	3
กิตติกรรมประกาศ	4
คำนำ	5
รายการตาราง	8
รายการภาพประกอบ	9
บทที่ 1 บทนำ	10
1.1. ความสำคัญและที่มา	10
1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	11
1.3. ขอบเขตของโครงการวิจัย	11
1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	11
บทที่ 2 ระเบียบวิธีวิจัย	12
2.1. คุณสมบัติของระบบ	12
2.2. การออกแบบฮาร์ดแวร์	12
2.2.1. โมดูลตรวจสอบลายนิ้วมือ	13
2.2.2. การสื่อสารกับโมดูลตรวจสอบลายนิ้วมือ	14
2.2.3. โครงสร้างแพ็กเก็ต (Packet Structure)	16
2.2.4. ชุดคำสั่งสำหรับโมดูล OEM2000P	20
2.2.5. การใช้งานคำสั่ง	21
2.2.6. การลงทะเบียนลายนิ้วมือ	22
2.2.7. การระบุลายนิ้วมือ	24
2.2.8.ไมโครคอนโทรลเลอร์	26

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3. การออกแบบซอฟต์แวร์	26
บทที่ 3 ผลการวิจัย	31
บทที่ 4 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	33
4.1. สรุปผลการวิจัย	34
4.2. ข้อเสนอแนะ	34
บรรณานุกรม	35
ประวัติผู้วิจัย	36

รายการตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 คำสั่ง รหัสคำสั่ง และคำอธิบายคำสั่งต่างๆ ของโมดูล OEM2000P 21

รายการภาพประกอบ

หน้า

รูปที่ 2.1 ฮาร์ดแวร์ของเครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือแบบพกพา 12
รูปที่ 2.2 โมดูล OEM2000P 13
รูปที่ 2.3 ขั้นตอนการทำงานในโหมดคำสั่ง 14
รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการทำงานในโหมดรับข้อมูล 15
รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการทำงานในโหมดส่งข้อมูล 16
รูปที่ 2.6 รายละเอียดของแพ็กเก็ตคำสั่ง 17
รูปที่ 2.7 รายละเอียดของแพ็กเก็ตตอบสนองต่อคำสั่ง 18
รูปที่ 2.8 รายละเอียดของแพ็กเก็ตผลลัพธ์ 19
รูปที่ 2.9 รายละเอียดของแพ็กเก็ตข้อมูล 20
รูปที่ 2.10 ลำดับการส่งคำสั่งให้โมดูล OEM2000P 22
รูปที่ 2.11 ขั้นตอนการลงทะเบียนลายนิ้วมือ 23
รูปที่ 2.12 ขั้นตอนการระบุลายนิ้วมือ 24
รูปที่ 2.13 บอร์ด ET-NXP ARM KIT (LPC1768) 25
รูปที่ 2.14 เครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือรุ่นแรก 26
รูปที่ 2.15 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของเครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือแบบพกพา 28
รูปที่ 3.1 เครื่องต้นแบบ 31
รูปที่ 3.2 ภาพหน้าจอเมื่อเปิดเครื่อง 32
รูปที่ 3.3 ภาพหน้าจอการตรวจสอบสิทธิ์ 32
รูปที่ 3.4 ภาพหน้าจอเมนูหลัก 33
รูปที่ 3.5 ฟังก์ชันต่างๆ ในโหมดจัดการเครื่อง 33
รูปที่ 3.6 หน้าจอของโหมดลงเวลา 33

บทที่ 1
บทนำ

1.1. ความสำคัญและที่มา

ไบโอเมตริก (Biometric) คือการใช้ลักษณะของร่างกายบางประการหรืออาการท่าทางที่เป็นลักษณะเฉพาะในการจำแนกบุคคล เช่น ลักษณะของลายนิ้วมือ ใบหน้า เสียง รูม่านตา หรือการตวัดมือในการเซ็นลายเซ็น เป็นต้น ซึ่งแต่ละคนจะมีลักษณะดังกล่าวแตกต่างกัน และไม่สามารถเลียนแบบกันได้ เทคโนโลยีไบโอเมตริกที่นิยมใช้กันและมีประสิทธิภาพมากที่สุดได้แก่ การตรวจสอบลายนิ้วมือ (Fingerprint Verification) [1] เพราะใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำ สะดวกในการใช้งาน และมีความน่าเชื่อถือได้ เนื่องจากลายนิ้วมือแต่ละนิ้วของแต่ละคนมีความเป็นเอกลักษณ์ และไม่มีการเปลี่ยนแปลงแม้วันเวลาผ่านไป [2] จากเหตุดังกล่าวจึงได้มีการวิจัยและพัฒนาระบบตรวจสอบลายนิ้วมือเพื่อระบุบุคคล โดยมีพัฒนาการเริ่มแรกบนระบบคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) หลังจากนั้นได้ถูกนำไปพัฒนาบนระบบคอมพิวเตอร์ฝังตัว (Embedded System) [3] เพื่อให้ขนาดของระบบมีขนาดเล็กและราคาถูก

ปัจจุบันได้มีการนำระบบตรวจสอบลายนิ้วมือไปใช้ในงานต่างๆ มากมาย ตัวอย่างเช่น การลงเวลาเข้าทำงานและเลิกงานของพนักงานบริษัทและหน่วยงานต่างๆ แทนการใช้บัตรตอก การควบคุมการเข้าออกสถานที่ต่างๆ ด้วยลายนิ้วมือ และการควบคุมการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ด้วยลายนิ้วมือ เป็นต้น

เนื่องจากการตรวจสอบลายนิ้วเป็นกระบวนการที่งานโดยระบบคอมพิวเตอร์ ดังนั้นข้อมูลต่างๆ เช่นประวัติการตรวจสอบลายนิ้วมือจึงสามารถเก็บรวบรวม และนำไปประมวลผลต่อได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างเช่นในระบบตรวจสอบการลงเวลาทำงาน เมื่อทำการสแกนลายนิ้วมือเพื่อลงเวลาเครื่องก็จะบันทึกเวลาไว้ เมื่อถึงกำหนดเวลาประมวลผล โปรแกรมก็จะนำข้อมูลการลงเวลาของพนักงานทุกคนมาดูชั่วโมงทำงานเพื่อคำนวณเงินเดือนหรือค่าจ้างได้

ความไม่สะดวกประการหนึ่งของการระบุตัวบุคคลที่ไม่ใช้เทคโนโลยีไบโอเมตริกคือผู้ใช้จะต้องมีอุปกรณ์พิเศษเช่นบัตรที่มีแถบแม่เหล็ก (เช่นบัตรเอทีเอ็ม) บัตรสมาร์ทการ์ด หรือจะต้องมีรหัสผ่าน ซึ่งผู้ใช้จะต้องนำติดตัวไป หรือจะต้องจำรหัสผ่านให้ได้จึงจะสามารถยืนยันความเป็นเจ้าของหรือยืนยันตัวบุคคล หากบัตรสูญหาย หรือจำรหัสผ่านไม่ได้ก็จะไม่สามารถใช้งานระบบที่ต้องการได้ นอกจากนี้หากทำบัตรหายหรือมีผู้ล่วงรู้รหัสผ่าน ก็อาจทำให้เกิดความเสียหายต่อข้อมูลหรือทรัพย์สินได้ หากใช้เทคโนโลยีไบโอเมตริกเช่นการตรวจสอบลายนิ้วมือ ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องพกพาอุปกรณ์พิเศษเหล่านี้ เพราะสิ่งที่ต้องการใช้เป็นอวัยวะที่มีติดตัวอยู่แล้ว

ระบบตรวจสอบลายนิ้วมือที่มีจำหน่ายและใช้งานอยู่ส่วนใหญ่ถูกออกแบบมาเพื่อทำงานประจำที่ เช่นระบบตรวจสอบการเข้าออกอาคารสถานที่ ก็จะเป็นกล่องที่ติดตั้งถาวรอยู่บริเวณประตูหรือทางเข้าสถานที่นั้นๆ หรือระบบลงเวลาก็มักจะติดตั้งอยู่ประจำที่ใดที่หนึ่ง อย่างไรก็ตามในงานบางอย่างก็อาจนำระบบตรวจสอบลายนิ้วมือไปประยุกต์ใช้ได้ เช่น การเช็คชื่อนักเรียนหรือนักศึกษาในชั้นเรียน การตรวจสอบผู้เข้าร่วมประชุม/สัมมนา ฯลฯ แต่ลักษณะการใช้งานแบบนี้จำเป็นต้องใช้ระบบตรวจสอบลายนิ้วมือแบบพกพาได้

โครงการวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างต้นแบบของระบบตรวจสอบลายนิ้วมือแบบพกพาที่สามารถนำไปใช้ในการระบุนักศึกษาที่เข้าชั้นเรียน เพื่ออำนวยความสะดวกแก่อาจารย์ในการตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาที่เข้าชั้นเรียน เพื่อป้องกันการทุจริต (เช่น การเซ็นชื่อแทนกันในกรณีที่ใช้การเช็คชื่อโดยการเซ็นชื่อ) และเพื่อความรวดเร็วในการประมวลผลข้อมูลเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาเพราะระบบที่สร้างขึ้นจะมีความสามารถในการโอนถ่ายข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเพื่อประมวลผลต่อไป

1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อออกแบบและสร้างต้นแบบของเครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือแบบพกพาที่สามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนและบันทึกสถิติการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษา ข้อมูลการเข้าเรียนสามารถถ่ายโอนไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเพื่อนำไปประมวลผลต่อไปได้

1.3. ขอบเขตของโครงการวิจัย

6.1 ออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือสำหรับตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนที่สามารถพกพาได้

6.2 ออกแบบและเขียนซอฟต์แวร์เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือ

6.3 เครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้นจะสามารถรองรับลายนิ้วมือได้ไม่ต่ำกว่า 500 ลายนิ้วมือ

1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการวิจัยนี้คือต้นแบบเครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือแบบพกพาที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง และหน่วยงานสามารถนำผลงานวิจัยนี้ไปใช้คือสถาบันการศึกษาต่างๆ เช่นโรงเรียน วิทยาลัย และ มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
ระเบียบวิธีการวิจัย

โครงการวิจัยนี้มีขั้นตอนการดำเนินการที่สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วน คือ กำหนดคุณสมบัติของระบบ ออกแบบฮาร์ดแวร์ ออกแบบซอฟต์แวร์ และทดสอบระบบ ในบทนี้จะอธิบายถึงการกำหนดคุณสมบัติของระบบ การออกแบบฮาร์ดแวร์ และการออกแบบซอฟต์แวร์

