ระบบเฝ้าระวังผู้ป่วยฉุกเฉินแบบไร้สาย

MOBILE EMERGENCY PATIENT MONITORING SYSTEM

ณัฐนนท์ พรมมา

NATANONT PHOMMA

อานนท์ กีรติวิรินทร์

ARNON KEERATIWASIN

ภัทรกร ยอดวันดี

PATTRAPHON YOTWANDEE

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

ระบบเฝ้าระวังผู้ป่วยฉุกเฉินแบบไร้สาย
MOBILE EMERGENCY PATIENT MONITORING SYSTEM

ณัฐนนท์ พรมมา
NATANONT PHOMMA

อานนท์ กีรติวศิน
ARNON KEERATIWASIN

ภัทรภร ยอดวันดี
PATTRAPHON YOTWANDEE

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

MOBILE EMERGENCY PATIENT MONITORING SYSTEM

NATANONT PHOMMA

ARNON KEERATIWASIN

PATTRAPHON YOTWANDEE

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2013

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบเฝ้าระวังผู้ป่วยฉุกเฉินแบบไร้สาย		
รายชื่อนักศึกษา	นายณัฐนนท์	พรมมา	รหัสนักศึกษา 53010459
	นายอานนท์	กีรติวศิน	รหัสนักศึกษา 53011928
	นางสาวภัทรภร	ยอดวันดี	รหัสนักศึกษา 53011218

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมสารสนเทศ
พ.ศ. 2556
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ รศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

.....

(รศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบเฝ้าระวังผู้ป่วยฉุกเฉินแบบไร้สาย	
รายชื่อนักศึกษา	นายณัฐนนท์ พรมมา	รหัสนักศึกษา 53010459
	นายอานนท์ กีรติวศิน	รหัสนักศึกษา 53011928
	นางสาวภัทรภร ยอดวันดี	รหัสนักศึกษา 53011218
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
พ.ศ.	2556	
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	รศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล	

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันพบว่าแพทย์และพยาบาลไม่สามารถดูแลผู้ป่วยแต่ละคนได้อย่างทั่วถึงตลอดเวลา แม้แต่ผู้ป่วยซึ่งได้รับการดูแลเป็นพิเศษที่บ้านของผู้ป่วยเองก็ไม่สามารถได้รับการดูแลตลอดเวลาได้เช่นกัน ถ้าขาดการดูแลภายในช่วงเวลาสั้นๆ อาจเกิดปัญหาใหญ่ได้ เช่น กรณีผู้ป่วยเป็นโรคหัวใจวาย เป็นต้น โครงงานระบบเฝ้าระวังผู้ป่วยฉุกเฉินแบบไร้สายจึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยแพทย์และพยาบาลสามารถเฝ้าระวังผู้ป่วยได้ตลอดเวลาและได้รับการแจ้งเตือนได้ทันเวลา โครงงานนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลข้อมูลจากเซ็นเซอร์วัดชีพจรแบบดิจิตอลและเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิด้วยคลื่นรังสีอินฟราเรดแบบดิจิตอลติดบนร่างกายของผู้ป่วย จากนั้นข้อมูลที่ประมวลผลแล้วจะถูกส่งทางโมดูลไวฟายไปยังเว็บเซิรฟ์เวอร์เพื่อเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูล ดังนั้นแพทย์หรือพยาบาลสามารถตรวจสอบข้อมูลการเฝ้าระวังผู้ป่วย และการแจ้งเตือนได้ผ่านทางเว็บแอพพลิเคชั่น โดยเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต นอกจากนี้กรณีไม่มีคอมพิวเตอร์อุปกรณ์อื่นๆที่สามารถเชื่อมกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ยังสามารถตรวจสอบข้อมูลการเฝ้าระวังผู้ป่วยและการแจ้งเตือนได้ผ่านทางอุปกรณ์เฝ้าระวัง โดยอุปกรณ์นี้สามารถรับข้อมูลจากเว็บแอพพลิเคชั่นผ่านทางโมดูลไวฟาย ประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ แสดงข้อมูลชีพจรและอุณหภูมิของผู้ป่วยที่ถูกวัดครั้งล่าสุด และแจ้งเตือนด้วยเสียงโดยใช้บัซเซอร์ โครงงานนี้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเพื่อให้สามารถรองรับการใช้งานกับผู้ป่วยได้หลายราย แจ้งเตือนผ่านช่องทางการสื่อสารรูปแบบอื่นๆ และประยุกต์ใช้กับเซ็นเซอร์ที่ใช้ในทางการแพทย์อื่นๆได้มากขึ้น

Thesis Title	Mobile Emergency Patient Monitoring System		
Student	MR. Natanont	Phomma	Student ID. 53010459
	MR. Arnon	Keeratiwasin	Student ID. 53011928
	Miss. Pattraphon	yotwandee	Student ID. 53011218
Degree	Bachelor of Engineering		
Program	Information Engineering		
Year	2013		
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr. Attasit Lasakul		

ABSTRACT

In the present, Doctors and nurses can not care for each patient thoroughly at all times even patients received care at the patient's home can not be maintained at all times. If lack of care within a short period, it may have a big problem, for example, the patient is a heart attack. Mobile Emergency Patient Monitoring System are developed for doctors and nurses can observ patients at all time and receive a notification quickly. This project uses a microcontroller to process data from digital pulse sensor, and digital infrared temperature sensors stick on the patient's body. Then the processed data are transmitted by Wi-Fi module to web server to store the data in its database, so doctor or nurse can check datas and notification pass web application. Moreover, If doctor or nurse do not have computer or other devices in connection on internet, they can use mornitoring device which my project group has developed. The device can check mornitoring data , process by microcontroller, display pulse data and temperature data in the last mornitoring time ,and alert by sound from buzzer. This project can be further developed to support using with multiple patients, to alert through other forms of communication channels ,and to apply to the sensors used in other medical.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทางคณะผู้จัดทำได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากบุคคลหลายท่าน ซึ่งไม่อาจจะนำมากล่าวได้ทั้งหมด ผู้มีพระคุณท่านแรกที่ผู้ศึกษาใคร่กราบขอบพระคุณคือ ท่าน รศ.ดร. อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล ซึ่งท่านเป็นอาจารย์ที่คอยให้คำปรึกษา ตรวจทาน และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ในทุกขั้นตอน เพื่อให้โครงการนี้สำเร็จสมบูรณ์ที่สุด และให้ความรู้เพิ่มเติมในด้านอื่น ๆ อีกมากมาย ขอขอบคุณผู้มีพระคุณท่านที่สอง คือ นายวัชรพงษ์ ติยะพัฒนกุล เพื่อนของข้าพเจ้าที่ให้กำลังใจ คำปรึกษาในแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของโครงงานตลอดจนช่วยแนะนำเทคนิคการเขียนโปรแกรมเสมอมา ขอขอบคุณผู้มีพระคุณท่านที่สาม คือ นายวิชิต ปั้นเงิน ผู้ให้คำปรึกษา ตรวจทาน แก้ไขข้อบกพร่องในด้านของการทำวงจรและการเขียนโปรแกรมมาตลอดการทำโครงงาน ผู้ศึกษาใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้ นอกจากนี้ผู้ศึกษาใคร่ขอขอบพระคุณพี่ ๆ ในกลุ่มโคเวอร์แนนซ์ที่ให้กำลังใจ คำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับการจัดการกระบวนการทำงานในกลุ่มของข้าพเจ้าตลอดการทำโครงงาน ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังสถาบันการศึกษาที่สร้างเสริมประสบการณ์ต่าง ๆ ให้กับคณะผู้จัดทำอย่างมากมาย ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์และสาขาวิศวกรรมสารสนเทศที่เอื้อเฟื้อสถานที่ วัสดุอุปกรณ์ เงินทุนสนับสนุนการทำโครงงาน มอบความรู้ต่าง ๆ และส่งเสริมประสบการณ์ที่ดีอีกมากมายตลอดช่วงเวลาที่ได้ศึกษา

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ บิดา มารดาและญาติพี่น้องของคณะผู้จัดทำทุกท่านที่อยู่เบื้องหลังโดยให้ความช่วยเหลือสนับสนุนและกำลังใจตลอดมา

นายณัฐนนท์ พรมมา

นายอานนท์ กีรติวศิน

นางสาวภัทรภร ยอดวันดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VIII

สารบัญรูปภาพ IX

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 จุดประสงค์ 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.5 อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในโครงงาน 3

1.5.1 ฮาร์ดแวร์ 3

1.5.2 ซอร์ฟแวร์ 3

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน 4

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ 5

2.1 ชีพจรหรืออัตราการเต้นของหัวใจ 5

2.1.1 ชีพจรเกิดขึ้นได้อย่างไร 5

2.1.2 จุดชีพจร 5

2.1.3 การตรวจวัดชีพจร 6

2.1.4 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเต้นของชีพจร 7

2.1.5 สิ่งที่ต้องสังเกตขณะวัดชีพจร 7

2.2 อุณหภูมิของร่างกาย 8

2.2.1 ชนิดของอุณหภูมิร่างกาย 8

2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิภายในร่างกาย 8

2.2.3 อุณหภูมิร่างกายปกติแต่ละวัย 9

2.2.4 ภาวะผิดปกติของอุณหภูมิร่างกาย 9

2.2.5 ตำแหน่งที่ใช้วัดอุณหภูมิร่างกาย 10

2.3. โมดูล UART 10

2.3.1 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม 10

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.2 การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส 11
2.3.3 มาตรฐานอนุกรม RS232 11
2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 13
2.4.1 ความหมายของไมโครคอนโทรลเลอร์ 13
2.4.2 ส่วนประกอบทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ 13
2.4.3 ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ 14
2.4.4 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-BASE dsPIC30F4011 14
2.4.5 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-EASY MEGA1280 (Duino Mega) 19
2.5 เทคโนโลยีวายฟาย (Wi-Fi) 24
2.5.1 ความหมายของเทคโนโลยีวายฟาย 24
2.5.2 มาตรฐานของเทคโนโลยีวายฟาย 25
2.5.3 ลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ 26
2.5.4 กลไกรักษาความปลอดภัย 28
2.5.5 การตรวจสอบผู้ใช้งาน 29
2.5.6 เครือข่ายแลนไร้สาย (WLAN) 30
2.6 โพรโตคอล 31
2.6.1 ความหมายของโพรโตคอล 31
2.6.2 องค์ประกอบหลักของโพรโตคอล 31
2.6.3 มาตรฐานโพรโตคอล 31
2.6.4 โพรโตคอลทีซีพีไอพี (TCP/IP) 32
2.6.5 โพรโตคอลเอชทีทีพี (HTTP) 34
2.6.6 ไอพีแอดเดรส (IP Address) 36
2.7 โปรแกรมแอพเซิร์ฟ (AppServ) 39
2.7.1 กำเนิดโปรแกรมแอพเซิร์ฟ (AppServ) 39
2.7.2 ประวัตินักพัฒนาโปรแกรมแอพเซิร์ฟ (AppServ) 39
2.7.3 ความหมายของโปรแกรมแอพเซิร์ฟ (AppServ) 40
2.7.4 ข้อแตกต่างของโปรแกรมแอพเซิร์ฟ (AppServ) ในแต่ละเวอรชั่น 41
2.7.5 คำแนะนำในการเลือกใช้งานโปรแกรมแอพเซิร์ฟ (AppServ) 41
2.8 ภาษาพีเฮชพี (PHP) 41
2.8.1 ประวัติความเป็นมาของภาษาพีเฮชพี (PHP) 41

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.8.2 จุดเด่นของการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาพีเฮชพี (PHP) 42
2.8.3 จุดด้อยของการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาพีเฮชพี (PHP) 42
2.8.4 การสอดแทรกคำสั่งภาษาพีเฮชพี (PHP) ในเอกสารเฮชทีเอ็มแอล (HTML) 42
2.8.5 การใช้ตัวแปรในภาษาพีเฮชพี (PHP) 43
2.9 ภาษาเอสคิวแอล (SQL : Standard Query Language) 43
2.9.1 ภาษาที่ใช้สำหรับนิยามข้อมูล (Data Definition Language-DDL) 44
2.9.2 ภาษาสำหรับการจัดการข้อมูล (Data Manipulation Language-DML) 46
2.9.3 ภาษาควบคุม (Control Language) 47
2.9.4 ค่าบูลลีน (Boolean-Type Data) 47
2.9.5 ชุดคำสั่ง GROUP BY, ORDER BY และ HAVING 47
2.10 ภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript) 48
2.10.1 ลักษณะการทำงานของภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript) 48
2.10.2 ภาษาจาวาสคริปกับเฮชทีเอ็มแอล (JavaScript and HTML) 48
2.10.3 การตรวจสอบเว็บบราวเซอร์ 49
2.11 เซ็นเซอร์วัดอัตราการเต้นของชีพจร (Grove – Heart rate ear clip kit) 49
2.11.1 คุณสมบัติของเซ็นเซอร์วัดอัตราการเต้นของชีพจร 50
2.11.2 ข้อควรระวังในการใช้งาน 50
2.12 การวัดอุณหภูมิด้วยคลื่นอินฟราเรด 50
2.12.1 ข้อพิจารณาในการนำมาใช้งาน 51
บทที่ 3 หลักการทำงานและการออกแบบระบบ 53
3.1 หลักการทำงานโดยรวมของระบบเฝ้าระวังผู้ป่วยฉุกเฉินแบบไร้สาย 53
3.1.1 การทำงานของส่วนเซ็นเซอร์ (Sensors Module) 54
3.1.2 การทำงานของส่วนเซิร์ฟเวอร์ (Server) 55
3.1.3 การทำงานของส่วนอุปกรณ์เฝ้าระวัง (Monitoring Module) 61
3.2 การออกแบบ 62
3.2.1 การออกแบบของส่วนเซ็นเซอร์ (Sensors Module) 62
3.2.2 การออกแบบฐานข้อมูล 63
3.2.3 การออกแบบของส่วนอุปกรณ์เฝ้าระวัง 64
บทที่ 4 ขั้นตอนการทดลองและผลการทดลอง 65
4.1 การทดลองใช้งานส่วนเซ็นเซอร์ 65

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2 การทดลองใช้งานเว็บแอพลิเคชั่น 65
4.2.1 กรณีผู้ใช้งานมีสถานะเป็น “User” 66
4.2.2 กรณีผู้ใช้งานมีสถานะเป็น “Doctor” 68
4.2.3 กรณีผู้ใช้งานมีสถานะเป็น “Admin” 69
4.3 การทดลองใช้งานส่วนอุปกรณ์เฝ้าระวัง 73
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 74
5.1 สรุปผลการทดลอง 74
5.1.1 ส่วนของเซ็นเซอร์ 74
5.1.2 ส่วนของเว็บเซิร์ฟเวอร์ 74
5.1.3 ส่วนของอุปกรณ์เฝ้าระวัง 74
5.2 ข้อจำกัดของโครงงาน 74
5.3 แนวทางการพัฒนาโครงงาน 75
บรรณานุกรม 76
ภาคผนวก 78
ภาคผนวก ก. การติดตั้งโปรแกรม Appserv 79
ภาคผนวก ข. การติดตั้งโปรแกรม Driver ของ USB Bridge ของบอร์ด ET-EASY MEGA1280 (Duino Mega) 85
ภาคผนวก ค. Data sheet ของโมดูลเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิด้วยรังสีอินฟราเรด (MLX90614) 91

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงการดำเนินงาน 4
ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงช่วงของอัตราการเต้นของชีพจรในคนปกติโดยประมาณ....7
ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงการจัดขาและหน้าที่ในการใช้งานต่างๆของพอร์ตอนุกรม RS232 แบบ 9 ขา....12
ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงอัตราการส่งข้อมูลและความยาวของสายเคเบิลที่นิยมใช้งานกับพอร์ต RS232 13
ตารางที่ 2.4 ตารางการแบ่งคลาสของเลขหมายไอพีแอดเดรสที่ใช้งานได้ตามข้อกำหนด InterNIC 37
ตารางที่ 2.5 ตารางแสดงแท็กประกาศใช้งานภาษาพีเฮชพี PHP....42
ตารางที่ 3.1 ตาราง User เก็บข้อมูลรายละเอียดผู้เข้าใช้งานระบบ....63
ตารางที่ 3.2 ตาราง Patient_status เก็บข้อมูลรายละเอียดการเฝ้าระวังคนไข้ 63
ตารางที่ 3.3 ตาราง Alert_var เก็บข้อมูลเงื่อนไขการแจ้งเตือน 64
ตารางที่ 3.4 ตาราง Patient_history เก็บข้อมูลเงื่อนไขการแจ้งเตือน 64
ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงรหัสแทนสถานการณ์แจ้งเตือนและความหมาย 73

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 ตำแหน่งจุดชีพจรต่างๆบนร่างกายมนุษย์ 5
รูปที่ 2.2 การจับชีพจรในตำแหน่งต่างๆบนร่างกาย 6
รูปที่ 2.3 แบบจำลองการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม 10
รูปที่ 2.4 แบบจำลองการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมอะซิงโครนัส 11
รูปที่ 2.5 ระดับสัญญาณของ RS232 11
รูปที่ 2.6 พอร์ตอนุกรม RS232 ตัวผู้ 12
รูปที่ 2.7 พอร์ตอนุกรม RS232 ตัวเมีย 12
รูปที่ 2.8 โครงสร้างสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ 13
รูปที่ 2.9 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-BASE dsPIC30F4011 14
รูปที่ 2.10 โครงสร้างของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-BASE dsPIC30F4011 15
รูปที่ 2.11 ตำแหน่งของขั้วต่อสัญญาณต่างๆ 16
รูปที่ 2.12 แสดงการจัดขาไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F4011 17
รูปที่ 2.13 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-EASY MEGA1280 (Duino Mega) 19
รูปที่ 2.13 โครงสร้างของบอร์ด ET-EASY MEGA1280 (Duino Mega) 21
รูปที่ 2.14 แสดงการปรับจัมเปอร์เพื่อเปลี่ยนโหมดการใช้งาน 22
รูปที่ 2.15 ขั้วต่อ AVRISP 23
รูปที่ 2.16 ขั้วต่อ Digital I/O 23
รูปที่ 2.17 โครงสร้างของเครือข่ายวายฟายแบบ infrastructure 27
รูปที่ 2.18 โครงสร้างของเครือข่ายวายฟายแบบ Ad-Hoc 27
รูปที่ 2.19 ภาพแสดงการเข้ารหัสข้อมูลในกลไก WEP 28
รูปที่ 2.20 ภาพแสดงการถอดรหัสข้อมูลในกลไก WEP 29
รูปที่ 2.21 การรับส่งข้อมูลโดยใช้โพรโตคอลTCP/IP 33
รูปที่ 2.22 แสดงคำสั่งในโพรโตคอลเอชทีทีพี 34
รูปที่ 2.23 การทำงานของโปรโตคอลเอชทีทีพี 35
รูปที่ 2.24 ตัวอย่างการแบ่งซับเน็ต 38
รูปที่ 2.25 รูปแบบชื่อโดเมน 38
รูปที่ 2.26 เซ็นเซอร์วัดอัตราการเต้นของชีพจร 49
รูปที่ 2.27 กราฟแสดงคุณสมบัติทางสเปกตรัมของการกระจายออกจากตัววัตถุ 51
รูปที่ 2.28 ความคมชัดในการมองเห็นของอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์ที่ถูกกำหนดด้วยอัตราส่วน D:S 52
รูปที่ 3.1 ภาพรวมของระบบเฝ้าระวังคนไข้ฉุกเฉินแบบไร้สาย 53

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.2 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของส่วนเซ็นเซอร์ 54
รูปที่ 3.3 ซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงส่วนเซ็นเซอร์ส่งข้อมูลมาเก็บไว้บนเซิร์ฟเวอร์ 55
รูปที่ 3.4 ซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงส่วนอุปกรณ์เฝ้าระวังดึงข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ 55
รูปที่ 3.5 ซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงผู้ใช้งานล็อกอินเข้าสู่ระบบ 56
รูปที่ 3.6 ซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงผู้ใช้งานตรวจสอบข้อมูลการเฝ้าระวัง 56
รูปที่ 3.7 ซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงผู้ใช้งานตรวจสอบค่าการแจ้งเตือนที่ถูกตั้งค่าไว้ 57
รูปที่ 3.8 ซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงผู้ใช้งานตรวจสอบข้อมูลการเฝ้าระวังย้อนหลัง 57
รูปที่ 3.9 ซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงผู้ดูแลระบบเพิ่มข้อมูลผู้เข้าใช้งาน 58
รูปที่ 3.10 ซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงผู้ดูแลระบบอัพเดทข้อมูลผู้เข้าใช้งาน 58
รูปที่ 3.11 ซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงผู้ดูแลระบบค้นหาข้อมูลผู้เข้าใช้งาน 59
รูปที่ 3.12 ซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงผู้ดูแลระบบลบข้อมูลผู้เข้าใช้งาน 59
รูปที่ 3.13 ซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงแพทย์กำหนดค่าเงื่อนไขการแจ้งเตือน 60
รูปที่ 3.14 ซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงผู้ใช้งานออกจากระบบ 60
รูปที่ 3.15 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของส่วนอุปกรณ์เฝ้าระวัง 61
รูปที่ 3.16 แสดงอุปกรณ์ส่วนของเซ็นเซอร์ 62
รูปที่ 3.17 แบบจำลอง NIAM/ORM แสดงภาพรวมของฐานข้อมูล 63
รูปที่ 3.18 แสดงอุปกรณ์เฝ้าระวัง 64
รูปที่ 4.1 แสดงผลการทดลองวัดค่าจากเซ็นเซอร์ 65
รูปที่ 4.2 แสดงอินเตอร์เฟสหน้าล็อกอินเข้าสู่ระบบ 65
รูปที่ 4.3 แสดงอินเตอร์เฟสการแจ้งเตือนหน้าล็อกอินเข้าสู่ระบบ 66
รูปที่ 4.4 แสดงหน้าต่างการเฝ้าระวังผู้ป่วย 66
รูปที่ 4.5 แสดงอินเตอร์เฟสค่าการแจ้งเตือนที่ถูกตั้งค่าไว้ 67
รูปที่ 4.6 แสดงอินเตอร์เฟสตัวอย่างการแจ้งเตือนหน้าเฝ้าระวัง 67
รูปที่ 4.7 แสดงหน้าต่างประวัติการเฝ้าระวังผู้ป่วย 67
รูปที่ 4.8 แสดงหน้าต่างประวัติการกำหนดค่าการแจ้งเตือน 68
รูปที่ 4.9 แสดงอินเตอร์เฟสการตั้งค่าการแจ้งเตือนโดยกำหนดเอง 68
รูปที่ 4.10 แสดงอินเตอร์เฟสแจ้งการเปลี่ยนค่าการแจ้งเตือนแล้ว 69
รูปที่ 4.11 แสดงหน้าต่างจัดการข้อมูลผู้ใช้งาน 69
รูปที่ 4.12 แสดงตารางข้อมูลเดิมก่อนการเปลี่ยนแปลง 70
รูปที่ 4.13 แสดงอินเตอร์เฟสหน้าเพิ่มข้อมูลผู้ใช้งาน 70

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.14 แสดงตารางฐานข้อมูลหลังเพิ่มข้อมูลแล้ว....71
รูปที่ 4.15 แสดงอินเตอร์เฟสหน้าอัพเดทข้อมูลผู้ใช้งาน....71
รูปที่ 4.16 แสดงตารางฐานข้อมูลหลังอัพเดทข้อมูลแล้ว....71
รูปที่ 4.17 แสดงตัวอย่างการกรอกข้อมูลก่อนทำการค้นหาข้อมูล....72
รูปที่ 4.18 แสดงตัวอย่างผลการค้นหาข้อมูล....72
รูปที่ 4.19 แสดงตารางข้อมูลหลังลบข้อมูลแล้ว....72
รูปที่ 4.20 แสดงข้อมูลอัตราการเต้นของชีพจรและอุณหภูมิของร่างกายผู้ป่วยที่อุปกรณ์เฝ้าระวังได้รับ....73
รูปที่ 4.21 แสดงข้อมูลการแจ้งเตือนกรณีผู้ป่วยมีอาการผิดปกติ....73
รูปที่ ก.1 เริ่มการติดตั้งโปรแกรม Appserv....80
รูปที่ ก.2 แสดงรายละเอียดเงื่อนไขการ GNU License....80
รูปที่ ก.3 เลือกปลายทางการติดตั้งโปรแกรม AppServ....81
รูปที่ ก.4 เลือก Package Components ที่ต้องการติดตั้ง....82
รูปที่ ก.5 แสดงการกำหนดค่าคอนฟิกค่า Apache Web Server....82
รูปที่ ก.6 แสดงการกำหนดค่าคอนฟิกของ MySQL Database....83
รูปที่ ก.7 หน้าจอขั้นตอนสิ้นสุดการติดตั้งโปรแกรม AppServ....84
รูปที่ ข.1 เริ่มการติดตั้งไดร์ฟเวอร์....86
รูปที่ ข.1 การระบุตำแหน่งไฟล์สำหรับไดร์ฟเวอร์....87
รูปที่ ข.2 การยืนยันตำแหน่งไฟล์สำหรับไดร์ฟเวอร์....87
รูปที่ ข.3 ค้นหาไดร์ฟเวอร์ FT232R USB UART ในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งาน....88
รูปที่ ข.4 พบไดร์ฟเวอร์ FT232R USB UART ในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานแล้ว....88
รูปที่ ข.5 แสดงสถานะพอร์ตที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์แล้ว....89
รูปที่ ข.6 การตั้งค่าพอร์ตของคอมพิวเตอร์โดยทั่วไป....90
รูปที่ ข.7 การตั้งค่าพอร์ตของคอมพิวเตอร์ขั้นสูง....90

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากปัญหาสืบเนื่องจากอดีตจนถึงปัจจุบัน การดูแลสุขภาพผู้ป่วยหนักในประเทศไทย ไม่ว่าจะเป็นในห้องฉุกเฉิน (ICU) ที่โรงพยาบาลหรืออาจเป็นที่บ้านของผู้ป่วยเองในรายที่ต้องได้รับการดูแลเป็นพิเศษ โดยส่วนใหญ่จำเป็นต้องนำเข้าอุปกรณ์ตรวจวัดทางการแพทย์จากต่างประเทศแทบทั้งสิ้นซึ่งมีราคาที่สูงมาก ส่วนการสร้างอุปกรณ์ตรวจวัดทางการแพทย์ภายในประเทศไทยมีปัญหาทางด้านต้นทุนในการวิจัยที่สูงมาก และต้องใช้ระยะเวลาในการวิจัยที่ต่อเนื่องนานหลายปี เพื่อให้มีความแน่นอนเป็นที่ยอมรับได้เพราะเกี่ยวเนื่องกับชีวิตของผู้ป่วย แต่ยังมีอีกปัญหาหนึ่งที่กลุ่มผู้ดำเนินโครงงานคิดว่ามีส่วนสำคัญมากเช่นกัน คือ เรื่องของการเฝ้าระวังผู้ป่วย ซึ่งจะต้องมีการแจ้งเตือนอย่างรวดเร็วและทันเวลา โดยทั่วไปในโรงพยาบาลพบได้บ่อยครั้งว่าพยาบาลประจำหนึ่งคนจะต้องดูแลผู้ป่วยหลายคนต่อวัน และโดยเฉพาะอย่างยิ่งจำนวนผู้ป่วยหลายคนต่อแพทย์หนึ่งคน แม้แต่ผู้ป่วยซึ่งได้รับการดูแลเป็นพิเศษที่บ้านของผู้ป่วยเองอาจไม่ได้รับการดูแลอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลาได้ หากขาดการดูแลในช่วงเวลาสั้น ๆ อาจเกิดปัญหาใหญ่ได้ เช่น กรณีผู้ป่วยเป็นโรคหัวใจวาย เป็นต้น ดังนั้นหากเรามีอุปกรณ์ที่คอยตรวจสอบผู้ป่วยได้โดยอัตโนมัติตลอดเวลา สามารถแจ้งเตือนได้ทันทีเมื่อเกิดเหตุการณ์ผิดปกติต่อผู้ป่วยในระดับที่เรากำหนดได้จะเป็นสิ่งที่ดีมาก และหากอุปกรณ์นั้นสามารถพกพาหรือเคลื่อนย้ายได้สะดวก นำไปติดตั้งในห้องอื่นๆ ที่มีแพทย์หรือพยาบาลนั่งประจำอยู่ก็สามารถทำได้สะดวกเช่นกัน โดยราคาในการติดตั้งระบบนี้ต้องไม่แพงจนเกินไปจะเป็นระบบที่น่าใช้งานมากขึ้น

จากปัญหาที่ได้กล่าวมา สาเหตุที่ทำไมกลุ่มผู้ดำเนินโครงงานไม่ใช้วิธีส่งสัญญาณข้อมูลโดยตรงไปสู่เครื่องเฝ้าระวังเลย เพราะว่าหากระบบมีการทำงานแบบนั้นจะทำให้ไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้สะดวกนัก เมื่อเปรียบเทียบกับการส่งข้อมูลเข้าสู่เว็บไซต์ซึ่งไม่ว่าแพทย์จะอยู่ที่ใดก็สามารถเข้ามาดูผลการวัดได้เลย แม้ไม่มีเครื่องเฝ้าระวังที่ตัวเองก็ตามประกอบกับสถานพยาบาลส่วนใหญ่ก็มีการติดตั้งเครือข่ายอินเตอร์เน็ตอยู่แล้ว กลุ่มผู้ดำเนินโครงงานจึงคิดว่าจะสร้างระบบดังกล่าวเพื่อนำไปใช้ได้อย่างจริงจังต่อไป

1.2 จุดประสงค์

1) เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ดูแลผู้ป่วย
2) เพื่อให้ผู้ดูแลสามารถเฝ้าระวังผู้ป่วยได้ตลอดเวลา
3) เพื่อพัฒนาระบบเฝ้าระวังผู้ป่วยต้นแบบต้นทุนต่ำ
4) เพื่อพัฒนาความรู้แก่คณะผู้จัดทำ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1) ส่วนของเซ็นเซอร์สามารถวัดค่าอัตราการเต้นของชีพจรและอุณหภูมิของร่างกายผู้ป่วยได้

2) ส่วนของเซ็นเซอร์สามารถส่งข้อมูลผ่านอุปกรณ์โมดูลวายฟายไปเก็บข้อมูลไว้บนฐานข้อมูลของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ได้ในบริเวณที่มีสัญญาณอินเตอร์เน็ตวายฟาย

3) ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบข้อมูลอัตราการเต้นของชีพจรและอุณหภูมิของร่างกายผู้ป่วยผ่านทางเว็บแอพลิเคชั่นทั้งข้อมูลครั้งล่าสุดและข้อมูลย้อนหลังได้

4) เว็บแอพลิเคชั่นสามารถแจ้งเตือน เมื่อผู้ป่วยมีอาการผิดปกติได้ เช่น กรณีผู้ป่วยมีอัตราการเต้นของชีพจรสูงหรือต่ำกว่าช่วงปกติ และกรณีผู้ป่วยมีอุณหภูมิร่างกายสูง หรือต่ำกว่าช่วงปกติ เป็นต้น

5) ส่วนของอุปกรณ์เฝ้าระวังสามารถแสดงผลข้อมูลที่จำเป็น เช่น อัตราการเต้นของชีพจร และอุณหภูมิของร่างกายผู้ป่วยได้

6) ส่วนของอุปกรณ์เฝ้าระวังสามารถแจ้งเตือนด้วยข้อความและเสียงเตือนได้ เมื่อผู้ป่วยมีอาการผิดปกติ

7) ส่วนของอุปกรณ์เฝ้าระวังสามารถรับข้อมูลได้ในบริเวณที่มีสัญญาณอินเตอร์เน็ตวายฟาย

8) ส่วนของอุปกรณ์เฝ้าระวังมีน้ำหนักเบา สามารถพกพาหรือเคลื่อนที่ไปกับพยาบาลได้สะดวก ติดตั้งได้ง่าย และสามารถใช้แบตเตอร์รี่หรือเสียบปลั๊กไฟฟ้าเป็นแหล่ง จ่ายพลังงานได้

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้ระบบต้นแบบที่สามารถนำไปพัฒนาเพื่อใช้งานจริงในโรงพยาบาล หรือ บ้านของผู้ป่วย

2) ได้รับความรู้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

3) ได้รับความรู้ในการใช้งานเครื่องมือวัดทางการแพทย์

4) ได้รับความรู้ในการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่น

5) ได้รับความรู้ในการตั้งค่าการเชื่อมต่ออุปกรณ์โมดูลวายฟายและเราต์เตอร์

1.5 อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในโครงงาน

1.5.1 ฮาร์ดแวร์

1) คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คหรือคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล จำนวน 2 เครื่อง
2) อุปกรณ์วัดอัตราการเต้นของชีพจร (ZX-Heart Rate) จำนวน 1 ชุด
3) เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิด้วยคลื่นรังสีอินฟราเรด (MLX90614) จำนวน 1 ตัว
4) บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30f4011 จำนวน 1 ตัว
5) บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-EASY MEGA1280 จำนวน 1 ตัว
6) บอร์ดอุปกรณ์เชื่อมต่อสำหรับการดีบักโปรแกรมลงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (ET-PGM PIC PK3) พร้อมสายเชื่อมต่อบอร์ด จำนวน 1 ชุด
7) หน้าจอแสดงผล LCD ขนาด 16x2 จำนวน 2 ตัว
8) สายเคเบิล mini USB เวอร์ชั่น 2.0 จำนวน 1 สาย
9) สายอากาศวายฟายใช้งานในย่านความถี่ 2.4 จิกกะเฮิรซ์ อัตราขยายสัญญาณ ขนาด 3 dBi พร้อมขั้ว RP-SMA (ตัวเมีย) จำนวน 2 ตัว
10) วงจรแปลงสัญญาณ Serial UART to USB mini B Converter V4 สำหรับใช้เชื่อมต่อโมดูลวายฟายกับพอร์ตอนุกรม จำนวน 1 ตัว
11) สายไฟต่อวงจร แบบอ่อน เบอร์ 540AWG 24 UL 107 ติดปลอกตัวผู้และปลอกตัวเมียที่ปลายสาย จำนวน 40 เส้น
12) อุปกรณ์อแดปเตอร์แปลงแรงดันไฟ 220 โวลต์ เป็น แรงดัน 10 โวลต์ จ่ายกระแส 480 มิลิแอมแปร์ จำนวน 2 ตัว
13) วงจร ET- Mini Logic Level Shifter แปลงแรงดันไฟจาก 5 โวลต์ เป็น 3 โวลต์ จำนวน 1 ตัว
14) โมดูลวายฟาย (TNS-WII3) จำนวน 2 ตัว
15) แบตเตอร์รี่ แรงดันไฟ 12 โวลต์ ขนาดเล็ก จำนวน 1 ตัว

1.5.2 ซอร์ฟแวร์

1) โปรแกรม MPLAB IDE เวอร์ชัน 8.83
2) โปรแกรม MPLAB C30
3) โปรแกรม Arduino เวอร์ชัน 1.0.5
4) โปรแกรม Hercules เวอร์ชั่น 3.2.5
5) โปรแกรม Uart-WiFi
6) โปรแกรม Adobe Dream weaver เวอร์ชั่น CS6
7) โปรแกรม AccessPort
8) โปรแกรม Notepad++
9) โปรแกรม Microsoft Visio 2010

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

หัวข้อ	ปี 2556					ปี 2557				
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1) ศึกษาปัญหาและความต้องการของระบบ รวมถึงซื้ออุปกรณ์	←	→								
2) วิเคราะห์และออกแบบระบบ		←	→							
3) ศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์วัดอุณหภูมิร่างกาย,อุปกรณ์วัดการเต้นของหัวใจและการควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ รวมถึงการรับ-ส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายวายฟาย		←	→							
4) ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างเว็บแอพพลิเคชั่น					←	→				
5) ลงมือปฏิบัติ		←	→		←	→		→		
6) เขียนโปรแกรมเว็บแอพลิเคชั่น					←	→		→		
7) ปรับปรุงระบบเพิ่มเติมระบบ						←	→	→		
8) ทดสอบและแก้ไขความผิดพลาดของระบบ					←	→	→	→		
9) จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์			←	→	→	→	→	→	→	

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการทำโครงงาน เช่น ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการวัดชีพจร ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอุณหภูมิของร่างกายมนุษย์ เทคโนโลยีวายฟาย และรายละเอียดของอุปกรณ์หลักที่จำเป็นในการสร้างระบบ

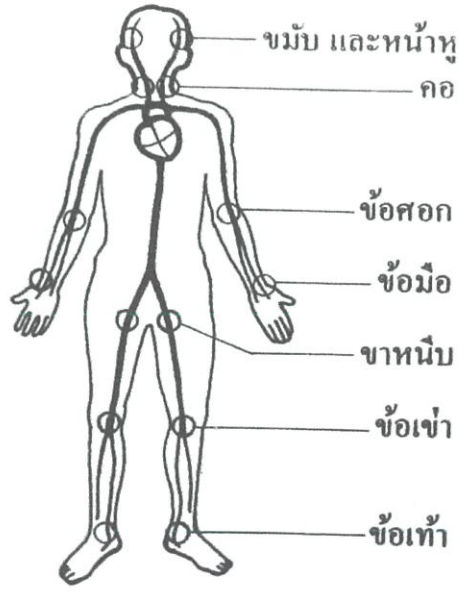
2.1 ชีพจรหรืออัตราการเต้นของหัวใจ

2.1.1 ชีพจรเกิดขึ้นได้อย่างไร

ชีพจรเกิดจากการบีบตัวของหัวใจเพื่อส่งเลือดไปเลี้ยงทั่วร่างกาย ทำให้เกิดแรงดันมากระทบผนังของหลอดเลือด ส่งผลให้หลอดเลือดมีการหดตัวและขยายตัวสลับกันไปตลอดเวลาตามจังหวะการบีบตัวของหัวใจ

2.1.2 จุดชีพจร

จุดชีพจรเป็นบริเวณที่สามารถวัดชีพจรบนร่างกายได้ ส่วนมากมักอยู่บริเวณส่วนข้อต่อของกระดูก เช่น ข้อมือ ข้อพับแขน ขาหนีบ ขมับ และคอ ดังรูปด้านล่าง



รูปที่ 2.1 ตำแหน่งจุดชีพจรต่างๆบนร่างกายมนุษย์

ในผู้ใหญ่นิยมจับชีพจรที่ข้อมือทางด้านหัวแม่มือหรือที่แขน เพราะคลำได้ง่ายและสะดวก ส่วนเด็กเล็กๆ ถ้าจับชีพจรที่ข้อมือบางครั้งอาจจะคลำลำบากมาก ดังนั้นจึงนิยมคลำที่ขาหนีบเพราะที่ตำแหน่งขาหนีบจะเป็นตำแหน่งที่คลำได้ชัดทั้งผู้ใหญ่และเด็ก

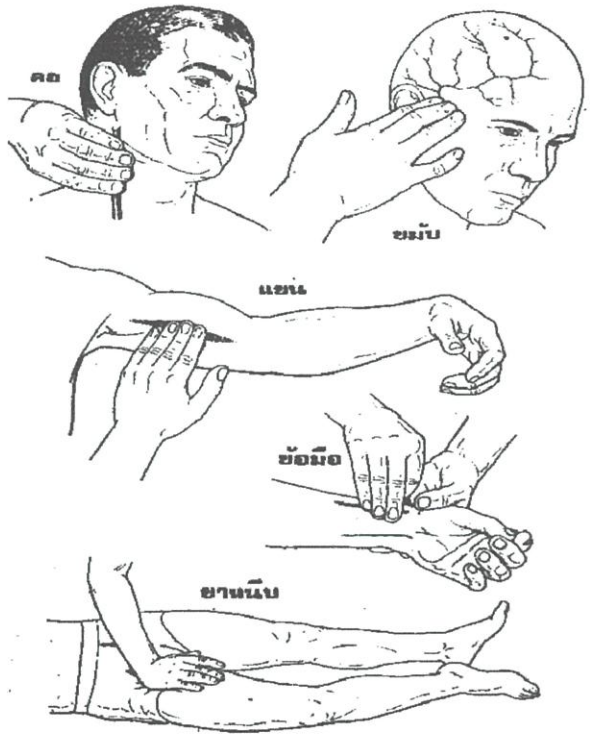
2.1.3 การตรวจวัดชีพจร

การตรวจวัดชีพจรมีวิธีการปฏิบัติดังต่อไปนี้

1) ให้ผู้ป่วยนั่ง หรือนอนพักหายเหนื่อยก่อนประมาณ 5-10 นาที

2) ในท่านั่งให้ผู้ป่วยนั่งให้สบายที่สุดเหยียดแขนหรือข้อมือให้ตรง ที่แขนควรมีที่รองรับ เพื่อให้รู้สึกสบายแขนไม่เกร็ง แต่ถ้าจับในท่าที่คนไข้นอนให้ผู้ป่วยนอนหงายแขนราบกับพื้น หงายฝ่ามือขึ้น

3) วางนิ้วชี้ นิ้วกลาง นิ้วนาง บนตำแหน่งที่เส้นเลือดแดงผ่าน เช่น ที่ข้อมือด้านหัวแม่มือ หรือข้อแขน เป็นต้น แล้วกดปลายนิ้วทั้งลงเบาๆ จับเวลา นับจำนวนครั้งในการเต้นของชีพจรนาน 1 นาที ดังรูปด้านล่าง