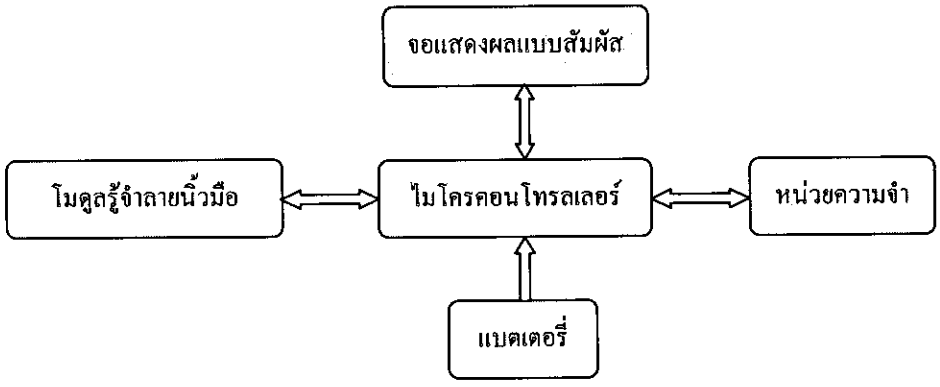
2.1. คุณสมบัติของระบบ

คุณสมบัติของเครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือแบบพกพาที่ต้องการพัฒนามีดังนี้

- สามารถบันทึกและจำแนกลายนิ้วมือได้ไม่ต่ำกว่า 500 ลายนิ้วมือ
- มีหน่วยความจำภายในที่สามารถบันทึกข้อมูลการเข้าชั้นเรียนได้ทั้งภาคการศึกษา และข้อมูลไม่สูญหายเมื่อปิดเครื่อง
- มีระบบป้องกันไม่ให้ผู้ไม่มีสิทธิ์เข้าใช้ระบบ
- ในกรณีที่ลายนิ้วมือมีปัญหา สามารถบันทึกข้อมูลการเข้าชั้นเรียนได้ภายใต้การควบคุมของอาจารย์ผู้สอน
- มีแหล่งจ่ายไฟฟ้าในตัว สามารถทำงานแบบพกพาได้
- สามารถถ่ายโอนข้อมูลที่บันทึกไว้ในเครื่องเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเพื่อใช้ในการประมวลผลต่อไป

2.2. การออกแบบฮาร์ดแวร์

จากคุณสมบัติของระบบที่ต้องการ ผู้วิจัยได้ออกแบบออกแบบฮาร์ดแวร์ซึ่งมีส่วนประกอบหลักดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ฮาร์ดแวร์ของเครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือแบบพกพา

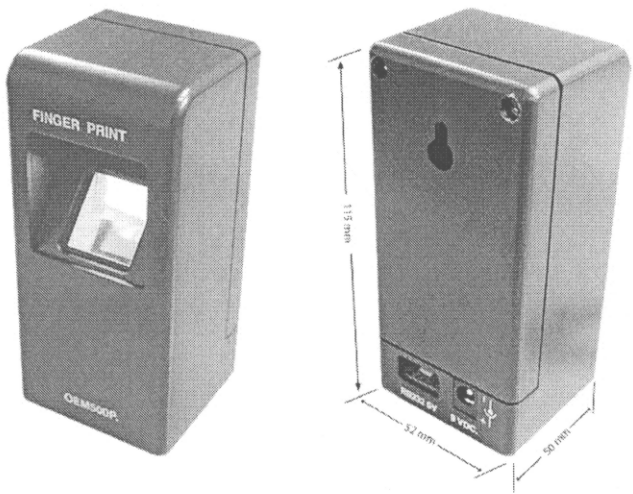
ฮาร์ดแวร์ที่แสดงในรูปที่ 2.1 ประกอบด้วยโมดูลรู้จำลายนิ้วมือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ หน่วยความจำ จอแสดงผลแบบสัมผัส และแบตเตอรี่ ในส่วนต่อไปจะอธิบายถึงการออกแบบวงจรแต่ละส่วนโดยละเอียด

2.2.1. โมดูลตรวจสอบลายนิ้วมือ

โมดูลตรวจสอบลายนิ้วมือที่ใช้ในโครงการวิจัยนี้คือรุ่น OEM2000P ซึ่งเป็นโมดูลที่สำเร็จในตัวเอง คือมีเซ็นเซอร์สแกนลายนิ้วมือ มีไมโครโปรเซสเซอร์สำหรับประมวลผลและระบุลายนิ้วมือ และมีหน่วยความจำภายในที่สามารถบันทึกลายนิ้วมือได้ คุณสมบัติสำคัญของโมดูล OEM2000P มีดังนี้

1. สื่อสารกับไมโครโปรเซสเซอร์ทาง RS-232C
2. บันทึกลายนิ้วมือได้ 2000 ลายนิ้วมือ
3. สามารถตรวจสอบลายนิ้วมือได้ทั้งแบบ 1:N (Identification) และ 1:1 (Verification)
4. False Acceptance Rate (FAR) < 0.0001%
5. False Rejection Rate (FRR) < 0.01%
6. เวลาที่ใช้ในการตรวจสอบลายนิ้วมือ < 1 วินาที (500 ลายนิ้วมือ)
7. แรงดันใช้งาน 5 โวลต์

รูปที่ 2.2 แสดงภาพโมดูล OEM2000P ที่ใช้ในงานวิจัยนี้



รูปที่ 2.2 โมดูล OEM2000P

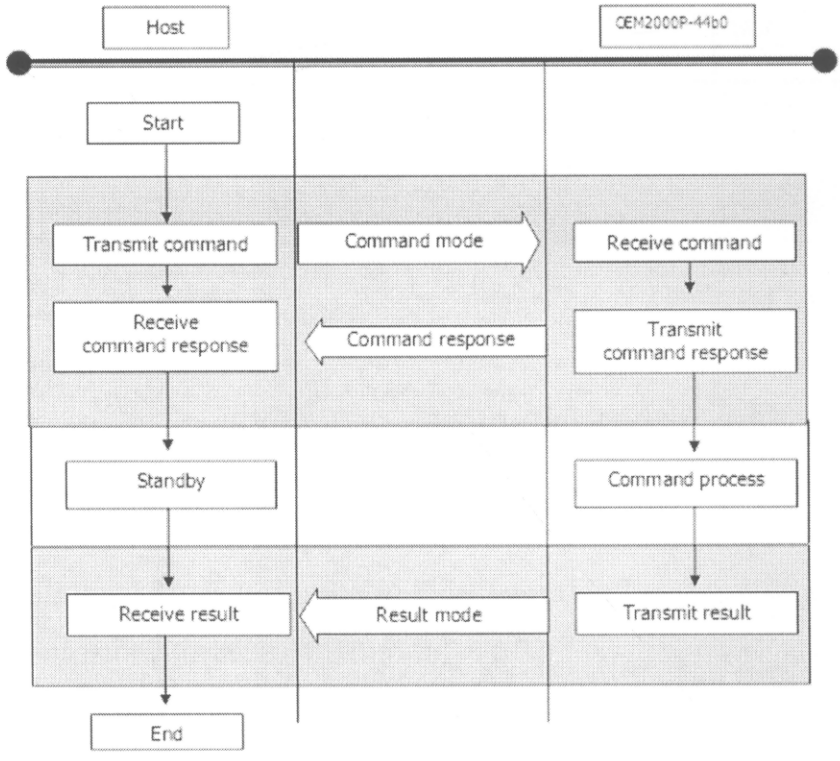
2.2.2. การสื่อสารกับโมดูลตรวจสอบลายนิ้วมือ

การสื่อสารกับโมดูลตรวจสอบลายนิ้วมือสามารถทำได้ผ่านทางพอร์ต RS-232C ผ่านโปรโตคอลเฉพาะสำหรับโมดูล ซึ่งมีอยู่ 3 โหมดด้วยกันคือ

1. โหมดคำสั่ง (Command Mode)
2. โหมดรับข้อมูล (Receive Mode)
3. โหมดส่งข้อมูล (Send Mode)

2.2.2.1. โหมดคำสั่ง

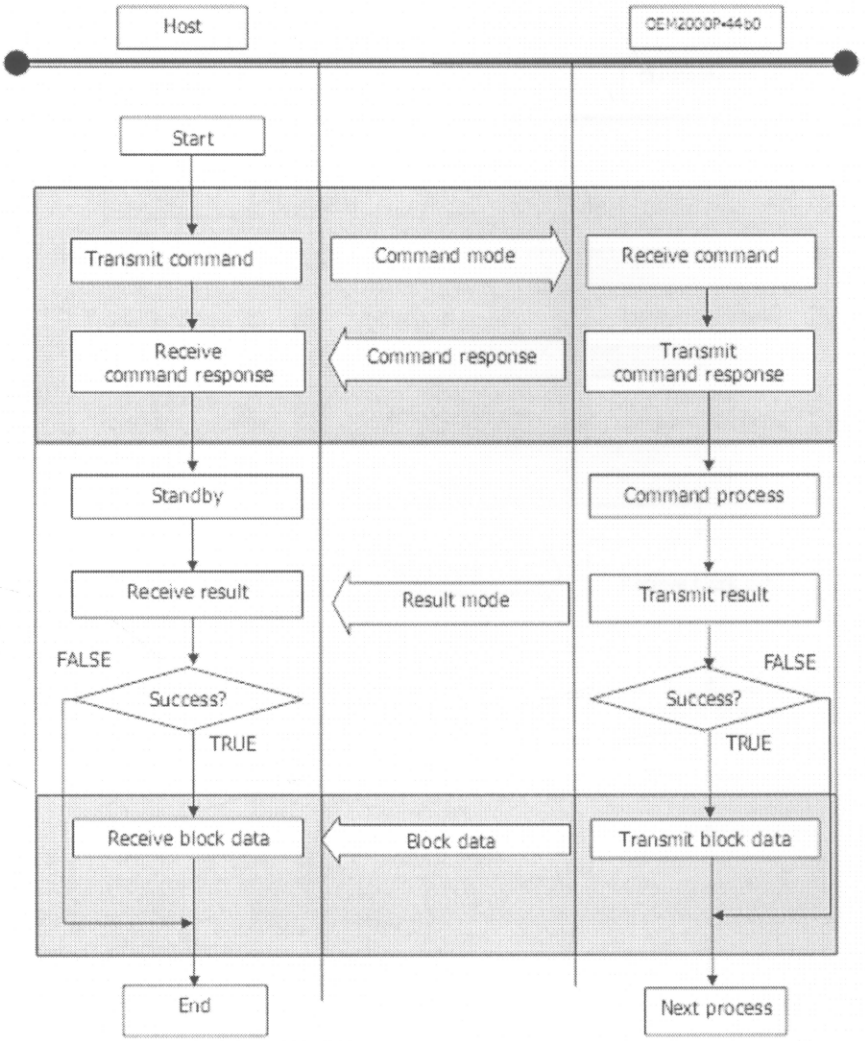
ในโหมดนี้จะเป็นการรับส่งคำสั่งเท่านั้น จะไม่มีการรับหรือส่งข้อมูลใดๆ รูปที่ 2.3 แสดงขั้นตอนการรับส่งข้อมูลในโหมดคำสั่ง ซึ่งเมื่อเริ่มต้น โฮสต์จะส่งคำสั่งออกไปให้โมดูล OEM2000P เมื่อโมดูลได้รับคำสั่งแล้วก็จะตอบกลับไปว่าได้รับคำสั่งแล้ว หลังจากนั้นโมดูลก็จะทำงานตามคำสั่งที่ได้รับ ในขณะที่โฮสต์ก็จะรอผลลัพธ์ของคำสั่งจากโมดูล เมื่อโมดูลปฏิบัติงานตามคำสั่งเสร็จแล้วก็จะส่งผลลัพธ์กลับไปให้โฮสต์ จึงจะเสร็จสิ้นกระบวนการ



รูปที่ 2.3 ขั้นตอนการทำงานในโหมดคำสั่ง

2.2.2.2. โหมดรับข้อมูล

ในโหมดรับข้อมูลจะเป็นการส่งข้อมูลจากโมดูล OEM2000P ไปยังโฮสต์ซึ่งเป็นผลจากการปฏิบัติตามคำสั่งที่โมดูลได้รับ รูปที่ 4 แสดงขั้นตอนการทำงานในโหมดรับข้อมูล

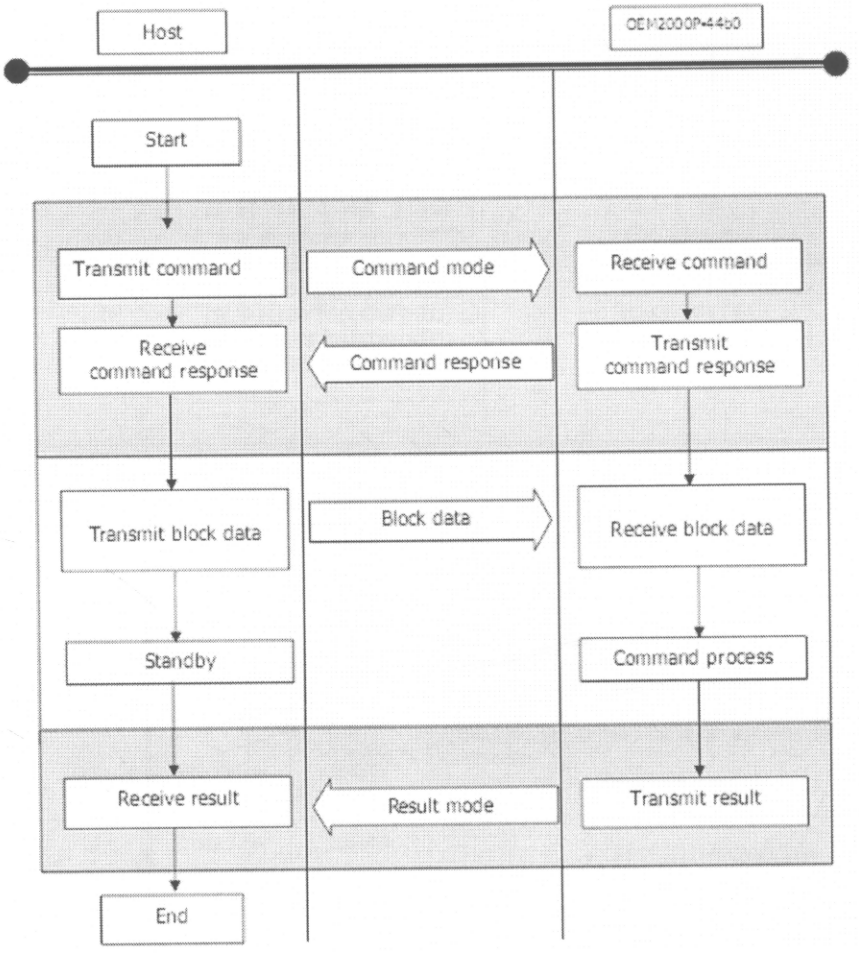


รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการทำงานในโหมดรับข้อมูล

จากรูปที่ 2.4 จะเห็นว่าขั้นตอนการทำงานในช่วงเริ่มต้นจะเหมือนกับโหมดคำสั่ง สิ่งที่เพิ่มเติมคือเมื่อโมดูลได้รับคำสั่งแล้วและเมื่อไม่มีข้อผิดพลาดใดๆ โมดูลก็จะส่งข้อมูลไปให้โฮสต์ หากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นก็จะจบการทำงานทันที

2.2.2.3 โหมดส่งข้อมูล

ในโหมดนี้จะเป็นการส่งข้อมูลจากโฮสต์ไปยังโมดูล ภาพที่ 2.5 แสดงขั้นตอนการทำงานในโหมดนี้



รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการทำงานในโหมดส่งข้อมูล

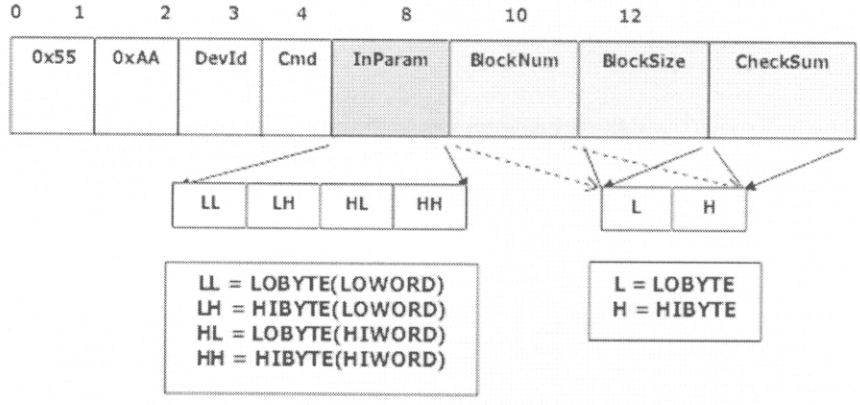
ในโหมดนี้ เมื่อโฮสต์ได้รับการรับรู้คำสั่งที่ส่งไป โฮสต์จะส่งข้อมูลที่ต้องการส่งไปยังโมดูลทันที เมื่อส่งข้อมูลจนครบแล้ว โมดูลจะส่งผลลัพธ์ในการปฏิบัติคำสั่งไปยังโฮสต์

2.2.3. โครงสร้างแพ็กเก็ต (Packet Structure)

ในการสื่อสารระหว่างโฮสต์กับโมดูลโดยใช้โปรโตคอลที่กล่าวไว้ข้างต้น ข้อมูลในการสื่อสารไม่ว่าจะเป็นคำสั่ง ผลลัพธ์ หรือข้อมูล จะอยู่ในรูปของแพ็กเก็ต ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ แพ็กเก็ตคำสั่ง (Command Packet) แพ็กเก็ตตอบสนองต่อคำสั่ง (Command Response Packet) แพ็กเก็ตผลลัพธ์ (Result Packet) และแพ็กเก็ตข้อมูล (Data Packet)

2.2.3.1. แพ็กเก็ตคำสั่ง

แพ็กเก็ตคำสั่งมีขนาด 14 ไบต์ มีรายละเอียดของไบต์ต่างๆ ตามรูปที่ 2.6



OFFSET	ITEM	TYPE	DESCRIPTION
0	0x55	BYTE	Command start code 1
1	0xAA	BYTE	Command start code 2
2	DevId	BYTE	Device number (0x01-0xff) Usually, set as 0x01.
3	Cmd	BYTE	Command code
4	InParam	DWORD	Input parameter
8	BlockNum	WORD	Block number used at the time of transmission of block data. ReceiveMode and SendMode use this command.
10	BlockSize	WORD	Block size used at the time of transmission of block data. ReceiveMode and SendMode use this command.
12	CheckSum	WORD	Check Sum OFFSET[0] + ... + OFFSET[11] =CheckSum

รูปที่ 2.6 รายละเอียดของแพ็กเก็ตคำสั่ง

จากรูปที่ 2.6 ออฟเซ็ต 0 และ 1 จะต้องเป็น 0x55 0xAA เพื่อแสดงว่าเป็นส่วนเริ่มต้นของแพ็กเก็ต

ออฟเซ็ต 2 เป็นหมายเลขของอุปกรณ์ ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0x01-0xFF ปกติจะกำหนดเป็น 0x01

ออฟเซ็ต 3 เป็นรหัสคำสั่ง ในตอนต่อไปจะอธิบายความหมายของรหัสคำสั่งต่างๆ

จากออฟเซ็ต 4 ไปจำนวน 4 ไบต์เป็นพารามิเตอร์อินพุต

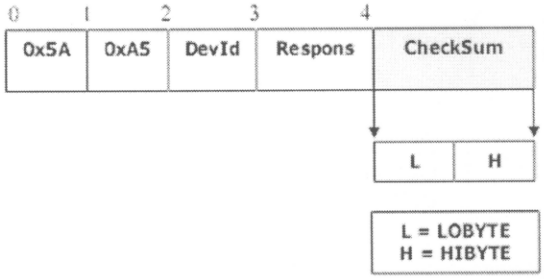
จากออฟเซ็ต 8 ไปจำนวน 2 ไบต์เป็นหมายเลขบล็อกข้อมูล ใช้ในโหมดรับข้อมูลและโหมดส่งข้อมูล

จากออฟเซ็ต 10 ไปจำนวน 2 ไบต์เป็นขนาดบล็อกข้อมูลว่ามีจำนวนกี่ไบต์ ใช้ในโหมดรับข้อมูลและโหมดส่งข้อมูล

จากออฟเซ็ตที่ 12 ไปจำนวน 2 ไบต์เป็นค่าผลรวม ใช้สำหรับตรวจสอบความถูกต้องในการรับส่งข้อมูล