รูปที่ 2.2 การจับชีพจรในตำแหน่งต่างๆบนร่างกาย

2.1.3.1 ข้อควรระวัง

1) ระวังอย่าใช้นิ้วหัวแม่มือจับชีพจรคนไข้ เพราะจะจับได้ชีพจรของผู้จับเอง เนื่องจากนิ้วหัวแม่มือมีเส้นเลือดใหญ่มาเลี้ยงนั่นเอง

2) ไม่ควรจับชีพจรในขณะที่คนไข้ตื่นเต้นหรือตกใจกลัว หรือภายหลังออกกำลังกายมาใหม่ๆ เพราะขณะนั้นชีพจรจะเต้นเร็วกว่าปกติ ควรรอให้ร่างกายอยู่ในสภาพปกติก่อน

3) ควรใช้นาฬิกาที่มีเข็มวินาทีจับชีพจร เพราะสะดวกในการจับ

2.1.4 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเต้นของชีพจร

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเต้นของชีพจร มีดังต่อไปนี้

1) อายุ : เมื่ออายุเพิ่มขึ้นอัตราการเต้นของชีพจรจะลดลง

2) เพศ : หลังจากช่วงวัยรุ่น อัตราการเต้นของชีพจรของผู้ชายจะต่ำกว่าผู้หญิงเล็กน้อย

3) การออกกำลังกาย : อัตราการเต้นของชีพจรจะเพิ่มขึ้นขณะและหลังออกกำลังกาย

4) อุณหภูมิของร่างกาย : อัตราการเต้นของชีพจรเพิ่มขึ้น เพื่อปรับตัวให้เข้ากับความดันเลือดที่ต่ำลง ซึ่งเป็นผลมาจากเส้นเลือดส่วนปลายขยายตัวทำให้อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น

5) ยา : ยาบางชนิดออกฤทธิ์ลดอัตราการเต้นของชีพจร เช่น digitalis ซึ่งเป็นยารักษาโรคหัวใจ

6) การสูญเสียเลือด : เมื่อเสียเลือดมีผลทำให้เพิ่มการกระตุ้นระบบประสาทซิมพาเทติคทำให้อัตราการเต้นของชีพจรสูงขึ้น กรณีในผู้ใหญ่มีเลือดประมาณ 5 ลิตร ต้องสูญเสียเลือดมากกว่า10% จึงจะมีผลต่ออัตราการเต้นของชีพจร

7) สภาพจิตใจ : เมื่อเกิดความเครียดหรือกลัวจะกระตุ้นระบบประสาทซิมพาธิติคทำให้อัตราการเต้นของชีพจรสูงขึ้น

8) ท่าทาง : เมื่ออยู่ในท่ายืน อัตราการเต้นของชีพจรเพิ่มขึ้น ถ้าอยู่ในท่านอน อัตราการเต้นของชีพจรจะลดลง โดยเทียบจากอัตราการเต้นของชีพจรในท่านั่ง

2.1.5 สิ่งที่ต้องสังเกตขณะวัดชีพจร

ในการวัดชีพจรแต่ละครั้งมีสิ่งที่ต้องสังเกตในการวัดชีพจร ดังต่อไปนี้

1) อัตราการเต้นของชีพจร : โดยคนปกติจะมีค่าอยู่ในช่วง ตามตารางข้างล่าง ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงช่วงของอัตราการเต้นของชีพจรในคนปกติโดยประมาณ

ช่วงอายุ	อัตราการเต้นของชีพจรปกติ โดยประมาณ (ครั้ง/นาที)
ทารกแรกเกิด – 1 เดือน	120 – 160
1 – 12 เดือน	80 – 140
1 - 2 ปี	80 – 130
2 - 6 ปี	75 – 120
6 - 12 ปี	75 – 110
วัยรุ่น – วัยผู้ใหญ่	60 – 100

ในผู้ใหญ่พบว่าภาวะการเต้นของชีพจรที่ผิดปกติมี 2 แบบ ได้แก่

1.1) ภาวะการเต้นของชีพจรเร็วกว่าปกติ (Tachycardia) เป็นภาวะที่อัตราการเต้นของหัวใจในผู้ใหญ่มากกว่า 100 ครั้ง/นาที

1.2) ภาวะการเต้นของชีพจรช้ากว่าปกติ (Bradycardia) เป็นภาวะที่อัตราการเต้นของหัวใจในผู้ใหญ่น้อยกว่า 60 ครั้ง/นาที

2) ความแรงของชีพจร : โดยปกติความแรงหรือความหนักเบาในการเต้นของชีพจรแต่ละ

จังหวะควรเท่ากัน ซึ่งความแรงของชีพจรที่คลำได้จะขึ้นอยู่กลับแรงกดของนิ้วตรงบริเวณที่จะวัดความแรงของชีพจร ถ้ากดแรงมากเกินไปจะไม่ได้รับความรู้สึก และขึ้นอยู่กับแรงดันของเลือด ถ้าแรงดันเลือดปกติ ชีพจรจะเต้นแรง แต่ถ้าแรงดันเลือดอ่อน ชีพจรจะเต้นเบา

3) จังหวะการเต้นของชีพจร : แสดงถึงลักษณะการบีบตัวของหัวใจ โดยปกติจังหวะการเต้นของชีพจรจะมีช่วงพักระหว่างจังหวะเท่ากัน เรียกว่า "ชีพจรสม่ำเสมอ (Pulse Regularis)" ถ้าจังหวะการเต้นของชีพจรไม่สม่ำเสมอ (Pulse Irregular) หรือช่วงระหว่างจังหวะไม่เท่ากัน อาจมีช่วงการเต้นของชีพจรสม่ำเสมอสลับกับไม่สม่ำเสมอเป็นช่วงๆ

2.2 อุณหภูมิของร่างกาย

อุณหภูมิของร่างกายเป็นความสมดุลระหว่างความร้อนที่ร่างกายผลิตขึ้นกับความร้อนที่สูญเสียไปจากร่างกาย

2.2.1 ชนิดของอุณหภูมิร่างกาย

เราสามารถแบ่งชนิดของอุณหภูมิร่างกายได้เป็น 2 ชนิดดังนี้

1) อุณหภูมิภายใน (core body temperature) เป็นอุณหภูมิเนื้อเยื่อชั้นลึก (deep tissue) ของร่างกาย ได้แก่ ศีรษะ ทรวงอก ช่องท้องน้อย และช่องเชิงกราน มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในผู้ใหญ่ระหว่าง 36.7 – 37 องศาเซลเซียส

2) อุณหภูมิบริเวณผิว (Surface temperature) เป็นอุณหภูมิที่ผิวหนัง, เนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง (subcutaneous tissues) และชั้นไขมันใต้ผิวหนัง มีการเปลี่ยนแปลงขึ้น ๆ ลง ขึ้นอยู่กับการไหลเวียนเลือดที่ผิวหนัง และจำนวนของการสูญเสียความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อมภายนอก ในผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพดีสามารถเปลี่ยนแปลงได้กว้างอยู่ในช่วงระหว่าง 20 - 40 องศาเซลเซียส

2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิภายในร่างกาย

1) อายุ : อุณหภูมิร่างกายเด็กมีการเปลี่ยนแปลง ไม่มั่นคง ทั้งนี้เนื่องจากศูนย์ควบคุมอุณหภูมิของร่างกายยังทำงานไม่เต็มที่จนกว่าจะถึงวัยผู้ใหญ่ การเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมจึงมีผลต่ออุณหภูมิร่างกายเด็ก ผู้สูงอายุเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง และไขมันมีน้อย และมีการเปลี่ยนแปลงของหลอดเลือดมาเลี้ยงผิวหนังลดลง ทำให้อุณหภูมิร่างกายต่ำ เสี่ยงต่อภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำกว่าปกติได้ง่าย

2) ช่วงเวลาระหว่างวัน : อุณหภูมิร่ายกายปกติจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดทั้งวัน อาจเปลี่ยน แปลงได้มากถึง 1 องศาเซลเซียส ระหว่างช่วงเช้าและช่วงบ่ายๆ อุณหภูมิสูงสุดระหว่างช่วง เวลา 8.00 - 12.00 นาฬิกา และต่ำสุดช่วงที่นอนหลับ เวลา 4.00-6.00 นาฬิกา

3) ฮอร์โมน : เพศหญิงมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายมากกว่าเพศชาย ในรอบของการมีประจำเดือน จะมีการหลั่งฮอร์โมนโปรเจสเทอโรนมากในระยะที่มีการตกไข่ ซึ่งจะเพิ่มอุณหภูมิภายในร่างกาย 0.3 - 0.5 องศาเซลเซียส

4) ความเครียด : ผู้ที่มีความเครียดจะทำให้ไปกระตุ้นระบบประสาท ซิมพาเทติกเพิ่มการ

หลั่งสารเอนโดฟิน และนอร์เอนโดฟิน ซึ่งจะเพิ่มอัตราการเผาผลาญภายในเซลล์ (BMR) จึงมีผลทำให้มีการผลิตความร้อนเพิ่มมากขึ้น

5) สภาพแวดล้อม : อุณหภูมิมากสุดของสภาพแวดล้อม สามารถเพิ่มหรือลดอุณหภูมิของร่างกายได้ ถ้าร่างกายสัมผัสอุณหภูมิแวดล้อมที่เย็นหรือร้อนเป็นเวลานาน

6) การออกกำลังกาย : การออกกำลังกายอย่างหนัก ซึ่งมีผลเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อและอัตราการเผาผลาญภายในเซลล์ จึงมีผลทำให้มีการผลิตความร้อนเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้อุณหภูมิร่างกายเปลี่ยนแปลง

7) การติดเชื้อ : กระบวนการติดเชื้อจากแบคทีเรีย ไวรัส หรือ จุลินทรีย์อื่นๆ ส่งผลให้มีการหลั่งฮอร์โมนเอนโดจีเนียสไพโรเจนทำให้อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น

8) ภาวะโภชนาการ : คนผอมมากจะมีชั้นไขมันใต้ผิวหนังน้อย ส่งผลให้อุณหภูมิร่างกายต่ำได้

2.2.3 อุณหภูมิร่างกายปกติแต่ละวัย

1) วัยทารก 36.1 –37.7 องศาเซลเซียส
2) วัยเด็ก 37 - 37.6 องศาเซลเซียส
3) วัยผู้ใหญ่ 36.5 - 37.5 องศาเซลเซียส
4) วัยชรา 36 - 36.9 องศาเซลเซียส

ในการทดลองครั้งนี้กลุ่มผู้จัดทำโครงงานได้เลือกใช้อุณหภูมิของคนในวัยผู้ใหญ่เป็นเกณฑ์ในการทดลอง

2.2.4 ภาวะผิดปกติของอุณหภูมิร่างกาย

2.2.4.1 ภาวะอุณหภูมิร่างกายสูงกว่าปกติ / มีไข้

ภาวะอุณหภูมิร่างกายสูงกว่าปกติ เป็นภาวะที่อุณหภูมิภายในร่างกายสูงกว่าปกติ เกิดจากร่างกายไม่สามารถรักษาอุณหภูมิปกติของร่างกายได้ และอุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้นอย่างผิดปกติ

ระดับความรุนแรงของไข้

1) ไข้ต่ำ : มีไข้อุณหภูมิระหว่าง 37.1 – 38.2 องศาเซลเซียส
2) ไข้สูง : มีไข้สูงอุณหภูมิระหว่าง 38.3 – 40.4 องศาเซลเซียส
3) ไข้สูงมาก : ไข้สูงอุณหภูมิมากเกิน 41 องศาเซลเซียส

2.2.4.2 ภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำกว่าปกติ (Hypothermia)

ภาวะที่มีอุณหภูมิร่างกายลดลงต่ำกว่าระดับปกติ เป็นภาวะที่อุณหภูมิภายในร่างกายสูงกว่าปกติเกิดจากร่างกายไม่สามารถรักษาอุณหภูมิปกติของร่างกายได้ และอุณหภูมิของร่างกายต่ำลงอย่างผิดปกติ

ชนิดของภาวะที่มีอุณหภูมิร่างกายลดลงต่ำกว่าระดับปกติ

1) ภาวะอุณหภูมิต่ำโดยตั้งใจ (มีเป้าหมาย) อยู่ในช่วง 30-32 องศาเซลเซียส เพื่อลดความต้องการใช้แก๊สออกซิเจนจากร่างกาย อัตราเมทาบอริซึม ภาวะสูญเสียเลือด และการปกป้องอวัยวะต่าง ๆ ระหว่างการผ่าตัด

2) ภาวะอุณหภูมิต่ำ โดยไม่ตั้งใจ เช่น การไม่ได้ตั้งใจที่จะเปิดเผยอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่หนาวเย็นหรือการแช่อยู่ในน้ำที่เย็น

2.2.5 ตำแหน่งที่ใช้วัดอุณหภูมิร่างกาย

ตำแหน่งที่ใช้วัดอุณหภูมิของร่างกาย มีดังนี้

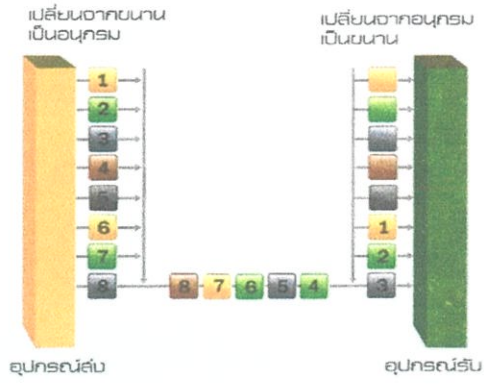
1) ปาก
2) ทวารหนัก
3) รักแร้
4) รูหู
5) บริเวณหน้าผาก

2.3. โมดูล UART

UART ย่อมาจากคำว่า Universal Asynchronous Receiver / Transmitter หมายถึงอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส สามารถมีรูปแบบทิศทางการรับและส่งข้อมูลแบบสองทิศทางในเวลาเดียวกัน (Full Duplex)

2.3.1 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

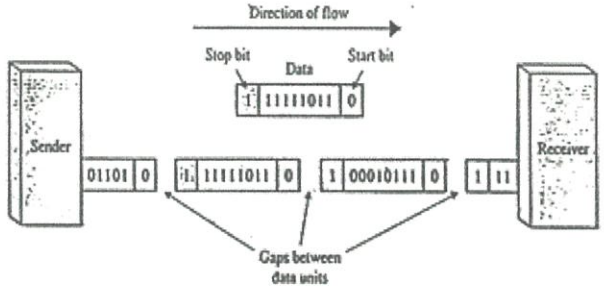
การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Transmission) เป็นการส่งข้อมูลครั้งละ 1 บิต ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าจนครบจำนวนข้อมูลที่มีอยู่ สามารถนำไปใช้กับสื่อนำข้อมูลที่มีช่องสัญญาณเดียวได้ ซึ่งมีราคาถูกกว่าสื่อนำข้อมูลที่มีหลายช่องสัญญาณ เนื่องจากการสื่อสารแบบอนุกรมมีการส่งข้อมูลได้ครั้งละ 1 บิตเท่านั้น การส่งข้อมูลประเภทนี้จึงช้ากว่าการสื่อสารข้อมูลแบบขนานที่สามารถส่งข้อมูลได้หลายบิตข้อมูลต่อครั้ง



รูปที่ 2.3 แบบจำลองการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

2.3.2 การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

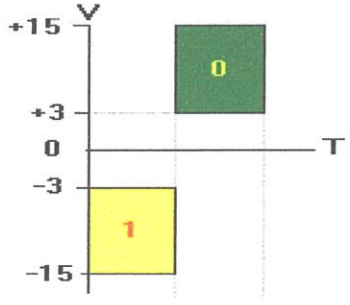
การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous Transmission) เป็นการส่งข้อมูลที่ผู้รับและผู้ส่งไม่ต้องใช้สัญญาณนาฬิกาเดียวกัน แต่ข้อมูลที่รับต้องถูกแปลตามรูปแบบที่ได้ตกลงกันไว้ก่อน เนื่องจากไม่ต้องใช้สัญญาณนาฬิกาเดียวกันทำให้ผู้รับไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่าเมื่อใดจะมีข้อมูลส่งมาให้ ดังนั้นผู้ส่งจึงจำเป็นต้องแจ้งผู้รับให้ทราบว่าจะมีการส่งข้อมูลมาให้โดยการเพิ่มบิตพิเศษเข้ามาอีกหนึ่งบิต เอาไว้ก่อนหน้าบิตข้อมูล เรียกว่า บิตเริ่ม (start bit) โดยทั่วไปมักใช้บิต “0” และเพื่อให้ผู้รับทราบจุดสิ้นสุดของข้อมูล จึงต้องมีการเพิ่มบิตพิเศษอีกหนึ่งบิตเรียกว่า“บิตจบ” (stop bit) มักใช้บิต “1” นอกจากนี้แล้วการส่งข้อมูลแต่ละกลุ่มต้องมีช่องว่างระหว่างกลุ่ม โดยช่องว่างระหว่างไบต์ อาจใช้วิธีปล่อยให้ช่องสัญญาณว่างหรืออาจใช้กลุ่มของบิตพิเศษที่มีบิตจบ (Parity Bits) ก็ได้ รูปด้านล่างต่อไปนี้แสดงการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส ให้บิตเริ่มเป็นบิต “0” บิตจบเป็น บิต “1” และให้ช่องว่างแทนไม่มีการส่งข้อมูล



รูปที่ 2.4 แบบจำลองการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมอะซิงโครนัส

2.3.3 มาตรฐานอนุกรม RS232

มาตรฐานอนุกรม RS232 (Recommended Standard 232) คือ มาตรฐานการเชื่อมต่อข้อมูลแบบอนุกรมใช้เพื่อเพิ่มระยะทางในการส่งข้อมูลแบบอนุกรมให้ได้ระยะทางมากขึ้น กำหนดให้อุปกรณ์รับและส่งข้อมูลมีระดับแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณข้อมูล ลอจิก “1” เป็นลบ อยู่ในช่วง -3 โวลต์ ถึง -15 โวลต์ ส่วนระดับแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณข้อมูล ลอจิก “0” เป็นบวก อยู่ในช่วง +3 โวลต์ ถึง +15 โวลต์ โดยวัดระดับแรงดันไฟฟ้าเมื่อเทียบกับสถานะกราวน์ (GND)

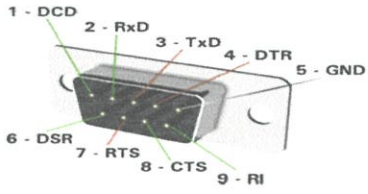


รูปที่ 2.5 ระดับสัญญาณของ RS232

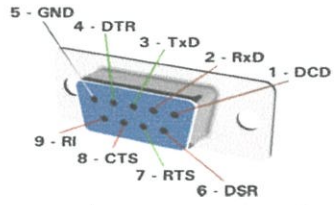
2.3.3.1 สายเคเบิล DB9 สำหรับเชื่อมต่อภายใต้มาตรฐาน RS-232

การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ภายใต้มาตรฐาน RS-232 เราจะกระทำผ่านสายเคเบิลที่มีการต่อคอนเนคเตอร์เอาไว้

DB9 เป็นคอนเนคเตอร์ที่มีขาสำหรับเชื่อมต่อทั้งหมด 9 ขา ดังที่แสดงไว้ตามภาพด้านล่าง



รูปที่ 2.6 พอร์ตอนุกรม RS232 ตัวผู้



รูปที่ 2.7 พอร์ตอนุกรม RS232 ตัวเมีย

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงการจัดขาและหน้าที่ในการใช้งานต่างๆของพอร์ตอนุกรม RS232 แบบ 9 ขา

Pin No.	Description	Type
1	Data Carrier Detect (DCD)	Input
2	Received Data (RXD)	Input
3	Transmitted Data (TXD)	Output
4	Data Terminal Ready (DTR)	Output
5	Signal Ground (GND)	Input
6	Data Set Ready (DSR)	Input
7	Request To Send (RTS)	Output
8	Clear to Send (CTS)	Input
9	Ring Indicator (RI)	Input

รายละเอียดแต่ละขาของคอนเนคเตอร์ DB9

1) ขา DCD : จะมีสถานะแอคทีฟ เมื่อมีการส่งสัญญาณพาร์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล เช่น โมเด็ม ขานี้จะไม่ได้ถูกใช้งานมากนัก
2) ขา RD หรือ RxD : ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์ โดยจะนำข้อมูลที่อ่านไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์
3) ขา TD หรือ TxD ขานี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลอนุกรมออกจากคอมพิวเตอร์ โดยการนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์ส่งข้อมูลออกไป
4) ขา DTR : เป็นขาเอาท์พุทสำหรับส่งสัญญาณออกไปยังอุปกรณ์ปลายทางเพื่อให้อุปกรณ์ปลาย ทางทราบว่าต้องการติดต่อ โดยขา DTR จะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทาง
5) ขา GND : เป็นขากราวด์ของสัญญาณ

6) ขา DSR : ขานี้ใช้ควบคู่กับ DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกสรับอุปกรณ์ภายนอก
7) ขา RST : เป็นขาเอาท์พุตสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้กับอุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลให้กับคอมพิวเตอร์โดยเชื่อมต่อกับขา CTS
8) ขา CTS : เป็นขาอินพุททำหน้าที่รอรับสัญญาณที่ส่งเข้ามาเพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ปลายทางว่าพร้อมรับข้อมูลหรือไม่ เมื่อมีการส่งสัญญาณที่ขานี้ ข้อมูลที่ขา TxD จะถูกส่งออกไป
9) ขา RI : ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์ ปกติในการสื่อสารโดยทั่วไป ขานี้จะไม่ถูกใช้งาน

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงอัตราการส่งข้อมูลและความยาวของสายเคเบิลที่นิยมใช้งานกับพอร์ต RS232

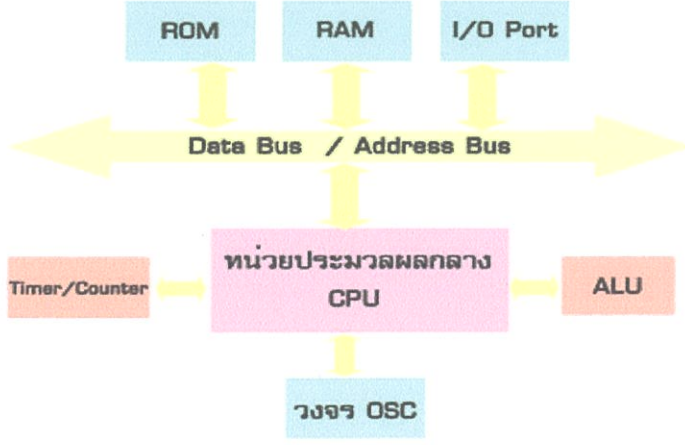
อัตราการส่งข้อมูล (symbols)	ความยาวสายเคเบิล (ฟุต)
19,200	50
9,600	500
4,800	1,000
2,400	3,000

2.4 ไมโครคอนโทรล์เลอร์

2.4.1 ความหมายของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ อุปกรณ์ที่สามารถสร้างระบบควบคุมได้ โดยอุปกรณ์นี้มีขนาดเล็ก และเป็นอุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำที่มีการรวมเอาฟังก์ชันการทำงานต่างๆไว้ในตัวมันเอง ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งในที่นี้หมายถึงอุปกรณ์ภายในที่ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง และพอร์ตในการเชื่อมต่อแบบต่างๆ

2.4.2 ส่วนประกอบทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 2.8 โครงสร้างสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยทั่วไป ประกอบด้วย

1) หน่วยประมวลผลกลาง (Control Processing Unit)

2) หน่วยความจำ ซึ่งประกอบด้วยแรม (RAM) และรอมชนิดต่างๆ เช่น EEPROM EPROM PROM และ ROM เป็นต้น

3) หน่วยรับและแสดงผลข้อมูล (Input / Output) ซึ่งมีพอร์ตขยายแบบขนาน และแบบอนุกรม

4) ตัวนับเวลา (Timer)

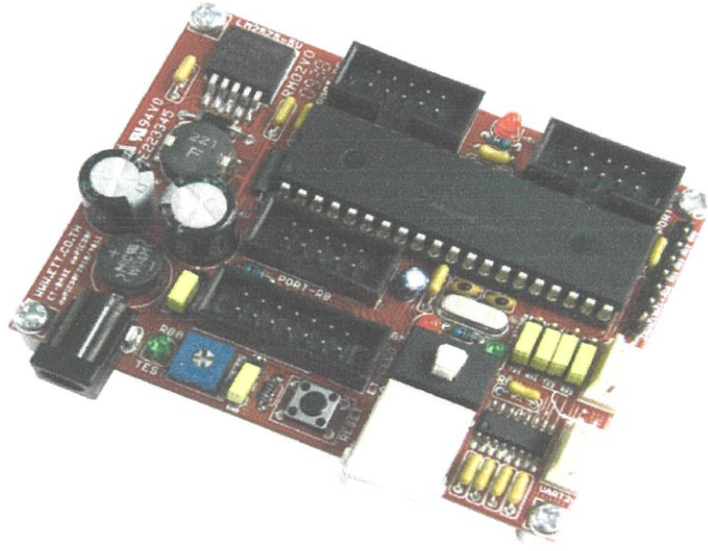
5) หน่วยควบคุมการอินเทอร์รัปต์ (Interrupt Controller)

ส่วนประกอบเหล่านี้เป็นเพียงส่วนประกอบพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้ไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นยังมีส่วนประกอบอย่างอื่นอีก เพื่อเพิ่มเติมความสารถขึ้นอยู่กับไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละเบอร์ด้วย เช่น A/D แปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล และ PWM (Pulse Width Modulator) เป็นต้น

2.4.3 ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นระบบที่รวบรวมอุปกรณ์ต่างๆ อยู่ภายใน เช่น แรม รอม และอื่นๆ เพื่อความสะดวกในการใช้งาน ชิฟไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นมีขนาดเล็กที่มีความสามารถสูง แต่บางอุปกรณ์ที่ต้องการคาปาซิสเตอร์ที่มีความจุสูงๆ ไม่สามารถบรรจุได้ในชิฟเพียงตัวเดียว อีกทั้งการรวบรวมอุปกรณ์ไม่สามารถรวบรวมได้ทุกชนิด ระบบไมโครคนโทรลเลอร์จึงแบ่งเป็นอนุกรม กำกับด้วยหมายเลขลำดับที่บรรจุความสามารถในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ไว้ภายใน

2.4.4 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-BASE dsPIC30F4011

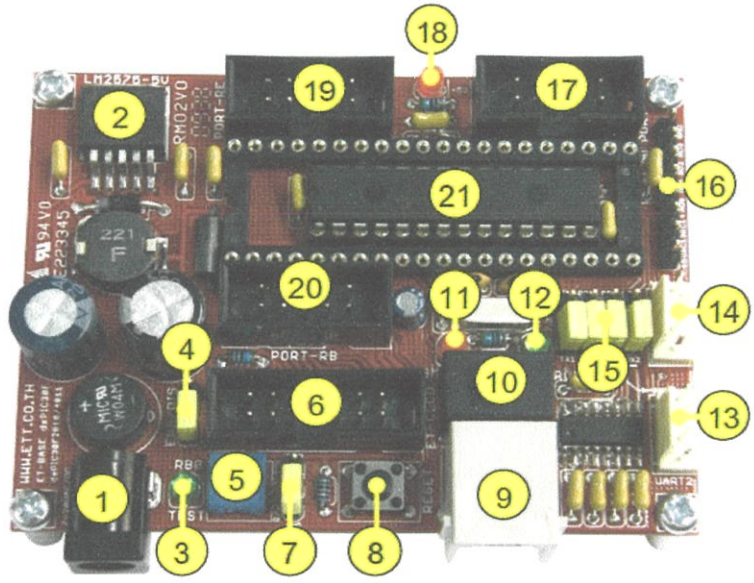


รูปที่ 2.9 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-BASE dsPIC30F4011

ET-BASE dsPIC30F4011 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ในตระกูล dsPIC30F ซึ่งเลือกใช้ไมโครคอนโทรเลอร์รุ่น 40 Pin เบอร์ dsPIC30F4011 ของMicrochips เป็นไมโครคอนโทรเลอร์ประจำบอร์ด โดย dsPIC30F4011 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งใช้การประมวล

ผลข้อมูลแบบ 16 บิต จากค่าย Microchips ซึ่งมีจุดเด่นในด้านของความสามารถในการประมวลผลข้อมูลสัญญาณแบบดิจิตอลเหมาะอย่างยิ่งสำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในงานควบคุมต่างๆ โดยโครงสร้างภายในจะเป็นการผสมผสานระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ และวงจรประมวลผลสัญญาณดิจิตอล (Digital Signal Processing) รวมเข้าไว้ด้วยกัน โดยโครงสร้างของบอร์ด ET-BASE dsPIC30F4011 ได้รับการออกแบบให้บอร์ดมีขนาดเล็กเหมาะต่อการนำไปประยุกต์ใช้งานเป็นหลัก โดยภายในบอร์ดได้บรรจุเอาวงจรที่จำเป็นต่อการใช้งาน และสะดวกต่อการพัฒนาโปรแกรม มีความยืดหยุ่น สามารถปรับเปลี่ยนสัญญาณอินพุทเอาท์พุท (I/O) เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานในลักษณะต่างๆให้สอดคล้องและเหมาะสมกับความต้องการใช้งานได้ในหลายๆลักษณะตามต้องการ

2.4.4.1 โครงสร้างของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-BASE dsPIC30F4011



รูปที่ 2.10 โครงสร้างของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-BASE dsPIC30F4011

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-BASE dsPIC30F4011 ประกอบด้วย

1) หมายเลข 1 คือ ขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงวงจรของบอร์ด ใช้กับแหล่งจ่ายไฟ 7-20 โวลต์ ใช้ได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ

2) หมายเลข 2 คือ วงจรไอซีเรียงกระแส แบบสวิสชิ่ง ขนาด 5 โวลต์ 1 แอมแปร์

3) หมายเลข 3 คือ หลอดแอลซีดีสำหรับทดสอบการทำงานของบอร์ด โดยควบคุมจากพอร์ต RB0

4) หมายเลข 4 คือ สายจัมเปอร์สำหรับตัดต่อสัญญาณจากพอร์ต RB0 กับหลอดแอลซีดีสำหรับทดสอบ

5) หมายเลข 5 คือ ตัวปรับค่าแรงดันไฟฟ้า สำหรับใช้ปรับความสว่างของหน้าจอแสดงผลแอลซีดี

6) หมายเลข 6 คือ ขั้วต่อ 14 ขา แบบ IDE สำหรับเชื่อมต่อกับแอลซีดีแบบแสดงตัวอักขระ

7) หมายเลข 7 คือ สายจัมเปอร์สำหรับเลือกรูปแบบการควบคุมขา R/W ของจอแอลซีดี โดยถ้าใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

8) หมายเลข 8 คือ สวิตช์รีเซตสำหรับเริ่มการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่ออยู่ในโหมด Run

9) หมายเลข 9 คือ ขั้วต่อ ICD2 สำหรับใช้เชื่อมต่อกับเครื่องโปรแกรมและดีบักตามมาตรฐาน ICD2

10) หมายเลข 10 คือ สวิตช์สำหรับเลือกโหมดการทำงานระหว่าง Run และ Program (PGM)

11) หมายเลข 11 คือ หลอดแอลซีดีสีแดง แสดงสถานะ PGM เมื่อบอร์ดทำงานในโหมด Program (PGM)

12) หมายเลข 12 คือ หลอดแอลซีดีสีเขียว แสดงสถานะ RUN เมื่อบอร์ดทำงานในโหมด Run

13) หมายเลข 13 คือ ขั้วต่อ UART2 เป็นสัญญาณแบบ RS232 โดยใช้ขาของพอร์ต RF4 (RX2) และพอร์ต RF5 (TX2) เป็นช่องเชื่อมต่อสัญญาณ

14) หมายเลข 14 คือ คือ ขั้วต่อ UART1 โดยเป็นสัญญาณแบบ RS232 มีอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ขาของพอร์ต RC13(TX1) และ RC14(RX1) เป็นช่องเชื่อมต่อสัญญาณ

15) หมายเลข 15 คือ สายจัมเปอร์สำหรับเลือกการเชื่อมต่อสัญญาณผ่านพอร์ต RC13, RC14 ,RF4 และ RF5 ว่าจะใช้ขาสัญญาณดังกล่าวทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณรับส่งของ RS-232 หรือ GPIO สำหรับใช้งานทั่วไป

16) หมายเลข 16 คือ ขั้วต่อสัญญาณผ่านพอร์ต RC13,RC14,RD0,RD1,RD2 และ RD3 สำหรับใช้งาน

17) หมายเลข 17 คือ ขั้วต่อสัญญาณพอร์ต RF จะมี 7 บิต คือ RF[0..6]

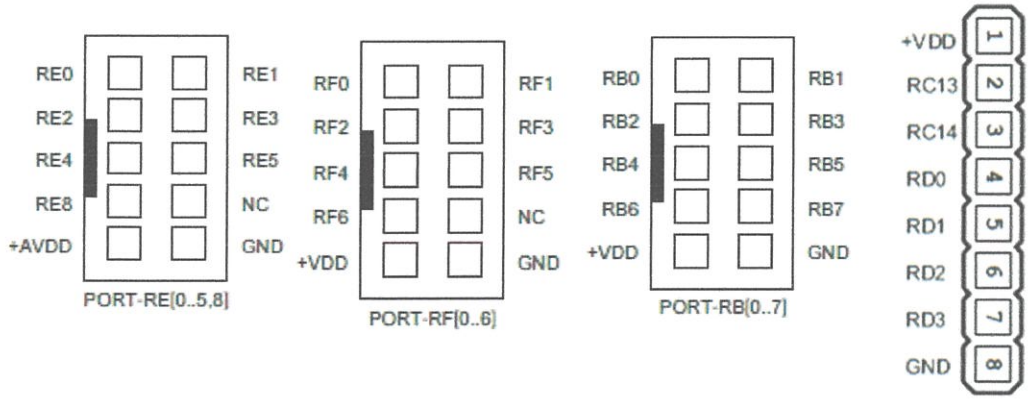
18) หมายเลข 18 คือ LED สำหรับแสดงสถานะ ของแหล่งจ่ายไฟ +5V ของบอร์ด

19) หมายเลข 19 คือ ขั้วต่อสัญญาณพอร์ต RE ซึ่งจะมี 7 บิต คือ RE[0..6 และ 8]

20) หมายเลข 20 คือ ขั้วต่อพอร์ต RB จะมี 8 บิต คือ RB[0..7]

21) หมายเลข 21 คือ ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ dsPIC30F4011

2.4.4.2 ตำแหน่งขั้วต่อสัญญาณต่างๆ ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-BASE dsPIC30F4011



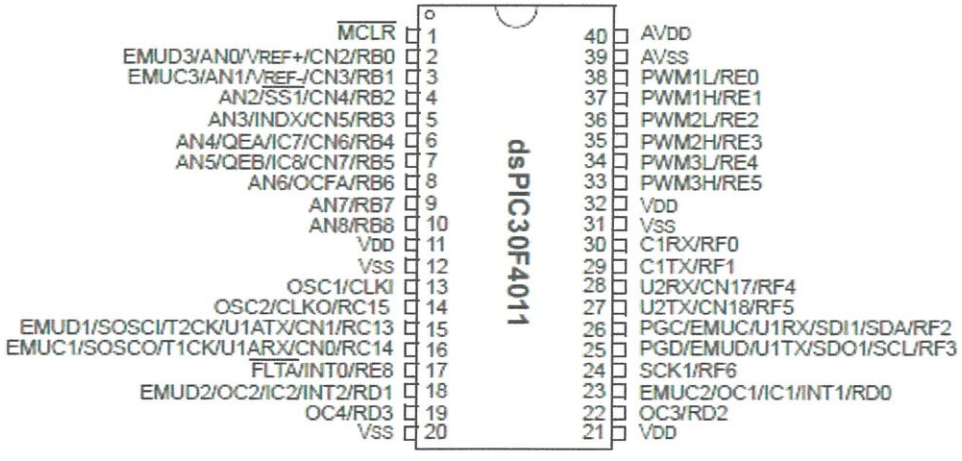
รูปที่ 2.11 ตำแหน่งขั้วต่อสัญญาณต่างๆ

2.4.4.3 คุณสมบัติของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-BASE dsPIC30F4011

1) เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล dsPIC30F4011 ของ Microchips เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ประจำบอร์ด
2) ใช้สัญญาณนาฬิกาคริสตอลออสซิลเลเตอร์ ความถี่ 7.3728 เมกะเฮิรตซ์ สามารถใช้ PLL (Phase lock loop) คูณความถี่เพื่อใช้งานที่ความถี่ 29.4912 เมกะเฮิรตซ์ ได้
3) มีพอร์ตสื่อสารอนุกรม UART แบบ RS232 จำนวน 2 ช่อง พร้อมจัมเปอร์สำหรับเลือกใช้งาน UART หรือ GPIO ได้ตามต้องการโดยใช้ขั้วต่อ UART แบบ CPA 4 ขา
4) มีขั้ว ICSP มาตรฐาน ICD2 แบบ RJ11 สำหรับใช้ร่วมกับชุดพัฒนาโปรแกรมและดีบักเกอร์ที่รองรับการทำงานตามมาตรฐาน ICD2 ของ Microchips
5) มีสวิสช์สำหรับสลับสัญญาณระหว่างโหมด Program (PGM) และโหมดการใช้งานโปรแกรมตามปรกติ พร้อม LED แสดงโหมดการทำงานของบอร์ด
6) มีขั้วต่อสัญญาณอินพุทเอท์พุท (I/O) แบบเฮดเดอร์ ขนาด 2x5 จำนวน 3 ชุด และแบบเฮดเดอร์ 1x8 Pin อีก 1 ชุด
7) มีขั้ว 14 Pin สำหรับจอแสดงผลแอลซีดีแบบตัวอักษร พร้อมตัวปรับค่าแรงดันไฟฟ้าเพื่อปรับความสว่างของจอแอลซีดี
8) มีปุ่มรีเซ็ตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์
9) มีหลอดไฟแอลอีดีสำหรับทดสอบการทำงาน โดยใช้ขั้ว RB0 ในการควบคุม พร้อมจัมเปอร์ตัดต่อสัญญาณ

10) รองรับแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับและกระแสตรง พร้อมวงจรเรียงกระแสแบบสวิสชิ่งเบอร์ LM2575 ขนาด 5 โวลด์ 1 แอมแปร์ ลดปัญหาความร้อนจากวงจรเรียงกระแสและหลอดแอลซีดีแสดงสถานะแหล่งจ่ายไฟฟ้า

2.4.4.4 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F4011



รูปที่ 2.12 แสดงการจัดขาไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F4011

คุณสมบัติที่สำคัญของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F4011 ได้แก่

1) มีหน่วยความจำ Flash 48 กิโลไบต์
2) มีหน่วยความจำ RAM ขนาด 2 กิโลไบต์
3) มีหน่วยความจำ EEPROM ขนาด 1 กิโลไบต์ สำหรับเก็บข้อมูลไว้ใช้งาน
4) มีพอร์ตอินพุทเอาท์พุท (I/O) ขนาด 29 บิต
5) มีตัวนับเวลา (Timer) ขนาด 16 บิต จำนวน 5 ชุด
6) มีโมดูลตรวจจับสัญญาณอินพุท จำนวน 4 ช่อง
7) มีโมดูลเปรียบเทียบสัญญาณเอาท์พุท จำนวน 4 ช่อง
8) มีโมดูลแปลงสัญญาณอนาล็อกไปเป็นสัญญาณดิจิตอล ความเร็ว 10 บิต ต่อ 500 กิโลจุดตัวอย่างต่อวินาที จำนวน 9 ช่อง
9) มีโมดูลควบคุมสัญญาณมอเตอร์ PWM จำนวน 6 ช่อง พร้อม Quadrature Encode Interface (QEI) สำหรับตรวจจับตำแหน่งและความเร็วในการหมุนของมอเตอร์
10) มีพอร์ตอนุกรม UART จำนวน 2 ช่อง
11) มีโมดูล Signal process Interface (SPI) จำนวน 1 ช่อง และ มีช่องรับสัญญาณนาฬิกาจากอุปกรณ์ภายนอก (I2C) จำนวน 1 ช่อง
12) มีวงจร Watchdog สำหรับตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมเพื่อเริ่มต้นทำงานใหม่, วงจร Power - ON Reset เพื่อเปิดปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่เข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ และวงจร PWM สำหรับควบคุมคาบของสัญญาณที่จ่ายให้มอเตอร์

2.4.4.4 รีจิสเตอร์ต่างๆ ที่ใช้งานในของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F4011

รีจิสเตอร์สำหรับใช้งานอินพุตและเอาท์พุตดิจิตอลพอร์ตรีจิสเตอร์

1) TRISx : ใช้ในการกำหนดทิศทางการทำงานของพอร์ตให้เป็นอินพุตหรือเอาท์พุทพอร์ต ถ้ากำหนดค่าเป็นลอจิก 1 ในบิตใดๆของรีจิสเตอร์ TRISx จะกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุท แต่ถ้ากำหนดค่าเป็นลอจิก 1 ในบิตใดๆของรีจิสเตอร์ TRISx จะกำหนดให้เป็นพอร์ตเอาท์พุท
2) รีจิสเตอร์ PORTx ใช้ในการอ่านเขียนข้อมูลกับขาพอร์ต การอ่านข้อมูลจะอ่านจากขาพอร์ตอินพุทเอาท์พุท (I/O) ที่ผู้ใช้งานกำหนด หากเป็นการเขียนข้อมูลจะเขียนไปที่แลตช์พอร์ตข้อมูล อาจเกิดข้อผิดพลาดในการอ่านเขียนข้อมูลเมื่ออ่านและเขียนข้อมูลแบบต่อเนื่อง
3) รีจิสเตอร์ LATx ถูกนำมาใช้แก้ปัญหาของรีจิสเตอร์ PORTx ในกระบวนการอ่านและเขียนข้อมูลแบบต่อเนื่อง โดยจะทำการอ่านข้อมูลที่ค้างอยู่ในแลตช์พอร์ตเอาท์พุท แล้วจึงเขียนข้อมูลไปที่แลตช์พอร์ตข้อมูลจึงไม่เกิดข้อผิดพลาดในการอ่านเขียนข้อมูล