2.2.3.2 แพ็กเก็ตตอบสนองต่อคำสั่ง

แพ็กเก็ตตอบสนองต่อคำสั่งมีขนาด 6 ไบต์ มีรายละเอียดของไบต์ต่างๆ ตามรูปที่ 2.7



OFFSET	ITEM	TYPE	DESCRIPTION
0	0x5A	BYTE	Response start code 1
1	0xA5	BYTE	Response start code 2
2	DevId	BYTE	Device number (0x01-0xff) Usually, set as 0x01.
3	Respons	BYTE	Response=0x02:Unusual response (NAK) Response=0x03: Normal response (ACK)
4	CheckSum	WORD	Check Sum OFFSET[0] + ... + OFFSET[3] =CheckSum

รูปที่ 2.7 รายละเอียดของแพ็กเก็ตตอบสนองต่อคำสั่ง

จากรูปที่ 2.7 ออฟเซ็ต 0 และ 1 จะต้องเป็น 0x5A 0xA5 เพื่อแสดงว่าเป็นส่วนเริ่มต้นของแพ็กเก็ต

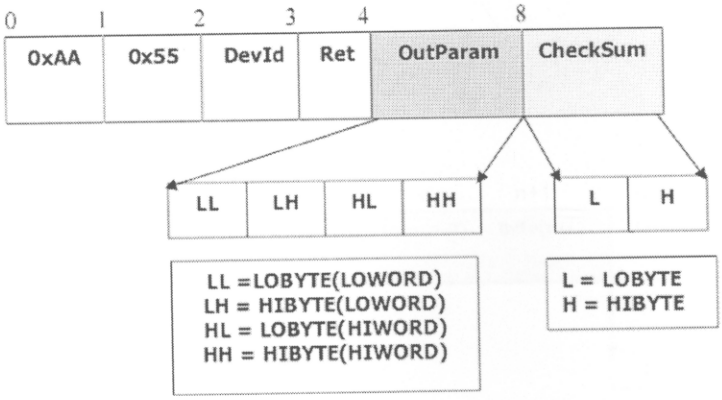
ออฟเซ็ต 2 เป็นหมายเลขของอุปกรณ์ ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0x01-0xFF ปกติจะกำหนดเป็น 0x01

ออฟเซ็ต 3 เป็นการตอบสนองต่อคำสั่งที่ได้รับ ถ้ามีค่าเท่ากับ 0x2 หมายถึงไม่รับรู้คำสั่ง ถ้ามีค่าเป็น 0x3 หมายถึงรับรู้คำสั่ง

จากออฟเซ็ตที่ 4 ไปจำนวน 2 ไบต์เป็นค่าผลรวม ใช้สำหรับตรวจสอบความถูกต้องในการรับส่งข้อมูล

2.2.3.3. แพ็กเก็ตผลลัพธ์

แพ็กเก็ตผลลัพธ์มีขนาด 10 ไบต์ มีรายละเอียดของไบต์ต่างๆ ตามรูปที่ 2.8



OFFSET	ITEM	TYPE	DESCRIPTION
0	0xAA	BYTE	Result start code 1
1	0x55	BYTE	Result start code 2
2	DevId	BYTE	Device number (0x01-0xff) Usually, set as 0x01.
3	Ret	BYTE	Result code 0x01: Command process success 0x00: Command process failure
4	OutParam	DWORD	Output parameter
8	CheckSum	WORD	Check Sum OFFSET[0] + ... + OFFSET[7]=CheckSum

รูปที่ 2.8 รายละเอียดของแพ็กเก็ตผลลัพธ์

จากรูปที่ 2.8 ออฟเซ็ต 0 และ 1 จะต้องเป็น 0xAA 0x55 เพื่อแสดงว่าเป็นส่วนเริ่มต้นของแพ็กเก็ต

ออฟเซ็ต 2 เป็นหมายเลขของอุปกรณ์ ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0x01-0xFF ปกติจะกำหนดเป็น 0x01

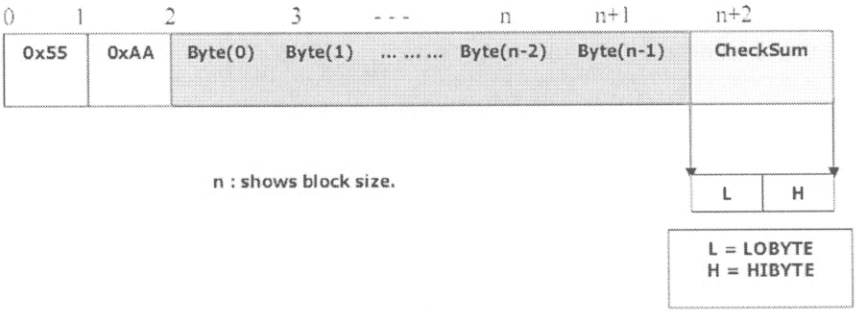
ออฟเซ็ต 3 เป็นการแสดงความสำเร็จของการปฏิบัติตามคำสั่ง ถ้ามีค่าเท่ากับ 0x00 หมายถึง ไม่สำเร็จ ถ้ามีค่าเป็น 0x01 หมายถึงสำเร็จ

จากออฟเซ็ตที่ 4 ไปจำนวน 4 ไบต์เป็นค่าผลลัพธ์ที่ส่งกลับ

จากออฟเซ็ตที่ 8 ไปจำนวน 2 ไบต์เป็นค่าผลรวม ใช้สำหรับตรวจสอบความถูกต้องในการรับส่งข้อมูล

2.2.3.4. แพ็กเก็ตข้อมูล

แพ็กเก็ตข้อมูลมีขนาด n+4 ไบต์ โดยที่ n หมายถึงขนาดของบล็อกข้อมูล (Block size) มีรายละเอียดของไบต์ต่างๆ ตามรูปที่ 2.9



OFFSET	ITEM	TYPE	DESCRIPTION
0	0x55	BYTE	Block data start code 1
1	0xAA	BYTE	Block data start code 2
2	BYTE[0]	BYTE	The 1st data (Byte)
3	BYTE[1]	BYTE	The 2nd data (Byte)
:	:	:	:
n+1	BYTE[n-1]	BYTE	n(BlockSize)th byte data
n+2	CheckSum	WORD	Check Sum OFFSET[0] + ... + OFFSET[n+1] =CheckSum

รูปที่ 2.9 รายละเอียดของแพ็กเก็ตข้อมูล

จากรูปที่ 2.9 ออฟเซ็ต 0 และ 1 จะต้องเป็น 0x55 0xAA เพื่อแสดงว่าเป็นส่วนเริ่มต้นของแพ็กเก็ต

ถัดจากนั้นไปเป็นจำนวน n ไบต์ จะเป็นข้อมูล และ 2 ไบต์สุดท้ายเป็นค่าผลรวม ใช้สำหรับตรวจสอบความถูกต้องในการรับส่งข้อมูล

2.2.4. ชุดคำสั่งสำหรับโมดูล OEM2000P

โมดูล OEM2000P มีคำสั่งให้ใช้งานทั้งสิ้น 32 คำสั่ง ในที่นี้จะอธิบายเฉพาะคำสั่งที่จำเป็นสำหรับงานวิจัยนี้ สำหรับคำสั่งอื่นๆ สามารถศึกษาได้จากเอกสารอ้างอิง [4]

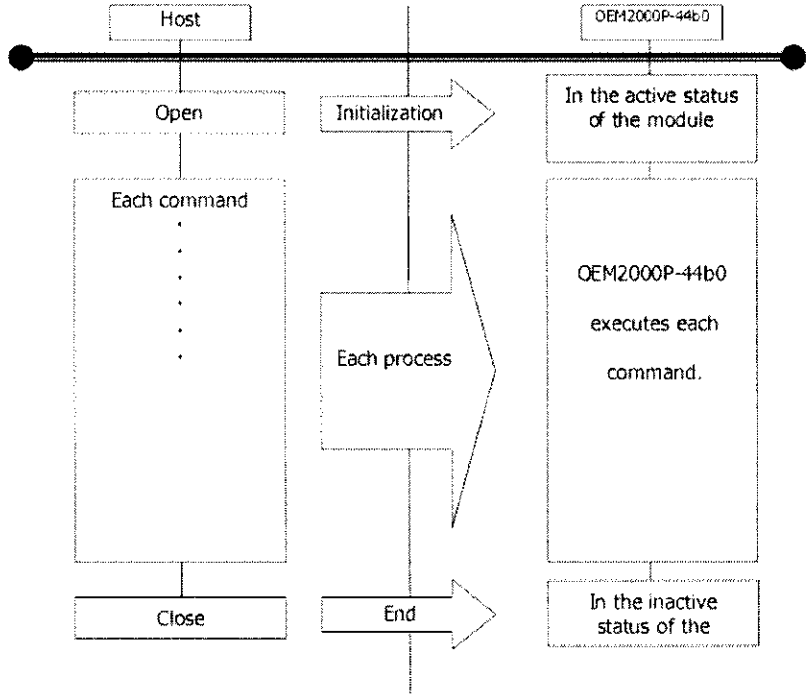
ตารางที่ 2.1 แสดงคำสั่ง รหัสคำสั่ง และคำอธิบายคำสั่งต่างๆ ของโมดูล OEM2000P

ตารางที่ 2.1 คำสั่ง รหัสคำสั่ง และคำอธิบายคำสั่งต่างๆ ของโมดูล OEM2000P

ชื่อคำสั่ง	รหัสคำสั่ง	คำอธิบาย
Open	0x64	เริ่มใช้งานโมดูล และกำหนดค่าเริ่มต้นในการทำงาน
Close	0x65	เลิกการใช้งานโมดูล
IsPressFinger	0x6F	ตรวจสอบดูว่ามีนิ้ววางอยู่บนเซ็นเซอร์หรือไม่
CaptureImage	0x70	จับภาพลายนิ้วมือจากเซ็นเซอร์
EnrollStartN	0x7A	เริ่มลงทะเบียนลายนิ้วมือ
EnrollEndN	0x7C	เสร็จสิ้นการลงทะเบียนลายนิ้วมือ
IdentifyImage	0x89	ระบุลายนิ้วมือ
GetEnrollCount	0x9B	นับจำนวนลายนิ้วมือที่ลงทะเบียนไว้แล้ว
DeleteID	0xA3	ลบลายนิ้วมือที่กำหนดออกจากฐานข้อมูลลายนิ้วมือ