รีจิสเตอร์สำหรับใช้งานโมดูล Timer

1) รีจิสเตอร์ TMRx ใช้ในการนับค่าขนาด 16 บิต

2) รีจิสเตอร์ PRx ใช้กำหนดขอบเขตของการนับของรีจิสเตอร์ TMRx

3) รีจิสเตอร์ TxCON ใช้กำหนดคุณสมบัติและควบคุมการทำงานของตัวนับเวลา

4) รีจิสเตอร์ TxIE ควบคุมการเปิดใช้งานอินเตอร์รัปต์ของตัวนับเวลา

5) รีจิสเตอร์ TxIF แสดงสถานการณ์เกิดอินเทอร์รัปต์ของตัวนับเวลา

6) รีจิสเตอร์ TxIP กำหนดลำดับความสำคัญของอินเทอร์รัปต์ตัวนับเวลา

7) รีจิสเตอร์สำหรับใช้งานโมดูล UART

8) รีจิสเตอร์ UxMODE กำหนดค่าการทำงานของโมดูล UART เช่น ขาพอร์ตรับส่งข้อมูล อัตรารับส่งข้อมูล

9) รีจิสเตอร์ UxSTA แสดงสถานการณ์ทำงานของโมดูล UART และบิตควบคุมการทำงานของ UART

10) รีจิสเตอร์ UxRXREG รับข้อมูลใช้งานเพียง 9 บิต สำหรับข้อมูลที่เข้ามาทางการเชื่อมต่อของพอร์ตอนุกรม

11) รีจิสเตอร์ UxBRG กำหนดค่าอัตราบอดหรือ ความเร็วในการรับส่งข้อมูลโมดูล UART

คุณสมบัติที่สำคัญของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F4011 ได้แก่

1) มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบ Flash Memory ขนาด 128 กิโลไบต์

2) มีหน่วยความจำข้อมูล SRAM ขนาด 16 กิโลไบต์

3) มีโมดูลการสื่อสาร UART จำนวน 2 ช่อง

4) มีโมดูลการสื่อสารแบบ SPI จำนวน 2 ช่องรองรับทั้ง Master และ Slave Modes

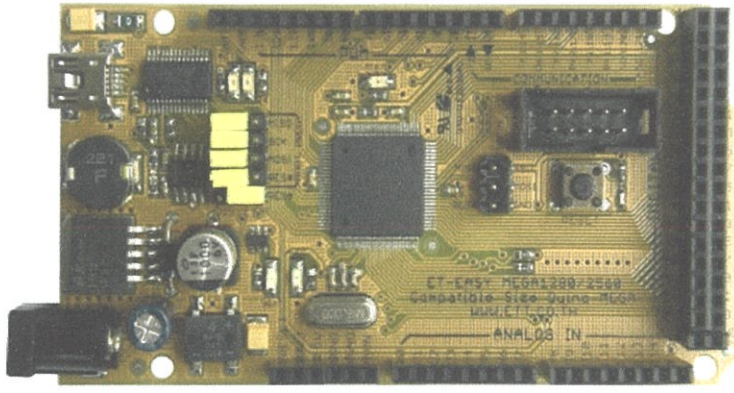
5) มีโมดูลการสื่อสารแบบ I^2C จำนวน 2 ช่องรองรับทั้ง Master และ Slave Modes

6) มีโมดูลการสื่อสารแบบ CAN จำนวน 2 ช่อง

7) มีโมดูลตัวจับเวลา (Timer) ขนาด 16-bit จำนวน 9 ช่อง และสามารถจับคู่ใช้งานเป็น Timer ขนาด 32 Bit ได้พร้อมกัน จำนวน 4 ช่อง

8) มีโมดูลตรวจจับสัญญาณอินพุท , โมดูลเปรียบเทียบสัญญาณเอาท์พุท และโมดูล PWM จำนวน 8 ชุด

2.4.5 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-EASY MEGA1280 (Duino Mega)



รูปที่ 2.13 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-EASY MEGA1280 (Duino Mega)

จากการที่ Arduino ที่เป็นโครงการพัฒนาระบบ MCU ของ AVR แบบ Open Source ได้รับการแนะนำเผยแพร่ออกมาสู่สาธารณะ ซึ่งได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลายจากผู้คนทั่วโลก ภายในระยะเวลาอันรวดเร็ว ทางด้านของ Software ก็มีการพัฒนากันอย่างต่อเนื่อง โดยทางด้าน Hardware เองก็ได้มีการพัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่องควบคู่กันไปด้วยเช่นเดียวกัน ซึ่งจากเดิมที่มีการพัฒนาโปรแกรมให้รองรับกับการใช้งานได้กับชิพ MCU รุ่นเล็ก 28 ขา อย่าง ATMEGA8,ATMEGA88/ATMEGA168/ATMEGA328 สำหรับเป็นจุดเริ่มต้นให้ผู้สนใจได้ใช้เป็นเครื่องมือและอุปกรณ์ในการศึกษาทดลองเรียนรู้ ตลอดจนถึงนำไปประยุกต์ใช้งานกันนั้น มาถึงวันนี้ขนาดของทรัพยากรต่างๆ รวมทั้งขนาดของหน่วยความจำ สำหรับเขียนโปรแกรม ที่มีอยู่ในชิพ AVR รุ่นเล็กที่มีอยู่เริ่มไม่เพียงพอกับการประยุกต์ใช้งานในงานบางประเภทแล้ว ทาง Arduino เอง จึงได้ทำการพัฒนาให้ Arduino สามารถรองรับการใช้งานขนาดใหญ่ขึ้นอีก โดยปรับปรุงโปรแกรมให้ใช้กับชิพ AVR รุ่นใหญ่ขึ้น เพื่อให้มีจำนวน I/O ทั้ง Digital, Analog, PWM, UART และ ขนาดหน่วยความจำเพิ่มมากขึ้นกว่าเดิม แต่ก็ยังคงใช้แนวทางในการพัฒนาโปรแกรม แบบเดียวกันกับรุ่นเล็กทุกประการ โดยได้เลือกใช้ชิพ AVR เบอร์ ATMEGA1280 และออกแบบพัฒนา Hardware บอร์ดขึ้นมารองรับโดยใช้รหัสชื่อรุ่นว่า “Arduino Mega” ออกวางจำหน่าย และได้มีการเผยแพร่รายละเอียดทาง Hardware ต่างๆให้ผู้สนใจนำไปพัฒนาต่อยอดกันได้เอง แต่เนื่องจากชิพดังกล่าวมีโครงสร้างตัวถังเป็นแบบ SMD จึงทำให้เป็นอุปสรรคสำหรับผู้ใช้งานจำนวนไม่น้อยในการที่จะผลิตหรือสร้างบอร์ดขึ้นใช้งานเอง

2.4.5.1 คุณสมบัติของบอร์ด

1) ใช้ ATMEGA1280 เป็น MCU ประจำบอร์ด Run ความถี่ 16MHz จาก Crystal Oscillator

2) ใช้หน่วยความจำชนิด Flash 128 KByte (สงวนไว้ 4KByte สำหรับ Bootloader) , หน่วยความจำชนิด SRAM 8KByte และหน่วยความจำชนิด EEPROM 4 KByte

3) รองรับการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา C++ ของ Arduino ตามแบบ Arduino Mega ได้ 100%

4) ใช้ USB Bridge ของ FTDI เบอร์ FT232RL พร้อม Over Current Protection สำหรับติดต่อ สื่อสารและ Download Code จากคอมพิวเตอร์ให้บอร์ด พร้อม Jumper สำหรับปรับใช้งานบอร์ดเป็นการProgram Bootloader ให้กับ MCU จากพอร์ต USB ในบอร์ดได้เอง โดยไม่ต้องใช้เครื่องโปรแกรมAVRISP จากภายนอก54 Pin Digital I/O โดยมี 14 Pin สามารถโปรแกรมหน้าที่เป็น PWM ได้

5) มี 16 Pin Analog Input (ADC ขนาด 10 บิต 16 ช่อง)

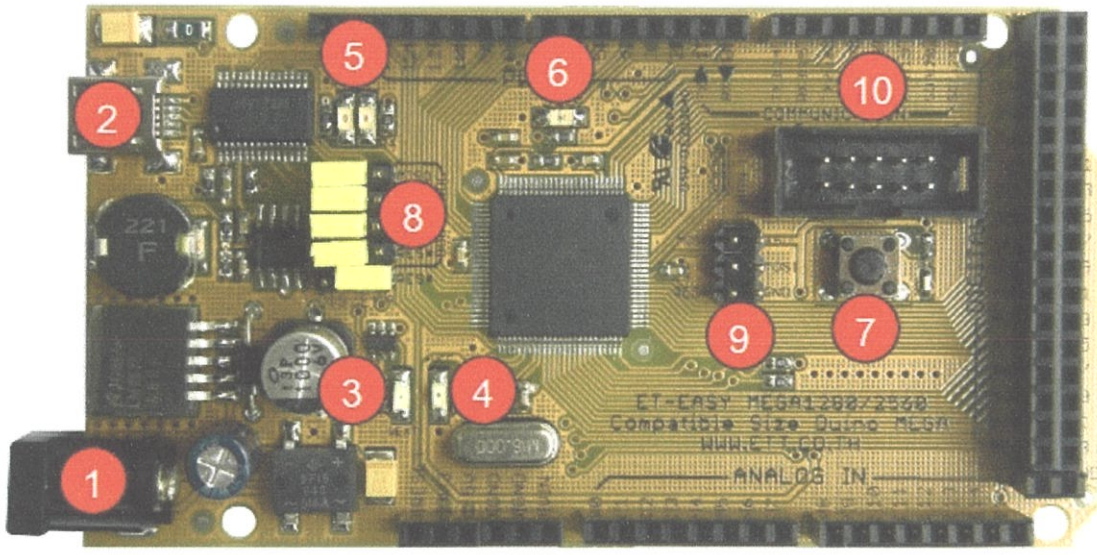
6) มี 4 UART (Hardware Serial Port) แบบ TTL Logic

7) ขนาดของ PCB บอร์ด และ ตำแหน่ง Pin Connector ต่างๆ ตรงกันกับ Arduino Mega ทั้งหมด ทำให้สามารถนำไปติดตั้งใช้งานร่วมกับบอร์ด Shield แบบต่างๆที่มีการผลิตขึ้นมาใช้งานร่วมกันกับบอร์ด Arduino Mega ได้ทั้งหมด โดยบอร์ดมีขนาด PCB Size 5.3cm x 10.2cm

8) มีขั้ว Header 10Pin IDE ของ 8 บิต Digital I/O(D22...D29) สำหรับเชื่อมต่อกับ LCD หรือ บอร์ด I/O แบบต่างๆ ของ อีทีที เพิ่มความสะดวกในการใช้งาน

9) รองรับการใช้งานกับ External Supply ทั้งแบบ AC และ DC ขนาด 7-20V โดยเลือกใช้ Regulate แบบ Switching ขนาด 1A (LM2575-5V) ลดปัญหาเรื่องความร้อนเมื่อมีการใช้กระแสสูงๆ สามารถใช้แหล่งจ่ายจากพอร์ต USB ได้ในกรณีใช้กระแสไม่เกิน 500mA โดยมีวงจรเลือกแหล่งจ่ายอัตโนมัติโดยจะตัดการใช้ไฟเลี้ยงจาก USB โดยอัตโนมัติเมื่อมีการต่อแหล่งจ่ายจากภายนอกให้บอร์ด

2.4.5.2 โครงสร้างบอร์ด ET-EASY MEGA1280 (Duino Mega)



รูปที่ **2.13** โครงสร้างของบอร์ด ET-EASY MEGA1280 (Duino Mega)

1) หมายเลข 1 คือ ขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงจากภายนอก สามารถใช้ได้กับแหล่งจ่ายทั้งแบบ AC และDC พร้อมวงจร Bridge Rectifier และ Regulate แบบ Switching ช่วยลดความร้อนของ IC Regulate เมื่อมีการดึงกระแสมากๆได้เป็นอย่างดี สามารถใช้กับแรงดัน Input 7-20V

2) หมายเลข 2 เป็นขั้วต่อ USB สำหรับติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ PC โดยใช้ FT232RL เป็น USB Bridge ในการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ PC และ MCU ในบอร์ด และยังสามารถใช้ไฟจากพอร์ต USB เป็นแหล่งจ่ายให้กับบอร์ดได้ด้วย โดยจะมี Poly Fuse ขนาด 500mA สำหรับป้องกันการดึงกระแสเกินจากพอร์ต USB ด้วย และที่พิเศษคือมีวงจรสำหรับตรวจสอบแหล่งจ่ายเพื่อสลับการใช้งานแหล่งจ่ายจาก USB ไปเป็น External Supply ได้เอง โดยอัตโนมัติ โดยเมื่อไม่ได้ต่อ External Supply บอร์ดจะใช้ไฟจากพอร์ต USB เป็นแหล่งจ่ายในการทำงาน แต่เมื่อการต่อ External Supply วงจรจะสลับไปใช้แหล่งจ่ายจาก External Supply เองโดยอัตโนมัติ มี LED +VCC ใช้แสดงสถานะเมื่อมีการจ่ายไฟให้กับบอร์ด และมี LED VEXT ใช้แสดงสถานะเมื่อมีการจ่ายไฟจาก External Supply

3) หมายเลข 3 เป็น LED VEXT ใช้แสดงสถานะเมื่อมีการจ่ายไฟเลี้ยงจาก External Supply

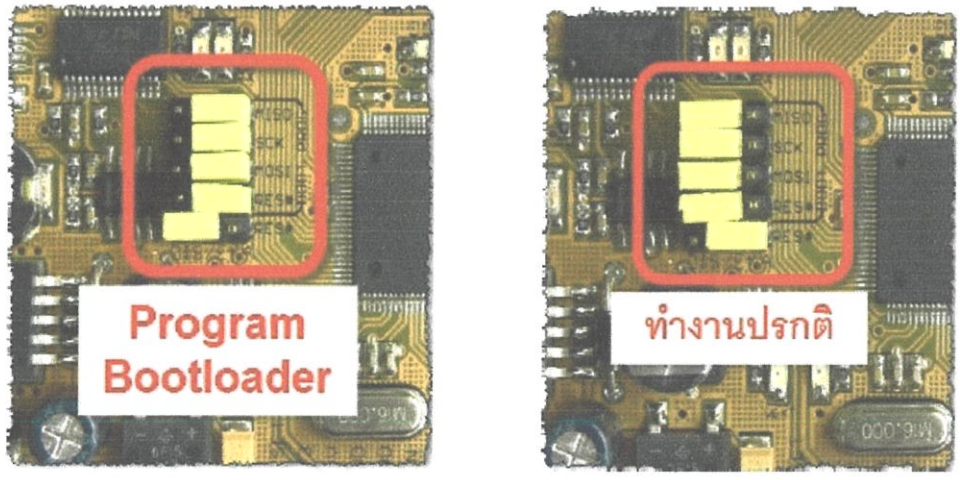
4) หมายเลข 4 เป็น LED +VCC ใช้แสดงสถานะของแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง (+VCC) ของบอร์ด โดยเมื่อบอร์ดใช้แหล่งจ่ายจาก External Supply จะแสดงสถานะโดยการให้ LED VEXT และ LED +VCC ติดสว่างพร้อมกันทั้งคู่ แต่ถ้าบอร์ดใช้แหล่งจ่ายจากพอร์ต USB จะแสดงสถานะโดยการให้ LED +VCC ติดสว่างเพียงดวงเดียว

5) หมายเลข 5 เป็น LED แสดงสถานะของ RX และ TX ใช้สำหรับแสดงการรับส่งข้อมูลระหว่างบอร์ด ET-EASY MEGA1280 กับคอมพิวเตอร์ PC ผ่านทางพอร์ต USB

6) หมายเลข 6 เป็น LED D13 ใช้สำหรับทดแสดงการทำงานของ Bootloader และ ใช้ทดสอบการทำงานของบอร์ดจากการควบคุมของ Pin Digital-13 ทำงานด้วย Logic “1” และ หยุดทำงานด้วย Logic “0”

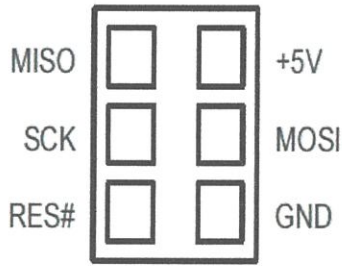
7) หมายเลข 7 เป็นสวิตช์ Reset ใช้สำหรับสั่ง Reset การทำงานของบอร์ด

8) หมายเลข 8 เป็นชุด Jumper สำหรับเลือก การ Program Bootloader ผ่าน USB Port และ การใช้งานตามปรกติ



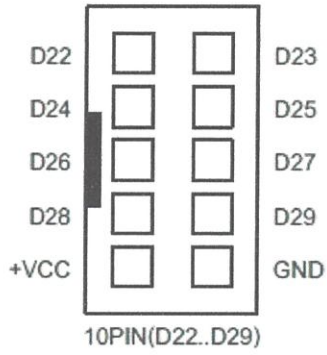
รูปที่ 2.14 แสดงการปรับจัมเปอร์เพื่อเปลี่ยนโหมดการใช้งาน

9) หมายเลข 9 เป็นขั้วต่อ AVRISP ใช้สำหรับ Download Code ให้กับ MCU โดยขั้วต่อ AVRISP นี้จะสามารถใช้งานได้กับเครื่องโปรแกรมทุกรุ่นที่รองรับการใช้งานกับ ATMEGA1280 และใช้ขั้วต่อตรงตามมาตรฐาน AVRISP ดังรูป



รูปที่ 2.15 ขั้วต่อ AVRISP

10) หมายเลข 10 เป็นขั้วต่อสัญญาณจาก D[22..29] สำหรับเชื่อมต่อกับบอร์ด I/O ของอีทีที รวมทั้งจอแสดงผล LCD โดยใช้ร่วมกับ 10PIN LCD หรือ ET-CONV SPI TO LCD โดยในกรณีที่ต้องการนำขั้วต่อ 10PIN ไปเชื่อมต่อเพื่อใช้ควบคุมการแสดงผลของ LCD นั้น เพื่อความสะดวกในการใช้งาน ขอแนะนำให้จัดหาชุด ET-10PIN CLCD (ET-CONV 10 TO LCD) มาเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่าง ขั้ว IDE 10PIN ของบอร์ด ET-EASY MEGA1280 ดังตัวอย่างโดยเมื่อนำLCD มาติดตั้งเข้ากับชุด ET-10PIN CLCD เรียบร้อยแล้วจะทำให้สามารถเชื่อมต่อสาย สัญญาณระหว่างขั้ว ET-10PIN CLCD กับ 10PIN ได้โดยง่าย โดยใช้การเชื่อมต่อผ่านทางสายแพร์ 10 PIN ได้ทันที



รูปที่ 2.16 ขั้วต่อ Digital I/O

2.4.5.3 คุณสมบัติของสัญญาณต่างๆของบอร์ด ET-EASY MEGA1280

1) RFSET# เป็นสัญญาณ Input Logic Reset ของ MCU เมื่อเป็น Logic Low จะทำให้ MCU อยู่ในสภาวะรีเซ็ต เมื่อเป็น Logic High จะทำให้ MCU อยู่ในสภาวะทำงานตามปรกติ โดยสัญญาณRESET# นี้จะถูกควบคุมจาก 2 แหล่ง คือ จาก สวิตช์ RESET ภายในบอร์ด และ จากสัญญาณ DTR ของ FT232RL ถ้ามีการเลือก Enable Jumper ของ Auto Reset จาก DTR ไว้

2) +5V เป็นจุดต่อแหล่งจ่ายไฟของบอร์ดออกไปใช้งาน ซึ่งมาจากแหล่งกำเนิด 2 แหล่ง คือ จากพอร์ต USB และจาก External Supply ซึ่งถ้าต่อแหล่งจ่ายให้บอร์ดจาก External Supply ผ่านทาง Jack VIN แหล่งจ่าย +5V นี้จะมาจาก Switching Regulate (LM2575-5V) สามารถจ่ายกระแสได้สูงสุดถึง 1A แต่ถ้าใช้แหล่งจ่ายจากพอร์ต USB แหล่งจ่าย +5V นี้จะมาจากพอร์ต USB โดยตรงโดยจะมีฟิวส์ แบบ Poly ขนาด 500mA ต่อป้องกันการดึงกระแสเกินเพื่อป้องกันความเสียหายของพอร์ต USB โดยจะจ่ายกระแสได้

สูงสุดไม่เกิน 500mA ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติในการจ่ายกระแสของพอร์ต USB และการ Configure ค่าให้กับ FT232RL ด้วย

3) A0-A15 เป็นขาสัญญาณ Analog Input แบบ ADC มีขนาดความละเอียด 10 บิต มี 16 Pin สามารถรับแรงดัน Analog Input ได้ 0-5VDC

4) D0-D53 เป็นขาสัญญาณ Digital Input/Output แบบ TTL มีทั้งหมด 54 Pin สามารถใช้ทำหน้าที่เป็น Input หรือ Output ตามการกำหนดจากโปรแกรม โดยมีบาง Pin สามารถกำหนดหน้าที่ใช้งานเป็นฟังก์ชั่นพิเศษต่างๆเพิ่มเติมได้อีก

5) D0-D1 ถูกสงวนไว้ใช้ทำหน้าที่เป็นพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 (UART0) โดยได้ทำการเชื่อมต่อกับ USB Bridge ของ FT232RL เพื่อใช้ Upload Code ให้กับบอร์ด และยังสามารถใช้ทดลองติดต่อสื่อสารรับส่งข้อมูลระหว่างบอร์ดกับคอมพิวเตอร์ PC ได้ด้วย

6) D2-D13 สามารถ โปรแกรมหน้าที่เป็น PWM ขนาด 8 บิต มี 14 Pin ได้

7) D14 สามารถ โปรแกรมหน้าที่เป็น TX3 สำหรับ ส่งข้อมูลของ UART3 ได้ด้วย

8) D15 สามารถ โปรแกรมหน้าที่เป็น RX3 สำหรับ รับข้อมูลให้กับ UART3 ได้ด้วย

9) D16 สามารถ โปรแกรมหน้าที่เป็น TX2 สำหรับ ส่งข้อมูลของ UART2 ได้ด้วย

10) D17 สามารถ โปรแกรมหน้าที่เป็น RX2 สำหรับ รับข้อมูลให้กับ UART2 ได้ด้วย

11) D18 สามารถ โปรแกรมหน้าที่เป็น TX1 สำหรับ ส่งข้อมูลของ UART1 ได้ด้วย

12) D19 สามารถ โปรแกรมหน้าที่เป็น RX1 สำหรับ รับข้อมูลให้กับ UART1 ได้ด้วย

13) D20 สามารถ โปรแกรมหน้าที่เป็น SDA ของ I2C Bus สำหรับใช้สื่อสารกับ I2C ได้ด้วย

14) D21 สามารถ โปรแกรมหน้าที่เป็น SCL ของ I2C Bus สำหรับใช้สื่อสารกับ I2C ได้ด้วย

15) AREF เป็นสัญญาณ Analog Reference จากภายนอกที่ต้องการป้อนให้กับ MCU ซึ่งตามปรกติแล้ว ATMEGA1280 สามารถโปรแกรมให้เลือกใช้แรงดันอ้างอิงจากภายในได้อยู่แล้วโดยสามารถเลือกเป็น 1.1V หรือ 2.56V หรือ AVCC(+5V) โดยไม่จำเป็นต้องป้อนแรงดันอ้างอิงจากภายนอกให้กับบอร์ดอีก แต่ถ้าต้องการแรงดันอ้างอิงที่มีความแตกต่างจากที่กล่าวมาแล้วก็สามารถป้อนเป็นแรงดันอ้างอิงจากภายนอกผ่านทางขา AREF นี้เข้าไปเองได้ ระหว่าง 0-5 V

2.5 เทคโนโลยีวายฟาย (Wi-Fi)

2.5.1 ความหมายของเทคโนโลยีวายฟาย

วายฟาย หมายถึงชุดผลิตภัณฑ์ต่างๆที่สามารถใช้ได้กับมาตรฐานเครือข่ายคอมพิวเตอร์ท้องถิ่นแบบไร้สาย (WLAN) ซึ่งอยู่บนมาตรฐาน IEEE 802.11

เดิมทีวายฟายออกแบบมาใช้สำหรับอุปกรณ์พกพาต่างๆ และใช้ในเครือข่ายท้องถิ่นเท่านั้น แต่ปัจจุบันนิยมใช้วายฟายเพื่อต่อกับอินเทอร์เน็ตโดยอุปกรณ์พกพาต่างๆ สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่า"แอคเซสพอยต์" และบริเวณที่ระยะทำการของแอคเซสพอยต์ครอบคลุมเรียกว่า "ฮอตสปอต"

แต่เดิมคำว่า “Wi-Fi” เป็นชื่อที่ตั้งแทนตัวเลข IEEE 802.11 ซึ่งง่ายกว่าในการจดจำ โดยนำมาจากเครื่องขยายเสียง Hi-Fi อย่างไรก็ตามในปัจจุบันใช้เป็นคำย่อของ “Wireless-Fidelity” โดยมีแสดงในเว็บไซต์ของ Wi-Fi Alliance โดยใช้ชื่อวายฟายเป็นเครื่องหมายการค้า

2.5.2 มาตรฐานของเทคโนโลยีวายฟาย

2.5.2.1 มาตรฐาน IEEE 802.11b

มาตรฐาน IEEE 802.11b เสร็จสมบูรณ์เมื่อปี พ.ศ. 2542 ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า “CCK (Complimentary Code Keying)” ผนวกกับ “DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)” เพื่อปรับปรุงความสามารถของอุปกรณ์ให้รับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูงสุดที่ 11 เมกะบิตต่อวินาที ผ่านคลื่นวิทยุความถี่ 2.4 จิกกะเฮิรตซ์ เป็นย่านความถี่ที่เรียกว่า“ISM (Industrial Scientific and Medical)” ซึ่งได้รับการจัดสรรไว้อย่างสากลสำหรับการใช้งานอย่างสาธารณะด้านวิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรม และการแพทย์ โดยอุปกรณ์ที่ใช้ความถี่ย่านนี้ เช่น IEEE802 ภายใต้มาตรฐานนี้ได้รับการผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก และที่สำคัญแต่ละผลิตภัณฑ์มีความสามารถทำงานร่วมกันได้ อุปกรณ์ของผู้ผลิตทุกยี่ห้อต้องผ่านการตรวจสอบจากสถาบัน Wi-Fi Alliance เพื่อตรวจสอบมาตรฐานของอุปกรณ์และความเข้ากันได้ของแต่ละผู้ผลิต ปัจจุบันนี้นิยมนำอุปกรณ์แลนไร้สายมาตรฐาน 802.11b ไปใช้ในองค์กรธุรกิจ สถาบันการศึกษา สถานที่สาธารณะ และกำลังแพร่เข้าสู่สถานที่พักอาศัยมากขึ้น มาตรฐานนี้มีระบบเข้ารหัสข้อมูลแบบ WEP ที่ 128 บิต เทคโนโลยีบลูทูธ โทรศัพท์ไร้สาย และเตาไมโครเวฟ มีระยะการส่งสัญญาณได้ไกลมากถึง 100 เมตร

2.5.2.2 มาตรฐาน IEEE 802.11a

มาตรฐาน IEEE 802.11a เสร็จสมบูรณ์เมื่อปี พ.ศ. 2542 โดยออกเผยแพร่ช้ากว่าของมาตรฐาน IEEE 802.11b ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า “OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)” เพื่อปรับปรุงความเร็วในการส่งข้อมูลให้วิ่งได้สูงถึง 54 เมกกะบิตต่อวินาที บนความถี่ 5 จิกกะเฮิรตซ์ ซึ่งจะมีคลื่นรบกวนน้อยกว่าความถี่ 2.4 จิกกะเฮิรตซ์ ที่มาตรฐานอื่นใช้กัน ที่ความเร็วนี้สามารถทำการแพร่ภาพและข่าวสารที่ต้องการความละเอียดสูงได้ อัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลสามารถปรับระดับให้ช้าลงได้ เพื่อเพิ่มระยะทางการเชื่อมต่อให้มากขึ้น แต่ทว่าข้อเสียก็คือความถี่ 5 จิกกะเฮิรตซ์นั้นหลายๆประเทศไม่อนุญาตให้ใช้ เช่น ประเทศไทยเพราะได้จัดสรรให้อุปกรณ์ประเภทอื่นไปแล้ว และยิ่งไปกว่านั้นระยะการส่งข้อมูลของ IEEE 802.11a ยังสั้นเพียง 30 เมตรเท่านั้น อีกทั้งอุปกรณ์ของ IEEE 802.11a ยังมีราคาสูงกว่า IEEE 802.11b ด้วย ดังนั้นอุปกรณ์ IEEE 802.11a จึงได้รับความนิยมน้อยกว่า มาตรฐาน IEEE 802.11b มาก จึงทำให้ไม่ค่อยเป็นที่ได้รับความนิยมเท่าไหร่

2.5.2.3 มาตรฐาน IEEE 802.11g

เสร็จสมบูรณ์ในปี พ.ศ. 2546 ทางคณะทำงาน IEEE 802.11g ได้นำเอาเทคโนโลยี OFDM ของ 802.11a มาพัฒนาบนความถี่ 2.4 จิกกะเฮิรตซ์ จึงทำให้ใช้ความเร็ว 36-54 เมกกะบิตต่อวินาที ซึ่งเป็นความเร็วที่สูงกว่ามาตรฐาน 802.11b ซึ่ง 802.11g สามารถปรับระดับความเร็วในการสื่อสารลงเหลือ 2 Mbps ได้ตามสภาพแวดล้อมของเครือข่ายที่ใช้งาน มาตรฐานนี้เป็นที่ยอมรับจากผู้ใช้เป็นจำนวนมากและกำลังเข้ามาแทนที่ IEEE 802.11b ในอนาคตอันใกล้

นอกจากที่กล่าวมาข้างต้นนี้มีบางผลิตภัณฑ์ใช้เทคโนโลยีเฉพาะตัวเข้ามาเสริม ทำให้ความเร็วเพิ่มขึ้นจาก 54 เมกกะบิตต่อวินาที เป็น 108 เมกกะบิตต่อวินาที แต่ต้องทำงานร่วมกันเฉพาะอุปกรณ์ที่ผลิตจากบริษัทเดียวกันเท่านั้น ซึ่งความสามารถนี้เกิดจากชิปกระจายสัญญาณของตัวอุปกรณ์ที่ผู้ผลิตบางรายสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการรับส่ง สัญญาณเป็น 2 เท่าของการรับส่งสัญญาณได้ แต่ปัญหาของการกระจายสัญญาณนี้จะมีผลทำให้อุปกรณ์ไร้สาย ในมาตรฐาน 802.11b มีประสิทธิภาพลดลงด้วยเช่นกัน

2.5.2.4 มาตรฐาน IEEE 802.11e

คณะทำงานชุดนี้ได้รับมอบหมายให้ปรับปรุงเลเยอร์ MAC ของ IEEE 802.11 เพื่อให้สามารถรองรับการใช้งานหลักการคุณภาพของบริการ (QoS) สำหรับแอพลิเคชันเกี่ยวกับมัลติมีเดีย เนื่องจาก IEEE 802.11e เป็นการปรับปรุงเลเยอร์ MAC ดังนั้นมาตรฐานเพิ่มเติมนี้จึงสามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์ IEEE802.11 WLAN ทุกเวอร์ชันได้

2.5.2.5 มาตรฐาน IEEE 802.11i

คณะทำงานชุดนี้ได้รับมอบหมายให้ปรับปรุงเลเยอร์ MAC ของ IEEE 802.11 ในด้านความปลอดภัย เนื่องจากเครือข่าย IEEE 802.11 WLAN มีช่องโหว่อยู่มากโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเข้ารหัสข้อมูลด้วยรหัสกุญแจที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง คณะทำงานชุด IEEE 802.11i จะนำเอาเทคนิคขั้นสูงมาใช้ในการเข้ารหัสข้อมูลด้วยรหัสกุญแจที่มีการเปลี่ยนค่าอยู่เสมอ และการตรวจ สอบผู้ใช้ที่มีความปลอดภัยสูง มาตรฐานเพิ่มเติมนี้จึงสามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์ IEEE 802.11 WLAN ทุกเวอร์ชันได้

2.5.2.6 มาตรฐาน IEEE 802.11n

เป็นมาตรฐานใหม่ที่ทาง Wi-Fi Alliance กำลังอยู่ในช่วงการทดสอบ โดยคาดว่าจะมีความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลอยู่ที่ 74 เมกกะบิตต่อวินาที และสูงสุดที่ 248 เมกกะบิตต่อวินาที ซึ่งหมายความว่าความเร็วมากกว่ารุ่นก่อนถึงประมาณ 5 เท่า นอกจากนี้ก็ยังมีรัศมีทำการภาย ในอาคารที่ 70 เมตร และนอกอาคารที่ 160 เมตร เพิ่มความสามารถในการกันสัญญาณกวนจากอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ความถี่ 2.4 จิกกะเฮิรตซ์ เหมือนกัน และสามารถรองรับอุปกรณ์มาตรฐาน IEEE 802.11b และ IEEE 802.11g ได้ มาตรฐาน IEEE 802.11n นี้ได้เสร็จสมบูรณ์ในปี พ.ศ. 2552 แล้ว

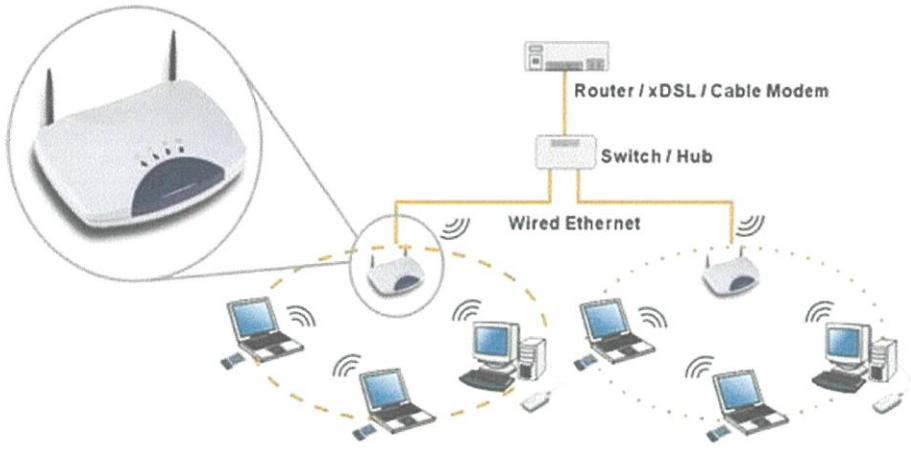
2.5.3 ลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์

วายฟาย ได้กำหนดลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ภายในเครือข่ายแลน ไว้ 2 ลักษณะ ได้แก่ โหมด infrastructure และโหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer

2.5.3.1 โหมด infrastructure

โดยทั่วไปแล้วอุปกรณ์ในเครือข่ายวายฟาย จะเชื่อมต่อกันในลักษณะของโหมด Infra structure ซึ่งเป็นโหมดที่อนุญาตให้อุปกรณ์ภายในเครือข่ายท้องถิ่น สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่นได้ ในโหมด Infrastructure นี้จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 2 ประเภทได้แก่ สถานีผู้ใช้ (Client Station) ซึ่งก็คืออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (เดสท็อป,แล็ปท็อป, หรือ พีดีเอ ต่างๆ) ที่

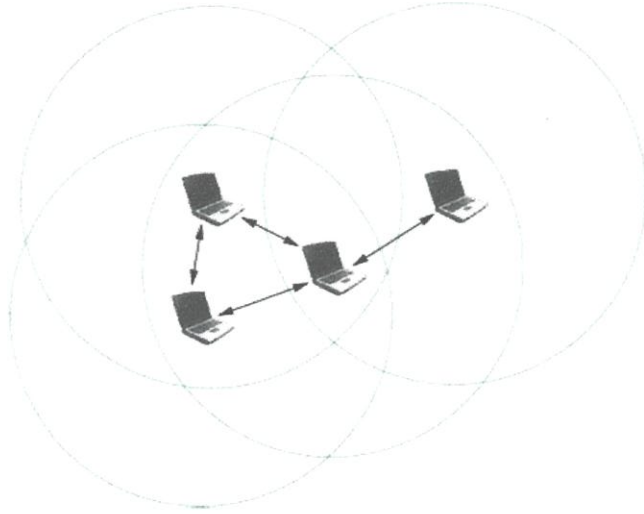
มีผู้ใช้อุปกรณ์เพื่อใช้รับส่งข้อมูลผ่านวายฟาย และสถานีแม่ข่าย (Access Point) ซึ่งทำหน้าที่ต่อเชื่อมสถานีผู้ใช้เข้ากับเครือข่ายอื่น (ซึ่งโดยปกติจะเป็นเครือข่าย IEEE 802.3 Ethernet LAN) การทำงานในโหมด Infrastructure มีพื้นฐานมาจากระบบเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ กล่าวคือสถานีผู้ใช้จะสามารถรับส่งข้อมูลโดยตรงกับสถานีแม่ข่ายที่ให้บริการ แก่สถานีผู้ใช้นั้นอยู่เท่านั้น ส่วนสถานีแม่ข่ายจะทำหน้าที่ส่งต่อข้อมูลที่ได้รับจากสถานีผู้ใช้ไปยังจุดหมายปลายทางหรือสงข้อมูลที่ได้ รับจากเครือข่ายอื่นมายังสถานีผู้ใช้



รูปที่ 2.17 โครงสร้างของเครือข่ายวายฟายแบบ infrastructure

2.5.3.2 โหมด Ad-Hoc หรือ จุดต่อจุด

เครือข่ายวายฟายในโหมด Ad-Hoc หรือ จุดต่อจุดเป็นเครือข่ายที่ปิดคือไม่มีสถานีแม่ข่ายและไม่มีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่น บริเวณของเครือข่ายวายฟายในโหมด Ad-Hoc จะเรียกว่า Independent Basic Service Set (IBSS) ซึ่งสถานีผู้ใช้หนึ่งสามารถติดต่อสื่อสารข้อมูลกับสถานีผู้ใช้อื่นๆในเขต IBSS เดียวกันได้โดยตรงโดยไม่ผ่านสถานีแม่ข่าย แต่สถานีผู้ใช้จะไม่สามารถรับส่งข้อมูลกับเครือข่ายอื่นๆได้



รูปที่ 2.18 โครงสร้างของเครือข่ายวายฟายแบบ Ad-Hoc

2.5.4 กลไกรักษาความปลอดภัย

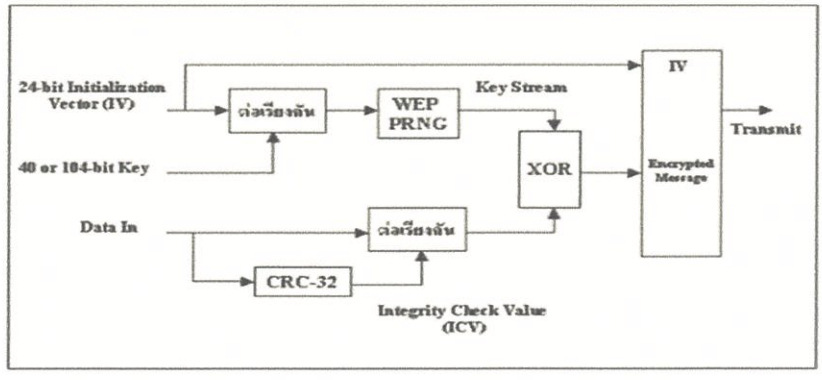
วายฟายได้กำหนดให้มีทางเลือกสำหรับสร้างความปลอดภัยให้กับเครือข่ายแลนแบบไร้สาย ด้วยกลไกซึ่งมีชื่อเรียกว่า WEP (Wired Equivalent Privacy) ซึ่งออกแบบมาเพื่อเพิ่มความปลอดภัยกับเครือข่ายท้องถิ่นแบบไร้สายให้ใกล้เคียงกับความปลอดภัยของเครือข่าย แบบที่ใช้สายนำสัญญาณ (IEEE 802.3 Ethernet) บทบาทของ WEP แบ่งเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ การเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) และ การตรวจสอบผู้ใช้ (Authentication)

2.5.4.1 การเข้าและถอดรหัสข้อมูล

การเข้าและถอดรหัสข้อมูล (WEP Encryption/Decryption) ใช้หลักการในการเข้าและถอดรหัสข้อมูลที่เป็นแบบ symmetrical (นั่นคือรหัสที่ใช้ในการเข้ารหัสข้อมูลจะเป็นตัวเดียวกันกับรหัสที่ใช้ สำหรับการถอดรหัสข้อมูล)