2.2.5. การใช้งานคำสั่ง

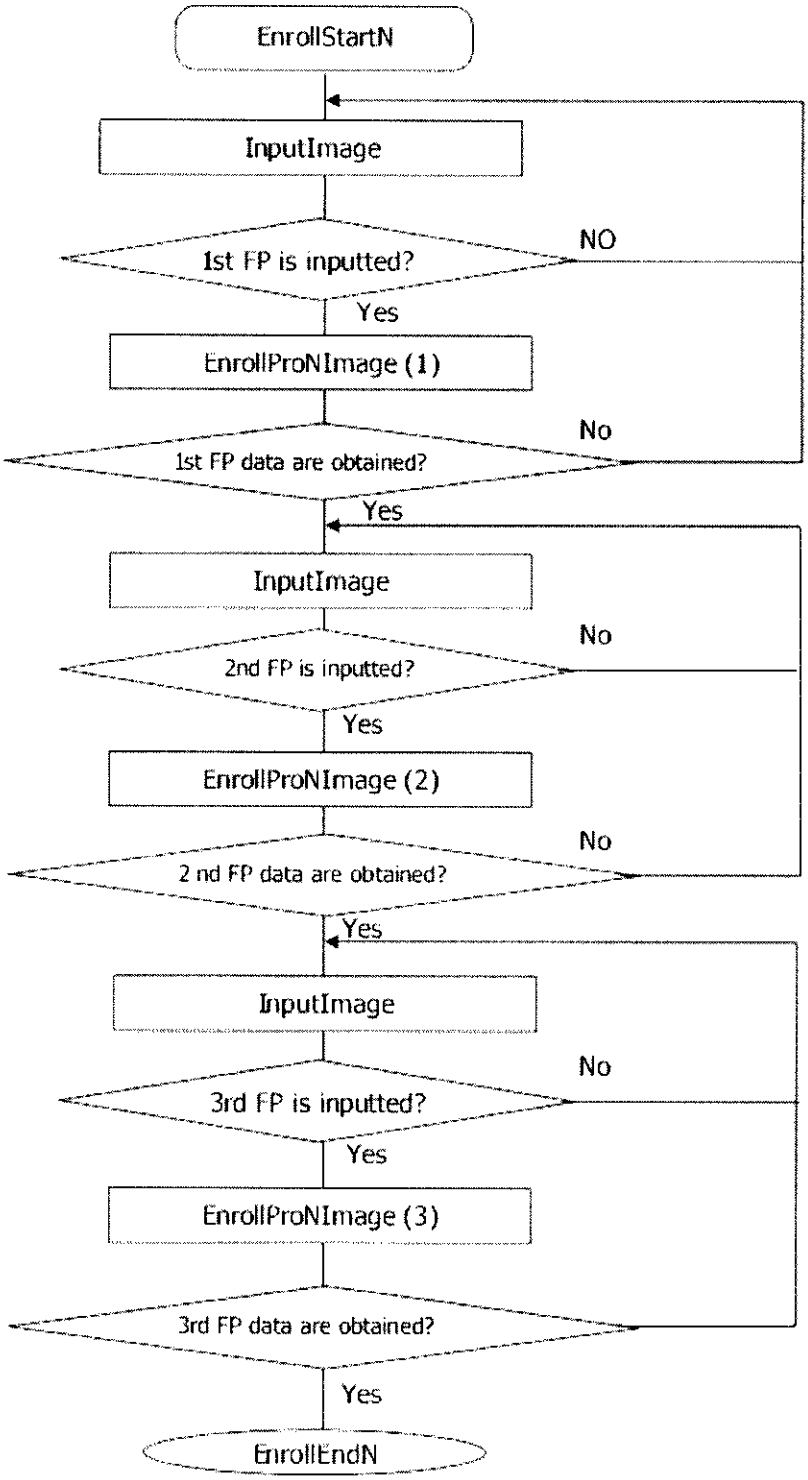
การสั่งงานโมดูล OEM2000P นั้น ขั้นตอนแรกที่สุด โฮสต์จะต้องส่งคำสั่ง Open ไปให้โมดูล เพื่อโมดูลจะได้ตั้งค่าเริ่มต้นและอยู่ในสภาวะพร้อมทำงาน หลังจากนั้น โฮสต์จึงจะสามารถส่งคำสั่งอื่นๆ ได้ และหากไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้น โมดูลก็จะปฏิบัติตามคำสั่งนั้นๆ เมื่อต้องการหยุดการทำงานก็จะต้องส่งคำสั่ง Close ไปให้โมดูล รูปที่ 10 แสดงขั้นตอนการส่งคำสั่งให้โมดูล



รูปที่ 2.10 ลำดับการส่งคำสั่งให้โมดูล OEM2000P

2.2.6. การลงทะเบียนลายนิ้วมือ

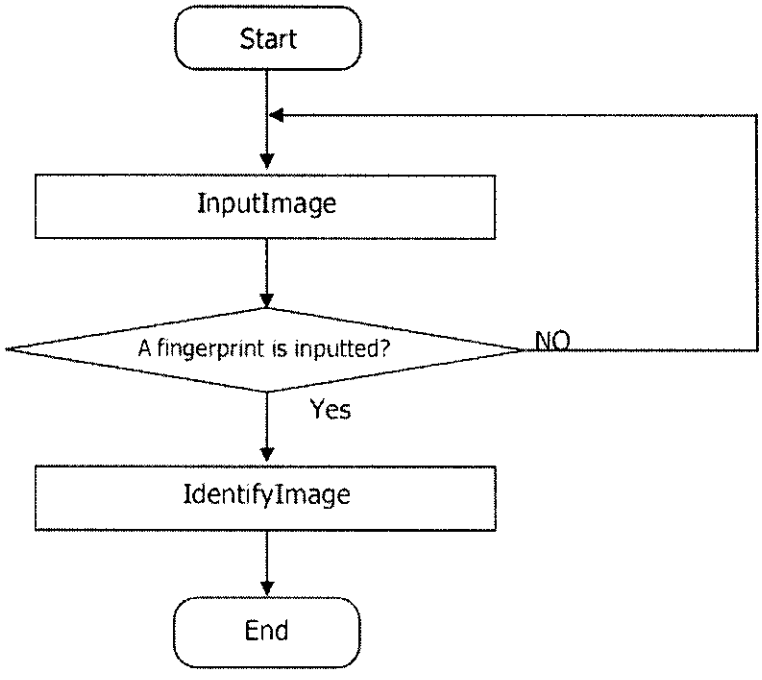
การลงทะเบียนลายนิ้วมือ สำหรับโมดูล OEM2000P ผู้ใช้จะต้องวางนิ้วมือลงบนเซ็นเซอร์แล้วยกนิ้วมือออก 3 ครั้ง โดยลำดับการส่งคำสั่งจากโฮสต์ไปยังโมดูลเป็นไปดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 ขั้นตอนการลงทะเบียนลายนิ้วมือ

2.2.7. การระบุลายนิ้วมือ

การระบุลายนิ้วมือเป็นการตรวจสอบลายนิ้วมือที่ต้องการตรวจสอบกับลายนิ้วมือทั้งหมดในฐานข้อมูลว่าเหมือนกับลายนิ้วมือใด ผู้ใช้จะต้องวางนิ้วมือที่ต้องการตรวสสอบลงบนเซ็นเซอร์ โมดูลจะสแกนลายนิ้วมือแล้วทำการตรวจสอบลายนิ้วมือ จากนั้นจะแสดงผลลัพธ์ออกมาเป็นหมายเลขประจำลายนิ้วมือ หากตรวจไม่พบลายนิ้วมือในฐานข้อมูลก็จะแสดงเป็นรหัสความผิดพลาด ขั้นตอนการระบุรายนิ้วมือเป็นไปตามรูปที่ 2.12



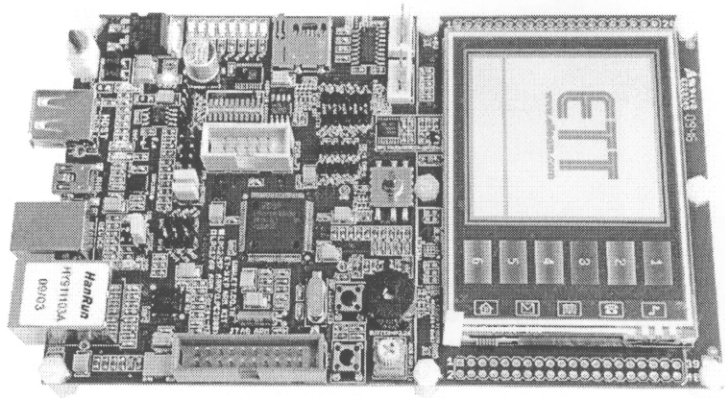
รูปที่ 2.12 ขั้นตอนการระบุลายนิ้วมือ

2.2.8.ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์มีหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบตรวจสอบลายนิ้วมือแบบพกพา ในปัจจุบันมีไมโครคอนโทรลเลอร์ให้เลือกใช้มากมาย แต่ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล ARM ซึ่งมีข้อดีหลายประการคือ

1. มีความเร็วในการทำงานสูง
2. มีหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลภายในที่เพียงพอสำหรับการใช้งาน
3. พัฒนาซอฟต์แวร์ได้ง่าย
4. ประหยัดพลังงานไฟฟ้า จึงเหมาะสมกับการใช้งานแบบพกพา ซึ่งต้องใช้พลังงานจากแบตเตอรี่
5. มีบอร์ดทดลองที่ใช้โปรเซสเซอร์ตระกูลนี้ให้เลือกใช้มากมาย

งานวิจัยนี้ใช้บอร์ด ET-NXP ARM KIT (LPC1768) ของบริษัท ETT (รูปที่ 14) บอร์ดนี้มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับการใช้งานในงานวิจัยนี้ดังนี้

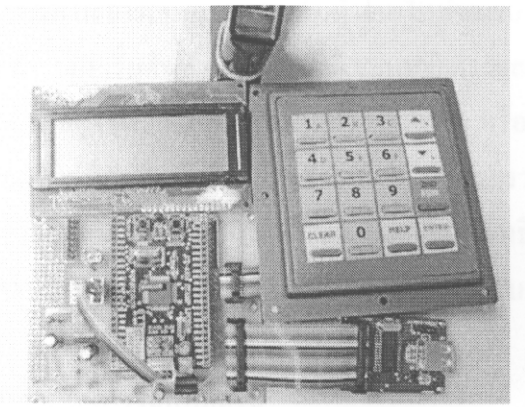


รูปที่ 2.13 บอร์ด ET-NXP ARM KIT (LPC1768)

บอร์ด ET-NXP ARM KIT (LPC1768) นี้มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับการใช้งานในงานวิจัยนี้ดังนี้

1. ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 32 บิต ตระกูล ARM Cortex M3 เบอร์ LPC1768 ของบริษัท NXP
2. มีหน่วยความจำภายในแบบ Flash 512 KB และ Static RAM 64 KB
3. ประมวลผลที่ความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด 100 MHz
4. มีวงจร Real Time Clock
5. มีวงจร USB Device 2.0
6. มีวงจร USB Host
7. มีวงจรเชื่อมต่อ Ethernet 10/100 Mb
8. มีวงจรสื่อสาร RS-232C จำนวน 2 ช่อง
9. มีจอแสดงผล LCD สีแบบสัมผัส ความละเอียด 320x240 จุด
10. มีซอกเก็ตสำหรับหน่วยความจำ Micro SD Card

ในช่วงแรกของงานวิจัย ผู้วิจัยได้เลือกใช้บอร์ด ET-ARM STAMP LPC2138 เป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมดของวงจร เนื่องจากบอร์ดดังกล่าวยังไม่มีความสมบูรณ์ในตัวเองจึงต้องต่อวงจรเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถใช้งานได้ วงจรเพิ่มเติมที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นคือ วงจรเชื่อมต่อกับจอ LCD วงจรเชื่อมต่อกับแป้นพิมพ์ และวงจรเชื่อมต่อกับหน่วยความจำ SD Card รูปที่ 2.14 แสดงต้นแบบเครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือรุ่นแรก



รูปที่ 2.14 เครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือรุ่นแรก

การเปลี่ยนมาใช้บอร์ด ET-NXP ARM KIT ในรุ่นใหม่มีข้อดีกว่ารุ่นแรกคือ ต้นทุนต่ำกว่า และไม่จำเป็นต้องมีแป้นพิมพ์ เพราะจอแสดงผลแบบ LCD ที่ใช้เป็นแบบที่มีเซ็นเซอร์สัมผัสในตัว ทำให้สามารถพัฒนาซอฟต์แวร์ให้ทำหน้าที่เป็นแป้นพิมพ์สำหรับป้อนข้อมูลได้อีกด้วย การที่บอร์ดรุ่นใหม่รวมทุกวงจรที่ต้องการไว้บนบอร์ดเดียวกันทำให้ระบบมีขนาดเล็ก ซึ่งเหมาะแก่การใช้งานแบบพกพา

รายละเอียดการทำงานของบอร์ด ET-NXP ARM KIT สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากคู่มือใช้งานของบอร์ดนี้ [5]

2.3. การออกแบบซอฟต์แวร์

หน้าที่หลักของเครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือแบบพกพาสำหรับบันทึกการเข้าชั้นเรียนคือการระบุลายนิ้วมือ และบันทึกข้อมูลการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาแต่ละคนเพื่อให้ผู้สอนสามารถสรุปสถิติการเข้าเรียนได้เมื่อต้องการ แต่ก่อนที่ระบบจะสามารถระบุลายนิ้วมือได้นั้น จะต้องมีการลงทะเบียนลายนิ้วมือก่อน นอกจากนี้ในทางซอฟต์แวร์ยังจะต้องมีฟังก์ชันพื้นฐานต่างๆ ที่จำเป็น เช่นฟังก์ชันรับข้อมูลเข้า และแสดงผลข้อมูลเพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่าย และยังต้องมีฟังก์ชันสนับสนุนต่างๆ เพื่อการจัดการระบบ เช่นฟังก์ชันการตั้งวันที่และเวลา ฟังก์ชันการเพิ่มและลบผู้ใช้ออกจากระบบ รวมทั้งฟังก์ชันการถ่ายโอนข้อมูลอีกด้วย

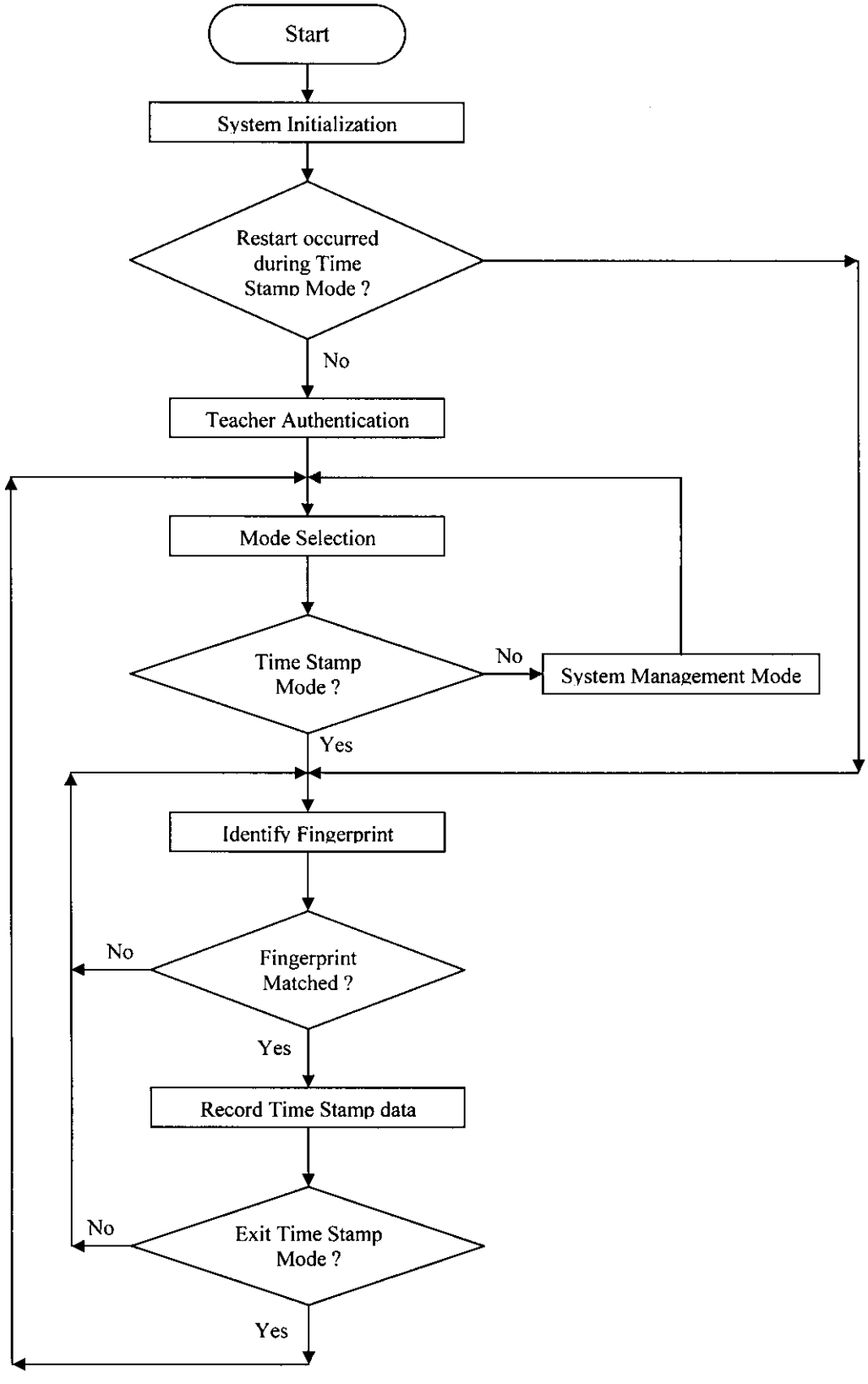
รูปที่ 2.15 เป็นโฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของเครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือแบบพกพาสำหรับบันทึกการเข้าชั้นเรียน

จากรูปที่ 2.15 เมื่อเริ่มต้นทำงาน ระบบจะตั้งค่าเริ่มต้น (System Initialization) เพื่อกำหนดค่าเริ่มต้นข้องตัวแปร และโปรแกรมอุปกรณ์ต่างๆ บนบอร์ด เช่น วงจรนาฬิกา วงจรควบคุมจอแสดงผล LCD วงจรเชื่อมต่อ SD-Card เปิดไฟล์เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการบันทึกประวัติการลงเวลา และอื่นๆ จากนั้นจะตรวจสอบว่าระบบเริ่มต้นทำงาน (จากการรีเซ็ต) ขณะอยู่ใน “โหมดลง

เวลา" (Time Stamp Mode) หรือไม่ ถ้าระบบมีการเริ่มต้นทำงานใหม่ขณะอยู่ในหมดลงเวลา ระบบจะเข้าสู่โหมดลงเวลาทันที ถ้าระบบเริ่มต้นทำงานตามปกติ ระบบจะตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้ก่อนว่ามีสิทธิ์เข้าใช้ระบบหรือไม่ ดังนั้นผู้ใช้คนแรกจะต้องเป็นอาจารย์ผู้สอน หรือผู้ดูแลระบบ ถ้าเป็นนักศึกษาจะไม่สามารถหรือผู้ที่ไม่มีสิทธิ์จะไม่สามารถทำงานต่อได้ การตรวจสอบสิทธิ์นี้อาจใช้การสแกนลายนิ้วมือ หรือจะใช้วิธีการป้อนรหัสผ่านก็ได้ ถ้าการตรวจสอบสิทธิ์สำเร็จ ระบบก็จะเข้าสู่เมนูหลักซึ่งจะให้ผู้ใช้เลือกว่าจะเข้าสู่โหมดลงเวลา หรือ "โหมดจัดการระบบ" (System Management Mode)

ฟังก์ชันต่างๆ ในโหมดจัดการระบบมีดังนี้

1. เปลี่ยนแปลงวันที่ และเวลา
2. เพิ่มผู้ใช้ (ลงทะเบียนลายนิ้วมือ)
3. ลบผู้ใช้ (ลบลายนิ้วมือ)
4. ตรวจสอบลายนิ้วมือ (ตรวจสอบว่าลายสามารถรู้จำลายนิ้วมือผู้ใช้ได้ถูกต้องหรือไม่)
5. ลงเวลาโดยการป้อนรหัสนักศึกษา (กรณีที่การสแกนลายนิ้วมือมีปัญหา)
6. โอนถ่ายข้อมูลประวัติการเข้าชั้นเรียนไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.15 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของเครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือแบบพกพา

เมื่อเสร็จสิ้นการทำงานในโหมดจัดการระบบแล้วก็จะกลับสู่เมนูหลักเพื่อรอคำสั่งจากผู้ใช้ต่อไป

หากผู้ใช้เลือกโหมดลงเวลาระบบจะเริ่มตรวจสอบลายนิ้วมือ ซึ่งในขั้นตอนนี้อาจารย์จะส่งเครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือให้นักศึกษาในห้องเรียนเพื่อสแกนลายนิ้วมือ หากสำเร็จก็จะบันทึกชื่อ รหัสนักศึกษา วันที่ และเวลาปัจจุบันลงไฟล์ จากนั้นก็จะส่งเครื่องไปให้นักศึกษาคนอื่นสแกนลายนิ้วมือจนครบทั้งห้องเรียน จากโฟลว์ชาร์ตจะเห็นว่า เมื่อสิ้นสุดการบันทึกการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษา 1 คน จะมีการตรวจสอบว่ามีคำสั่งให้ออกจากโหมดลงเวลาหรือไม่ ถ้าไม่ โปรแกรมก็จะวนไปตรวจสอบลายนิ้วมือนักศึกษาคนอื่นต่อไป ถ้าต้องการให้ออกจากโหมดการลงเวลา ระบบจะทำการตรวจสิทธิ์ ซึ่งผู้มีสิทธิ์จะต้องเป็นอาจารย์หรือผู้ดูแลระบบเท่านั้น (กลุ่มเดียวกับผู้มีสิทธิ์เปิดเครื่องใช้งาน) นักศึกษาจะไม่สามารถออกจากโหมดลงเวลาได้

ในกรณีที่นักศึกษาปิดสวิตซ์เครื่องขณะอยู่ในโหมดลงเวลา จะด้วยความบังเอิญ หรือด้วยความตั้งใจก็แล้วแต่ เมื่อเปิดสวิตซ์เครื่องอีกครั้ง เครื่องก็จะกลับเข้าสู่โหมดลงเวลาทันที ดังที่ได้อธิบายไว้ก่อนหน้านี้ การเขียนโปรแกรมไว้ลักษณะนี้มีข้อดี 2 ประการคือ ประการแรก นักศึกษาไม่สามารถออกจากโหมดลงเวลาโดยการปิดสวิตซ์เครื่อง และประการที่สองอาจารย์ไม่จำเป็นต้องทำการตรวจสอบสิทธิ์เพื่อเข้าสู่โหมดลงเวลาอีกครั้ง

จากขั้นตอนการทำงานจะเห็นว่าเครื่องวนอยู่ในโหมดลงเวลาจนกว่าอาจารย์หรือผู้ดูแลระบบจะสั่งให้หยุด

ในการใช้งานจริง จะมีกรณีที่เครื่องไม่สามารถตรวจสอบลายนิ้วมือของนักศึกษาได้อย่างถูกต้อง อาจเนื่องมาจากลายนิ้วมือไม่ชัด ได้รับอุบัติเหตุ หรือมีเหตุขัดข้องต่างๆ อาจารย์สามารถเข้าสู่โหมดจัดการระบบเพื่อลงเวลาให้นักศึกษาโดยการป้อนรหัสนักศึกษา ซึ่งมีผลเทียบเท่ากับการสแกนลายนิ้วมือ ทั้งนี้จะกระทำได้ภายใต้การอนุญาตและการควบคุมโดยอาจารย์เท่านั้น

สำหรับนักศึกษาแต่ละคนที่เข้าชั้นเรียน เมื่อสแกนลายนิ้วมือกับเครื่อง และเครื่องสามารถตรวจสอบลายนิ้วมือได้ถูกต้อง เครื่องจะบันทึกข้อมูลที่จำเป็นลงไฟล์ ซึ่งเก็บอยู่ในหน่วยความจำแบบ SD-Card ที่ข้อมูลจะไม่สูญหายแม้จะไม่มีไฟเลี้ยง

การบันทึกข้อมูลลงไฟล์จะต้องกำหนดรูปแบบที่เหมาะสมเพื่อจะได้นำข้อมูลไปประมวลผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลได้สะดวก ในงานวิจัยนี้จะบันทึกข้อมูลในรูปแบบ Comma-Separated Values (CSV)

CSV เป็นการบันทึกข้อมูลลงตารางฐานข้อมูล (Database Table) อย่างง่ายโดยใช้ข้อมูลในรูปแบบข้อความ (Text) ข้อมูล 1 เรคคอร์ด (Record) คือข้อความ 1 บรรทัด โดยข้อมูลในแต่ละฟิลด์ (Field) จะถูกคั่นด้วยจุลภาค (,)

ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลเข้าชั้นเรียน

1234,5310110001,Somsak,Deejai,12/04/53,12:32:45

1112,5310110045,Meechai,Jaidee,12/04/53,12:33:04

ฟิลด์ที่ 1: ตัวเลข 4 หลัก คือหมายเลขประจำลายนิ้วมือ (Fingerprint ID) เป็นตัวเลขที่โมดูลตรวจสอบลายนิ้วมือใช้งาน

ฟิลด์ที่ 2: ตัวเลข 10 หลัก คือรหัสนักศึกษาที่มหาวิทยาลัยกำหนด

ฟิลด์ที่ 3: อักขระ ความยาว 15 ตัวอักษร คือชื่อของนักศึกษา

ฟิลด์ที่ 4: อักขระ ความยาว 15 ตัวอักษร คือชื่อนามสกุลของนักศึกษา

ฟิลด์ที่ 5: คือวันที่ปัจจุบัน อยู่ในรูปแบบ วันที่/เดือน/ปี

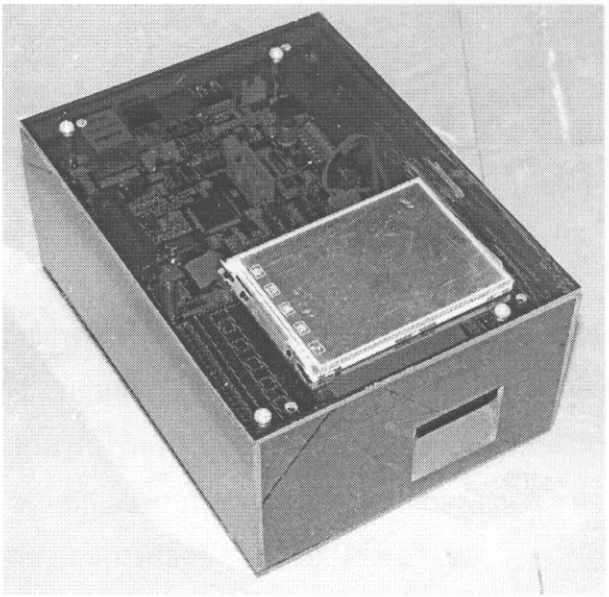
ฟิลด์ที่ 6: คือเวลาปัจจุบัน อยู่ในรูปแบบ ชั่วโมง:นาที:วินาที

การบันทึกข้อมูลเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาแต่ละคนจะอยู่คนละบรรทัด ข้อมูลทั้งหมด (ทั้งภาคการศึกษา) จะเก็บอยู่ในไฟล์เดียวเพื่อให้สะดวกในการบันทึกและการนำไปใช้งาน

การบันทึกข้อมูลในรูปแบบ CSV ในงานวิจัยนี้จะบันทึกลงไฟล์ที่มีนามสกุล .csv ซึ่งไฟล์นี้สามารถอ่านได้โดยโปรแกรม Microsoft Excel ได้ทันที จึงสามารถนำไปประมวลผล เช่น นับจำนวนครั้งในการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาแต่ละคน ได้โดยง่าย

บทที่ 3
ผลการวิจัย

ผลจากการพัฒนาฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ทำให้ได้ต้นแบบเครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือแบบพกพาสำหรับบันทึกการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาที่สามารถใช้งานได้จริง ซอฟต์แวร์ของเครื่องพัฒนาด้วยภาษา C โดยใช้โปรแกรม MDK-ARM ของบริษัท Keil [6] รูปที่ 3.1 แสดงภาพของเครื่องต้นแบบ



รูปที่ 3.1 เครื่องต้นแบบ

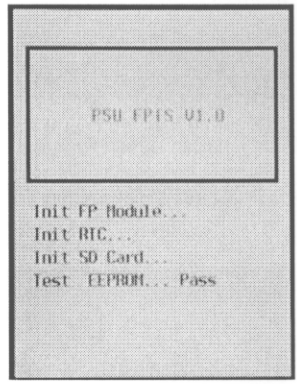
จากรูปที่ 3.1 จะเห็นว่าส่วนจอแสดงผล LCD อยู่ด้านบน ซึ่งทำหน้าที่เป็นทั้งจอแสดงผลและเป็นแป้นพิมพ์ในตัว เนื่องจากข้อจำกัดของพื้นที่โมดูลสแกนลายนิ้วมือจึงถูกติดตั้งไว้ด้านข้าง ดังนั้นการสแกนลายนิ้วมือโดยใช้นิ้วชี้หรือนิ้วกลางจะทำได้สะดวกที่สุด

ภายในเครื่องต้นแบบจะมีแบตเตอรี่แบบชาร์จได้บรรจุอยู่ ทำให้สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องเสียบปลั๊ก การชาร์จพลังงานให้กับแบตเตอรี่สามารถทำได้โดยต่อแหล่งจ่ายไฟตรงขนาด 12 โวลต์เข้าไปที่ขั้วไฟด้านหลังกล่อง

บัซเซอร์ที่มีมากับบอร์ด ET-NXP ARM KIT (LPC1768) ถูกโปรแกรมให้ดังทุกครั้งที่มีการกดแป้นพิมพ์ และเมื่อมีการวางนิ้วมือบนเซนเซอร์สแกนลายนิ้วมือ รวมทั้งสร้างเสียงบี๊บสั้นหรือยาวเพื่อให้ผู้ใช้ทราบในกรณีที่การทำงานถูกต้อง หรือการทำงานผิดพลาด

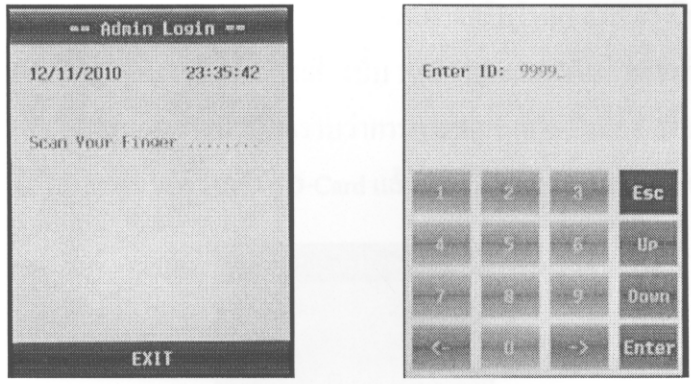
โปรแกรมทั้งหมดเขียนด้วยภาษา C โดยใช้โปรแกรม MDK-ARM ของบริษัท Keil เป็นเครื่องมือในการพัฒนา การเขียนโปรแกรมสำหรับไมโครโปรเซสเซอร์ตระกูล ARM นิยมพัฒนาด้วยภาษา C เพราะมีความรวดเร็วในการทำงาน และสามารถพัฒนาโปรแกรมซับซ้อนได้สะดวก