การทำงานของการเข้ารหัสข้อมูลในกลไก WEP

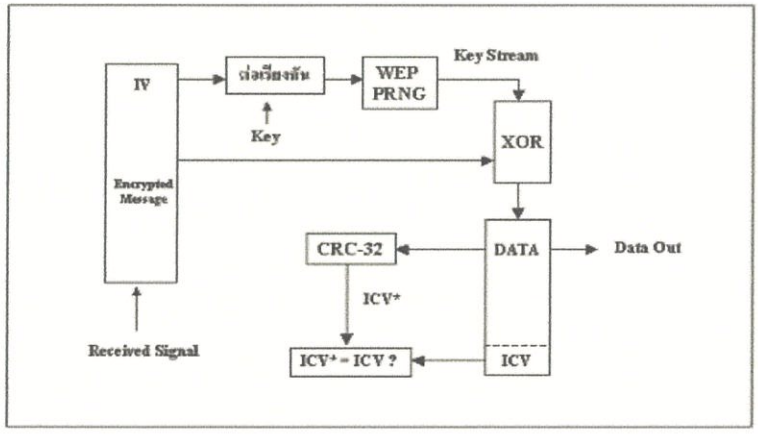
1) สร้างรหัสกุญแจ ขนาด 64 หรือ 128 บิต โดยการนำเอารหัสลับซึ่งมีความยาว 40 หรือ 104 บิต มาต่อรวมกับข้อความเริ่มต้น IV (Initialization Vector) ขนาด 24 บิต ที่กำหนดแบบสุ่มขึ้นมา
2) Integrity Check Value (ICV) ขนาด 32 บิต สร้างขึ้นโดยการคำนวณค่า CRC-32 (32-bit Cyclic Redundant Check) จากข้อมูลดิบที่จะส่งออกไป (ICV) ซึ่งจะนำไปต่อรวมกับข้อมูลดิบ มีไว้สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลหลังจากการถอดรหัสแล้ว)
3) ข้อความที่มีความสุ่ม (Key Stream) ขนาดเท่ากับความยาวของข้อมูลดิบที่จะส่งกับอีก 32 บิต (ซึ่งเป็นความยาวของ ICV) สร้างขึ้นโดยหน่วยสร้างข้อความที่มีความสุ่มหรือ PRNG (Pseudo-Random Number Generator) ที่มีชื่อเรียกว่า RC4 ซึ่งจะใช้ Key ที่กล่าวมาข้างต้นเป็น Input (หรือ Seed) หมายเหตุ PRNG จะสร้างข้อความสุ่มที่แตกต่างกันสำหรับ seed แต่ละค่าที่ใช้
4) ข้อความที่ได้รับการเข้ารหัส (Ciphertext) สร้างขึ้นโดยการนำเอา ICV ต่อกับข้อมูลดิบแล้วทำการ XOR แบบบิตต่อบิตกับข้อความแบบสุ่ม (Key Stream) ซึ่ง PRNG ได้สร้างขึ้น
5) สัญญาณที่ส่งออกไปคือ ICV และข้อความที่ได้รับการเข้ารหัส (Ciphertext)



รูปที่ 2.19 ภาพแสดงการเข้ารหัสข้อมูลในกลไก WEP

การทำงานของการถอดรหัสข้อมูลในกลไก WEP

1) Key ขนาด 64 หรือ 128 บิต สร้างขึ้นโดยการนำเอารหัสลับซึ่งมีความยาว 40 หรือ 104 บิต (ซึ่งเป็นรหัสลับเดียวกับที่ใช้ในการเข้ารหัสข้อมูล) มาต่อรวมกับ IV ที่ส่งมากับสัญญาณที่ได้รับ
2) PRNG สร้างข้อความสุ่ม (Key Stream) ที่มีขนาดเท่ากับความยาวของข้อความที่ได้รับการเข้ารหัสและถูกส่งมา โดยใช้ Key ที่กล่าวมาข้างต้นเป็น Input
3) ข้อมูลดิบและ ICV ได้รับการถอดรหัสโดยการนำเอาข้อความที่ได้รับมา XOR แบบบิตต่อบิตกับข้อความสุ่ม (Key Stream) ซึ่ง PRNG ได้สร้างขึ้น
4) สร้าง ICV' โดยการคำนวณค่า CRC-32 จากข้อมูลดิบที่ถอดรหัสแล้วเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่า ICV ที่ส่งมา หากค่าทั้งสองตรงกัน (ICV' = ICV) แสดงว่าการถอดรหัสถูกต้องและผู้ที่ส่งมาได้รับอนุญาต (มีรหัสลับของเครือข่าย) แต่หากค่าทั้งสองไม่ตรงกันแสดงว่าการถอดรหัสไม่ถูกต้องหรือผู้ที่ถูกส่งมาไม่ได้รับอนุญาต



รูปที่ 2.20 ภาพแสดงการถอดรหัสข้อมูลในกลไก WEP

2.5.5 การตรวจสอบผู้ใช้งาน

สำหรับเครือข่ายวายฟาย ผู้ใช้ (เครื่องลูกข่าย) จะมีสิทธิในการรับส่งสัญญาณข้อมูลในเครือข่ายได้ก็ต่อเมื่อได้รับการตรวจสอบ แล้วได้รับอนุญาต ซึ่งมาตรฐานวายฟายได้กำหนดให้มีกลไกสำหรับการตรวจสอบผู้ใช้ (Authentication) ใน 2 ลักษณะคือ Open System Authentication และ Shared Key Authentication ซึ่งเป็นดังต่อไปนี้

2.5.5.1 การตรวจสอบผู้ใช้งานแบบระบบเปิด

การตรวจสอบผู้ใช้ในลักษณะ นี้เป็นทางเลือกแบบ default ที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน IEEE 802.11 ในการตรวจสอบแบบนี้จะไม่ตรวจสอบรหัสลับจากผู้ใช้ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็นการอนุญาตให้ผู้ใช้ใดๆ ก็ได้สามารถเข้ามารับส่งสัญญาณในเครือข่ายนั่นเอง แต่อย่างไรก็ตามในการตรวจสอบแบบนี้อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นสถานีแม่ข่ายไม่จำเป็นต้องอนุญาตให้สถานีผู้ใช้เข้ามาใช้เครือข่ายได้เสมอไป ในกรณีนี้บทบาทของ WEP จึงเหลือแต่เพียงการเข้ารหัสข้อมูลเท่านั้น กลไกการตรวจสอบแบบ open system authentication มีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

1) สถานีที่ต้องการจะเข้ามาร่วมใช้เครือข่ายจะส่งข้อความซึ่งไม่เข้ารหัสเพื่อขอรับการตรวจสอบ (Authentication Request Frame) ไปยังอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นสถานีแม่ข่าย โดยในข้อความดังกล่าวจะมีการแสดงความจำนงเพื่อรับการตรวจสอบแบบ open system

2) อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นสถานีแม่ข่ายโต้ตอบด้วยข้อความที่แสดงถึงการตอบรับ หรือปฏิเสธ Request ดังกล่าว

2.5.5.2 การตรวจสอบผู้ใช้งานแบบใช้รหัสกุญแจร่วมกัน

การตรวจสอบผู้ใช้แบบ shared key authentication จะอนุญาตให้สถานีผู้ใช้ซึ่งมีรหัสลับของเครือข่ายนี้เท่านั้นที่สามารถเข้า มารับส่งสัญญาณกับอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นสถานีแม่ข่ายได้ โดยมีการใช้เทคนิคการถามตอบที่ใช้กันทั่วไปผนวกกับการเข้ารหัสด้วย WEP เป็นกลไกสำหรับการตรวจสอบ (ดังนั้นการตรวจสอบแบบนี้จะทำได้ก็ต่อเมื่อมีการ Enable การเข้ารหัสด้วย WEP) กลไกการตรวจสอบดังกล่าวมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

1) สถานีผู้ใช้ที่ต้องการจะเข้ามาร่วมใช้เครือข่ายจะส่งข้อความซึ่งไม่เข้ารหัสเพื่อขอรับการตรวจสอบ (Authentication Request Frame) ไปยังอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นสถานีแม่ข่าย โดยในข้อความดังกล่าวจะมีการแสดงความจำนงเพื่อรับการตรวจสอบแบบ shared key

2) หากสถานีแม่ข่ายต้องการตอบรับ Request ดังกล่าว จะมีการส่งข้อความที่แสดงถึงการตอบรับและคำถาม (challenge text) มายังเครื่องลูกข่าย ซึ่ง challenge text ดังกล่าวมีขนาด 128 ไบต์และสุ่มขึ้นมา (โดยอาศัย PRNG) หากอุปกรณ์แม่ข่ายไม่ต้องการตอบรับ Request ดังกล่าว จะมีการส่งข้อความที่แสดงถึงการไม่ตอบรับ ซึ่งเป็นการสิ้นสุดของการตรวจสอบครั้งนี้

3) หากมีการตอบรับจากสถานีแม่ข่าย สถานีผู้ใช้ที่ขอรับการตรวจสอบจะทำการเข้ารหัสข้อความคำถามที่ส่งมาโดยใช้รหัสลับของเครือข่ายแล้วส่งกลับไปยังสถานีแม่ข่าย

4) สถานีแม่ข่ายทำการถอดรหัสข้อความที่ตอบกลับมาโดยใช้รหัสลับของเครือข่าย หลังจากถอดรหัสแล้วหากข้อความที่ตอบกลับมาตรงกับข้อความคำถาม (challenge text) ที่ส่งไป สถานีแม่ข่ายจะส่งข้อความที่แสดงถึงการอนุญาตให้สถานีผู้ใช้นี้เข้าใช้เครือข่ายได้ แต่หากข้อความที่ตอบกลับมาไม่ตรงกับข้อความคำถาม สถานีแม่ข่ายจะโต้ตอบด้วยข้อความที่แสดงถึงการไม่อนุญาต

2.5.6 เครือข่ายแลนไร้สาย (WLAN)

แลนไร้สาย (WLAN) คือ เทคโนโลยีที่เชื่อมอุปกรณ์ตั้งแต่สองตัวขึ้นไปเข้าด้วยกัน โดยใช้วิธีการกระจายแบบไร้สาย โดยปกติจะมีการเชื่อมต่อผ่านทาง Access Point เพื่อเข้าไปยังโลกอินเทอร์เน็ต แลนไร้สายทำให้ผู้ใช้สามารถนำพาหรือเคลื่อนย้ายคอมพิวเตอร์ไปยังพื้นที่ใดก็ได้ที่มีสัญญาณของแลนไร้สาย และยังสามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายได้ตามปกติ

แลนไร้สายได้รับความนิยมอย่างมากในคอมพิวเตอร์ตามบ้านเนื่องจากติดตั้งง่าย และยิ่งได้รับความนิยมมากขึ้นในกลุ่มแล็ปท็อป ธุรกิจหลายแขนงเริ่มให้บริการการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตผ่านทางแลนไร้สายกับลูกค้าที่มาใช้บริการ เช่น ร้านกาแฟ ซึ่งส่วนใหญ่มักให้บริการแบบไม่คิดมูลค่า

นอกจากนี้ ในเมืองใหญ่ๆ เช่น นิวยอร์ก มีการสร้างเครือข่ายแลนไร้สายขนาดใหญ่ให้คนทำงานสามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้โดยสะดวกในพื้นที่สาธารณะ

แลนไร้สายเป็นเทคโนโลยีสื่อสารเครือข่ายคอมพิวเตอร์ตามมาตรฐาน IEEE802.11 ที่เชื่อมโยงคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันเป็นเครือข่ายภายในพื้นที่แบบไร้สาย โดยใช้คลื่นความถี่วิทยุในการสื่อสารกัน การสื่อสารแบบแลนไร้สายมีทั้งแบบเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยกัน และเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านอุปกรณ์กระจายสัญญาณ (Access Points)

2.6 โพรโตคอล

2.6.1 ความหมายของโพรโตคอล

โพรโทคอล คือ ข้อกำหนดหรือข้อตกลงที่ใช้ควบคุมการสื่อสารข้อมูลในเครือข่าย ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์หรือระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์อื่นๆ โดยเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์เครือข่ายที่ใช้โพรโทคอลชนิดเดียวกันเท่านั้นจึงจะสามารถติดต่อและส่งข้อมูลระหว่างกันได้ โพรโทคอลมีลักษณะเช่นเดียวกับภาษาที่ใช้ในการสื่อสารของมนุษย์ซึ่งต้องใช้ภาษาเดียวกันจึงจะสามารถสื่อสารกันได้เข้าใจ

2.6.2 องค์ประกอบหลักของโพรโตคอล

องค์ประกอบหลักของโพรโตคอล จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ

1) Syntax หมายถึงรูปแบบ (Format) หรือโครงสร้าง (Structure) ของข้อมูล เช่น กำหนดว่าใน 8 บิตแรกจะหมายถึงแอดเดรส (address) ของผู้ส่ง อีก 8 บิตถัดมาหมายถึงแอดเดรสของผู้รับ ส่วนที่เหลือจึงจะเป็นข้อมูลจริงๆ ถ้าไม่มีการกำหนด syntax แล้วแอนติตี้จะไม่สามารถทราบได้เลยว่าบิตแต่ละบิตที่ได้รับมานั้นคืออะไร

2) Semantics หมายถึง ความหมายของข้อมูลที่ได้รับมา เช่น เมื่อได้รับข้อมูลแล้ว เอนติตี้รู้ syntax แล้ว แต่จะยังไม่รู้ว่าบิตแต่ละบิตนั้นทำอะไรได้บ้าง ดังนั้นจึงต้องมาทำการแปลความหมายของบิตเหล่านั้นเสียก่อน เช่น เมื่อทราบแอดเดรสของผู้รับแล้ว เอนติตี้จะสามารถทำการหาเส้นทาง

3) Timing เป็นข้อกำหนดของเวลาในการรับส่งข้อมูล เนื่องจากเอนติตี้แต่ละตัวนั้นมาความเร็วในการรับส่งที่ไม่เท่ากัน เช่น ตัวหนึ่งมีความเร็วของการส่ง 100 Mbps แต่อีกตัวมีความเร็วในการรับแค่ 1 Mbps ถ้าไม่มีโพรโตคอลแล้วข้อมูลโดยส่วนใหญ่จะหายไปเนื่องจากเอนติตี้ที่ทำงานช้ากว่าจะไม่สามารถรับข้อมูลได้ทัน

2.6.3 มาตรฐานโพรโตคอล

โพรโทคอลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการสื่อสารข้อมูล ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีมาตรฐาน (Standard) เพื่อให้เกิดความเป็นสากล และเนื่องจากมีการใช้อุปกรณ์มากมายหลากหลายชนิดสำหรับการสื่อสารข้อมูลในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ อีกทั้งยังมีผู้ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าวกระจายอยู่ทั่วโลก ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดมาตรฐานเอาไว้ เพื่อให้อุปกรณ์ทุกชิ้นสามารถทำงานร่วมกันได้ สำหรับมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลเราสามารถแบ่งมาตรฐานออกได้ 2 ประเภท คือ

1) de facto เป็นมาตรฐานที่เกิดขึ้นจากการยอมรับของคนทั่วไป ไม่ต้องมีองค์กรใดๆทำหน้าที่ ในการตรวจสอบและรับรองมาตรฐานนั้น โดยส่วนใหญ่แล้วผู้ผลิตจะเป็นผู้กำหนดไว้ ถ้าผู้ใช้ยอมรับและมีการใช้งานกันอย่างกว้างขวาง ก็จะถือเป็นมาตรฐานได้
2) de jure เป็นมาตรฐานที่ได้ผ่านการรับรองอย่างถูกกฎหมายแล้ว ซึ่งทั่วโลกมีองค์กรที่ทำหน้าที่ในการกำหนดมาตรฐานอยู่หลายองค์กร เช่น International Organization for Standardization (ISO) เป็นองค์กรที่สมาชิกจากทั่วโลกมาช่วยกันกำหนดมาตรฐานขึ้น โดยจะเน้นกำหนดมาตรฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และเศรษฐกิจ เป็นต้น

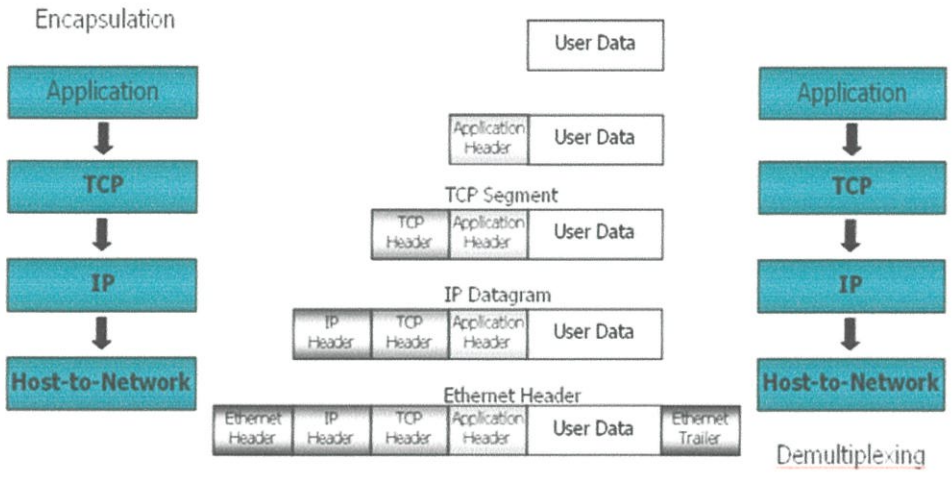
2.6.4 โพรโตคอลทีซีพีไอพี (TCP/IP)

โพรโตคอล TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) ได้รับการพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ.1960 ซึ่งถูกใช้เป็นครั้งแรกในเครือข่าย ARPANET ซึ่งต่อมาได้ขยายการเชื่อมต่อไปทั่วโลกเป็นเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ทำให้โพรโตคอลพีซีพีไอพีเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางจนถึงปัจจุบันเป็นชุดของโพรโตคอลที่ถูกใช้ในการสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถใช้สื่อสารจากต้นทางข้ามเครือข่ายไปยังปลายทางได้ และสามารถหาเส้นทางที่จะส่งข้อมูลไปได้เองโดยอัตโนมัติ ถึงแม้ว่าในระหว่างทางอาจจะผ่านเครือข่ายที่มีปัญหา โพรโตคอลก็ยังคงหาเส้นทางอื่นในการส่งผ่านข้อมูลไปให้ถึงปลายทางได้ โดยมีจุดประสงค์ของการสื่อสารตามมาตรฐานสามประการ ดังนี้

1) เพื่อใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างระบบที่มีความแตกต่างกัน
2) ความสามารถในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบเครือข่าย เช่น ในกรณีที่ผู้ส่งและผู้รับยังคงมีการติดต่อกันอยู่ แต่โหนดกลางที่ใช้เป็นผู้ช่วยรับ-ส่งเกิดเสียหายใช้การไม่ได้ หรือสายสื่อสารบางช่วงถูกตัดขาด กฎการสื่อสารนี้จะต้องสามารถจัดหาทางเลือกอื่นเพื่อทำให้การสื่อสารดำเนินต่อไปได้โดยอัตโนมัติ
3) มีความคล่องตัวต่อการสื่อสารข้อมูลได้หลายชนิดทั้งแบบที่ไม่มีความเร่งด่วน เช่น การจัดส่งแฟ้มข้อมูล และแบบที่ต้องการรับประกันความเร่งด่วนของข้อมูล เช่น การสื่อสารแบบตลอดเวลา (real-time) และทั้งการสื่อสารแบบเสียง (Voice) และข้อมูล (data)

2.6.4.1 กระบวนการมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์

การส่งข้อมูลโดยใช้โพรโตคอล TCP/IP จะเป็นการส่งข้อมูลผ่านในแต่ละเลเยอร์ โดยแต่ละเลเยอร์จะทำการประกอบข้อมูลที่ได้รับมากับข้อมูลส่วนควบคุมซึ่งถูกนำมาไว้ในส่วนหัวของข้อมูลเรียกว่า“เฮดเดอร์”ภายในเฮดเดอร์จะบรรจุข้อมูลที่สำคัญของโพรโตคอลที่ทำการห่อหุ้มข้อมูล (Encapsulate) เมื่อผู้รับได้รับข้อมูล ก็จะเกิดกระบวนการทำงานย้อนกลับคือ โพรโตคอลเดียวกันทางฝั่งผู้รับก็จะได้รับข้อมูลส่วนที่เป็นเฮดเดอร์ก่อนและนำไปประมวลและทราบว่าข้อมูลที่ตามมามีลักษณะอย่างไรซึ่งกระบวนการย้อนกลับนี้เรียกว่า “ดีมัลติเพล็กซ์”



รูปที่ 2.21 การรับส่งข้อมูลโดยใช้โพรโตคอลTCP/IP

สำหรับกระบวนการมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์ของโพรโตคอล TCP/IP จะมีขั้นตอนการทำงานอยู่ 4 ขั้นตอนดังนี้

1) ชั้นโฮสต์ - เครือข่าย (Host-to-network Layer) โพรโตคอลสำหรับการควบคุมการสื่อสารในชั้นนี้เป็นสิ่งที่ไม่มีการกำหนดรายละเอียดอย่างเป็นทางการหน้าที่หลักคือการรับข้อมูลจากชั้นสื่อสาร IPมาแล้วส่งไปยังโหนดที่ระบุไว้ในเส้นทางเดินข้อมูลทางด้านผู้รับ ก็จะทำงานในทางกลับกันคือรับข้อมูล จากสายสื่อสารแล้วนำส่งให้กับโปรแกรมในชั้นสื่อสาร

2) ชั้นสื่อสารอินเตอร์เน็ต (The Internet Layer) ใช้ประเภทของระบบการสื่อสารที่เรียกว่าระบบ เครือข่ายแบบสลับช่องสื่อสารระดับแพ็กเก็ต (packet-switching network) ซึ่งเป็นการติดต่อแบบไม่ต่อเนื่อง (Connectionless) หลักการทำงานคือการปล่อยให้ข้อมูลขนาดเล็กที่เรียกว่า แพ็กเก็ต (Packet) สามารถไหลจากโหนดผู้ส่งไปตามโหนดต่างๆ ในระบบจนถึงจุดหมายปลายทางได้ โดยอิสระหากว่ามีการส่งแพ็กเก็ตออกมาเป็นชุดโดยมีจุดหมายปลายทางเดียวกันในระหว่างการเดินทางในเครือข่ายแพ็กเก็ตแต่ละตัวในชุดนี้ก็จะเป็นอิสระแก่กันและกัน ดังนั้นแพ็กเก็ตที่ส่งไปถึงปลายทางอาจจะไม่เป็นไปตามลำดับก็ได้

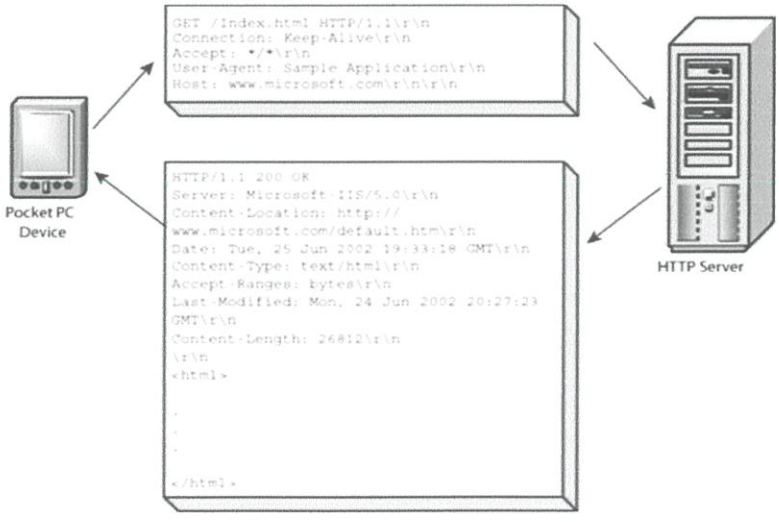
3) ชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล (Transport Layer) แบ่งเป็นโพรโตคอล 2 ชนิดตามลักษณะ ลักษณะแรกเรียกว่า “Transmission Control Protocol (TCP)” เป็นแบบที่มีการกำหนดช่วงการสื่อสารตลอดระยะเวลาการสื่อสาร (connection-oriented) ซึ่งจะยอมให้มีการส่งข้อมูลเป็นแบบ สายข้อมูลไบต์ (Byte stream) ที่ไว้ใจได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด ข้อมูลที่มีปริมาณมากจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนเล็กๆเรียกว่า “message” ซึ่งจะถูกส่งไปยังผู้รับผ่านทางชั้นสื่อสารของอินเทอร์เน็ตทางฝ่ายผู้รับจะนำ message มาเรียงต่อกันตามลำดับเป็นข้อมูลตัวเดิม TCP ยังมีความสามารถในการควบคุมการไหลของข้อมูล เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ส่งส่งข้อมูลเร็วเกินกว่าที่ผู้รับจะทำงานได้ทันอีกด้วยโพรโตคอลการนำ ส่งข้อมูลแบบที่สองเรียกว่า “UDP (UserDatagram Protocol)” เป็นการติดต่อแบบไม่ต่อเนื่องมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแต่จะไม่มีการแจ้งกลับไปยังผู้ส่งจึงถือได้ว่าไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล อย่างไรก็ตามวิธีการนี้มีข้อดีในด้านความรวดเร็วในการ

ส่งข้อมูลจึงนิยมใช้ในระบบผู้ให้และผู้ใช้บริการ (client/server system) ซึ่งมีการสื่อสารแบบถาม/ตอบ (request /reply) นอกจากนั้นยังใช้ในการส่งข้อมูลประเภทภาพเคลื่อนไหวหรือการส่งเสียง (voice) ทางอินเทอร์เน็ต

4) ชั้นสื่อสารการประยุกต์ (Application Layer) มีโพรโตคอลสำหรับสร้างจอเทอร์มินัลเสมือนเรียกว่า TELNET โพรโตคอลสำหรับการจัดการแฟ้มข้อมูล เรียกว่า FTP และโพรโตคอลสำหรับการให้บริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เรียกว่า SMTP โดยโพรโตคอลสำหรับสร้างจอเทอร์มินัลเสมือนช่วยให้ผู้ใช้สามารถติดต่อกับเครื่องโฮสต์ที่อยู่ไกลออกไปโดยผ่านอินเทอร์เน็ตและสามารถทำงานได้เสมือนกับว่ากำลังนั่งทำงานอยู่ที่เครื่องโฮสต์นั้น โพรโตคอลสำหรับการจัดการแฟ้มข้อมูลช่วยในการคัดลอกแฟ้มข้อมูลมาจากเครื่องอื่นที่อยู่ในระบบเครือข่ายหรือส่งสำเนาแฟ้มข้อมูลไปยังเครื่องใดๆ ก็ได้โพรโตคอลสำหรับให้บริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ช่วยในการจัดส่งข้อความไปยังผู้ใช้ในระบบหรือรับข้อความที่มีผู้ส่งเข้ามา

2.6.5 โพรโตคอลเอชทีทีพี (HTTP)

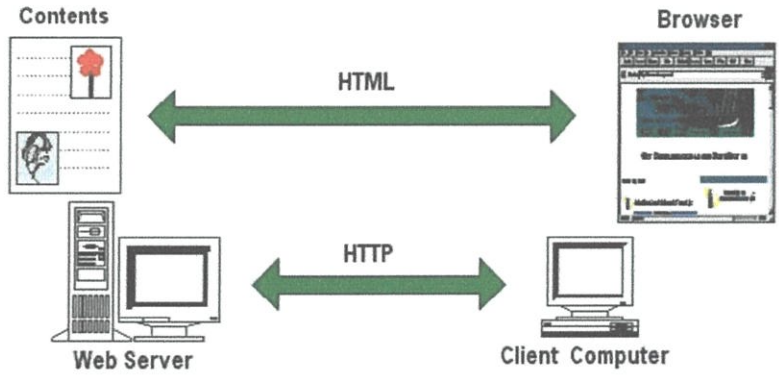
โพรโตคอลเอชทีทีพี (Hyper Text Transport Protocol) คือโพรโทคอลในระดับชั้นโปรแกรมประยุกต์เพื่อการแจกจ่าย และการทำงานร่วมกันกับสารสนเทศของสื่อผสมใช้สำหรับการรับทรัพยากรที่เชื่อมโยงกับภายนอก ซึ่งนำไปสู่การจัดตั้งเวิลด์ไวด์เว็บการพัฒนาเอชทีทีพี เป็นการทำงานร่วมกันของเวิลด์ไวด์เว็บคอนซอร์เทียม (W3C) และคณะทำงานเฉพาะกิจด้านวิศวกรรมอินเทอร์เน็ต (IETF) ซึ่งมีผลงานเด่นในการเผยแพร่เอกสารขอความเห็น (RFC) หลายชุด เอกสารที่สำคัญที่สุดคือ RFC 2616 (เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2542) ได้กำหนด HTTP/1.1 ซึ่งเป็นรุ่นที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน



รูปที่ 2.22 แสดงคำสั่งในโพรโตคอลเอชทีทีพี

เอชทีทีพีเป็นมาตรฐานในการร้องขอและการตอบรับระหว่างเครื่องลูกข่ายกับเครื่องแม่ข่าย ซึ่งเครื่องลูกข่ายคือผู้ใช้ปลายทาง (end-user) และเครื่องแม่ข่ายคือเว็บไซต์ เครื่องลูกข่ายจะสร้างการร้องขอเอชทีทีพีผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ เว็บครอว์เลอร์ หรือเครื่องมืออื่น ๆ ที่จัดว่าเป็น ตัวแทนผู้ใช้ (user agent) ส่วนเครื่องแม่ข่ายที่ตอบรับ ซึ่งเก็บบันทึกหรือสร้าง ทรัพยากร (resource)

อย่างเช่นไฟล์เอชทีเอ็มแอลหรือรูปภาพ จะเรียกว่า เครื่องให้บริการต้นทาง (origin server) ในระหว่างตัวแทนผู้ใช้กับเครื่องให้บริการต้นทางอาจมีสื่อกลางหลายชนิด อาทิพร็อกซี เกตเวย์ และทุนเนล เอชทีทีพีไม่ได้จำกัดว่าจะต้องใช้ชุดเกณฑ์วิธีอินเทอร์เน็ต (TCP/IP) เท่านั้น แม้ว่าจะเป็นการใช้งานที่นิยมมากที่สุดบนอินเทอร์เน็ตก็ตาม โดยแท้จริงแล้วเอชทีทีพีสามารถนำไปใช้ได้บนโพรโตคอลอินเทอร์เน็ตอื่นๆหรือบนเครือข่ายอื่นก็ได้ เอชทีทีพีคาดหวังเพียงแค่การสื่อสารที่เชื่อถือได้ นั่นคือโพรโทคอลที่มีการรับรองเช่นนั้นก็สามารถใช้งานได้ปกติเครื่องลูกข่ายเอชทีทีพีจะเป็นผู้เริ่มสร้างการร้องขอก่อน โดยเปิดการเชื่อมต่อด้วยเกณฑ์วิธีควบคุมการขนส่งข้อมูล (TCP) ไปยังพอร์ตเฉพาะของเครื่องแม่ข่าย (พอร์ต 80 เป็นค่าปริยาย) เครื่องแม่ข่ายเอชทีทีพีที่เปิดรอรับอยู่ที่พอร์ตนั้น จะเปิดรอให้เครื่องลูกข่ายส่งข้อความร้องขอเข้ามา เมื่อได้รับการร้องขอแล้ว เครื่องแม่ข่ายจะตอบรับด้วยข้อความสถานะอันหนึ่ง ตัวอย่างเช่น "HTTP/1.1 200 OK" ตามด้วยเนื้อหาของมันเองส่งไปด้วย เนื้อหานั้นอาจเป็นแฟ้มข้อมูลที่ร้องขอ ข้อความแสดงข้อผิดพลาดหรือข้อมูลอย่างอื่นเป็นต้นทรัพยากรที่ถูกเข้าถึงด้วยเอชทีทีพีจะถูกระบุโดยใช้ตัวระบุแหล่งทรัพยากรสากล (URI)



รูปที่ 2.23 การทำงานของโปรโตคอลเอชทีทีพี

2.6.5.1 คำสั่งร้องขอในโพรโตคอลเอชทีทีพี

โพรโตคอลเอชทีทีพีได้กำหนดคำสั่งร้องขอไว้ 8 คำสั่ง หรือเรียกว่า"วิธีการร้องขอ" แสดงการกระทำที่ต้องการ เพื่อที่จะดำเนินการกับทรัพยากรที่ถูกระบุ สิ่งที่ทรัพยากรนั้นนำเสนอไม่ว่าเป็นข้อมูลที่มีอยู่ก่อนหรือสร้างขึ้นมาแบบต่อเนื่องก็ตามจะขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ของเครื่องแม่ข่าย ซึ่งบ่อยครั้งทรัพยากรมักจะสอดคล้องกับไฟล์ หรือผลลัพธ์ส่งออกจากโปรแกรมข้างเคียงในเครื่องแม่ข่าย

1) HEAD เป็นคำสั่งร้องขอการตอบรับจากทรัพยากรที่ระบุ คล้ายกับ GET แต่จะไม่มีส่วนเนื้อหาที่ร้องขอกลับมา คำสั่งนี้ใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบข้อมูลส่วนหัวของการตอบรับ โดยไม่จำเป็นต้องส่งเนื้อหาเต็มมาทั้งหมด
2) GET ร้องขอการนำเสนอจากทรัพยากรที่ระบุ คำสั่งนี้ไม่ควรใช้กับการดำเนินการที่อาจทำให้เกิดผลข้างเคียง เช่น การจัดการในเว็บแอปพลิเคชัน เหตุผลหนึ่งคือคำสั่ง GET มักจะถูกใช้อย่างไม่มีกฎเกณฑ์โดยอินเทอร์เน็ตบอตและเว็บครอว์เลอร์ ซึ่งไม่ควรพิจารณาให้การร้องขอของบอตและครอว์เลอร์ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรในเว็บ

3) POST ส่งข้อมูลไปยังทรัพยากรที่ระบุเพื่อให้นำไปประมวลผล โดยเฉพาะข้อมูลที่ส่งมาจากฟอร์มเอชทีเอ็มแอล ข้อมูลที่ส่งจะถูกบรรจุอยู่ในเนื้อหาของการร้องขอด้วย สิ่งนี้อาจทำให้เกิดการสร้างทรัพยากรใหม่ หรือการปรับปรุงทรัพยากรที่มีอยู่ หรือทั้งสองกรณี
4) PUT อัปโหลดการนำเสนอของทรัพยากรที่ระบุ
5) DELETE ลบทรัพยากรที่ระบุ
6) TRACE ส่งข้อมูลร้องขอกลับมา เครื่องลูกข่ายจะเห็นว่ามีข้อมูลอะไรบ้างที่สื่อกลางเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงข้อความร้องขอก่อนไปถึงทรัพยากรปลายทาง
7) OPTIONS คืนค่าเป็นรายชื่อคำสั่งเอชทีทีพีที่เครื่องแม่ข่ายนั้นรองรับสำหรับทรัพยากรที่ระบุสิ่งนี้สามารถใช้ตรวจสอบฟังก์ชันการทำงานของเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้โดยใส่ "*" แทนที่การระบุทรัพยากร
8) CONNECT แปลงการเชื่อมต่อของการร้องขอไปเป็นทุนเนลทีซีพีไอพีแบบโปร่งใสนิยมใช้สำหรับแปลงการเชื่อมต่อที่เข้ารหัสแบบ SSL ให้เดินทางผ่านพร็อกซีที่ไม่มีการเข้ารหัสได้ง่ายขึ้น

2.6.5.2 รหัสสถานภาพในโพรโตคอลเอชทีทีพี

ตั้งแต่ HTTP/1.0 เป็นต้นไป บรรทัดแรกของการตอบรับเอชทีทีพีเรียกว่า “บรรทัดสถานภาพ (status line)” ซึ่งประกอบด้วยตัวเลขรหัสสถานภาพและข้อความวลีเหตุผล โปรแกรมตัวแทนผู้ใช้จะพิจารณาการตอบรับในส่วนหัวโดยขึ้นอยู่กับรหัสสถานภาพเป็นหลัก และตามด้วยวลีเหตุผลเป็นรอง รหัสสถานภาพที่กำหนดขึ้นมาเองก็สามารถใช้ได้ ซึ่งหากตัวแทนผู้ใช้พบกับรหัสสถานภาพที่ไม่รู้จัก มันจะพิจารณาตัวเลขตัวแรกในรหัสเพื่อแยกประเภททั่วไปของการตอบรับ

รหัสสถานภาพของเอชทีทีพีแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ได้ 5 กลุ่ม ได้แก่

- 1xx ข้อมูลทั่วไป
- 2xx การร้องขอสำเร็จ
- 3xx การเปลี่ยนทาง
- 4xx ความผิดพลาดจากเครื่องลูกข่าย
- 5xx ความผิดพลาดจากเครื่องแม่ข่าย

2.6.6 ไอพีแอดเดรส (IP Address)

หมายเลขไอพีแอดเดรส เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการระบุแยกแยะความแตกต่างของเครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์เครือข่ายต่าง ๆ ที่มีการเชื่อมต่อเข้าด้วยกันเป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ออกจากกัน โดยคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องภายในเครือข่ายจะได้รับการกำหนดจัดสรรหมายเลขไอพีแอดเดรสเป็นของตนเอง หลักการพื้นฐานในการกำหนดหมายเลขไอพีแอดเดรส ให้กับคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องมีอยู่ง่าย ๆ คือ หลีกเลี่ยงมิให้แต่ละเครื่องมีหมายเลขไอพีแอดเดรสซ้ำกัน เพราะจะทำให้เกิดความสับสนในการติดต่อสื่อสารภายในเครือข่าย หากการกำหนดจัดสรรไอพีแอดเดรสเป็นไปตามกติกาดังกล่าวแล้ว ก็จะทำให้คอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องสามารถติดต่อสื่อสารถึงกัน เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล หรือกระจายภาระการทำงานระหว่างกันได้เป็นปกติ คอมพิวเตอร์ภายในเครือข่ายจะทำการ

ติดต่อสื่อสารกันโดยการรับส่งข้อมูลในรูปแบบของแพ็กเกต (Packet) ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีการเชื่อมต่อโดยอาศัยอุปกรณ์เครือข่ายชนิดต่าง ๆ เช่น บริดจ์ ฮับ สวิทช์ หรือเราเตอร์ โดยหน่วยงาน InterNIC (Internet Network Information Center) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ได้รับการจัดตั้งขึ้นโดยรัฐบาลสหรัฐอเมริกา ทำหน้าที่เป็นผู้จัดสรรหมายเลขไอพีแอดเดรส ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วโลกที่จะต้องมีการเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยมีจุดประสงค์เพื่อป้องกันปัญหาการกำหนดไอพีแอดเดรสซ้ำซ้อนกันขึ้น

2.6.6.1 การกำหนดเลขหมายไอพีแอดเดรส

หมายเลขไอพีแอดเดรสซึ่งมีการกำหนดใช้งานในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั่วโลกในปัจจุบัน มีชื่อเรียกเป็นทางการว่า "IPv4" มีโครงสร้างการอ้างอิงเป็นตัวเลขฐานสองความยาว 32 บิต เพื่อเป็นความสะดวกในการระบุอ้างอิงโดยมนุษย์ จึงมีการแยกอ่านค่าเลขฐานสองดังกล่าวออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 8 บิตเรียงตามลำดับ การอ่านหรืออ้างอิงค่าหมายเลขไอพีแอดเดรสโดยทั่วไปจึงมักอยู่ในรูปแบบเช่น 205.46.15.198 แทนที่จะอ่านเป็น 11001101.00101110.00001111.11000110 ทั้งนี้พึงทำความเข้าใจว่าในการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยกันนั้น จะใช้การอ้างอิงตัวเลขฐานสองเป็นพื้นฐาน เนื่องจากเป็นมาตรฐานการอ้างอิงในระดับภาษาเครื่อง ส่วนการอ่านค่าเป็นตัวเลขฐานสิบนั้นเป็นไปเพื่อความสะดวกของมนุษย์เป็นสำคัญ โดยทั่วไปมักนิยมเรียกกลุ่มข้อมูลแต่ละกลุ่มซึ่งมีขนาด 8 บิตว่า "ออกเต็ด" (Octet)

ตารางที่ 2.4 ตารางการแบ่งคลาสของเลขหมายไอพีแอดเดรสที่ใช้งานได้ตามข้อกำหนด InterNIC

คลาส	ค่าของบิตในออกเต็ดแรกที่กำหนดคลาส	หมายเลขแอดเดรสฐานสองของออกเต็ดแรก	หมายเลขแอดเดรสฐานสิบในออกเต็ดแรก
A	0	00000001 - 01111111	1-127
B	10	10000000 - 10111111	128 - 191
C	110	11000000 - 11011111	192 - 233

หมายเหตุ : หมายเลขไอพีแอดเดรสฐานสิบ 127 คลาส A ใช้สำหรับการทดสอบเท่านั้น

การกำหนดค่าไอพีแอดเดรสควบคู่กับซับเน็ตจะทำให้ผู้ดูแลเครือข่ายสามารถจัดสรรจำนวนไอพีแอดเดรสที่เหมาะสมให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ในแต่ละเซ็กเมนต์ โดยถือเป็นการขยายขีดความสามารถของมาตรฐานการแบ่งคลาสของ InterNIC ให้เหมาะสมกับการใช้งานในทางปฏิบัติโดยซับเน็ตมาร์คใช้ในการระบุไอพีแอดเดรสที่อยู่ในหมายเลขเครือข่าย (Network ID) อะไร โดยการนำเอาหมายเลขไอพีแอดเดรสมาผ่านวงจรลอจิกเกต AND กับหมายเลขซับเน็ตมาร์คซึ่งทั้งสองค่าต้องอยู่ในรูปบิตหรือเลขฐานสอง ถ้าอยู่ในหมายเลขเครือข่ายเดียวกันจะสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันในเครือข่ายได้โดยไม่ต้องผ่านการตรวจสอบผู้ใช้งาน

2.6.6.2 ซับเน็ตมาร์คแตกต่างจากไอพีแอดเดรสอย่างไร

ซับเน็ตมาร์คและไอพีแอดเดรสมีโครงสร้างที่เหมือนกัน แต่สิ่งที่แตกต่างกัน คือ

- ไอพีแอดเดรสที่เป็นเลขฐานสอง ทั้ง 32 บิต ตำแหน่งไหนจะเป็น “0” หรือตำแหน่งไหนจะเป็น“1”ก็ได้ไม่มีกฎเกณฑ์ในการแบ่ง
- ซับเน็ตมาร์คที่เป็นเลขฐานสอง ทั้ง 32 บิต จะต้องเริ่มต้นกำหนดก่อนว่าจะเริ่มแบ่งฝ่าย

ซ้าย และฝ่ายขวาที่ตำแหน่งบิตใด โดยบิตทั้งหมดที่อยู่ฝ่ายซ้ายจะต้องเป็น 1 ทั้งหมด ทุกบิตจะมี 0 มาแทรกไม่ได้เด็ดขาด และ บิตทั้งหมดที่เป็นฝ่ายขวาจะต้องเป็น 0 ทั้งหมดทุกบิต จะมี 1 มาแทรกไม่ได้เด็ดขาด

	ฝ่ายซ้าย	ฝ่ายขวา
ตัวอย่าง	เลขฐาน	
Subnet Mask ตัวอย่างที่ 1	11111111	00000000 . 00000000 . 00000000
Subnet Mask ตัวอย่างที่ 2	11111111 . 11111111	00000000 . 00000000
Subnet Mask ตัวอย่างที่ 3	11111111 . 11111111 . 11111111	00000000

รูปที่ 2.24 ตัวอย่างการแบ่งซับเน็ต

สำหรับซับเน็ตมารค์ตัวอย่างแรกสำหรับคลาส A จะได้ 255.0.0.0 , ซับเน็ตมารค์ตัวอย่างที่ 2 สำหรับคลาส B จะได้ 255.255.0.0 และซับเน็ตมารค์ตัวอย่างที่ 3 สำหรับคลาส C จะได้ 255.255.255.0

2.6.6.3 ไอพีแอดเดรสแบบถาวรและแบบชั่วคราวแตกต่างกันอย่างไร

อินเตอร์เน็ตแอดเดรสแบบถาวร (Static) เกิดขึ้นเมื่อผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ต (ISP) แจกไอพีแอดเดรสให้กับผู้ใช้แบบถาวร ซึ่งไอพีประเภทนี้ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ไม่ว่าจะใช้งานไปนานแค่ไหน ถ้าผู้ใช้งานที่ได้รับไอพีแอดเดรสไปแล้วแต่ไม่ได้ใช้งานจะทำให้สูญเสียไอพีแอดเดรสโดยเปล่าประโยชน์ เนื่องจากจำนวนผู้ใช้งานมีมาก แต่หมายเลขไอพีแอดเดรสมีจำนวนจำกัด ส่วนอินเตอร์เน็ตแบบชั่วคราว (Dynamic) เกิดขึ้นเมื่อผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ต (ISP) แจกไอพีแอดเดรสให้กับผู้ใช้แต่ละคนโดยเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลา ถ้าหากหมายเลยไอพีแอดเดรสใดไม่ถูกใช้งานสามารถนำไปแจกจ่ายต่อให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นที่ต้องการใช้งานต่อไป

2.6.6.4 ระบบชื่อโดเมน

ระบบชื่อโดเมน (DNS) จะเป็นระบบที่ทำให้หมายเลขไอพีแอดเดรสจดจำง่ายขึ้นด้วยการตั้งชื่อใช้งานแทน โดยจะสร้างลำดับชั้นของกลุ่มคอมพิวเตอร์ เรียกว่า “โดเมน (Domain)” และกำหนดชื่อโดเมน (Domain Name) ซึ่งทั้งหมดเรียกรวมกันว่า “อินเตอร์เน็ตแอดเดรส” โดเมนที่อยู่ในระดับบนของโครงสร้างจะเก็บรายชื่อและแอดเดรสของโดเมนที่อยู่ระดับต่ำกว่า

ดีเอ็นเอสเป็นเทคนิคการเปลี่ยนหมายเลขไอพีแอดเดรสจาก 162.246.71.233 เมื่อเข้าสู่ระบบดีเอ็นเอส ผู้ใช้บริการสามารถเขียนชื่อโดเมนคือ www.kmitl.ac.th แทน เมื่อเราพิมพ์ชื่อนี้ในช่องกรอกแอดเดรสของโปรแกรมเว็บเบราวเซอร์ ดีเอ็นเอสเซิร์ฟเวอร์ก็จะทำการค้นหาหมายเลขไอพีที่ตรงกับชื่อแล้วแจ้งให้โฮสต์ (Host) ทราบว่ามีการติดต่อเข้ามา รูปแบบชื่อโดเมนเป็นดังนี้

ชื่อโฮสต์คอมพิวเตอร์. ชื่อเครือข่ายท้องถิ่น[.ชื่อโดเมนย่อย.].ชื่อโดเมนระดับบนสุด

รูปที่ 2.25 รูปแบบชื่อโดเมน

ชื่อโดเมนจะแบ่งออกเป็นระดับชั้นโดยใช้เครื่องหมายจุดคั่นชื่อโดเมนที่อยู่ด้านขวาสุดคือโดเมนระดับสูง ซึ่งแบ่งออกได้อีก 2 ประเภท ได้แก่

1) ชื่อโดเมนระดับบนสุดที่เป็นชื่อย่อขององค์กรในประเทศอเมริกา เช่น

com สำหรับองค์กรเอกชน,การติดต่อค้าขาย

edu สำหรับสถาบันการศึกษา

et สำหรับบริษัทหรือกลุ่มองค์กรที่เกี่ยวกับอินเตอร์เน็ต

org สำหรับองค์กรหรือสมาคม

2) ชื่อโดเมนบนสุดที่เป็นชื่อย่อของประเทศต่างๆ เช่น

fr สำหรับประเทศฝรั่งเศส

th สำหรับประเทศไทย

uk สำหรับประเทศอังกฤษ

นอกจากนี้ยังมีโดเมนย่อยที่แสดงประเภทขององค์กรในประเทศนั้นๆ เช่น

ac สำหรับสถาบันการศึกษา

go สำหรับองค์กรของรัฐบาล

co สำหรับองค์กรของเอกชน

or สำหรับองค์กรไม่แสวงหาผลกำไร

2.7 โปรแกรมแอพเซิร์ฟ (AppServ)

2.7.1 กำเนิดโปรแกรมแอพเซิร์ฟ (AppServ)

สำหรับโปรแกรม AppServ นี้ไม่ได้เกิดการสนับสนุนจากหน่วยงานรัฐบาล หรือหน่วยงานเอกชน หรือองค์กรอิสระ ใดๆเลยทั้งสิ้น แต่โปรแกรม AppServ ได้กำเนิดจากแรงบันดาลใจจากเพื่อนของผู้พัฒนาคนหนึ่งที่ได้เริ่มศึกษาภาษา PHP และฐานข้อมูล MySQL และมีปัญหาทุกครั้งในการติดตั้ง กว่าจะติดตั้งได้ก็ใช้เวลาไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง บางทีทำได้บ้างไม่ได้บ้าง และทุกครั้งที่ติดตั้งไม่ได้ก็จะมาขอความช่วยเหลือจากผู้พัฒนาเป็นประจำทุกครั้ง จึงทำให้ผู้พัฒนาได้สร้างโปรแกรมที่สะดวกในการติดตั้งเพื่อให้เพื่อนของผู้พัฒนาสามารถนำไปใช้งานได้ทันที โดยไม่ต้องมาปวดหัวกับการติดตั้งที่ยุ่งยากอีกต่อไป ในช่วงแรกที่แจกจ่ายนั้น ผู้พัฒนาได้แจกจ่ายในเว็บไซต์ที่เป็นภาษาอังกฤษ ผู้ใช้งานต่างประเทศให้ความสนใจและมีการใช้งานเป็นจำนวนมาก และในปัจจุบันได้เพิ่มเติมในส่วนของเว็บไซต์ภาษาไทย ในอนาคตผู้พัฒนาจะจัดทำเว็บไซต์สามารถรองรับทุกภาษาและเข้าถึงผู้ใช้งานทุกคนทั่วโลก

2.7.2 ประวัตินักพัฒนาโปรแกรมแอพเซิร์ฟ (AppServ)

สำหรับผู้พัฒนานั้นได้อาศัยอยู่ในประเทศไทย ชื่อ ภาณุพงศ์ ปัญญาดี ชื่อเล่น apple เกิดวันที่ 14 สิงหาคม พ.ศ. 2523 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจาก สถาบันราชภัฏเชียงใหม่ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญพิเศษในเรื่องของ Linux Security, Linux Network, Network Security, Network Admin, PHP Programming, MySQL Database, Linux/Unix Hacking System, Web Design, ฯลฯ ระบบปฏิบัติการที่เลือกใช้ Desktop เลือก Windows แต่ถ้าเป็น Server/Network เลือกเฉพาะ Debian GNU/Linux เท่านั้น

2.7.3 ความหมายของโปรแกรมแอพเซิร์ฟ (AppServ)

AppServ คือโปรแกรมที่รวบรวมเอา Open Source Software หลายๆ อย่างมารวมกัน โดยมี Package หลักดังนี้

- Apache
- PHP
- MySQL
- phpMyAdmin

โปรแกรมต่างๆ ที่นำมารวบรวมไว้ทั้งหมดนี้ ได้ทำการดาวน์โหลดจาก Official Release ทั้งสิ้น โดยตัว AppServ จึงให้ความสำคัญว่าทุกสิ่งทุกอย่างจะต้องให้เหมือนกับต้นฉบับ เราจึงไม่ได้ตัดทอนหรือเพิ่มเติมอะไรที่แปลกไปกว่า Official Release แต่อย่างได้ เพียงแต่มีบางส่วนเท่านั้นที่เราได้เพิ่มประสิทธิภาพการติดตั้งให้สอดคล้องกับการทำงานแต่ละคน โดยที่การเพิ่มประสิทธิภาพนี้ไม่ได้ไปยุ่ง ในส่วนของ Original Package เลยแม้แต่น้อยเพียงแต่เป็นการกำหนดค่า Config เท่านั้น เช่น Apache ก็จะเป็นในส่วนของ httpd.conf, PHP ก็จะเป็นในส่วนของ php.ini, MySQL ก็จะเป็นในส่วนของ my.ini ดังนั้นเราจึงรับประกันได้ว่าโปรแกรม AppServ สามารถทำงานและความเสถียรของระบบ ได้เหมือนกับ Official Release ทั้งหมด

จุดประสงค์หลักของการรวมรวบ Open Source Software เหล่านี้เพื่อทำให้การติดตั้งโปรแกรมต่างๆ ที่ได้กล่าวมาให้ง่ายขึ้น เพื่อลดขั้นตอนการติดตั้งที่แสนจะยุ่งยากและใช้เวลานาน โดยผู้ใช้งานเพียงดับเบิ้ลคลิก setup ภายในเวลา 1 นาที ทุกอย่างก็ติดตั้งเสร็จสมบูรณ์ระบบต่างๆ ก็พร้อมที่จะทำงานได้ทันทีทั้ง Web Server, Database Server เหตุผลนี้จึงเป็นเหตุผลหลักที่หลายๆ คนทั่วโลก ได้เลือกใช้โปรแกรม AppServ แทนการที่จะต้องมาติดตั้งโปรแกรมต่างๆ ที่ละส่วนไม่ว่าจะเป็นผู้ที่ความชำนาญในการติดตั้ง Apache, PHP, MySQL ก็ไม่ได้เป็นเรื่องง่ายเสมอไป เนื่องจากการติดตั้งโปรแกรมที่แยกส่วนเหล่านี้ให้มารวมเป็นชิ้นอันเดียวกัน ก็ใช้เวลาค่อนข้างมากพอสมควร แม้แต่ตัวผู้พัฒนา AppServ เอง ก่อนที่จะ Release แต่ละเวอร์ชั่นให้ดาวน์โหลด ต้องใช้ระยะเวลาในการติดตั้งไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง เพื่อทดสอบความถูกต้องของระบบ ดังนั้นจึงจะเห็นว่าเราเองนั้นเป็นมือใหม่หรือมือเก่า ย่อมไม่ใช่เรื่องง่ายเลยที่จะติดตั้ง Apache, PHP, MySQL ในพริบตาเดียว มีบางคำถามที่พบบ่อยว่า AppServ สามารถนำไปเป็น Web Server หรือ Database Server ได้ทันทีหรือไม่ ข้อนี้ต้องตอบว่าได้แน่นอน 100% แต่ทางผู้พัฒนาเองขอแนะนำว่า ระบบจัดการ Memory และ CPU บน Windows ที่ทำงานเกี่ยวกับ Web Server หรือ Database Server ไม่เหมาะกับการใช้งานหนักๆ เป็นอย่างยิ่ง เพราะ Windows นั้นจะกลืนกินทรัพยากรอันมหาศาล และหากเทียบอัตรารองรับระบบงานกับ OS ตัวอื่นเช่น Linux/Unix จะยิ่งเห็นได้ชัดว่า OS ที่เป็น Windows ที่มีขนาด Memory และ CPU ที่เท่าๆ กัน OS ที่เป็น Linux/Unix นั้น จะรองรับงานได้น้อยกว่ามากพอสมควร เช่น Windows รับได้ 1000 คนพร้อมๆ กัน แต่ Linux/Unix อาจรับได้ถึง 5000 พร้อมๆกัน หากท่านต้องทำงานหนักๆ ทางผู้พัฒนาแนะนำให้เลือกใช้ Linux/Unix OS จึงจะเหมาะสมกว่า

2.7.4 ข้อแตกต่างของโปรแกรมแอพเซิร์ฟ (AppServ) ในแต่ละเวอร์ชั่น

AppServ ได้แบ่งเวอร์ชั่นออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ

2.5.x คือเวอร์ชั่นที่นำ Package ใหม่ๆ นำมาใช้งานโดยเฉพาะ เหมาะสำหรับนักพัฒนาที่ต้องการระบบใหม่ๆ หรือต้องการทดสอบ ทดลองใช้งานฟังก์ชั่นใหม่ ซึ่งอาจจะไม่ได้ความเสถียรของระบบได้ 100% เนื่องจากว่า Package จากนักพัฒนานั้นยังอยู่ในช่วงของขั้นทดสอบ ทดลองเพื่อหาข้อผิดพลาดอยู่

2.4.x คือเวอร์ชั่นที่นำ Package ที่มีความเสถียรเป็นหลัก เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการความมั่นคงของระบบโดยไม่ได้มุ่งเน้นที่จะใช้ฟังก์ชั่นใหม่

2.7.5 คำแนะนำในการเลือกใช้งานโปรแกรมแอพเซิร์ฟ (AppServ)

เราขอแนะนำว่าท่านที่ติดตั้ง AppServ ไม่จำเป็นต้องใช้เวอร์ชั่นใหม่เสมอไป แต่ถึงอย่างไรก็ดี ทางผู้พัฒนาเองอยากจะให้ผู้ใช้งานได้ทดสอบ ทดลองเวอร์ชั่นใหม่ทุกครั้งที่มีการแจกจ่าย เพื่อช่วยในการตรวจสอบปัญหาหรือข้อผิดพลาด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้พัฒนาเอง และผู้ใช้คนอื่นๆ ที่จะได้ใช้งานระบบมีข้อผิดพลาดที่น้อยที่สุด

2.8 ภาษาพีเฮชพี (PHP)

2.8.1 ประวัติความเป็นมาของภาษาพีเฮชพี (PHP)

PHP ถูกสร้างขึ้นและได้รับการเผยแพร่เป็นครั้งแรกในปี ค.ศ.1994 โดย Rasmus Lerdorf และถูกพัฒนาต่อมาตามลำดับ รุ่นที่ 1 ใช้ชื่อว่า PHP (Personal Home Page Tools) ในปี 1995 รุ่นที่ 2 ใช้ชื่อว่า PHP/FI (Personal Home Page Tools/Form Interpreter) ในช่วงระหว่าง 1995-1997รุ่นที่ 3 ใช้ชื่อว่า PHP (PHP : Hypertext Preprocessor) ช่วง 1997 - 1999 จนถึงรุ่นที่ 4 และกำลังพัฒนาต่อเป็นรุ่นที่ 5 ในปัจจุบัน

PHP เป็นโปรแกรมภาษาจำพวกภาษา Scripting (กระบวนการการสร้างคำสั่ง เพื่อใช้กับโปรแกรมประยุกต์) คำสั่งต่างๆจะเก็บอยู่ในไฟล์ที่เรียกว่าสคริปต์ และเวลาใช้งานต้องอาศัยตัวแปลชุดคำสั่ง ตัวอย่างของภาษาสคริปต์ เช่น Java Script, Perl (Practical Extraction and Report Language :โปรแกรมภาษาชนิดหนึ่ง) เป็นต้น ลักษณะของ PHP ที่แตกต่างจากภาษาสคริปต์แบบอื่นๆ คือ PHP ได้รับการพัฒนาและออกแบบมาเพื่อใช้งานในการสร้างเอกสารแบบ HTML โดยสามารถ สอดแทรกหรือแก้ไขเนื้อหาได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นจึงกล่าวว่า PHP เป็นชุดคำสั่งในฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server-Side) หรือ ชุดคำสั่งที่สามารถใช้ร่วมกับคำสั่งของ HTML (HTML-Embedded Scripting Language) เป็นเครื่องมือที่สำคัญชนิดหนึ่ง ที่ช่วยให้สามารถสร้างเอกสาร HTML แบบมีการเปลี่ยนแปลง ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความสามารถมากขึ้น

อาจจะกล่าวได้ว่า PHP ได้รับการพัฒนาขึ้นมา เพื่อแทนที่ SSI (Server Side Includes : ส่วนประกอบหนึ่งใน CGI ใช้เพื่อปฏิบัติงานตามคำสั่งก่อนที่จะส่งผลลัพธ์ไปยังผู้ใช้ในรูปแบบ HTML) รูปแบบเดิมๆ โดยให้มีความสามารถ และมีส่วนเชื่อมต่อกับเครื่องมือชนิดอื่นมากขึ้น เช่น ติดต่อกับคลังข้อมูลหรือ ฐานข้อมูล เป็นต้น

2.8.2 จุดเด่นของการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาพีเฮชพี (PHP)

1) สะดวก เพราะภาษาสคริปต์ ทำให้สามารถแทรกตำแหน่งใดก็ได้ใน HTML
2) รวดเร็ว นำเอาข้อดีของภาษาสคริปต์ที่เคยมีในภาษา C ภาษา Perl และ ภาษา Java รวมกับความเร็วของ CGI
3) มีความยืดหยุ่นสูง สามารถสร้างโปรแกรมประยุกต์ (Application) ได้หลากหลาย
4) สามารถนำไปใช้ กับหลายๆระบบปฏิบัติการโดยแทบจะไม่ต้องเปลี่ยนแปลงรหัสคำสั่ง
5) มีแหล่งข้อมูลเปิด เนื่องจากการพัฒนาของPHP พัฒนาโดยโปรแกรมเมอร์ทั่วไป ไม่ยึดติดกับบุคคลหรือกลุ่มบุคคลใดทำให้มีคนใช้งานจำนวนมาก และพัฒนาได้อย่างรวดเร็ว
6) มีโปรแกรมมาตราฐาน สำหรับการติดต่อกับเครื่องมือใช้งานได้มากมาย
7) ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย เครื่องมือที่ใช้เพื่อพัฒนาทุกอย่างสามารถหาได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ไม่ว่าจะเป็นระบบปฏิบัติการ โปรแกรมผู้ให้บริการเครือข่าย โปรแกรมระบบฐานข้อมูล และ Server Side Script

2.8.3 จุดด้อยของการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาพีเฮชพี (PHP)

เนื่องจากว่า PHP ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของเว็บเซิร์ฟเวอร์ ดังนั้นถ้าจะใช้ PHP จำเป็นต้องพิจารณาดูก่อนว่าเว็บเซิร์ฟเวอร์ นั้นสามารถใช้โปรแกรมภาษา PHP ได้หรือไม่ เช่น PHP สามารถใช้ได้กับ IIS (Internet Information Server) สำหรับระบบปฏิบัติการ Windows XP โดยมี ตัวแปลภาษา PHP ร่วมด้วย

2.8.4 การสอดแทรกคำสั่งภาษาพีเฮชพี (PHP) ในเอกสารเฮชทีเอ็มแอล (HTML)

เพื่อเป็นการบ่งบอกให้รู้ว่า ส่วนใดเป็นคำสั่ง PHP ที่อยู่ภายในเอกสาร HTML จึงได้มีการกำหนดสัญลักษณ์ไว้ดังนี้ ซึ่งทำได้ 4 รูปแบบ ได้แก่

1) SGML (Standard Generalized Markup Language)
2) XML (Extensible Markup Language)
3) Java Script (รูปแบบการเขียนโปรแกรมโดยอาศัยภาษาโปรแกรม Java)
4) ASP (Active Server Pages)

ตารางที่ 2.5 ตารางแสดงแท็กประกาศใช้งานภาษาพีเฮชพี PHP

ชนิด	รูปแบบ
SGML	<? ... ?>
XML	<?php ... ?>
Java Script	<script language="php"> ... </script>
ASP	<% ... %>

PHP สามารถวางคำสั่งไว้ภายในเอกสาร HTML ตามที่ต้องการซึ่งอาจจะสลับกับแถบคำสั่งของภาษา HTML ได้ โดยตัวแปล PHP จะแปลและประมวลผลเฉพาะคำสั่งที่อยู่ภายในช่วงคำสั่งของ PHP เท่านั้น โดยจะเป็นการส่งผ่านเนื้อหาของไฟล์ไปยังเว็บบราวเซอร์โดยไม่เปลี่ยนแปลงเนื้อหานั้น ยกเว้นเมื่อพบสัญลักษณ์ที่ระบุช่วงเริ่มต้นคำสั่ง PHP จึงเริ่มดำเนินการแปลและ

ประมวลผลไปตามลำดับ และเมื่อเจอสัญลักษณ์ที่ระบุช่วงปิดท้ายของคำสั่ง PHP ก็จะดำเนินการส่งผ่านเนื้อหาของไฟล์ต่อไปเช่นเดิม และกระทำเช่นนี้จบจนไฟล์ข้อมูลนั้นๆ คำสั่งในภาษา PHP จะจบท้ายคำสั่งด้วย ; (Semicolon) เหมือนในภาษาซี ซึ่งคำสั่งหรือ ฟังก์ชัน (Function)ในภาษา PHP นั้นจะเขียนด้วยตัวพิมพ์เล็กหรือใหญ่ ก็ได้ (Case-insensitive) คำสั่งเพื่อแสดงผลใน PHP จะใช้คำสั่ง echo แล้วตามด้วยข้อความ (String) ข้อความในภาษา PHP จะเริ่มต้นและจบด้วย เครื่องหมายคำพูด (") เหมือนในภาษาซี

```
<HTML>
<HEAD><TITLE> Math Science </TITLE></HEAD>
<BODY BGCOLOR=#FFFFFF>
<H1> <?php echo "Hello Math";
$httpMath = "http://localhost/project/index.php"; ?>
</H1>
Your web browser is <? echo "$httpMath"; ?>.
</BODY>
</HTML>
```

2.8.5 การใช้ตัวแปรในภาษาพีเฮชพี (PHP)

การเขียนเริ่มต้นด้วยเครื่องหมาย $ (Dollar) โดยไม่จำเป็นต้องกำหนดชนิดของข้อมูลอย่างเจาะจงเหมือนในภาษาซี เพราะว่า ตัวแปลภาษาจะจำแนกเองโดยอัตโนมัติว่า ตัวแปรดังกล่าว ใช้ข้อมูลชนิดใด ในช่วงเวลานั้นๆ เช่น ข้อความ จำนวนเต็ม จำนวนที่มีเลขจุดทศนิยม ข้อความเชิงตรรก เป็นต้น

```
<?php   $mystring  = "Hello World!";
$myinteger = 1031;
$myfloat   = 3.14;
echo "$mystring\n";
echo "$myinteger\n";
echo "$myfloat\n"; ?>
```

สัญลักษณ์ \n หมายถึงการขึ้นบรรทัดใหม่ เป็น อักขระพิเศษตัวหนึ่ง (สำหรับตัวอื่นๆ เมื่อพิมพ์ข้อความเป็นผลลัพธ์ และสำหรับการใช้งานภายในเอกสาร HTML การขึ้นบรรทัดใหม่โดยใช้ \n จะแตกต่างจากการขึ้นบรรทัดโดยใช้
 ใน HTML

2.9 ภาษาเอสคิวแอล (SQL : Standard Query Language)

ภาษาที่กลายเป็นภาษามาตรฐานสำ หรับระบบฐานข้อมูลคือ ภาษา Standard relational database Query Language หรือเอสคิวแอล (SQL) หรือซีควอล (SE-QUEL) ซึ่งเป็นภาษาที่พัฒนาขึ้นมาโดยบริษัท ไอบีเอ็ม ภาษา SQL (Standard Query Language) เป็นส่วนหนึ่งของ

ระบบฐานข้อมูลแบบรีเลชั่นเนล (Relational Database) ที่ได้รับความนิยมมากเพราะง่ายต่อความเข้าใจ และอยู่ในรูปภาษาอังกฤษ ภาษาSQL แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1) ภาษาที่ใช้สำหรับนิยามข้อมูล (Data Definition Language-DDL)

2) ภาษาสำหรับการจัดการข้อมูล (Data Manipulation Language: DML)

รูปแบบการใช้คำ สั่ง SQL สามารถใช้ได้เป็น 2 รูปแบบ ดังนี้ คือ

1) คำสั่ง SQL ที่ใช้เรียกดูข้อมูลได้ทันที (Interactive SQL) เป็นการเรียกใช้คำ สั่ง SQL สั่งงานบนจอภาพ เพื่อเรียกดูข้อมูลในขณะที่ทำ งานได้ทันที เช่น

```
SELECT CITY
FROM SUPPLIER
WHERE SNO = 'SE';
```

2) คำสั่ง SQL ที่ใช้เขียนร่วมกันโปรแกรมอื่น ๆ (Embedded SQL) เป็นคำ สั่ง SQL ที่ใช้ร่วมกับคำ สั่งของโปรแกรมภาษาต่าง ๆ เช่น PL/1 PASCAL ฯลฯ หรือแม้แต่กับคำสั่งในโปรแกรมที่ระบบจัดการฐานข้อมูลนั้นมีใช้เฉพาะ เช่น ORACLE มี PL/SQL (Procedural Language /SQL) ที่สามารถเขียนโปรแกรมและนำ คำ สั่ง SQL มาเขียนร่วมด้วย เป็นต้น

ตัวอย่างการใช้คำ สั่ง SQL ในภาษา PL/1

```
EXEC SQL SELECT CITY
INTO :XCITY
FROM SUPPLIER
WHERE SNO = 'S4';
```

2.9.1 ภาษาที่ใช้สำหรับนิยามข้อมูล (Data Definition Language-DDL)

Data Definition Language (DDL) เป็นภาษาที่ใช้นิยามโครงสร้างข้อมูล เพื่อเปลี่ยนแปลงหรือยกเลิกโครงสร้างฐานข้อมูลตามที่ออกแบบไว้ โครงสร้างดังกล่าวคือ สคีมา (Schema) นั้นเอง ตัวอย่างเช่น การกำหนดให้ฐานข้อมูลประกอบด้วยตารางอะไรบ้าง ชื่ออะไร ประเภทใด มีอินเด็กซ์ (Index) ภาษา DDLประกอบด้วย 3 คำสั่ง ได้แก่

1) คำสั่งการสร้าง (Create) ได้แก่ การสร้างตารางและอินเด็กซ์

2) คำสั่งเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง (Alter) ได้แก่ การปรับปรุงโครงสร้างตาราง

3) คำสั่งยกเลิก (Drop) ต่างๆ ได้แก่ การลบโครงสร้างตารางและอินเด็กซ์

ภาษาดังกล่าวคือ ภาษาที่ใช้สร้างฐานข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์ หลังจากที่เราได้ออกแบบแล้วว่าฐานข้อมูลมีกี่รีเลชั่น แต่ละรีเลชั่นมีความสัมพันธ์อย่างไร จากนั้นการใช้ภาษา DDL นี้แปลงรีเลชั่นต่างๆ ให้อยู่ในรูปภาษาสำ หรับนิยามข้อมูล เพื่อป้อนเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล เพื่อสร้างฐานข้อมูลที่แท้จริงให้เกิดขึ้นในคอมพิวเตอร์ ภาษา DDL สามารถสรุปคำ สั่งต่างๆได้ดังตอไปนี้

คำสั่งและความหมาย

CREATE TABLE นิยามโครงสร้างข้อมูลในรูปตารางบนฐานข้อมูล

DROP TABLE ลบโครงสร้างตารางข้อมูลออกจากระบบ

ALTER TABLE แก้ไขปรับปรุงโครงสร้างตาราง

CREATE INDEX สร้างดัชนีของตาราง

DROP INDEX ลบดัชนีของตารางออกจากระบบ

CREATE VIEW กำหนดโครงสร้างวิวของผู้ใช้

DROP VIEW ลบโครงสร้างวิวออกจากระบบ

คำสั่งนิยามโครงสร้างตาราง

การสร้างตารางในฐานข้อมูลแบบรีเลชั่นเนล โดยเฉพาะฐานข้อมูลขนาดใหญ่บนระบบ UNIX จะทำ ด้วยการป้อนคำสั่งในลักษณะเท็กซ์โหมด (Text Mode) เข้าไปในระบบฐานข้อมูล ดังรูปแบบต่อไปนี้

2.9.1.1) คำสั่งสร้างตาราง CREATE TABLE <ชื่อตาราง> (<ชื่อคอลัมน์ ประเภทของข้อมูล>[,<ชื่อ คอลัมน์ ประเภทของข้อมูล>]....);

2.9.1.2) ประเภทของข้อมูล ประเภทของข้อมูลแบ่งเป็น 5 ประเภทใหญ่ๆ ขึ้นอยู่กับซอฟต์แวร์ ระบบฐานข้อมูลที่ใช้ว่าคืออะไร ตัวอย่างเช่น CHAR, INTEGER, DATE ฯลฯ

2.9.1.3) คำสั่งการลบโครงสร้างตาราง DROP TABLE <ชื่อตารางที่ต้องการลบ>

2.9.1.4) คำสั่งการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างตาราง ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างตาราง ที่เคยนิยามไว้ สามารถใช้คำสั่งต่อไปนี้

ALTER TABLE <ชื่อตารางที่ ต้องการเปลี่ยนแปลง>

<คำ สั่งการเปลี่ยนแปลง><[,<ชื่อคอลัมน์ ประเภทของข้อมูล>]>

2.9.1.5) คำสั่งดัชนี ดัชนี (INDEX) มีความสำคัญมากต่อฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ เนื่องจากระบบฐานข้อมูลแบบรีเลชั่นเนล (RDBMS) จะใช้ดัชนีในการค้นหาระเบียนที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว โดยดัชนีที่ถูกสร้างขึ้น จะเก็บไว้แยกจากตารางในพื้นที่ต่างหากของคอมพิวเตอร์ โดยปกติ ถ้าไม่มีการประกาศดัชนี ไว้การค้นหาข้อมูลในตาราง นั้นจะต้องทำ แบบเรียงลำ ดับจากแถวที่หนึ่งจนถึงแถวสุดท้าย การสร้างดัชนีสำ หรับตารางใดๆ จะทำ ได้โดยการเลือกคอลัมน์ใดคอลัมน์หนึ่งจากตารางมาเป็นดัชนี และตารางหนึ่งๆ สามารถมีได้หลายดัชนี นอกจากเพิ่มความรวดเร็วในการดึงข้อมูลแล้ว ยังสามารถนำ ไปใช้ในการควบคุมคอลัมน์ที่นำ มาสร้างเป็นดัชนีให้มีการเก็บข้อมูลที่ไม่ซ้ำกัน(Unique) อีกด้วย การสร้างดัชนีจะใช้คำสั่ง CREATE INDEX แล้วตามด้วยชื่อดัชนีที่เราตั้งขึ้น ดังรูปแบบต่อไปนี้

CREATE [UNIQUE] INDEX < ชื่อตารางที่ตั้งขึ้น >

ON (<ชื่อตารางที่สร้างดัชนี> (< ชื่อคอลัมน์ 1> [,< ชื่อคอลัมน์ 2>]...);

2.9.1.6) การลบดัชนี เมื่อต้องการลบดัชนีที่สร้างขึ้น ก็สามารถทำ ได้ด้วยคำ สั่ง DROP INDEX แล้วตามด้วยชื่อดัชนีที่ต้องการลบ ดังรูปแบบดังนี้

DROP INDEX <ชื่อดัชนี>

2.9.2 ภาษาสำหรับการจัดการข้อมูล (Data Manipulation Language-DML)

หลังจากที่เราสร้างโครงสร้างฐานข้อมูลขึ้นแล้ว คำ สั่งต่อไปในการป้อนข้อมูลลงในฐานข้อมูลและเปลี่ยนแปลงข้อมูล ในฐานข้อมูล โดยการใช้ภาษาสำ หรับการจัดการข้อมูล (Data Manipulation Language-DML) ใช้จัดการข้อมูลภายในตารางภายในฐานข้อมูล และภาษาแก้ไขเปลี่ยนแปลงตารางแบ่งออกเป็น 4 แบบ ได้แก่

1) Select Statement : การเรียกหา (Retrieve) ข้อมูลจาก ฐานข้อมูล
2) Insert Statement : การเพิ่มเติมข้อมูลลงใน ตาราง (Table) จาก ฐานข้อมูล
3) Delete Statement: การลบข้อมูลลงออกจาก ตาราง (Table) จาก ฐานข้อมูล
4) Update Statement: การเปลี่ยนแปลงข้อมูลลงใน ตาราง (Table) จาก ฐานข้อมูล

คำสั่งและความหมาย
SELECT เรียกค้นข้อมูลในตาราง
INSERT เพิ่มแถวข้อมูลลงในตาราง
DELETE ลบแถวข้อมูล
UPDATE ปรับปรุงแถวข้อมูลในตาราง

2.9.2.1) คำสั่งค้นหาข้อมูล (Query Statement) คำสั่ง SELECT เป็นคำสั่งการเรียก ดูข้อมูล หรือ ค้นข้อมูล ตามเงื่อนไขที่ระบุ เนื่องจากคำสั่ง SELECT เป็นคำสั่งที่มีรูปแบบการใช้งานที่ง่ายเพื่อช่วยในการค้นหาข้อมูลที่ซับซ้อน ดังมีรูปแบบดังนี้

SELECT <ชื่อคอลัมน์ที่ต้องการดูข้อมูล>
FROM <ชื่อตาราง>
WHERE <เงื่อนไขตามที่ระบุ>
SELECT --- เป็นคำ สั่งให้ทำ การเรียกดูข้อมูลในคอลัมน์ที่ระบุ ซึ่งอาจจะมากกว่า หนึ่งก็ได้ และถ้ามีมากกว่าหนึ่งคอลัมน์ต้องคั่นด้วย คอมม่า (,) และนอกจากนี้ยังสามารถใช้เครื่องหมายดอกจัน (*) เพื่อแสดงถึงการขอดูข้อมูลทั้งหมดได้อีกด้วย
FROM --- เป็นคำ ส่วนประกอบของคำ สั่งที่บอกถึงตารางที่ต้องการดู ซึ่งอาจจะมีมากกว่าหนึ่งตารางก็ได้ที่จะถูกเรียกใช้จากคำสั่ง SELECT
WHERE--- เป็นส่วนประกอบของคำ ส่ง ที่ใช้บ่งบอกเงื่อนไขที่จะใช้ในการค้นหาข้อมูลขึ้นมาจากตารางใด ๆ ที่อยู่หลัง FROM นี้

2.9.2.2) การเรียกดูแบบซ้อนกัน (Nested SELECT Statement)

SELECT <ชื่อคอลัมน์>
FROM <ชื่อตาราง>
WHERE <ชื่อคอลัมน์> IN
(SELECT <ชื่อคอลัมน์>
FROM <ชื่อตาราง>
WHERE <ชื่อคอลัมน์>) ;

2.9.2.3) คำสั่งเติมข้อมูล (Insert Statement)

INSERT INTO < ชื่อตาราง >
VALUES (< ชื่อคอลัมน์ 1> [,< ชื่อคอลัมน์ 2>]...);

2.9.2.4) คำสั่งแก้ไขและลบแถว (Update Statement)

UPDATE < ชื่อตาราง >
SET <ค่าที่ต้องการ>
WHERE <เงื่อนไข>;

2.9.3 ภาษาควบคุม (Control Language)

ใช้เป็นภาษาที่ใช้ควบคุมระบบรักษาความปลอดภัย ของฐานข้อมูล ประกอบด้วยคำสั่ง 2 คำสั่ง ได้แก่

2.9.3.1) คำสั่ง GRANT เป็นคำสั่งที่ใช้กำหนดสิทธิให้กับผู้ใช้แต่ละคนให้มีสิทธิกระทำการใดกับข้อมูลเช่น

2.9.3.2) การเพิ่มข้อมูล การแก้ไข หรือ การลบข้อมูลในตารางใดบ้าง

2.9.3.3) คำสั่ง REVOKE เป็นคำสั่งให้มีการยกเลิกสิทธินั้นหลังจากที่ได้ GRANT แล้ว

2.9.4 ค่าบูลลีน (Boolean-Type Data)

ค่าบูลลีน ได้แก่ AND,OR,NOT, =, > หรือ >=, < หรือ =<,<>,Bulit-In Function, COUNT,SUM,AVG,MAX,MIN และDISTINCT

2.9.5 ชุดคำสั่ง GROUP BY, ORDER BY และ HAVING

เนื่องจากข้อมูลที่สนใจมักจะเป็นผลสรุป หรือ ข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจ ภาษา SQL จึงได้ออกแบบให้มีชุดคำสั่งพิเศษที่ทำหน้าที่แบ่งออกเป็นกลุ่มๆ ได้แก่

2.9.5.1) ชุดคำสั่ง GROUP BY เป็นคำสั่งให้มีการจัดกลุ่มแถวข้อมูลตามคอลัมน์โดยข้อมูลที่เหมือนกันจะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ดังนั้นจากตัวอย่างต่อไปนี้

```
SELECT S# , MAX( QTY)
FROM SPJ
GROUP BY S#
```

2.9.5.2) ชุดคำสั่ง ORDER BY เป็นคำสั่งให้มีการเรียงลำ ดับข้อมูลในแถวข้อมูลตามคอลัมน์โดยข้อมูลที่เหมือนกันจะถูกจัดเรียงจากน้อยไปมาก ถ้าไม่การระบุ แต่ถ้าระบุว่าเป็น DESC จะเรียงจากมากไปน้อย ดังนั้นจากตัวอย่างต่อไปนี้

```
SELECT S# , MAX( QTY)
FROM SPJ
GROUP BY S#
ORDER BY 2 DESC
```

2.9.5.3) ชุดคำ สั่ง HAVING เหมือนกับคำสั่ง WHERE ที่ต้องตามด้วยเงื่อนไข แต่ HAVING จะใช้ในกรณีที่มีการจัดกลุ่มหรือการใช้ GROUP BY

2.10 ภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript)

ภาษา JavaScript เป็นภาษายุคใหม่สำหรับการเขียนโปรแกรมบนระบบอินเทอร์เน็ตที่กำลังได้รับความนิยมอย่างสูง เราสามารถเขียน โปรแกรม JavaScript เพิ่มเข้าปในเว็ปเพจเพื่อใช้ประโยชน์สำหรับงานด้านต่าง ๆ ทั้งการคำนวณ การแสดงผล การรับ-ส่งข้อมูล และที่ สำคัญคือสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างทันทีทันใด นอกจากนี้ยังมีความสามารถด้านอื่น ๆ อีกหลายประการที่ช่วยสร้างความน่าสนใจให้ กับเว็บเพจของเราได้อย่างมาก ภาษาจาวาสคริปต์ถูกพัฒนาโดย เน็ตสเคปคอมมิวนิเคชันส์ (Netscape Communications Corporation) โดยใช้ชื่อว่า Live Script ออกมาพร้อมกับ Netscape Navigator2.0 เพื่อใช้สร้างเว็บเพจโดยติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์แบบ Live Wire ต่อมาเน็ตสเคปจึงได้ร่วมมือกับ บริษัทซันไมโครซิสเต็มส์ปรับปรุงระบบของบราวเซอร์เพื่อให้สามารถติดต่อใช้งานกับภาษาจาวาได้ และได้ปรับปรุง LiveScript ใหม่เมื่อ ปี 2538 แล้วตั้งชื่อใหม่ว่า JavaScript

2.10.1 ลักษณะการทำงานของภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript)

JavaScript เป็นภาษาสคริปต์เชิงวัตถุ หรือเรียกว่า อ็อบเจ็กโอเรียลเต็ด (Object Oriented Programming) ที่มีเป้าหมายในการ ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในระบบอินเทอร์เน็ต สำหรับผู้เขียนเอาสารด้วยภาษา HTML สามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้ทำงานร่วมกับ ภาษา HTML และภาษาจาวาได้ทั้งทางฝั่งไคลเอนต์ (Client) และ ทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server) โดยมีลักษณะการทำงานดังนี้ 1. Navigator JavaScript เป็น Client-Side JavaScript ซึ่งหมายถึง JavaScript ที่ถูกแปลทางฝั่งไคลเอนต์ (หมายถึงฝั่งเครื่อง คอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องพีซี เครื่องแมคอินทอช หรือ อื่น ๆ) จึงมีความเหมาะสมต่อการใช้งานของผู้ใช้ทั่วไปเป็นส่วนใหญ่ 2. LiveWire JavaScript เป็น Server-Side JavaScript ซึ่งหมายถึง JavaScript ที่ถูกแปลทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (หมายถึงฝั่งเครื่อง คอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการเว็บ โดยอาจจะเป็นเครื่องของซันซิลิคอมกราฟิกส์ หรือ อื่น ๆ) สามารถใช้ได้เฉพาะกับ LIveWire ของเน็ตสเคป โดยตรง