รูปที่ 3.2 แสดงภาพหน้าจอเมื่อเปิดเครื่อง ซึ่งจะแสดงการตรวจสอบอุปกรณ์ต่างๆ ในเครื่อง หากมีส่วนใดส่วนหนึ่งทำงานผิดพลาด เครื่องจะหยุดทำงาน



รูปที่ 3.2 ภาพหน้าจอเมื่อเปิดเครื่อง

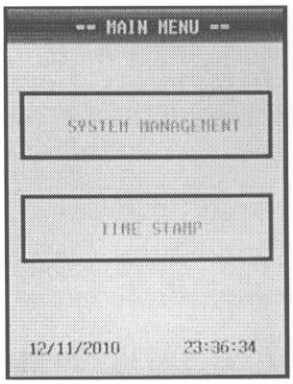
เมื่ออุปกรณ์ทุกอย่างทำงานได้ถูกต้อง เครื่องจะเข้าสู่ฟังก์ชันการตรวจสอบสิทธิ์ผู้ใช้ ในขั้นตอนนี้ อาจารย์จะต้องสแกนลายนิ้วมือ หรือป้อนรหัสผ่านเพื่อให้เครื่องทำงานต่อไปได้ ผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตจะไม่สามารถใช้เครื่องนี้ได้ รูปที่ 3.3 (ก) แสดงหน้าจอการตรวจสอบสิทธิ์ด้วยการสแกนลายนิ้วมือ ถ้าผู้ใช้กดปุ่ม Exit เครื่องก็จะยกเลิกการสแกนลายนิ้วมือ แต่จะแสดงแป้นพิมพ์เพื่อให้ผู้ใช้ป้อนรหัสผ่าน แทนการสแกนลายนิ้วมือ (รูปที่ 3.3 (ข))



(ก) (ข)

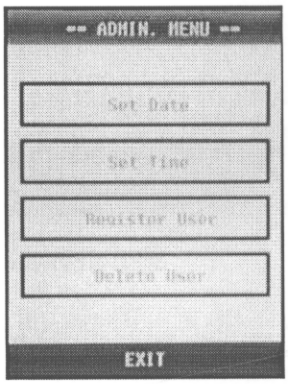
รูปที่ 3.3 ภาพหน้าจอการตรวจสอบสิทธิ์ (ก) ด้วยลายนิ้วมือ (ข) ด้วยรหัสผ่าน

หลังจากตรวจสอบสิทธิ์ผ่านแล้ว เครื่องจะแสดงเมนูหลัก เพื่อให้ผู้ใช้เลือกว่าจะทำงานในโหมดจัดการเครื่อง หรือโหมดลงเวลา รูปที่ 3.4 แสดงเมนูหลัก



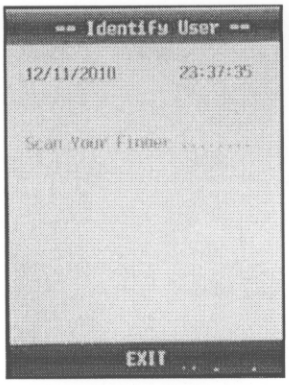
รูปที่ 3.4 ภาพหน้าจอเมนูหลัก

ถ้าผู้ใช้เลือกโหมดจัดการเครื่อง เครื่องจะแสดงเมนูฟังก์ชันต่างๆ ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ฟังก์ชันต่างๆ ในโหมดจัดการเครื่อง

ถ้าผู้ใช้เลือกโหมดลงเวลา เครื่องจะเข้าสู่โหมดลงเวลา และแสดงข้อความให้วางนิ้วมือลงบนเซ็นเซอร์เพื่อบันทึกการเข้าชั้นเรียน รูปที่ 3.6 แสดงหน้าจอในโหมดลงเวลา ถ้ามีการสแกนลายนิ้วมือ และลายนิ้วมือถูกต้อง เครื่องจะส่งเสียงบี๊บ 1 ครั้ง และแสดงชื่อและรหัสนักศึกษาของเจ้าของลายนิ้วมือ เพื่อให้ผู้สแกนลายนิ้วมือทราบว่าการการสแกนลายนิ้วมือสำเร็จ จากนั้นเครื่องจะบันทึกข้อมูลเข้าชั้นเรียนลงหน่วยความจำ SD-Card แล้วกลับไปรอการสแกนลายนิ้วมือต่อไป



รูปที่ 3.6 หน้าจอของโหมดลงเวลา

บทที่ 4
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

4.1. สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาต้นแบบเครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือแบบพกพาสำหรับบันทึกการเข้าชั้นเรียนในโครงการวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี เครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้จริงตามที่ได้ออกแบบไว้ ฮาร์ดแวร์ของเครื่องประกอบด้วย บอร์ด ET-NXP ARM KIT (LPC1768) โมดูลตรวจสอบลายนิ้วมือ OEM-2000P หน่วยความจำ SD-Card และแบตเตอรี่แบบชาร์จได้

4.2. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการพัฒนาเครื่องต้นแบบให้ดีขึ้น มีดังนี้

1. ลดขนาดให้เล็กลง เพื่อให้สะดวกแก่การพกพายิ่งขึ้น
2. ปรับปรุงให้สามารถบันทึกการเข้าชั้นเรียนได้หลายวิชาในเครื่องเดียวกัน
3. สามารถถ่ายโอนข้อมูลทางพอร์ต USB
4. สามารถถ่ายโอนข้อมูลลายนิ้วมือจากเครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่งได้ ในกรณีที่มีหลายเครื่อง โดยที่ผู้ใช้ทุกคนไม่ต้องลงทะเบียนลายนิ้วมือซ้ำ

บรรณานุกรม

[1] Maio, D., Maltoni, D., Cappelli, R., Wayman, J.L. and Jain, A.K, "FVC2000: Fingerprint Verification Competition", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, pp. 402-412, Mar. 2002.

[2] Jain, A.K., Ross, A. and Prabhakar, S., "An introduction to biometric recognition", *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, pp. 4-20, Jan. 2004.

[3] Pereira, C.E. and Gotz, M, "Architectural solutions for enhancing the real-time behavior of distributed embedded systems", *Proceedings of the Eighth International Workshop on Object-Oriented Real-Time Dependable Systems*, pp. 164-168, Jan. 15-17, 2003.

[4] BioPrima OEM2000P-44B0 Fingerprint Identification BoardOEM2000P, APRO Technology (Bangkok) Co., Ltd., Feb. 2007.

[5] คู่มือการใช้งานบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น ET-NXP ARM KIT (LPC1768), บริษัท อีทีที จำกัด

[6] www.keil.com/arm, เข้าถึงครั้งล่าสุดเมื่อ 11 พ.ย. 2553

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายมนตรี กาญจนะเดชะ
   (ภาษาอังกฤษ) Mr. Montri Karnjanadecha
2. ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์ ระดับ 9
3. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
ม. สงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ. สงขลา 90112
โทรศัพท์ 0-7428-7076, 0-7421-2895
โทรสาร 0-7421-2895
e-mail: montri@coe.psu.ac.th

4. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบ	ระดับปริญญา	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบัน	ประเทศ
2533	ตรี	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	วิศวกรรมไฟฟ้า	ม.สงขลานครินทร์	ไทย
2538	โท	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	วิศวกรรมไฟฟ้า	ม.สงขลานครินทร์	ไทย
2543	เอก	วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต	วิศวกรรมไฟฟ้า	Old Dominion Univ.	USA

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

การประมวลผลสัญญาณดิจิตอล การประมวลผลภาพ การรู้จำเสียงพูด การออกแบบระบบคอมพิวเตอร์ฝังตัว

6. ผลงานวิจัย

ชื่อโครงการ	ระยะเวลาดำเนินการ	แหล่งทุน	**วงเงิน** (บาท)	สถานภาพในการทำวิจัย
An Application of Cepstral/Temporal Features for Connected Thai Numeral Recognition with Hidden Markov Models	2544-2545	เงินรายได้ คณะวิศวกรรมศาสตร์	80,000	หัวหน้าโครงการ
การพัฒนาระบบพูดแทนพิมพ์ภาษาไทย	2544-2545	NECTEC	825,120	หัวหน้าโครงการ

7. บทความที่ตีพิมพ์เผยแพร่

1. Karnjanadecha M., Kimsawad P., and Tanthanakit P., "HMM Based Speech Recognition of Continuous Thai Digits," *Proceedings of the 2001 International Symposium on Communications and Information Technology*, pp. 271-274, Chiang Mai, Thailand, Nov. 14-16, 2001.

2. Karnjanadecha, M., and Kimsawad, P., "A Comparison of Front-End Analyses for Thai Speech Recognition," *Proc.of the ICSLP 2002*, Denver, Colorado, USA., Sept.16-20, 2002.

3. Tan L. and Karnjanadecha M., "Modified Mel-Frequency Cepstrum Coefficient," *Proceedings of the Information Engineering Postgraduate Workshop 2003*, pp. 127-130, Songkhla, Thailand, Jan. 30-31, 2003.

4. Karnjanadecha M., Kimsawad P., Chukumnird W., and Vaithayavanich K., "An Automatic Speech Transcriber for the Thai Speech Corpus Project," *Proceedings of the 3rd International Symposium on Communications and Information Technology*, Vol. II, pp. 551-556, Songkhla, Thailand, Sept. 3-5, 2003.

5. Tan L., and Karnjanadecha M., "Pitch Detection Algorithm: Autocorrelation Method and AMDF," *Proceedings of the 3rd International Symposium on Communications and Information Technology*, Vol. II, pp. 551-556, Songkhla, Thailand, Sept. 3-5, 2003.

6. Tan L., Karnjanadecha M., Khaorapapong T., and Tandayya P., "A Study of Thai Tone Classification," *Proceedings of the 4th Information Engineering Postgraduate Workshop 2004*, pp. 24-27, Phuket, Thailand, Jan. 22-23, 2004.

7. Tan L., Karnjanadecha M., and Khaorapapong T., "A Study Tone Classification for Continuous Thai Speech Recognition," *Proceedings of the International Conference on Spoken Language Processing 2004*, Jeju Island, Korea, Oct. 4-8, 2004.