2.10.2 ภาษาจาวาสคริปกับเฮชทีเอ็มแอล (JavaScript and HTML)

การเขียน JavaScript เราอาจเขียนรวมอยู่ในไฟล์เดียวกันกับ HTML ได้ ซึ่งแตกต่างจากการเขียนโปรแกรมภาษา Java ที่ต้อง เขียนแยกออกเป็นไฟล์ต่างหาก ไม่สามารถเขียนรวมอยู่ในไฟล์เดียวกับ HTML ได้ วิธีการเขียน JavaScript เพื่อสั่งให้เว็ปเพจทำงาน มีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี ดังนี้ - เขียนด้วยชุดคำสั่งและฟังก์ชันของ JavaScript เอง หรือ - เขียนตามเหตการณ์ที่เกิดขึ้นตามการใช้งานจากชุดคำสั่งของ HTML เมื่อเริ่มใช้งาน โปรแกรมบราวเซอร์ จะอ่านข้อมูลจากส่วนบนของเพจ HTML และทำงานไปตามลำดับจาก **บนลงล่าง (top-down)** โดยเริ่มที่ส่วน < HEAD >...< /HEAD > ก่อนจากนั้นจึงทำงานในส่วน < BODY >...< /BODY > เป็นลำดับต่อมา การทำงานของ JavaScript ดูไม่แตกต่างไปจาก HTML เท่าใดนัก แต่ HTML จะวางเลย์เอาต์โครงสร้างของอ็อบเจ็กต์ภายใน และส่วนเชื่อมโยงกับเว็บเพจเท่านั้น ในขณะที่ JavaScript สามารถเพิ่มเติมส่วนของการเขียนโปรแกรมและลอจิกเข้าไป

< FORM NAME ="statform" >
< INPUT type="text" name="username" size = 20 >
< INPUT type="text" name="userage" size = 3 >
< /FORM >

สมาชิก (ในที่นี้คือ INPUT 2 ชุด) ในแบบฟอร์ม statform ทำหน้าที่สะท้อนไปยังอ็อบเจ็กต์ document.statform.username และ document.statform.userage จากการอ้างอิงโดย JavaScript ทำให้เราสามารถนำอ็อบเจ็กต์นี้มาใช้งานได้ทันทีที่แบบฟอร์มนี้ถูก กำหนดขึ้นมา อย่างไรก็ตาม เราไม่สามารถใช้อ็อบเจ็กต์นี้ก่อนที่แบบฟอร์ม statform จะถูกกำหนดขึ้นมาได้ ตัวอย่างต่อไปนี้จะแสดงถึง ค่าต่าง ๆ ของอ็อปเจ็กต์ในสคริปต์ที่อ้างถึงแบบฟอร์ม

ตัวอย่าง

< SCRIPT >
document.write(document.statform.username.value)
document.write(document.statform.userage.value)
< /SCRIPT >

ถ้าเราเขียนสคริปต์ไว้ก่อนคำสั่งกำหนดแบบฟอร์ม เราจะพบความผิดพลาดจากการเรียกใช้อ็อปเจ็กต์ที่ไม่ได้มีอยู่จริงในโปรแกรม Navigator

2.10.3 การตรวจสอบเว็บบราวเซอร์

โดยปกติชุดคำสั่งในการสร้างเอกสารเว็บ จะมีการพัฒนาแตกต่างกันไปตามค่ายของบราวเซอร์ ดังนั้นหากต้องการแสดงผลหน้าเว็บให้สมบูรณ์ในแต่ละบราวเซอร์ ควรกำหนดหน้าเว็บแยกตามค่ายของบราวเซอร์ เช่น หน้าแรกของเว็บควรสร้างไว้ 2 หน้า โดยหน้าหนึ่งสำหรับแสดงผลบนบราวเซอร์ค่าย Microsoft อีกหน้าหนึ่งสำหรับ Netscape เป็นต้น แล้วนำรหัสคำสั่ง JavaScript นี้ไปใส่ไว้ในหน้า index.html เพื่อทำการตรวจสอบบราวเซอร์ โปรแกรมจะทำการตรวจสอบ แล้วแสดงผลหน้าเว็บตามค่าบราวเซอร์นั้นๆ ต่อไป

2.11 เซ็นเซอร์วัดอัตราการเต้นของชีพจร (Grove – Heart rate ear clip kit)

รูปที่ 2.26 เซ็นเซอร์วัดอัตราการเต้นของชีพจร

Heart rate ear clip kit ประกอบด้วยคลิปใช้สำหรับหนีบบริเวณใบหูและกล่องโมดูลทำหน้าที่รับสัญญาณและแปลงสัญญาณที่ได้จากคลิปหนีบ สามารถใช้เพื่อวัดค่าอัตราการเต้นของ

ชีพจร ส่งค่าที่ได้จากการวัดผ่านทางพอร์ตอนุกรมและแสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมทั่วไป เช่น Hyper Terminal , Serial Monitor และโปรแกรมอื่นๆ ตัวเซ็นเซอร์มีความไวในการทำงานสูง มีขนาดเล็ก และใช้พลังงานต่ำ ซึ่งเหมาะสำหรับการพกพาไปใช้งานมาก

2.11.1 คุณสมบัติของเซ็นเซอร์วัดอัตราการเต้นของชีพจร

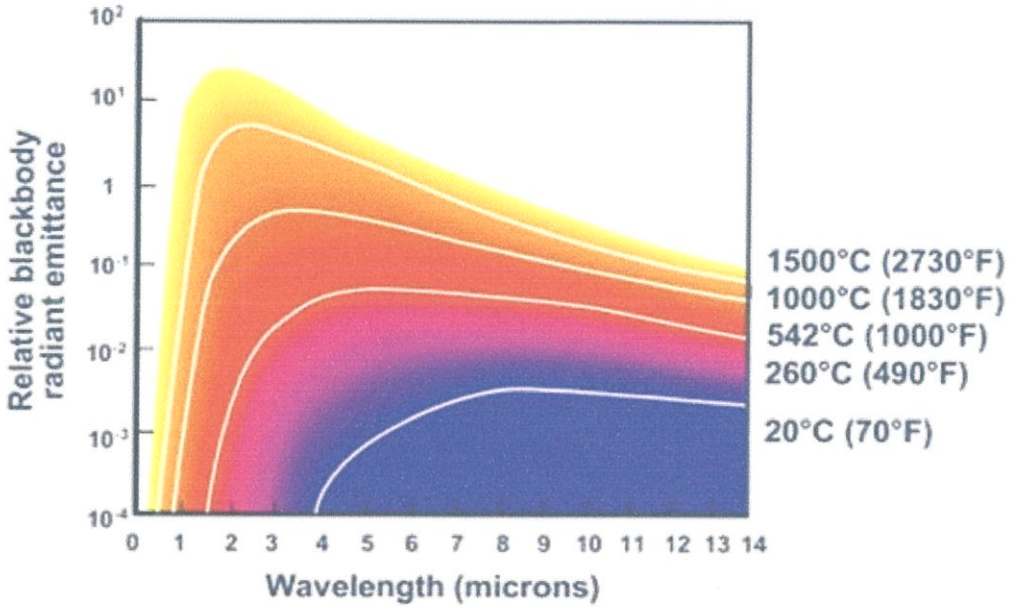
1) การใช้พลังงานต่ำ
2) แหล่งจ่ายไฟ 3 – 5 โวลต์
3) ตัวโมดูลเซนเซอร์มีขนาดเล็กทำให้สะดวกในการนำไปใช้งาน
4) ตัวโมดูลเซ็นเซอร์มีความไวต่ออุณหภูมิที่เปลี่ยนไปสูง
5) มีความยาวระหว่างตัวโมดูลและคลิปหนีบหู 120 เซนติเมตร
6) มีช่วงที่สามารถวัดอัตราการเต้นของชีพจรได้ ตั้งแต่ 30 ครั้ง/นาที ขึ้นไป
7) มีมาตรฐาน RoHS ซึ่งเป็นมาตรฐานการจำกัดการใช้สารอันตรายบางชนิดในเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

2.11.2 ข้อควรระวังในการใช้งาน

1) ตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ติดตั้งเซ็นเซอร์บริเวณที่ถูกต้อง เช่น ใบหู ติ่งหู หรืออาจจะต้องแลกเปลี่ยนตำแหน่งการจับสัญญาณถ้าอ่านค่าที่อ่านได้จากตัวโปรแกรมไม่ถูกต้องแม่นยำ
2) หากการแสดงผลบนหน้าจอแสดงข้อผิดพลาดซึ่งเป็นผมมาจากการอ่านค่าที่ได้จากการวัดผิดพลาดทำให้ค่าที่ได้ไม่สามารถนำมาคำนวณในโปรแกรมได้ ดังนั้นให้ทำการเปลี่ยนตำแหน่งของการวัดใหม่

2.12 การวัดอุณหภูมิด้วยคลื่นอินฟราเรด

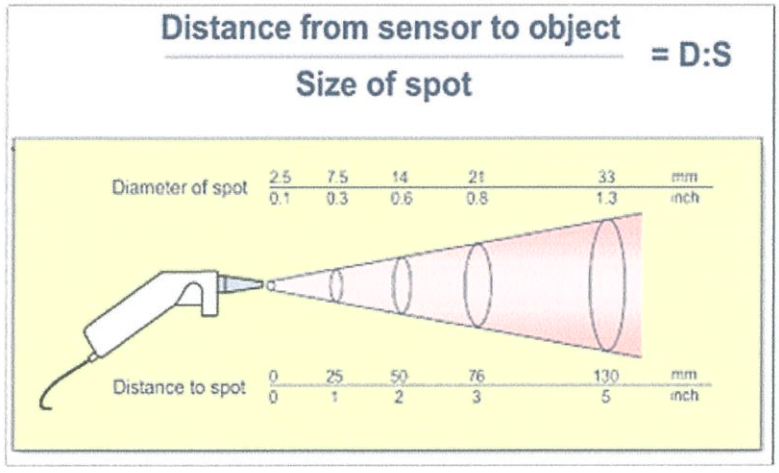
การวัดอุณหภูมิโดยไม่ต้องสัมผัสพื้นผิวของสิ่งมีชีวิตหรือวัตถุสามารถทำได้ตามกฎเบื้องต้นของพลังค์ในเรื่องของการกระจายแสงสีดำออกจากวัตถุ ซึ่งวัตถุทุกชนิดจะมีพลังงานอยู่ในตัวและมีการแผ่รังสีออกมาและความเข้มของรังสีที่แผ่ออกมาคือฟังก์ชันของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นของวัตถุชิ้นนั้น ซึ่งเซนเซอร์สามารถที่จะตรวจจับได้ด้วยการตรวจจับความเข้มที่วัตถุแผ่กระจายออกมา



รูปที่ 2.27 กราฟแสดงคุณสมบัติทางสเปกตรัมของการกระจายออกจากตัววัตถุ

2.12.1 ข้อพิจารณาในการนำมาใช้งาน

1) ความคมชัดของการมองเห็น (Optical Resolution) : ระบบการมองเห็นของอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์ได้จากการรวมกลุ่มของพลังงานอินฟราเรดที่ถูกแผ่ ออกมาจากจุดวัดที่เป็นวงกลม ซึ่งเป้าหมายที่เป็นจุดวัดนี้จะต้องมีความสมบูรณ์ ไม่เช่นนั้น ถ้าเซนเซอร์สามารถมองเห็นการแผ่รังสีของอุณหภูมิจากพื้นหลังได้จะทำให้ค่าที่ได้จากการวัดมีความผิดพลาดเกิดขึ้น ความคมชัดของการมองเห็นของอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์ จะถูกกำหนดโดยค่าอัตราส่วน D:S (D:S Ratio) ซึ่งสามารถคำนวณหาโดยทำการเปรียบเทียบกันระหว่างระยะจากวัตถุถึงเซนเซอร์ (D) กับขนาด (เช่น เส้นผ่าศูนย์กลาง) ของจุดที่จะทำการวัด (S) ซึ่งตัวเลขของอัตราส่วนยิ่งมีขนาดใหญ่ขึ้นก็จะมีความคมชัดของเซนเซอร์ที่ดีกว่า แม้ว่าจุดที่เราจะทำการวัดมีขนาดเล็กและมีระยะทางที่ไกลก็สามารถทำการวัดได้ดี ตัวอย่างเช่น จุดที่จะทำการวัดมีขนาด 1 นิ้ว และมีระยะห่างจากเป้าหมายของการวัด 10 นิ้ว ก็จะมีอัตราส่วน D:S เท่ากับ 10:1 เป็นต้น นอกจากนี้สภาวะของ ไอน้ำ ฝุ่น ควัน ซึ่งจะเป็นปัจจัยที่ทำให้ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือวัดอินฟราเรดมีค่าลดลง เนื่องจากสิ่งเหล่านี้จะไปกีดขวางหรือบดบังชิ้นส่วนที่ใช้ในการมองเห็นของอุปกรณ์ และทั้งนี้ยังรวมไปถึง เสียง สนามแม่เหล็กไฟฟ้า หรือแม้แต่การสั่นสะเทือน สิ่งเหล่านี้สามารถทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเซนเซอร์ลดต่ำลงได้



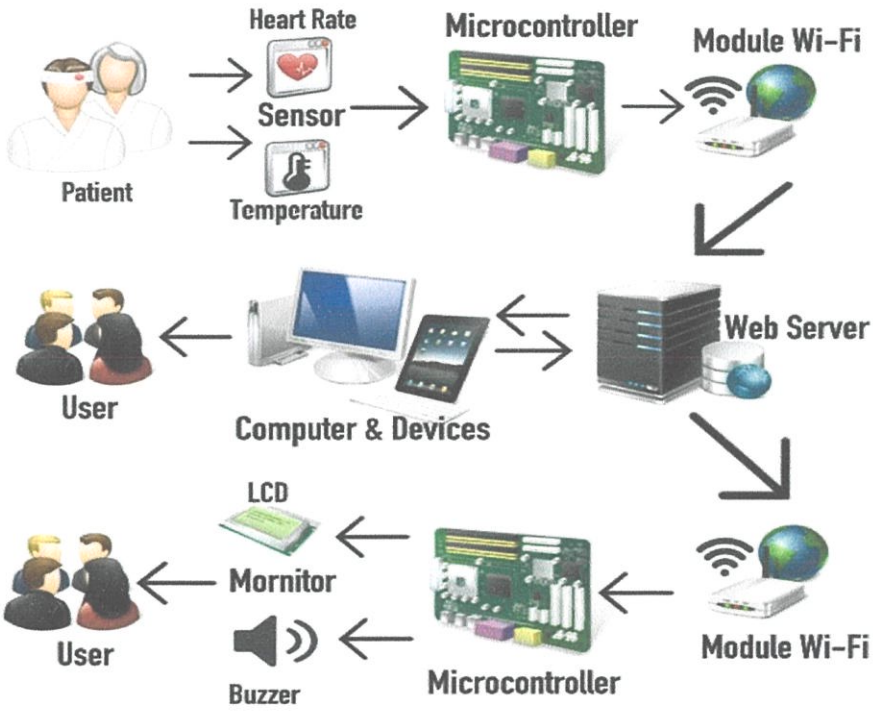
รูปที่ 2.28 ความคมชัดในการมองเห็นของอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์ที่ถูกกำหนดด้วยอัตราส่วน D:S

2) การมองเห็นเป้าหมาย (Target Sighting) : ความหลากหลายทางเทคนิคในการมองเห็นวัตถุทั้งหมดนั้นถูกใช้งานด้วยเซนเซอร์อุณหภูมิแบบอินฟราเรดโดยปราศจากการสัมผัส ซึ่งเทอร์โมมิเตอร์แบบง่าย ๆ นั้น จะมีชิ้นส่วนทางกลที่ไม่มีการมองเห็น เนื่องจากมันถูกสร้างขึ้นมาให้ใช้งานโดยวางไว้ใกล้กันกับเป้าหมายที่จะทำการวัดเท่านั้น แต่ถ้าเคลื่อนย้ายมันให้ห่างไปจากเป้าหมาย จำเป็นต้องใช้ตัวช่วยให้สามารถมองเห็นเป้าหมายในการวัดได้ ทางเลือกของการมองเห็นเป้าหมายสำหรับย่านการวัดของเซนเซอร์อินฟราเรดมีตั้งแต่แบบง่ายที่เป็นลักษณะของศูนย์ปืนที่ทำการเจาะช่องไว้ (สำหรับการวัดระยะสั้นถึงปานกลาง) ไปจนถึงทางเลือกที่เป็นแบบทันสมัยที่สามารถดูภาพจากกล้องถ่ายรูปได้ แบบที่สามารถมองผ่านเลนส์มองภาพได้ หรือสามารถใช้ลำแสงนำทางแบบถอดประกอบได้เป็นตัวเล็งเป้า เป็นต้น

3) ตัวแปรของการแผ่รังสี (Variable Emissivity) : การแผ่รังสีนั้นจะเป็นตัวช่วยบ่งบอกให้เรารู้ค่าการวัดที่ได้จากวัตถุ เนื่องจากวัตถุมีแผ่พลังงานอินฟราเรดออกมา ซึ่งพลังงานที่แผ่ออกมานั้นเป็นเครื่องหมายแสดงให้เห็นถึงอุณหภูมิที่มีอยู่ในวัตถุ การแผ่รังสีมีค่าได้ตั้งแต่ 0 (Shiny Mirror) ไปจนถึง 1.0 (a Blackbody) ส่วนมากสารที่เป็นอินทรียวัตถุ สี หรือพื้นผิวที่เกิดการออกไซด์จะมีค่าการแผ่รังสีความร้อนมากถึง 0.95 เมื่อใช้อินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์ทำการวัดอุณหภูมิที่ผิวหน้าของเป้าหมายมักมีค่าที่วัดได้เกิดความผิดพลาด ซึ่งส่วนมากเป็นผลมาจากพลังงานอินฟราเรดมีการสะท้อนกลับจากแหล่งกำเนิดแสง ดังนั้นเหตุผลเช่นนี้จึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเลือกเทอร์โมมิเตอร์ที่ถูกต้องสำหรับการนำใช้งานและทำติดตั้งอย่างเหมาะสม ความถูกต้องแม่นยำของการอ่านค่าอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในกระบวนการขึ้นอยู่กับความสามารถของอินฟราเรดเซนเซอร์ที่จะชดเชยสำหรับการแผ่รังสีของเป้าหมายที่ทำการวัด

บทที่ 3
หลักการทำงานและการออกแบบระบบ

3.1 หลักการทำงานโดยรวมของระบบเฝ้าระวังผู้ป่วยฉุกเฉินแบบไร้สาย

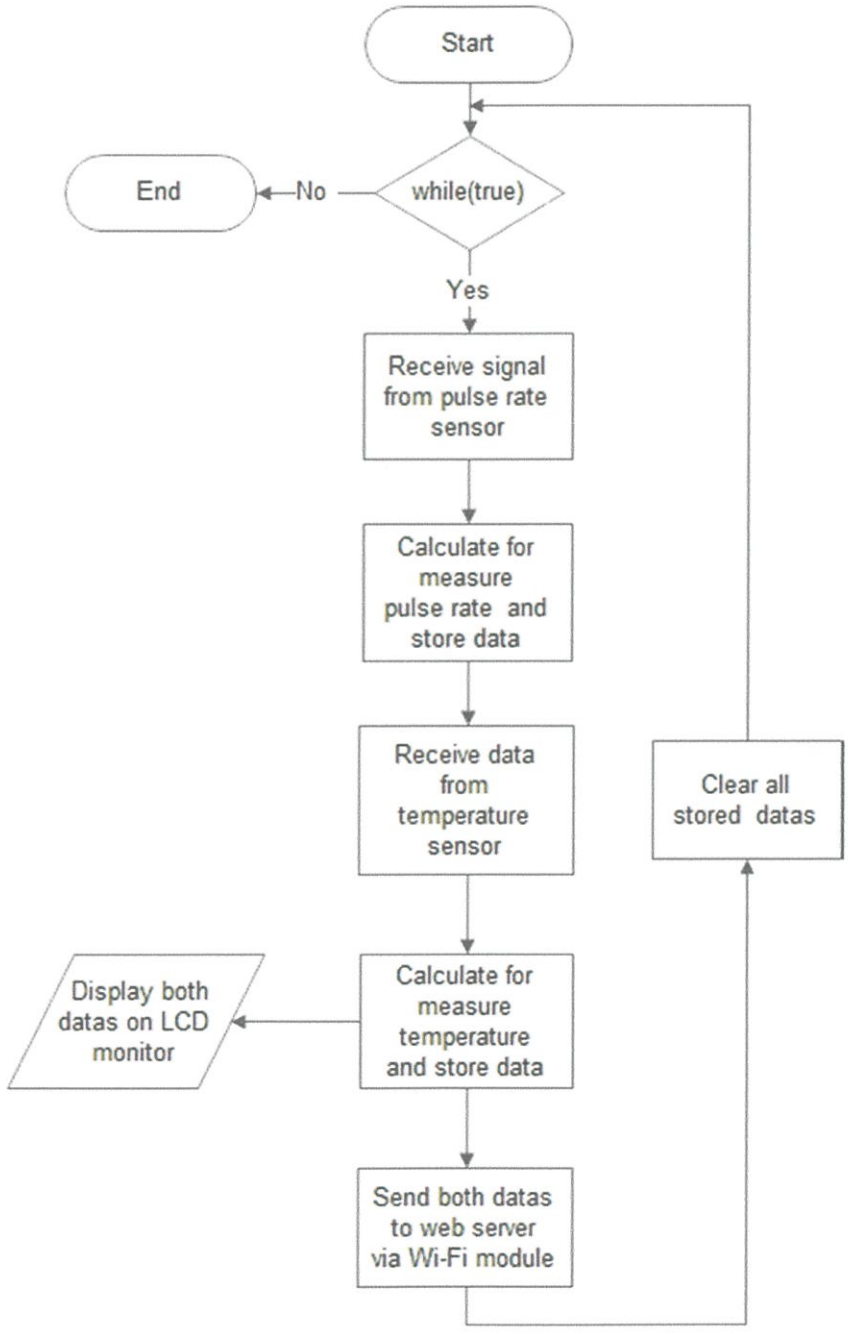


รูปที่ 3.1 ภาพรวมของระบบเฝ้าระวังคนไข้ฉุกเฉินแบบไร้สาย

ระบบเฝ้าระวังผู้ป่วยฉุกเฉินแบบไร้สายสามารถแบ่งการทำงานย่อยๆ ทั้งหมด 3 ส่วน ได้แก่ เซ็นเซอร์ เว็บเซิร์ฟเวอร์ และอุปกรณ์เฝ้าระวัง โดยส่วนเซนเซอร์จะทำการวัดอุณหภูมิของร่างกายผู้ป่วยและวัดอัตราการเต้นของชีพจร แล้วส่งข้อมูลไปยังส่วนเว็บเซิร์ฟเวอร์เพื่อเก็บข้อมูลอุณหภูมิของร่างกายผู้ป่วยและอัตราการเต้นของชีพจรไว้ในฐานข้อมูล เมื่อมีผู้เรียกใช้งานเว็บแอพพลิเคชั่น ส่วนของเว็บเซิร์ฟเวอร์จะทำการรับส่งข้อมูลจากฐานข้อมูลมาตอบสนองการกระทำของผู้ใช้งานผ่านทางกราฟิกอินเตอร์เฟส (GUI) หรือส่งข้อมูลจากฐานข้อมูลไปยังส่วนอุปกรณ์เฝ้าระวังผ่านทางโมดูลวายฟายเมื่อเปิดใช้งาน แล้วแสดงข้อมูลอัตราการการเต้นของชีพจรและอุณหภูมิของร่างกายผู้ป่วย และแจ้งเตือนด้วยเสียงเมื่อผู้ป่วยมีอัตราการการเต้นของชีพจรและอุณหภูมิของร่างกายผิดปกติ

3.1.1 การทำงานของส่วนเซ็นเซอร์ (Sensors Module)

ส่วนเซ็นเซอร์ทำหน้าที่รับสัญญาณจากเซ็นเซอร์วัดอัตราการเต้นของชีพจรนำมาคำนวณหาค่าอัตราการเต้นของชีพจรโดยประมาณและเก็บข้อมูลไว้ รับสัญญาณข้อมูลจากเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิมาแปลงค่าจากเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบเพื่อให้ได้ค่าอุณหภูมิที่วัดได้และเก็บข้อมูลไว้ต่อไปจึงส่งข้อมูลผ่านทางโมดูลวายฟายไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูล แล้วจึงลบข้อมูลทั้งหมดที่เก็บไว้และสั่งให้โปรแกรมกลับไปเริ่มทำงานใหม่อีกครั้ง

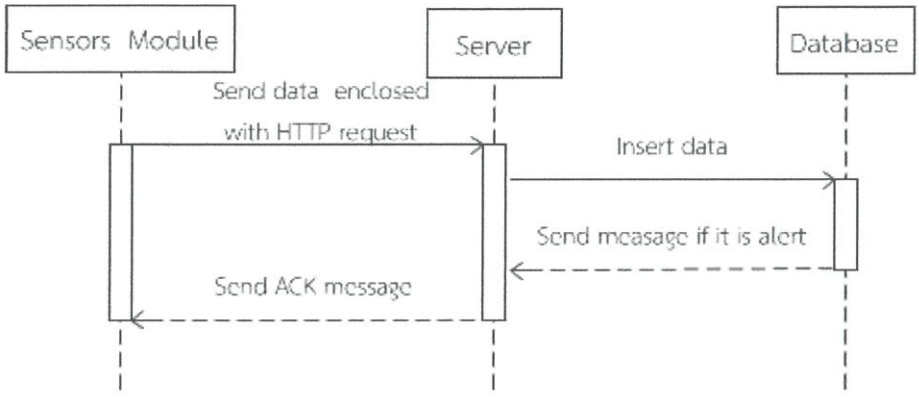


รูปที่ 3.2 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของส่วนเซ็นเซอร์

3.1.2 การทำงานของส่วนเซิร์ฟเวอร์ (Server)

เซิร์ฟเวอร์ (server) คือคอมพิวเตอร์ที่ลงโปรแกรมระบบปฏิบัติการหรือโปรแกรมอื่นๆที่ทำให้สามารถให้บริการข้อมูลแก่คอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆภายในระบบเครือข่ายได้ ด้วยความสามารถนี้จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาระบบเฝ้าระวังผู้ป่วยฉุกเฉินให้สามารถเข้าถึงข้อมูลการเฝ้าระวังได้ทุกที่ทุกเวลา สะดวกกว่าวิธีการอื่นๆ โดยมีกรณีการทำงานของเซิร์ฟเวอร์ดังนี้

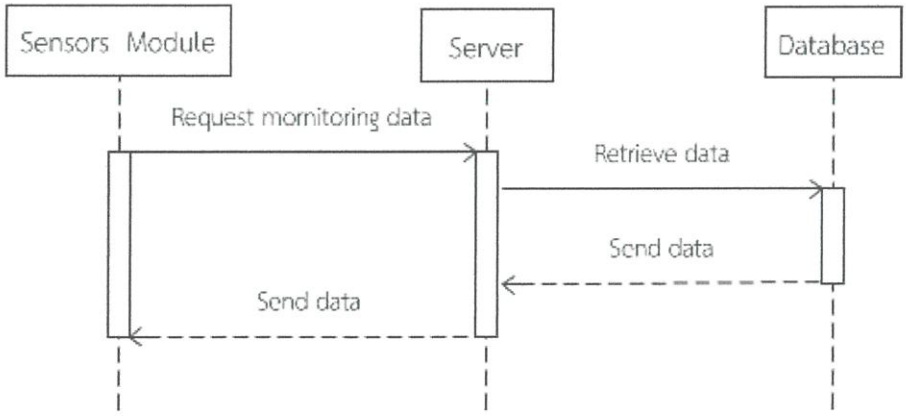
3.1.2.1 ส่วนเซ็นเซอร์ส่งข้อมูลมาเก็บไว้บนเซิร์ฟเวอร์



รูปที่ 3.3 ซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงส่วนเซ็นเซอร์ส่งข้อมูลมาเก็บไว้บนเซิร์ฟเวอร์

จากรูปที่ 3.3 ส่วนเซ็นเซอร์ส่งข้อมูลมาเก็บไว้บนเซิร์ฟเวอร์ โดยเริ่มจากส่วนเซ็นเซอร์ส่งข้อมูลแนบมากับคำสั่งร้องขอข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ (HTTP request) เซิร์ฟเวอร์จะเพิ่มข้อมูลลงไปในฐานข้อมูล ถ้าผิดพลาดจะส่งข้อความแสดงสาเหตุกลับมา

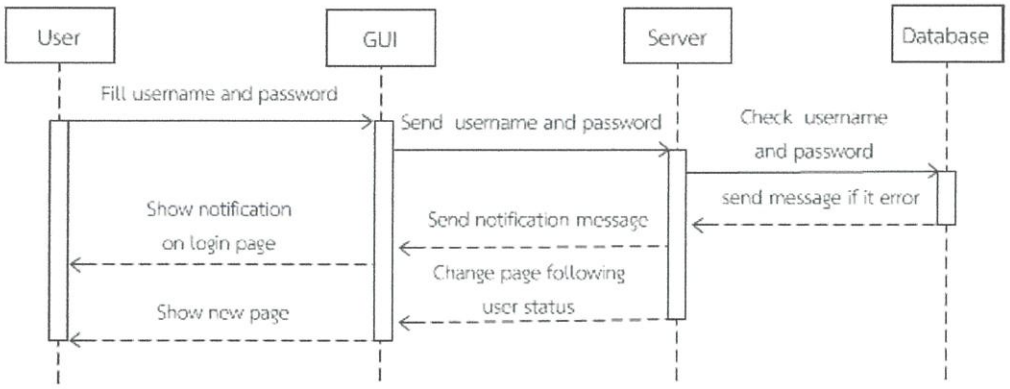
3.1.2.2 ส่วนอุปกรณ์เฝ้าระวังดึงข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์



รูปที่ 3.4 ซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงส่วนอุปกรณ์เฝ้าระวังดึงข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์

จากรูปที่ 3.4 ส่วนอุปกรณ์เฝ้าระวังดึงข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ โดยเริ่มจากส่วนอุปกรณ์เฝ้าระวังส่งคำร้องขอข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ (HTTP request) เซิร์ฟเวอร์จะทำการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล แล้วส่งข้อมูลกลับไปยังส่วนอุปกรณ์เฝ้าระวัง

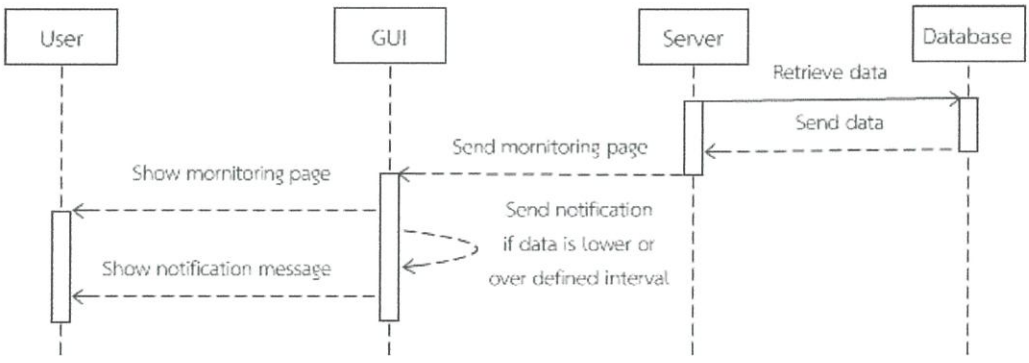
3.1.2.3 ผู้ใช้งานล็อกอินเข้าสู่ระบบ



รูปที่ 3.5 ซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงผู้ใช้งานล็อกอินเข้าสู่ระบบ

จากรูปที่ 3.5 ผู้ใช้งานล็อกอินเข้าสู่ระบบ โดยเริ่มจากผู้ใช้งานกรอกข้อมูลล็อกอินเข้าสู่ระบบ เซิร์ฟเวอร์จะทำการนำข้อมูลที่ผู้ใช้งานกรอกไว้มาตรวจสอบกับฐานข้อมูล ถ้าตรวจสอบแล้วว่าข้อมูลถูกต้อง เซิร์ฟเวอร์จะทำการเชื่อมต่อไปยังหน้าเพจถัดไปต่างกันตามสถานะของผู้ใช้งาน แต่ถ้ากรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน กรอกข้อมูลผิด หรือไม่พบข้อมูลในฐานข้อมูล เซิร์ฟเวอร์จะทำการแจ้งเตือนผ่านหน้าต่างอินเตอร์เฟส (GUI)

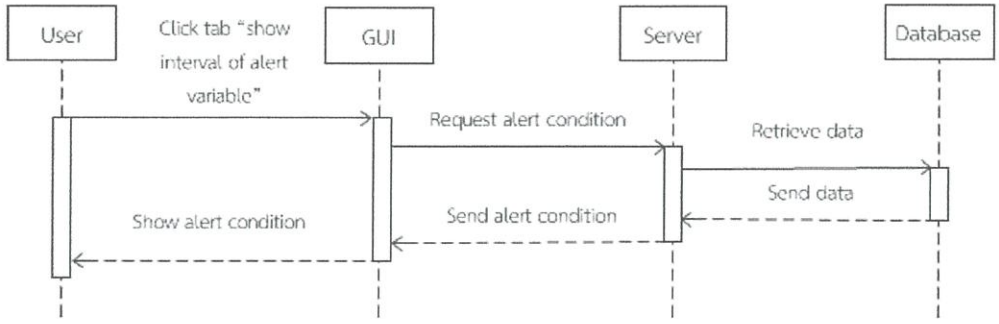
3.1.2.4 ผู้ใช้งานตรวจสอบข้อมูลการเฝ้าระวัง



รูปที่ 3.6 ซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงผู้ใช้งานตรวจสอบข้อมูลการเฝ้าระวัง

จากรูปที่ 3.6 ผู้ใช้งานตรวจสอบข้อมูลการเฝ้าระวัง เมื่อผู้ใช้งานล็อกอินเข้าสู่ระบบ เซิร์ฟเวอร์จะกำหนดค่าการแจ้งเตือนตามที่ตั้งค่าไว้ ถ้าข้อมูลอุณหภูมิหรือข้อมูลชีพจรของผู้ป่วยมีค่าผิดปกติจะแสดงหน้าต่างการแจ้งเตือน ถ้ามีค่าปกติจะไม่มีการแจ้งเตือนเกิดขึ้น แล้วแสดงหน้าเว็บเพจในรูปของข้อความและกราฟบนหน้าต่างอินเตอร์เฟส (GUI)

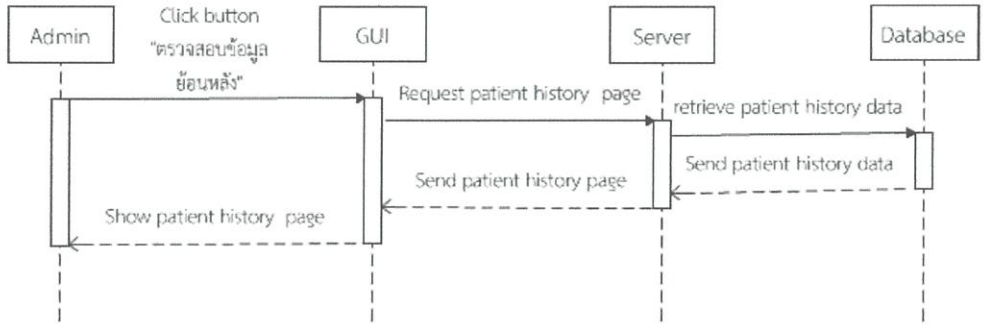
3.1.2.5 ผู้ใช้งานตรวจสอบค่าการแจ้งเตือนที่ถูกตั้งค่าไว้



รูปที่ 3.7 ซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงผู้ใช้งานตรวจสอบค่าการแจ้งเตือนที่ถูกตั้งค่าไว้

จากรูปที่ 3.7 ผู้ใช้งานตรวจสอบข้อมูลการแจ้งเตือนตรวจสอบค่าการแจ้งเตือนที่ตั้งค่าไว้ เมื่อผู้ใช้งานล็อกอินเข้าสู่ระบบแล้ว เซิร์ฟเวอร์จะแสดงหน้าเว็บเพจในรูปของข้อความและกราฟบนหน้าต่างอินเตอร์เฟส (GUI) จากนั้นผู้ใช้งานคลิกที่แท็บ “แสดงช่วงการแจ้งเตือน” แล้วเซิร์ฟเวอร์จะทำการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาแสดงผลบนหน้าเว็บเพจผ่านหน้าต่างอินเตอร์เฟส (GUI)

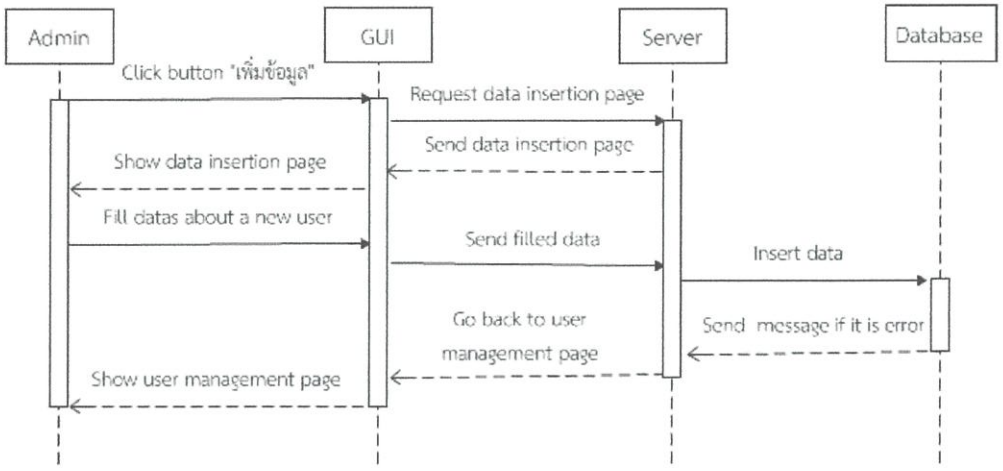
3.1.2.6 ผู้ใช้งานตรวจสอบประวัติการเฝ้าระวังย้อนหลัง



รูปที่ 3.8 ซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงผู้ใช้งานตรวจสอบข้อมูลการเฝ้าระวังย้อนหลัง

จากรูปที่ 3.8 ผู้ใช้งานตรวจสอบข้อมูลการเฝ้าระวังย้อนหลัง เมื่อผู้ใช้งานล็อกอินเข้าสู่ระบบแล้ว ผู้ใช้งานคลิกที่ปุ่ม “ตรวจสอบข้อมูลย้อนหลัง” ที่อยู่ด้านบนของหน้าเว็บเพจ จากนั้นเซิร์ฟเวอร์จะทำการแสดงหน้าเว็บเพจถัดไปซึ่งจะแสดงตารางข้อมูลการเฝ้าระวังย้อนหลัง ซึ่งดึงข้อมูลมาจากฐานข้อมูล

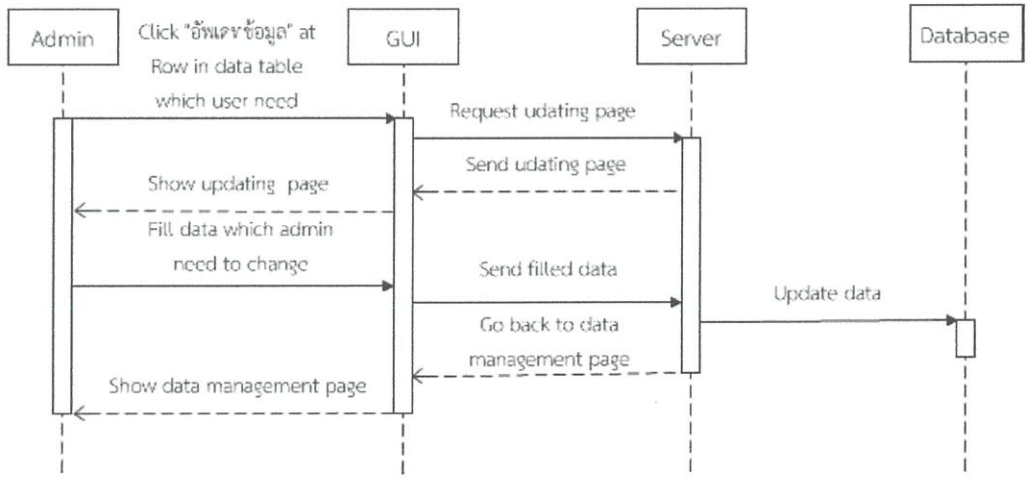
3.1.2.7 ผู้ดูแลระบบเพิ่มข้อมูลผู้เข้าใช้งาน



รูปที่ 3.9 ซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงผู้ดูแลระบบเพิ่มข้อมูลผู้เข้าใช้งาน

จากรูปที่ 3.9 ผู้ดูแลระบบเพิ่มข้อมูลผู้เข้าใช้งาน โดยเริ่มจากผู้ดูแลระบบทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบเหมือนผู้ใช้งานทั่วไปแล้วจะเข้าสู่หน้าเพจจัดการข้อมูลผู้ใช้งาน ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่มข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับผู้ใช้งานได้ เมื่อทำการเพิ่มข้อมูลแล้วจะกลับไปยังหน้าเพจระบบจัดการข้อมูลผู้ใช้งานอีกครั้ง

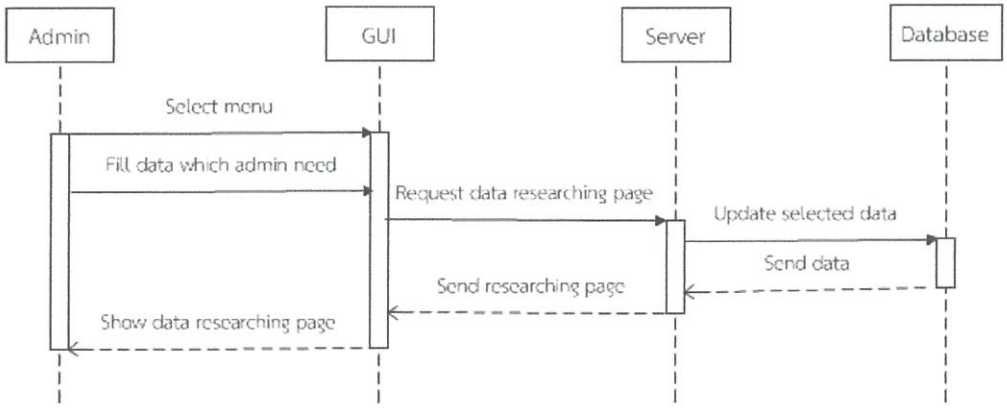
3.1.2.8 ผู้ดูแลระบบอัพเดทข้อมูลผู้เข้าใช้งาน



รูปที่ 3.10 ซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงผู้ดูแลระบบอัพเดทข้อมูลผู้เข้าใช้งาน

จากรูปที่ 3.10 ผู้ดูแลระบบอัพเดทข้อมูลผู้เข้าใช้งาน โดยเริ่มจากผู้ดูแลระบบทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบเหมือนผู้ใช้งานทั่วไปแล้วจะเข้าสู่หน้าเพจจัดการข้อมูลผู้ใช้งาน ผู้ดูแลระบบสามารถอัพเดทข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับผู้ใช้งานได้ เมื่อทำการอัพเดทข้อมูลแล้วจะกลับไปยังหน้าเพจระบบจัดการข้อมูลผู้ใช้งานอีกครั้ง

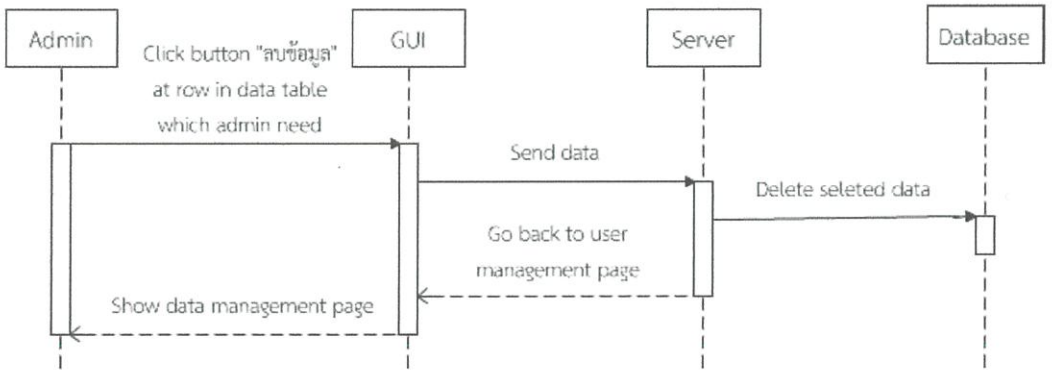
3.1.2.9 ผู้ดูแลระบบค้นหาข้อมูลผู้เข้าใช้งาน



รูปที่ 3.11 ซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงผู้ดูแลระบบค้นหาข้อมูลผู้เข้าใช้งาน

จากรูปที่ 3.11 ผู้ดูแลระบบค้นหาข้อมูลผู้เข้าใช้งาน โดยเริ่มจากผู้ดูแลระบบทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบเหมือนผู้ใช้งานทั่วไปแล้วจะเข้าสู่หน้าเพจจัดการข้อมูลผู้ใช้งาน ผู้ดูแลระบบสามารถค้นหาข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับผู้ใช้งานได้ ถ้าต้องการกลับไปหน้าเพจจัดการข้อมูลผู้ใช้ให้คลิกปุ่ม “กลับไปหน้าจัดการข้อมูล”

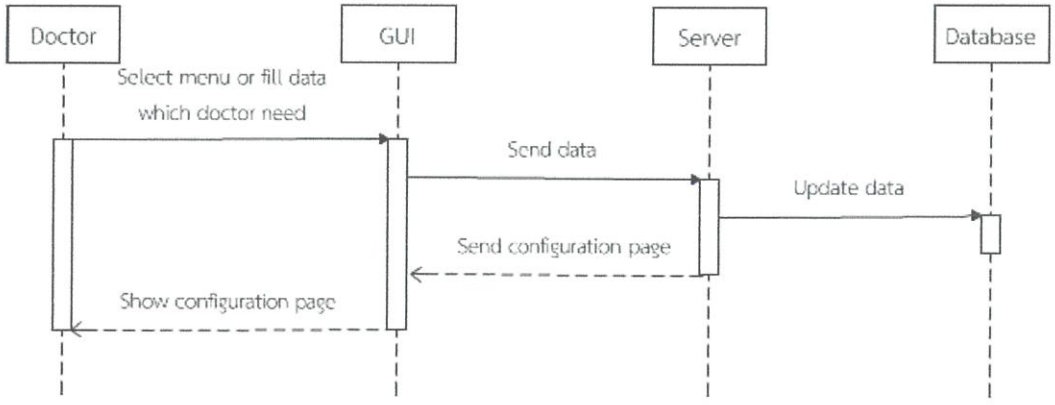
3.1.2.10 ผู้ดูแลระบบลบข้อมูลผู้เข้าใช้งาน



รูปที่ 3.12 ซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงผู้ดูแลระบบลบข้อมูลผู้เข้าใช้งาน

จากรูปที่ 3.12 ผู้ดูแลระบบลบข้อมูลผู้เข้าใช้งาน โดยเริ่มจากผู้ดูแลระบบทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบเหมือนผู้ใช้งานทั่วไปแล้วจะเข้าสู่หน้าเพจจัดการข้อมูลผู้ใช้งาน ผู้ดูแลระบบสามารถลบข้อมูลผู้ใช้งานได้ครั้งละราย เมื่อทำการลบข้อมูลแล้วจะกลับไปยังหน้าเพจระบบจัดการข้อมูลผู้ใช้งานอีกครั้ง

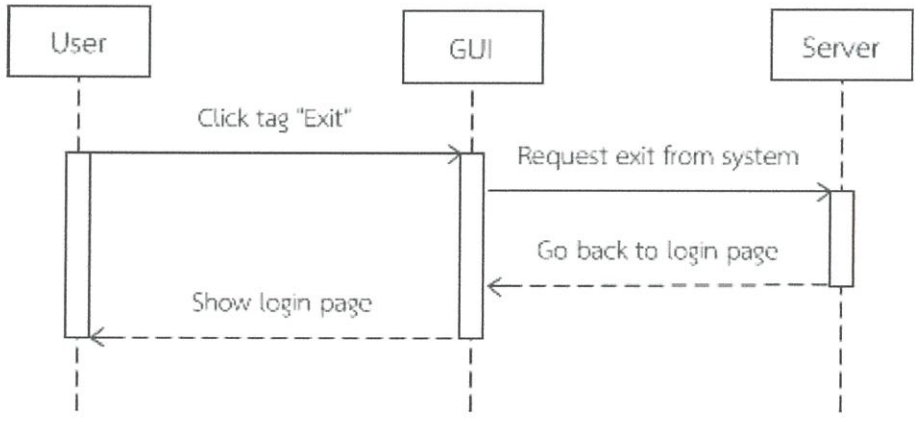
3.1.2.11 แพทย์กำหนดค่าเงื่อนไขการแจ้งเตือน



รูปที่ 3.13 ซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงแพทย์กำหนดค่าเงื่อนไขการแจ้งเตือน

จากรูปที่ 3.13 แพทย์กำหนดค่าเงื่อนไขการแจ้งเตือน โดยเริ่มจากแพทย์ทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบเหมือนกับผู้ใช้งานทั่วไปแล้วจะเข้าสู่หน้าเพจกำหนดค่าเงื่อนไขการแจ้งเตือน แพทย์สามารถเลือกเมนูเพื่อกำหนดค่าการแจ้งเตือนตามช่วงอายุของผู้ป่วยได้ รวมถึงยังสามารถกำหนดค่าเองก็ได้ตามที่ต้องการ

3.1.2.12 ผู้ใช้งานออกจากระบบ

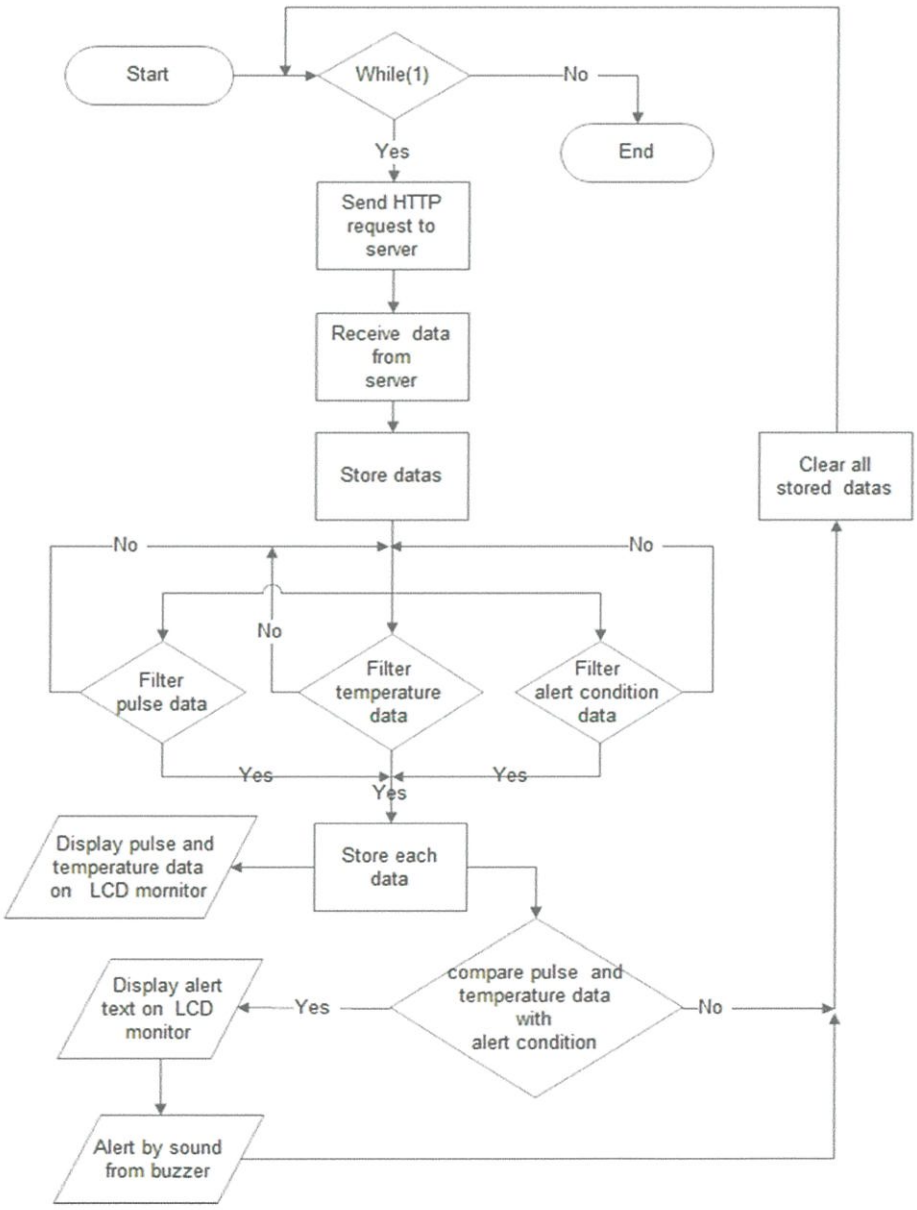


รูปที่ 3.14 ซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงผู้ใช้งานออกจากระบบ

จากรูปที่ 3.14 ผู้ใช้งานออกจากระบบ เมื่อผู้ใช้งานคลิกปุ่ม “ออกจากระบบ” เซิร์ฟเวอร์จะกลับไปแสดงหน้าเว็บเพจล็อกอินเข้าสู่ระบบในรูปของข้อความและกราฟบนหน้าต่างอินเตอร์เฟส (GUI)

3.1.3 การทำงานของส่วนอุปกรณ์เฝ้าระวัง (Monitoring Module)

ส่วนอุปกรณ์เฝ้าระวังทำหน้าที่ดึงข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งคำสั่งร้องขอข้อมูลจากเว็บเซิร์ฟเวอร์ (HTTP request) แล้วทำการกรองข้อมูลที่ได้รับแบ่งออกมาเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลอัตราการเต้นของชีพจร ข้อมูลอุณหภูมิ และข้อมูลเงื่อนไขการแจ้งเตือน จากนั้นแสดงผลข้อมูลอัตราการเต้นของชีพจรและข้อมูลอุณหภูมิบนจอแอลซีดี ต่อมาจึงนำข้อมูลอัตราการเต้นของชีพจรและข้อมูลอุณหภูมิมาเปรียบเทียบกับข้อมูลเงื่อนไขการแจ้งเตือนว่าตรงตามเงื่อนไขหรือไม่ กรณีข้อมูลอัตราการเต้นของชีพจรและข้อมูลอุณหภูมิอยู่ในช่วงปกติจะไม่มีอะไรเกิดขึ้น แต่ถ้าตรงตามเงื่อนไขจะทำการแจ้งเตือนด้วยข้อความ พร้อมทั้งแจ้งเตือนด้วยเสียง หลังจากนั้นจะลบข้อมูลที่เก็บไว้ทั้งหมดและสั่งให้โปรแกรมเริ่มทำงานใหม่อีกครั้ง



รูปที่ 3.15 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของส่วนอุปกรณ์เฝ้าระวัง

3.2 การออกแบบ

3.2.1 การออกแบบของส่วนเซ็นเซอร์ (Sensors Module)

ส่วนเซ็นเซอร์ ประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ เซ็นเซอร์วัดอัตราการเต้นของชีพจร เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิด้วนคลื่นรังสีอินฟราเรด จอแอลซีดี และโมดูลวายฟาย โดยเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและเซ็นเซอร์วัดอัตราการเต้นของชีพจรต่อกับแหล่งจ่ายไฟแรงดัน 5 โวลต์ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เอาต์พุตของเซ็นเซอร์วัดอัตราการเต้นของชีพจรเชื่อมต่อกับพอร์ตอินพุตดิจิตอล ส่วนเอาต์พุตของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิเชื่อมต่อกับพอร์ตไอสแควร์ซี (I^2C) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ จอแอลซีดีต่อกับพอร์ตสำหรับจอแอลซีดี โมดูลวายฟายเชื่อมต่อกับพอร์ต UART และต่อกับแหล่งจ่ายไฟแรงดัน 3.3 โวลต์ ของไมโครคอนโทรลเลอร์

รูปที่ 3.16 แสดงอุปกรณ์ส่วนของเซ็นเซอร์

3.2.1.1 การคำนวณหาอัตราการเต้นของชีพจร

เมื่อเซ็นเซอร์วัดอัตราการเต้นของชีพจรได้รับสัญญาณชีพจรจากผู้ป่วยจะเปลี่ยนสถานะลอจิกของพอร์ตอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์เปลี่ยนจากลอจิก 0 กลายเป็นลอจิก 1 แล้วสั่งให้ไทเมอร์ (Timer) เริ่มทำงานโดยใช้ฟังก์ชันที่มีอยู่ในไลบรารี่(Library) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino จับเวลาจนกว่าจะเกิดการเปลี่ยนสถานะลอจิกของพอร์ตอินพุตเปลี่ยนจากลอจิก 0 กลาย เป็นลอจิก 1 อีกครั้ง แล้วเก็บค่าไว้ และทำเช่นนี้ซ้ำอีกครั้ง นำค่าที่เก็บไว้ทั้ง 2 ครั้ง มาคำนวณ ตามสูตรดังนี้

$$\text{อัตราการเต้นของชีพจร} = \frac{\text{เวลา } \mathbf{1} \text{ นาที}}{\text{เวลาเปลี่ยนสถานะที่เก็บไว้ครั้งที่} \mathbf{2} - \text{เวลาเปลี่ยนสถานะที่เก็บไว้ครั้งแรก}}$$

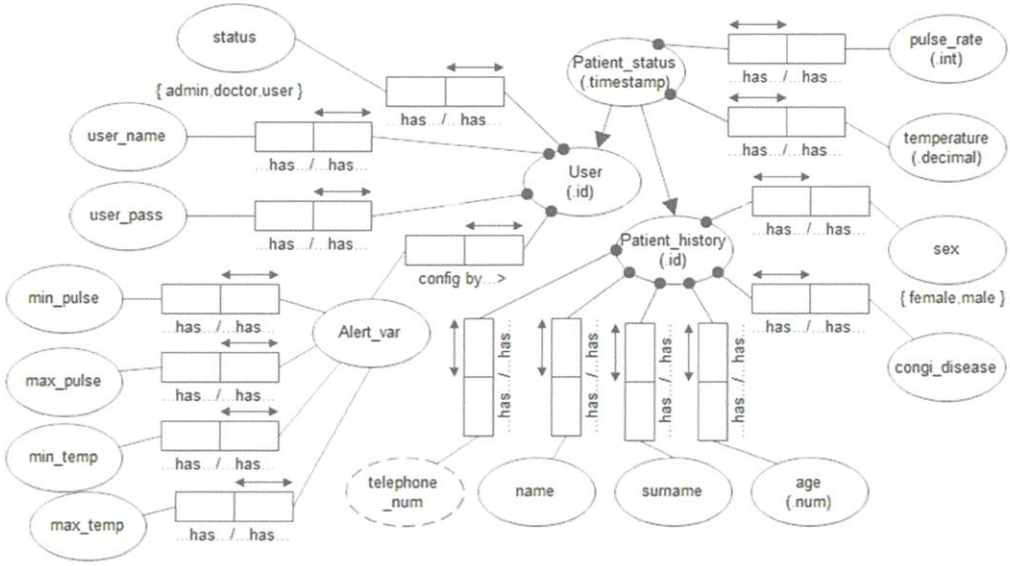
กำหนดให้ อัตราการเต้นของชีพจร มีหน่วย ครั้งต่อนาที (p/m หรือ rpm)

เวลา 1 นาที (min) = 60 วินาที (s) = 60000 มิลลิวินาที (ms)

เวลาที่เปลี่ยนสถานะจากลอจิก 0 เป็นลอจิก 1 มีหน่วย มิลลิวินาที (ms)

3.2.2 การออกแบบฐานข้อมูล

การใช้งานระบบเฝ้าระวังคนไข้ฉุกเฉินแบบไร้สาย ผู้ใช้งานต้องทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบเพื่อระบุตัวบุคคลป้องกันไม่ให้บุคคลภายนอกเข้าถึงบริการต่างๆบนเว็บแอพลิเคชั่นได้ การจัดเก็บข้อมูลการเฝ้าระวัง เช่น อัตราการเต้นของชีพจร อุณหภูมิ เป็นต้น รวมถึงการเก็บค่าเงื่อนไขการแจ้งเตือน ดังนั้นจึงต้องออกแบบฐานข้อมูลเพื่อลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลให้น้อยที่สุด โดยกลุ่มของเราได้ทำการออกแบบฐานข้อมูลไว้ดังนี้



รูปที่ 3.17 แบบจำลอง NIAM/ORM แสดงภาพรวมของฐานข้อมูล

ตารางที่ 3.1 ตาราง User เก็บข้อมูลรายละเอียดผู้เข้าใช้งานระบบ

ชื่อฟิลด์	ชนิดของข้อมูล	กุญแจ	ความหมาย	ตัวอย่าง
id	int(3)	Primary key	เลขที่ผู้ใช้งาน	001
user_name	varchar(12)		ชื่อผู้ใช้งาน	intern1
user_pass	varchar(12)		รหัสผ่านผู้ใช้งาน	i10058
status	varchar(6)		สถานะการเข้าถึง	doctor

ตารางที่ 3.2 ตาราง Patient_status เก็บข้อมูลรายละเอียดการเฝ้าระวังคนไข้

ชื่อฟิลด์	ชนิดของข้อมูล	กุญแจ	ความหมาย	ตัวอย่าง
timestamp	timestamp	Primary key	วันที่และเวลา	2014-02-27 20:35:57
id	int(3)	Foreign key	เลขที่ผู้ใช้งาน	001
id_patient	varchar(5)	Foreign key	เลขที่ผู้ป่วย	02102
pulse_rate	int(3)		อัตราการเต้น ของชีพจร	69
temperature	decimal(4,2)		อุณหภูมิร่างกาย	36.25

ตารางที่ 3.3 ตาราง Alert_var เก็บข้อมูลเงื่อนไขการแจ้งเตือน

ชื่อฟิลด์	ชนิดของข้อมูล	กุญแจ	ความหมาย	ตัวอย่าง
id	int(3)	Primary key	เลขที่ผู้ใช้งาน	001
min_pulse	int(3)		อัตราการเต้นของชีพจรต่ำสุด	60
max_pulse	int(3)		อัตราการเต้นของชีพจรสูงสุด	100
min_temp	decimal(4,2)		อุณหภูมิต่ำสุด	35.5
max_temp	decimal(4,2)		อุณหภูมิสูงสุด	37.8

ตารางที่ 3.4 ตาราง Patient_history เก็บข้อมูลเงื่อนไขการแจ้งเตือน

ชื่อฟิลด์	ชนิดของข้อมูล	กุญแจ	ความหมาย	ตัวอย่าง
id_patient	varchar(5)	Primary key	เลขที่ผู้ป่วย	02102
sex	varchar(4)		เพศ	male
name	varchar(20)		ชื่อ	Varee
surname	varchar(20)		นามสกุล	Moonshine
age	int(3)		อายุ	15
telephone_num	varchar(12)		หมายเลขโทรศัพท์	085-395-7002
congi_disease	varchar(20)		โรคประจำตัว	none

3.2.3 การออกแบบของส่วนอุปกรณ์เฝ้าระวัง

ส่วนอุปกรณ์เฝ้าระวัง ประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ จอแอลซีดี และโมดูลวายฟาย โดยโมดูลวายฟายต่อกับวงจรไอซีแปลงไฟ max232 เพื่อแปลงระดับสัญญาณข้อมูลจากมาตรฐาน TTL ของโมดูลวายฟายเป็นสัญญาณข้อมูลตามมาตรฐาน RS232 แล้วยังสามารถแปลงแรงดันไฟ 5 โวลต์ จากไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นแรงดันไฟ 3.3 โวลต์ เพื่อให้เหมาะกับการทำงานของโมดูลวายฟายได้อีกด้วย และจอแอลซีดีเชื่อมต่อกับพอร์ตสำหรับจอแอลซีดี

รูปที่ 3.18 แสดงอุปกรณ์เฝ้าระวัง

บทที่ 4
ขั้นตอนการทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองใช้งานส่วนเซ็นเซอร์

สวมหมวกที่ติดอุปกรณ์เซ็นเซอร์วัดชีพจรและเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแล้ว นำมาไว้บนศรีษะ และติดเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิไว้ที่ติ่งหูข้างใดข้างหนึ่งของผู้ทดลอง แล้วเสียบปลั๊กไฟเพื่อให้อุปกรณ์ทำงาน จากนั้นให้ผู้ช่วยทดลองทำการสังเกตข้อความที่แสดงผลผ่านทางจอแอลซีดี

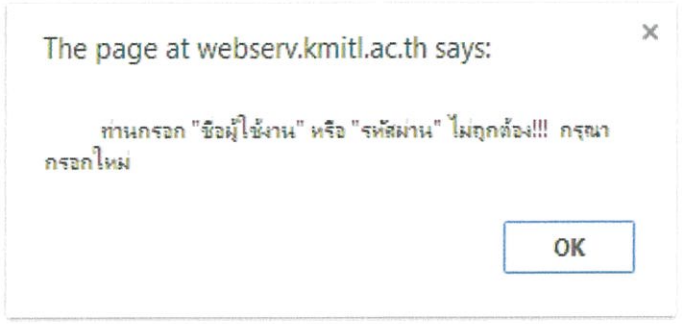
รูปที่ 4.1 แสดงผลการทดลองวัดค่าจากเซ็นเซอร์

4.2 การทดลองใช้งานเว็บแอพลิเคชั่น

ผู้ใช้งานเข้าสู่เว็บแอพลิเคชั่นระบบเฝ้าระวังผู้ป่วยฉุกเฉินแบบไร้สายโดยใช้โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์เข้าไปที่เว็บไซต์ webserv.kmitl.ac.th/arnonkee127/index.php จะปรากฏหน้าต่างล็อกอินเข้าสู่ระบบ ให้กรอกข้อมูล “ชื่อผู้ใช้งาน” และ “รหัสผ่าน” จากนั้นคลิกที่ปุ่ม “เข้าสู่ระบบ” ถ้าคลิกที่ปุ่ม “ล้างข้อมูล” ระบบจะทำการลบข้อมูลที่กรอกลงไปทั้งหมด

รูปที่ 4.2 แสดงอินเตอร์เฟสหน้าล็อกอินเข้าสู่ระบบ

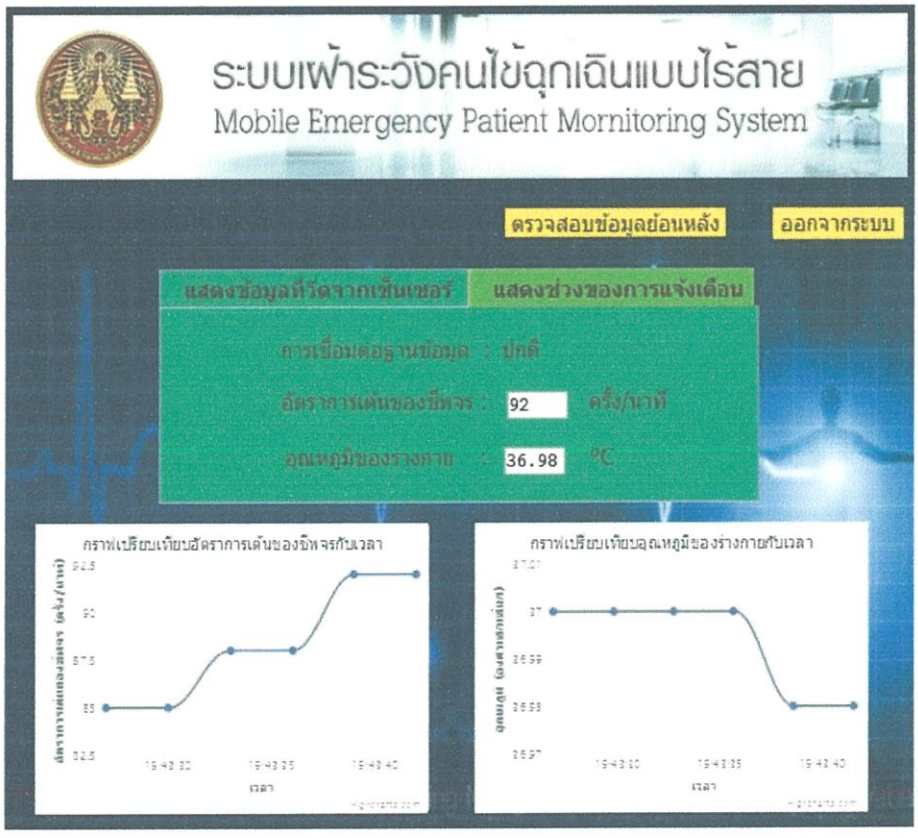
ถ้าผู้ใช้งานข้อมูล “ชื่อผู้ใช้งาน” หรือ “รหัสผ่าน” ไม่ถูกต้อง ระบบจะแสดงหน้าต่างแจ้งเตือนขึ้นมา



รูปที่ 4.3 แสดงอินเตอร์เฟสการแจ้งเตือนหน้าล็อกอินเข้าสู่ระบบ

4.2.1 กรณีผู้ใช้งานมีสถานะเป็น “User”

กรณีผู้ใช้งานมีสถานะ “User” หลังจากล็อกอินเข้าสู่ระบบแล้วจะเข้าสู่หน้าต่างการเฝ้าระวังผู้ป่วยจะแสดงกราฟอัตราการเต้นของชีพจรและอุณหภูมิของร่างกายผู้ป่วย ถ้าคลิกที่แท็บ “แสดงข้อมูลที่วัดจากเซ็นเซอร์” จะแสดงข้อมูลอัตราการเต้นของชีพจรและอุณหภูมิของร่างกายผู้ป่วยตรงกับข้อมูลที่ถูกส่งมาจากส่วนเซ็นเซอร์

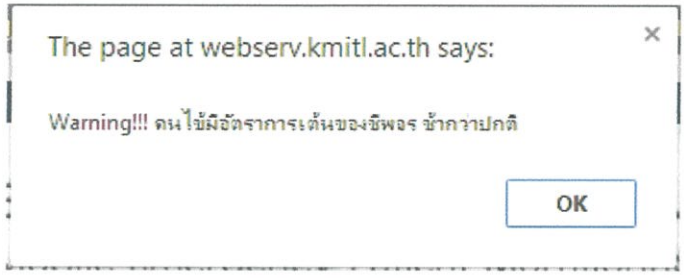


รูปที่ 4.4 แสดงหน้าต่างการเฝ้าระวังผู้ป่วย

แต่ถ้าคลิกที่แท็บ “แสดงช่วงของการแจ้งเตือน” จะปรากฏข้อมูลอัตราการเต้นของชีพจรและอุณหภูมิของร่างกายผู้ป่วยที่ค่าต่ำสุดและสูงสุดตามค่าการแจ้งเตือนที่ตั้งไว้

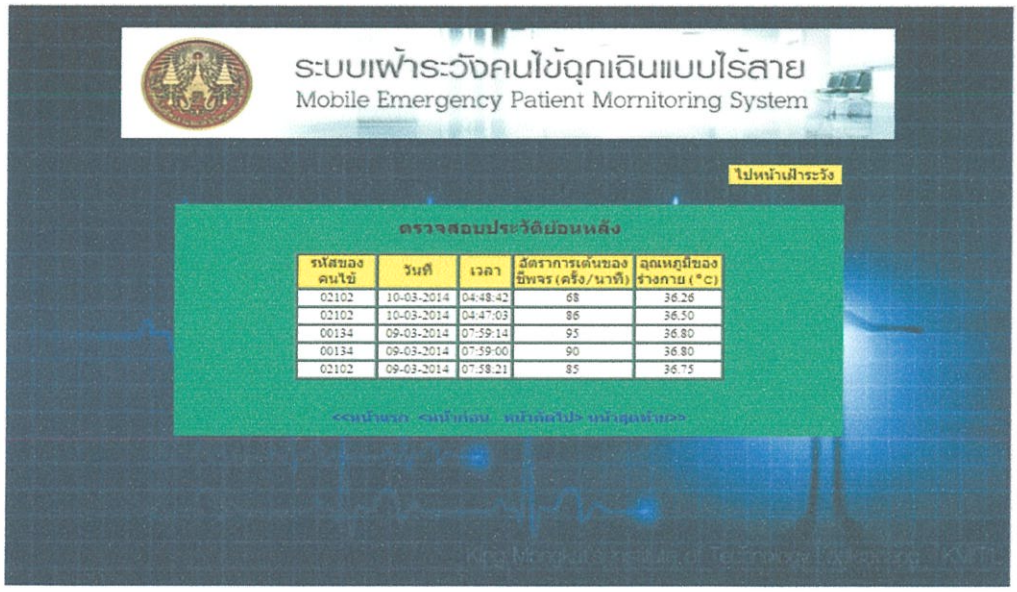
รูปที่ 4.5 แสดงอินเตอร์เฟสค่าการแจ้งเตือนที่ถูกตั้งค่าไว้

ถ้าข้อมูลอัตราการเต้นของชีพจรหรือข้อมูลอุณหภูมิของร่างกายผู้ป่วยมีค่าผิดปกติ ระบบจะแสดงอินเตอร์เฟสการแจ้งเตือนขึ้น



รูปที่ 4.6 แสดงอินเตอร์เฟสตัวอย่างการแจ้งเตือนหน้าเฝ้าระวัง

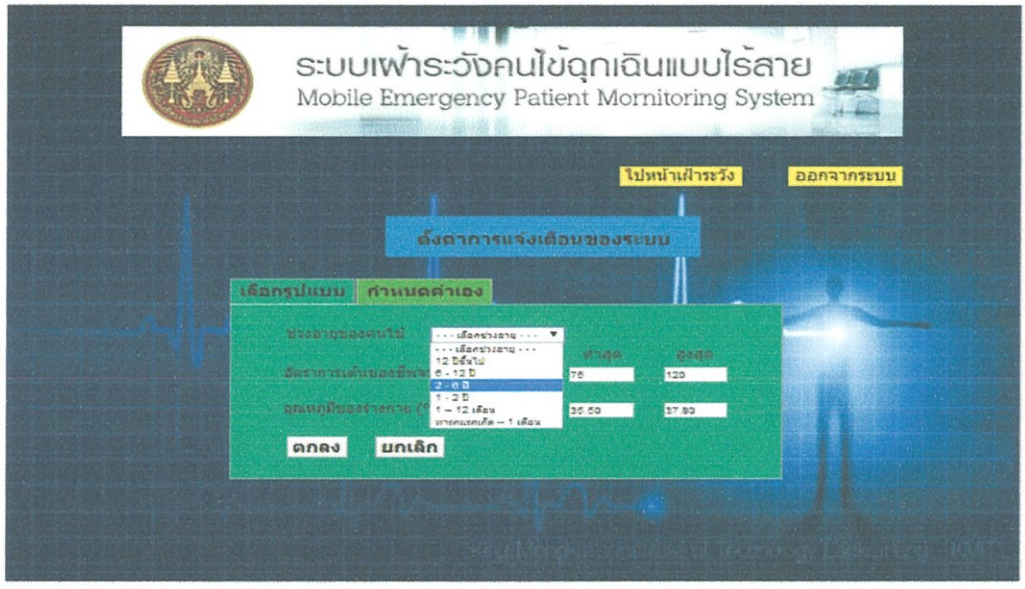
ถ้าคลิกปุ่ม “ออกจากระบบ” จะกลับไปยังหน้าเพจล็อกอินเข้าสู่ระบบอีกครั้ง แต่ถ้าคลิกปุ่ม “ตรวจสอบข้อมูลย้อนหลัง” จะเข้าสู่หน้าต่างประวัติการเฝ้าระวังผู้ป่วยสามารถคลิกปุ่ม “<<หน้าแรก” “<หน้าก่อน” “หน้าถัดไป>” และ “หน้าสุดท้าย>>” เพื่อเลื่อนดูข้อมูลประวัติการเฝ้าระวังได้ ถ้าคลิกปุ่ม “ไปหน้าเฝ้าระวัง” จะกลับไปยังหน้าต่างเฝ้าระวังอีกครั้ง



รูปที่ 4.7 แสดงหน้าต่างประวัติการเฝ้าระวังผู้ป่วย

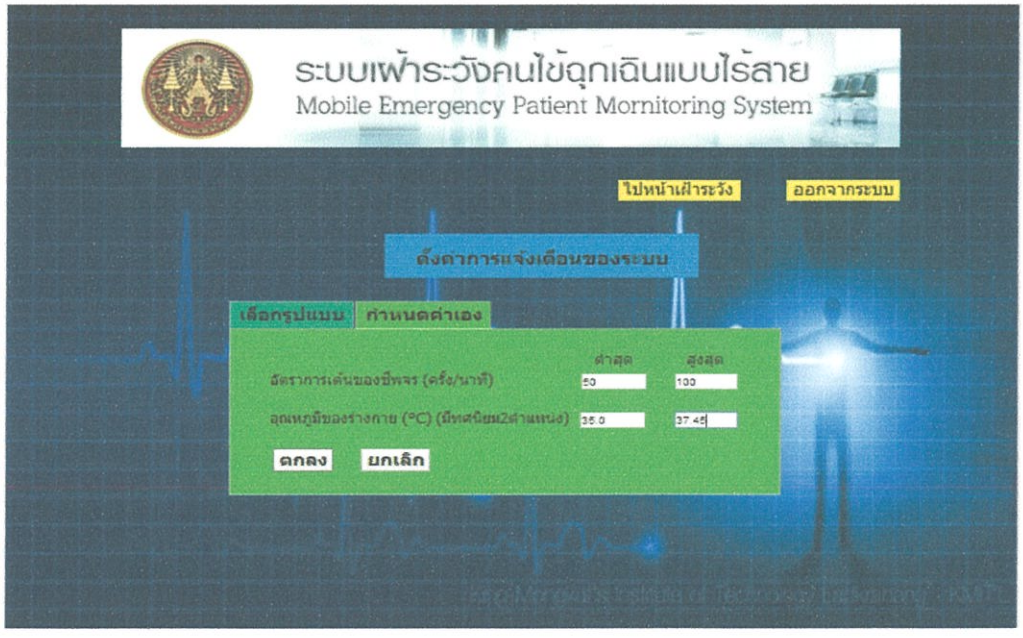
4.2.2 กรณีผู้ใช้งานมีสถานะเป็น “Doctor”

กรณีผู้ใช้งานมีสถานะ “Doctor” หลังจากล็อกอินเข้าสู่ระบบแล้วจะเข้าสู่หน้าต่างการกำหนดค่าการแจ้งเตือนซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกเมนูการตั้งค่าได้ตามช่วงอายุของผู้ป่วย ถ้าคลิกที่ปุ่ม “ตกลง” จะทำการอัพเดทการตั้งค่าการแจ้งเตือน แต่ถ้าคลิกปุ่ม “ยกเลิก” จะล้างข้อมูลในช่องกรอกข้อมูลทั้งหมด



รูปที่ 4.8 แสดงหน้าต่างประวัติการกำหนดค่าการแจ้งเตือน

ถ้าคลิกที่แท็บ “กำหนดเอง” ผู้ใช้งานสามารถกำหนดค่าการแจ้งเตือนเองได้ตามที่ต้องการ



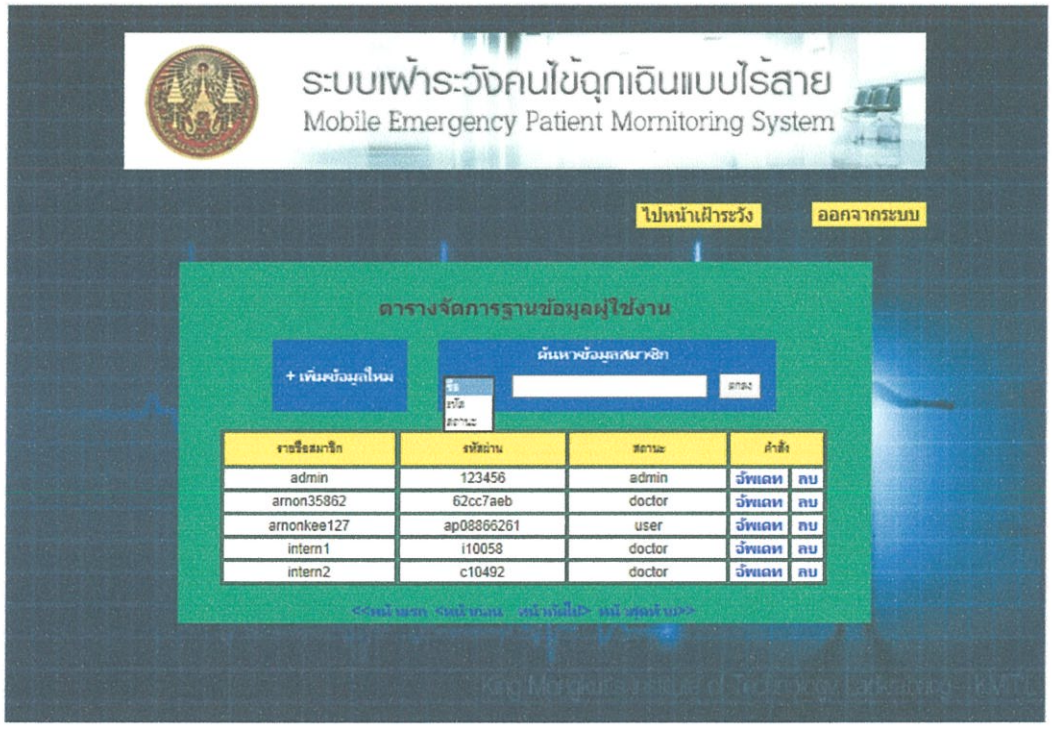
รูปที่ 4.9 แสดงอินเตอร์เฟสการตั้งค่าการแจ้งเตือนโดยกำหนดเอง

เมื่อเปลี่ยนการตั้งค่าการแจ้งเตือนเรียบร้อยแล้วระบบจะแสดงหน้าต่างอินเตอร์เฟสแจ้งเตือนขึ้นมา

รูปที่ 4.10 แสดงอินเตอร์เฟสแจ้งการเปลี่ยนค่าการแจ้งเตือนแล้ว

4.2.3 กรณีผู้ใช้งานมีสถานะเป็น “Admin”

กรณีผู้ใช้งานมีสถานะ “Admin” หลังจากล็อกอินเข้าสู่ระบบแล้วจะเข้าสู่หน้าต่างจัดการข้อมูลผู้ใช้งานซึ่งผู้ใช้งานสามารถดำเนินการกับข้อมูลผู้ใช้งานรายอื่นๆได้ เช่น การเพิ่มข้อมูล การอัพเดทข้อมูล การค้นหาข้อมูล และการลบข้อมูล

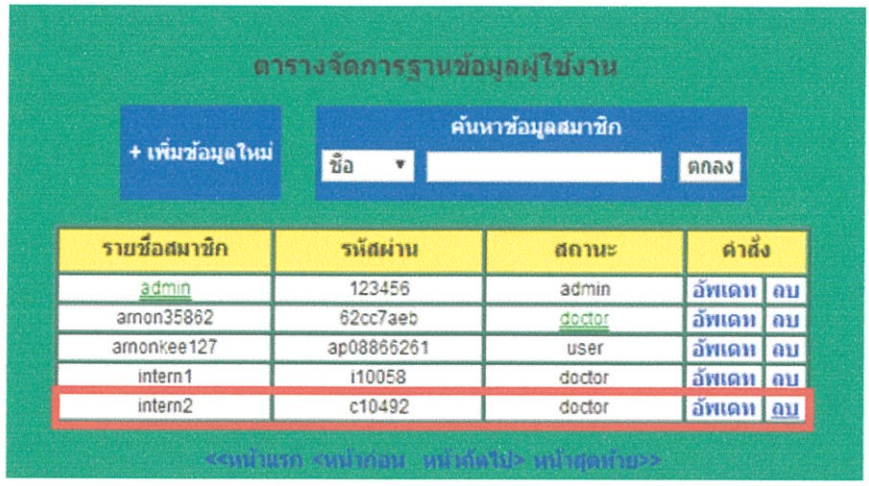


รูปที่ 4.11 แสดงหน้าต่างจัดการข้อมูลผู้ใช้งาน

รูปที่ 4.12 แสดงตารางข้อมูลเดิมก่อนการเปลี่ยนแปลง

ถ้าผู้ใช้งานต้องการเพิ่มข้อมูลสมาชิกใหม่สามารถทำได้ด้วยการคลิกที่ปุ่ม “+เพิ่มข้อมูลใหม่” ระบบจะเข้าสู่หน้าต่างเพิ่มข้อมูลผู้ใช้งาน จากนั้นจึงกรอกข้อมูลและเลือกสถานะของสมาชิกใหม่ได้ตามต้องการ เมื่อคลิกปุ่ม “เพิ่มข้อมูล” ระบบจะทำการเพิ่มข้อมูลผู้ใช้งานใหม่เข้าไปในฐานข้อมูล แต่ถ้าคลิก “ยกเลิก” ระบบจะกลับไปยังหน้าต่างจัดการข้อมูลผู้ใช้งานอีกครั้ง

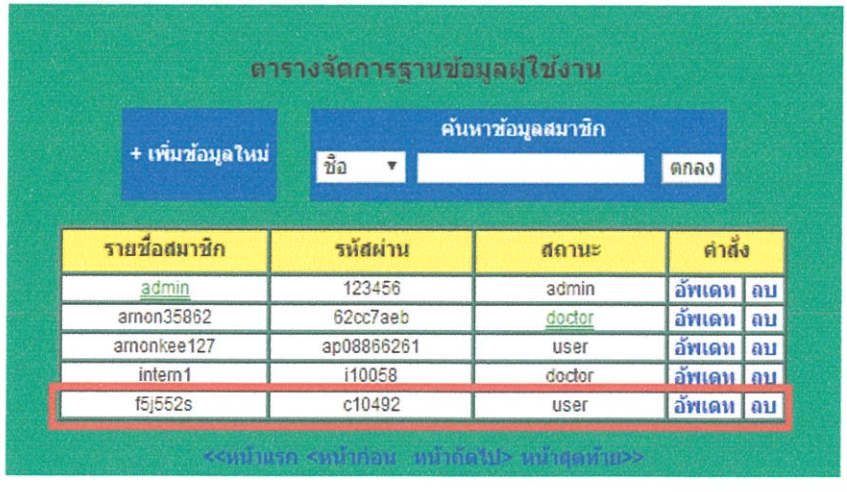
รูปที่ 4.13 แสดงอินเตอร์เฟสหน้าเพิ่มข้อมูลผู้ใช้งาน



รูปที่ 4.14 แสดงตารางฐานข้อมูลหลังเพิ่มข้อมูลแล้ว

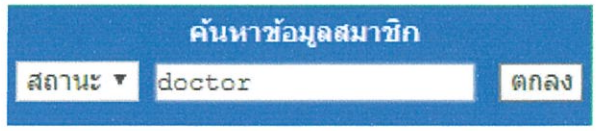
ถ้าผู้ใช้งานต้องการอัพเดทข้อมูลสมาชิกสามารถทำได้ด้วยการคลิกที่ปุ่ม “อัพเดท” ในแถวที่ต้องการจะเปลี่ยนแปลงข้อมูล ระบบจะเข้าสู่หน้าต่างอัพเดทข้อมูลผู้ใช้งาน จากนั้นจึงทำการเปลี่ยนข้อมูลโดยการกรอกข้อมูลในช่องตามที่ต้องการ เมื่อคลิกปุ่ม “อัพเดทข้อมูล” ระบบจะทำการอัพเดทข้อมูลผู้ใช้งานเข้าไปในฐานข้อมูล แต่ถ้าคลิก “ยกเลิก” ระบบจะกลับไปยังหน้าต่างจัดการข้อมูลผู้ใช้งานอีกครั้ง

รูปที่ 4.15 แสดงอินเตอร์เฟสหน้าอัพเดทข้อมูลผู้ใช้งาน



รูปที่ 4.16 แสดงตารางฐานข้อมูลหลังอัพเดทข้อมูลแล้ว

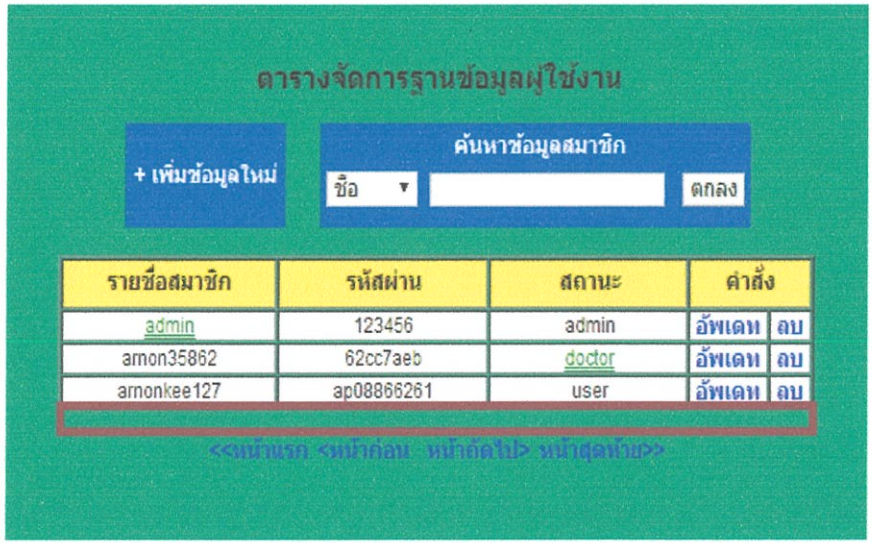
ถ้าผู้ใช้งานต้องการค้นหาข้อมูลสมาชิก ให้ผู้ใช้งานเลือกเมนูและกรอกข้อมูลในช้องค้นหาข้อมูล แล้วคลิกปุ่ม “ตกลง” ระบบจะเข้าสู่หน้าต่างค้นหาข้อมูลซึ่งจะแสดงข้อมูลตามที่เรากำหนดไว้



รูปที่ 4.17 แสดงตัวอย่างการกรอกข้อมูลก่อนทำการค้นหาข้อมูล

รูปที่ 4.18 แสดงตัวอย่างผลการค้นหาข้อมูล

ถ้าผู้ใช้งานต้องการลบข้อมูลสมาชิกสามารถทำได้ด้วยการคลิกที่ปุ่ม “ลบ” ในแถวที่ต้องการจะลบข้อมูล จากนั้นระบบจะทำการลบข้อมูลผู้ใช้งานในฐานข้อมูล



รูปที่ 4.19 แสดงตารางข้อมูลหลังลบข้อมูลแล้ว

4.3 การทดลองใช้งานส่วนอุปกรณ์เฝ้าระวัง

ใส่แบตเตอร์รี่เพื่อให้อุปกรณ์เริ่มทำงาน โดยอุปกรณ์จะแสดงข้อความว่า "PROGRAME START" ต่อไปจะทำการแสดงข้อมูลอัตราการเต้นของชีพจรและอุณหภูมิของร่างกายผู้ป่วยบนหน้าจอแอลซีดีซึ่งถูกดึงข้อมูลจากเว็บเซิร์ฟเวอร์ผ่านทางอินเตอร์เน็ต ถ้าข้อมูลอัตราการเต้นของชีพจรหรืออุณหภูมิของร่างกายผู้ป่วยมีค่าผิดปกติ เช่น อัตราการเต้นของชีพจรสูงกว่าค่าการแจ้งเตือนของระบบที่ตั้งไว้ อุปกรณ์เฝ้าระวังจะทำการแสดงข้อความเตือนบนจอแอลซีดี พร้อมทั้งส่งเสียงเตือนผ่านทางบัซเซอร์

รูปที่ 4.20 แสดงข้อมูลอัตราการเต้นของชีพจรและอุณหภูมิของร่างกายผู้ป่วยที่อุปกรณ์เฝ้าระวังได้รับ

รูปที่ 4.21 แสดงข้อมูลการแจ้งเตือนกรณีผู้ป่วยมีอาการผิดปกติ

จากรูปที่ 4.21 สถานะ Alert : g แสดงว่า อุณหภูมิของร่างกายต่ำกว่าค่าการแจ้งเตือนที่ถูกตั้งค่าไว้

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงรหัสแทนสถานการณ์แจ้งเตือนและความหมาย

รหัสแทนสถานการแจ้งเตือน	**ความหมาย**
b	อัตราการเต้นของชีพจรและอุณหภูมิของร่างกายผู้ป่วยต่ำกว่าปกติทั้งสองค่า
c	อัตราการเต้นของชีพจรและอุณหภูมิของร่างกายผู้ป่วยสูงกว่าปกติทั้งสองค่า
d	อัตราการเต้นของชีพจรของร่างกายผู้ป่วยสูงกว่าปกติ
e	อัตราการเต้นของชีพจรของร่างกายผู้ป่วยต่ำกว่าปกติ
f	อุณหภูมิของร่างกายผู้ป่วยสูงกว่าปกติ (มีไข้)
g	อุณหภูมิของร่างกายผู้ป่วยต่ำกว่าปกติ

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

ระบบเฝ้าระวังผู้ป่วยฉุกเฉินแบบไร้สาย สามารถแบ่งการทำงานได้ 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

5.1.1 ส่วนของเซ็นเซอร์

ส่วนของเซ็นเซอร์ ประกอบด้วย เซ็นเซอร์วัดอัตราการเต้นของชีพจร เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิด้วยคลื่นรังสีอินฟราเรด ไมโครคอนโทรลเลอร์ จอแอลซีดี และโมดูลวายฟาย ส่วนของเซ็นเซอร์สามารถแสดงข้อมูลอัตราการเต้นของชีพจรและข้อมูลอุณหภูมิบนจอแอลซีดีได้ครบถ้วน รวมถึงสมารถส่งข้อมูลไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลของส่วนเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้ตามที่ต้องการ แต่อาจส่งข้อมูลไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลไม่ได้ในบางช่วงเวลาจึงยังไม่สามารถทำงานได้ตลอดเวลาตามที่ต้องการ

5.1.2 ส่วนของเว็บเซิร์ฟเวอร์

ส่วนของเว็บเซิร์ฟเวอร์ ประกอบด้วย เว็บโฮสต์หรือคอมพิวเตอร์ และฐานข้อมูล ส่วนของเว็บเซิร์ฟเวอร์สามารถตอบสนองกับผู้ใช้งานผ่านทางอินเตอร์เฟส (GUI) โดยเข้าถึงหน้าเว็บเพจที่ต่างกันตามสถานะของผู้ใช้งานได้หลังจากผ่านหน้าต่างยืนยันตัวบุคคลแล้ว และทำงานได้ครบถ้วนตามที่ได้โปรแกรมไว้ เช่น แสดงผลเป็นกราฟ แสดงข้อมูลในตาราง และเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ตามที่ต้องการโดยไม่เกิดปัญหา

5.1.3 ส่วนของอุปกรณ์เฝ้าระวัง

ส่วนของอุปกรณ์เฝ้าระวัง ประกอบด้วย วายฟายโมดูล ไมโครคอนโทรลเลอร์ บัซเซอร์ และจอแอลซีดี ส่วนของอุปกรณ์เฝ้าระวังสามารถดึงข้อมูลจากเว็บเซิร์ฟเวอร์ แล้วแสดงผลข้อมูลอัตราการเต้นของชีพจรและอุณหภูมิผ่านทางหน้าจอแอลซีดี รวมถึงแจ้งเตือนด้วยเสียงผ่านบัซเซอร์เมื่อข้อมูลมีค่าที่ต่ำหรือสูงกว่าปกติได้ตามที่ต้องการ แต่อาจรับข้อมูลไม่ได้ในบางช่วงเวลา

5.2 ข้อจำกัดของโครงงาน

1) สมาชิกในกลุ่มโปรเจคของเรามีความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นและการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่เพียงพอจึงทำให้ใช้เวลานานในการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม พัฒนาโครงงานและแก้ไขปัญหาโครงงาน

2) การเลือกซื้ออุปกรณ์สำหรับทำโครงงานที่มีราคาแพงและพังง่าย รวมถึงการวางแผนการซื้ออุปกรณ์ต่างๆ ไม่ดีพอ จึงทำให้ใช้ต้นทุนในการทำโครงงานมากเกินกว่าที่วางแผนไว้

3) การรับส่งข้อมูลผ่านทางเครือข่ายวายฟายมีปัญหาคือขาดการเชื่อมต่อบ่อย และวายฟายโมดูลพังง่ายเมื่อใช้งานเป็นเวลานาน จึงทำให้ระบบยังไม่สามารถเฝ้าระวังผู้ป่วยได้ตลอดเวลา

4) ไม่สามารถกำหนดข้อมูลให้มีค่าเป็นศูนย์เมื่อไม่มีการส่งข้อมูลเกินกว่าเวลาที่กำหนดได้

5.3 แนวทางการพัฒนาโครงงาน

ด้านความสวยงาม : สามารถออกแบบเว็บแอพลิเคชั่นให้สวยงามและใช้งานง่ายขึ้น และออกแบบกล่องอุปกรณ์ต่างๆให้มีขนาดเล็กลงและสวยงามมากขึ้น

ด้านการทำงาน : สามารถออกแบบระบบให้รองรับการใช้งานของคนไข้ได้หลายราย พัฒนาให้ระบบเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตได้เสถียรมากขึ้น และรองรับการใช้งานเซ็นเซอร์ทางการแพทย์ได้หลากหลายมากขึ้น

บรรณานุกรม

[1] สุเมธ รัตนากรธิติ, **เครื่องวัดเก็บค่ารายคาบอุณหภูมิอัตโนมัติ** , วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, 2554.

[2] **ซับเน็ตมาร์ค**, เข้าถึงได้จาก : http://www.bloggang.com/viewblog. php?id=likecisco& date =09-08 -2011&group=1&gblog=8

[3] **ไอพีแอดเดรส**, เข้าถึงได้จาก : http://kampol.htc.ac.th/web1/subject/ com_network/sheet/ipaddress.htm

[4] **โครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC**, เข้าถึงได้จาก : http://allowtech. Blogspot .com/2011/12/pic.html

[5] บงกช เจนจรัสสกุล และปราณพงษ์ ทรงเตชะเลิศ, **ระบบควบคุมการจอดรถยนต์อัจฉริยะ** , วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2548.

[6] **ชีพจร**, เข้าถึงได้จาก : http://student.mahidol.ac.th/~u4809160/pulse.htm

[7] **การส่งข้อมูลแบบอนุกรม**, เข้าถึงได้จาก : http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/computer/network/net_datacom3.htm

[8] **เครือข่ายคอมพิวเตอร์**, เข้าถึงได้จาก : http://www.wpm.ac.th/vc/images/communication2/chapter3_network.pdf

[9] **แลนไร้สาย**, เข้าถึงได้จาก : https://th.wikipedia.org/wiki/แลนไร้สาย

[10] **วายฟาย**, เข้าถึงได้จาก : https://th.wikipedia.org/wiki/วายฟาย

[11] **การเข้าและถอดรหัส WEP**, เข้าถึงได้จาก : http://www.vajira.ac.th/kt/modules.php?name =News&file=article&sid=103

[12] **การวัดอุณหภูมิของร่างกาย**, เข้าถึงได้จาก : http://siamhealth.net/public_html/Disease/heart_disease/vs/temp.html#.UgxniNIRHvo

[13] **การวัดอุณหภูมิของร่างกาย**, เข้าถึงได้จาก : http://student.mahidol.ac.th/ ~u4809160/body_temp.htm

[14] **คู่มือการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-BASE dsPIC30F2011/4011**, บริษัท อีทีที จำกัด

[15] ธัญญรัตน์ รักทรง,ณิชาภา อนุเพชร,และเสน่ห์ จันทมุลตรี, **เครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านระบบอินเทอร์เน็ตโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์**, วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, 2549.

[16] ประจิน พลังสันติกุล, **การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F ด้วยคอมไพเลอร์ MPLAB C** , บริษัท แอพซอรฟต์เทค จำกัด , 2551.

[17] ชนวัฒน์ ศรีสอ้าน, **การออกแบบและพัฒนาฐานข้อมูล**, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี : นครราชสีมา, 2542. ศิริลักษณ์ โรจนกิจอำ นวย, ระบบ**ฐานข้อมูล**, พิมพ์ครั้งที่ 3, ดวงกลมสมัย : กรุงเทพฯ, 2542

[18] **ภาษา PHP ,** เข้าถึงได้จาก : http://natee.math.science.cmu.ac.th/BCK/PHP.htm

[19] **ภาษา Javascript ,**เข้าถึงได้จาก : http://www.nectec.or.th/courseware/ internet/ javascipt/index.html

[20] **เซ็นเซอร์วัดชีพจร**, เข้าถึงได้จาก : http://www.seeedstudio.com/wiki/Grove_-_Ear-clip_Heart_Rate_Sensor

[21] **ความก้าวหน้าของการวัดอุณหภูมิด้วยคลื่นอินฟราเรด** , เข้าถึงได้จาก : http://www.Thailandindustry.com/guru/view.php?id=19249&section=9

[22] **ภาษา PHP ,** เข้าถึงได้จาก : www.thaicreate.com

ภาคผนวก

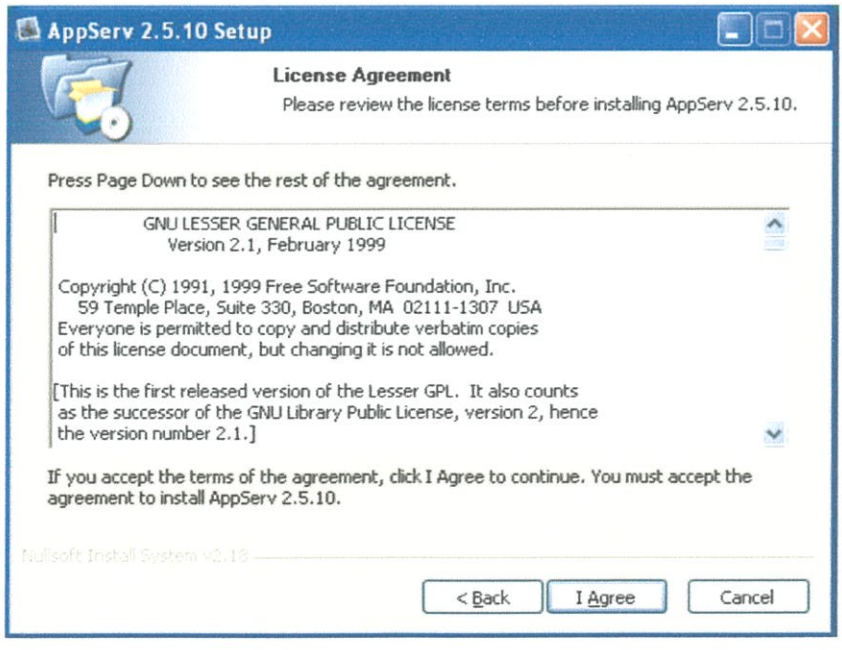
ภาคผนวก ก.
การติดตั้งโปรแกรม Appserv

การติดตั้งโปรแกรม Appserv

1. ดับเบิ้ลคลิกไฟล์ appserv-win32-x.x.x.exe เพื่อทำการติดตั้ง จะปรากฏหน้าจอตามรูป

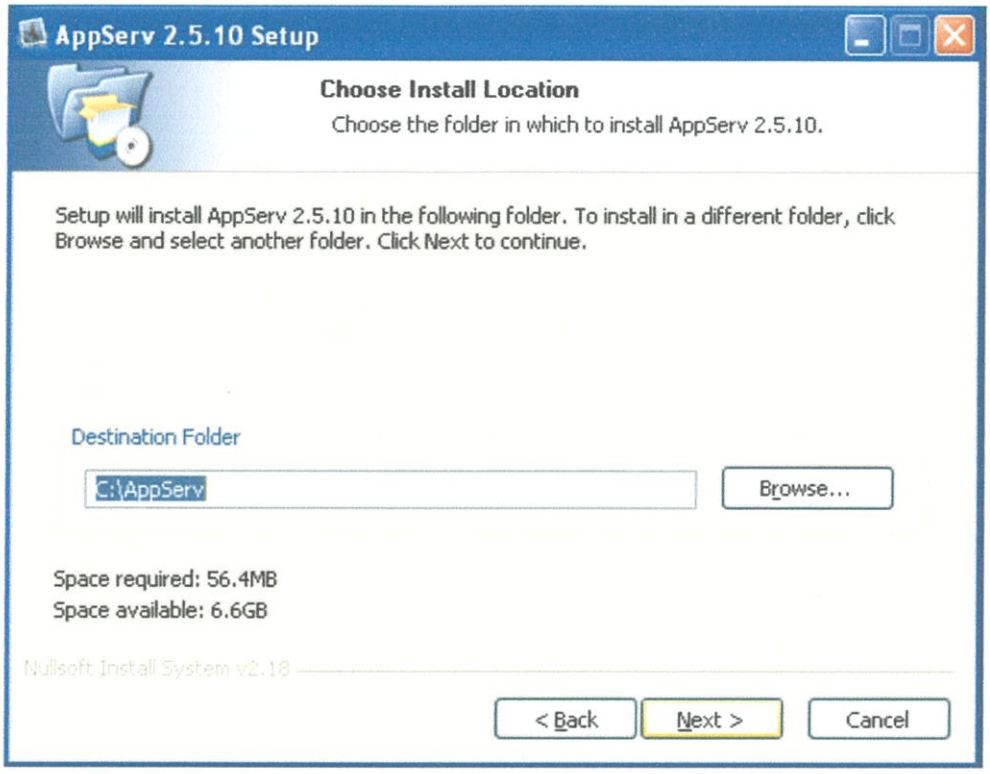
รูปที่ ก.1 เริ่มการติดตั้งโปรแกรม Appserv

2. เข้าสู่ขั้นตอนเงื่อนไขการใช้งานโปรแกรม โดยโปรแกรม AppServ ได้แจกจ่ายในรูปแบบ GNU License หากผู้ติดตั้งอ่านเงื่อนไขต่างๆ เสร็จสิ้นแล้ว หากยอมรับเงื่อนไขให้กด Next เพื่อเข้าสู่การติดตั้งในขั้นต่อไป แต่หากว่าไม่ยอมรับเงื่อนไขให้กด Cancel เพื่อออกจากการติดตั้งโปรแกรม AppServ ดังรูป



รูปที่ ก.2 แสดงรายละเอียดเงื่อนไขการ GNU License

3. เข้าสู่ขั้นตอนการเลือกปลายทางที่ต้องการติดตั้ง โดยค่าเริ่มต้นปลายทางที่ติดตั้งจะเป็น C:\AppServ หากต้องการเปลี่ยนปลายทางที่ติดตั้ง ให้กด Browse แล้วเลือกปลายทางที่ต้องการ ตามรูปด้านล่าง เมื่อเลือกปลายทางเสร็จสิ้นให้กดปุ่ม Next เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการติดตั้งขั้นต่อไป

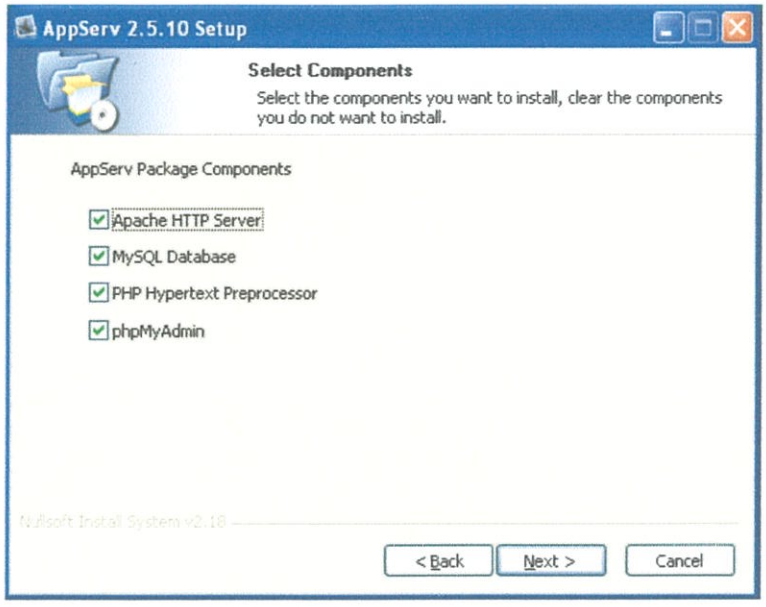


รูปที่ ก.3 เลือกปลายทางการติดตั้งโปรแกรม AppServ

4. เลือก Package Components ที่ต้องการติดตั้ง โดยค่าเริ่มต้นนั้นจะให้เลือกลงทุก Package แต่หากว่าผู้ใช้งานต้องการเลือกลงเฉพาะบาง Package ก็สามารถเลือกตามข้อที่ต้องการออก โดยรายละเอียดแต่ละ Package มีดังนี้

- Apache HTTP Server คือ โปรแกรมที่ทำหน้าเป็น Web Server
- MySQL Database คือ โปรแกรมที่ทำหน้าเป็น Database Server
- PHP Hypertext Preprocessor คือ โปรแกรมที่ทำหน้าประมวลผลการทำงานของภาษา PHP
- phpMyAdmin คือ โปรแกรมที่ใช้ในการบริหารจัดการฐานข้อมูล MySQL ผ่านเว็บไซต์

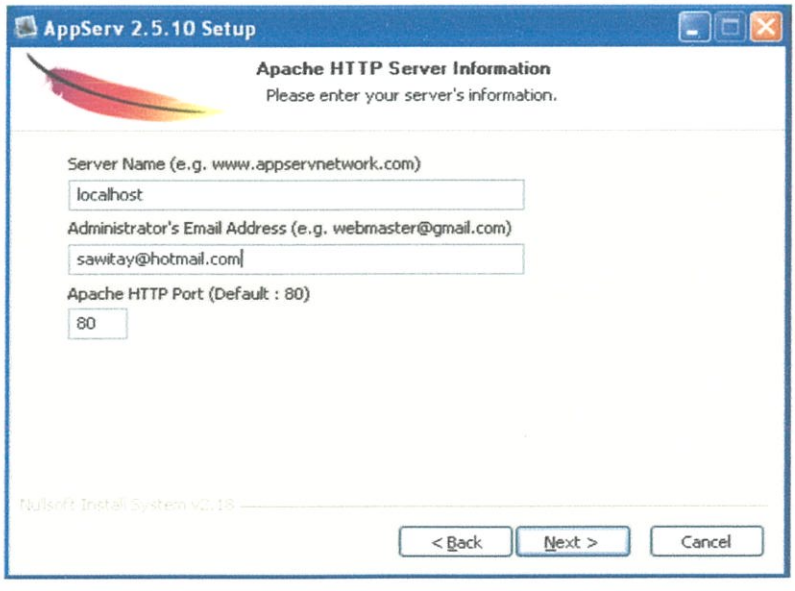
เมื่อทำการเลือก Package ตามรูปด้านล่าง เรียบร้อยแล้ว ให้กด Next เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการติดตั้งต่อไป



รูปที่ ก.4 เลือก Package Components ที่ต้องการติดตั้ง

5. กำหนดค่าคอนฟิกของ Apache Web Server มีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 3 ส่วน ได้แก่

- Server Name คือช่องสำหรับป้อนข้อมูลชื่อ Web Server ของท่าน เช่น www.appservnetwork.com
- Admin Email คือช่องสำหรับป้อนข้อมูล อีเมล์ผู้ดูแลระบบ เช่น root@appservnetwork.com
- HTTP Port คือช่องสำหรับระบุ Port ที่จะเรียกใช้งาน Apache Web Server โดยทั่วไปแล้วโพรโตคอล HTTP นั้นจะมีค่าหลักคือ 80 หากว่าท่านต้องการหลีกเลี่ยงการใช้ Port 80 ก็สามารถแก้ไขได้หากมีการเปลี่ยนแปลง Port การเข้าใช้งาน Web Server แล้ว ทุกครั้งที่เรียกใช้งานเว็บไซต์ จำเป็นที่ต้องระบุหมายเลข Port ด้วย เช่น หากเลือกใช้ Port 99 ในการเข้าเว็บไซต์ทุกครั้งต้องใช้ http://www.appservnetwork.com:99 จึงจะสามารถเข้าใช้งานได้



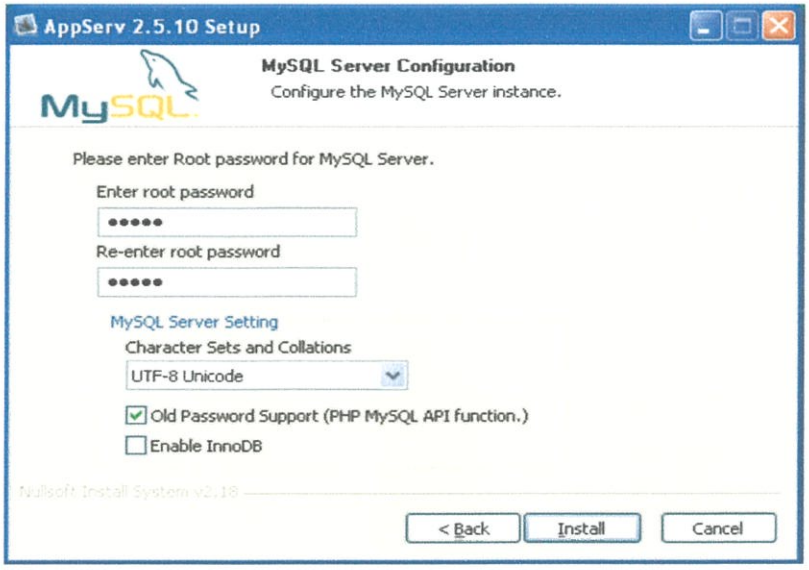
รูปที่ ก.5 แสดงการกำหนดค่าคอนฟิกค่า Apache Web Server

6. กำหนดค่าคอนฟิกของ MySQL Database มีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 4 ส่วน ได้แก่

- Root Password คือช่องสำหรับป้อน รหัสผ่านการเข้าใช้งานฐานข้อมูลของ Root หรือผู้ดูแลระบบทุกครั้งที่เข้าใช้งานฐานข้อมูลในลักษณะที่เป็นผู้ดูแลระบบ ให้ระบุ user คือ root
- Character Sets ใช้ในการกำหนดค่าระบบภาษาที่ใช้ในการจัดเก็บฐานข้อมูล เรียงลำดับฐานข้อมูล นำเข้าฐานข้อมูล ส่งฐานข้อมูลออกมา และติดต่อฐานข้อมูล
- Old Password หากท่านมีปัญหาเกี่ยวกับการใช้งาน PHP กับ MySQL API เวอร์ชั่นเก่า โดยพบข้อความว่า "Error Client does not support authentication protocol requested by server; consider upgrading MySQL client" ให้เลือกในส่วนของ Old Password เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหานี้
- Enable InnoDB หากท่านต้องการใช้งานฐานข้อมูลในรูปแบบ InnoDB ให้เลือกในส่วนนี้ด้วย

รูปที่ ก.6 แสดงการกำหนดค่าคอนฟิกของ MySQL Database

7. สิ้นสุดขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม AppServ สำหรับขั้นตอนสุดท้ายนี้จะมีให้เลือกว่าต้องการสั่งให้มีการรัน Apache และ MySQL ทันทีหรือไม่ จากนั้นกดปุ่ม Finish เพื่อเสร็จสิ้นการติดตั้งโปรแกรม AppServ



รูปที่ ก.7 หน้าจอขั้นตอนสิ้นสุดการติดตั้งโปรแกรม AppServ

ภาคผนวก ข.

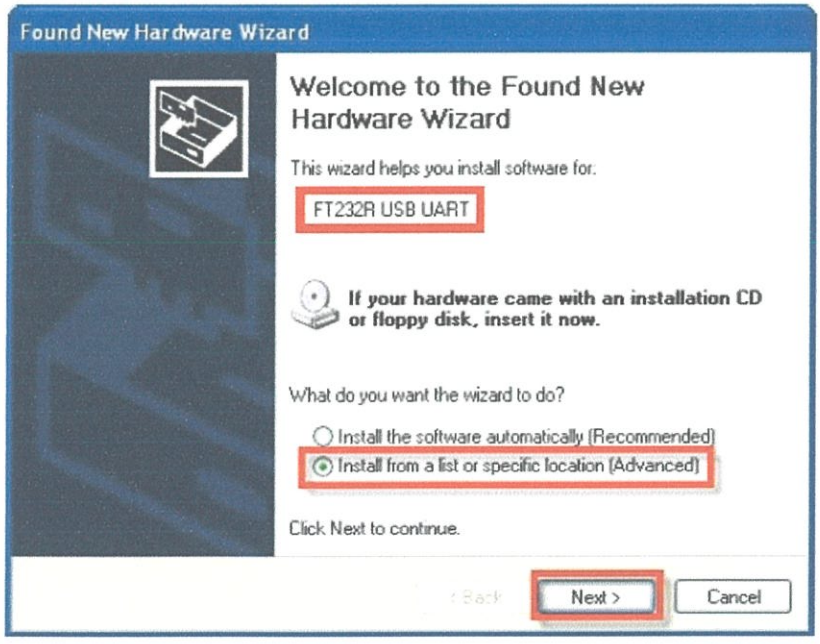
การติดตั้งโปรแกรม Driver ของ USB Bridge ของบอร์ด ET-EASY MEGA1280 (Duino Mega)

การติดตั้ง Driver ของ USB Bridge ของบอร์ด ET-EASY MEGA1280 (Duino Mega)

บอร์ด ET-EASY MEGA1280 จะใช้ชิพ USB Bridge ของ FTDI เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ PC โดย USB Bridge ของ FTDI จะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อและติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ PC กับ MCU ATmega1280 ของบอร์ด ET-EASY MEGA1280 ในรูปแบบของพอร์ตอนุกรม (Visual Com Port) โดยโปรแกรม Application ต่างๆที่ทำงานอยู่บนคอมพิวเตอร์ PC รวมทั้งโปรแกรม Arduino จะมองเห็น พอร์ต USB ที่เชื่อมต่อกับบอร์ด ET-EASY MEGA1280 เป็นพอร์ตสื่อสารอนุกรม (Com Port) ช่องหนึ่งเท่านั้น ซึ่งถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้เคยทำการติดตั้ง Driver สำหรับ USB Bridge ของ FTDI ไว้ก่อนแล้ว เมื่อทำการเชื่อมต่อสาย USB ของบอร์ด ET-EASY MEGA1280 เข้ากับ USB HUB ของเครื่องคอมพิวเตอร์ PC แล้ว Windows จะทำการติดตั้ง Driver ให้เองโดยอัตโนมัติ แต่ถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์ PC ยังไม่เคยติดตั้ง Driver ของ FTDI ไว้ก่อนก็จะต้องทำการติดตั้ง Driver ให้กับบอร์ด ให้เรียบร้อยเสียก่อน ซึ่งมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมแผ่น CD ROM ที่บรรจุ Driver ของ FTDI ไว้ให้พร้อม หรือ ในกรณีที่ผู้ใช้ได้ทำการติดตั้งโปรแกรมของ Arduino ไว้เรียบร้อยแล้ว ภายในโฟล์เดอร์ของโปรแกรม Arduino ก็จะมี Driver ของ FTDI จัดเตรียมไว้ให้เรียบร้อบแล้ว โดยจะอยู่ที่ **"C:\arduino-0012\drivers\FTDI USB Drivers\"**

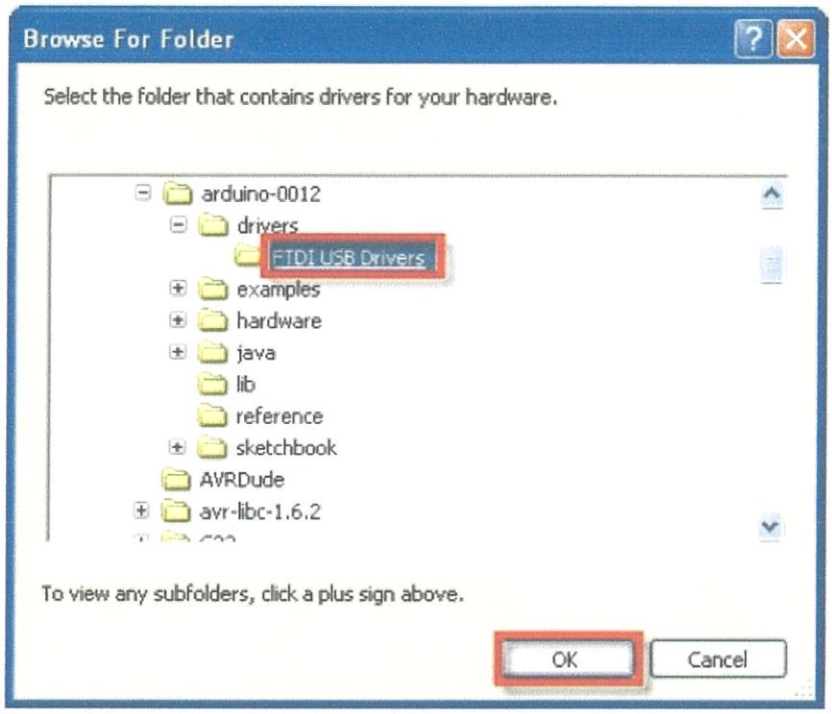
2. ทำการเสียบสาย USB ของบอร์ด ET-EASY MEGA1280 เข้ากับพอร์ต USB HUB ของเครื่องคอมพิวเตอร์ PC ซึ่ง Windows จะตรวจพบอุปกรณ์ใหม่ โดยเป็น **"FT232R USB UART"** และแจ้งให้ผู้ใช้ทำการติดตั้ง Driver ให้กับอุปกรณ์ ดังรูป



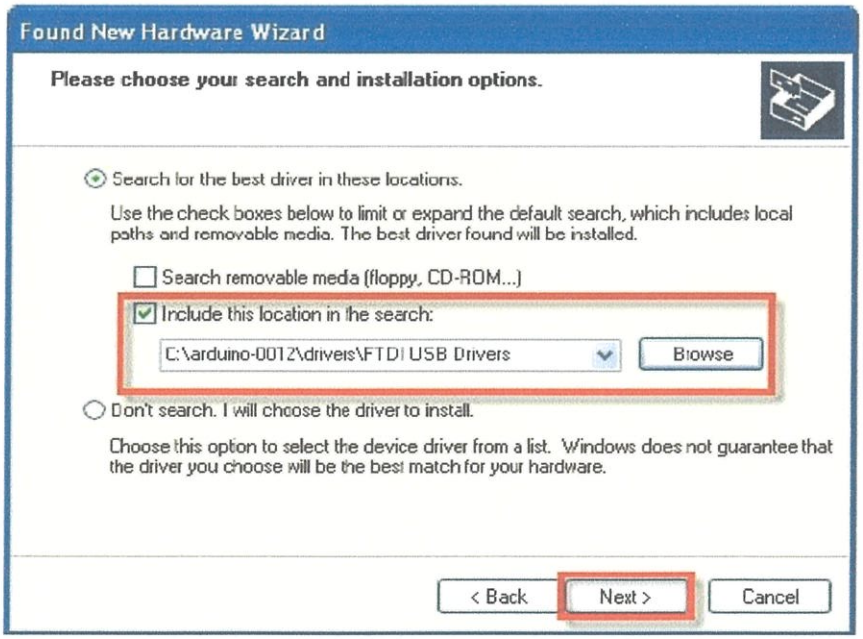
รูปที่ ข.1 เริ่มการติดตั้งไดร์ฟเวอร์

3. ให้เลือก Install from list or specific location(Advanced) แล้วเลือก Next ซึ่ง Windows ก็จะแจ้งให้ผู้ใช้ระบุตำแหน่งโฟลเดอร์ที่บรรจุไฟล์ Driver ของ FTDI ไว้ ก็ให้เลือกที่

Browse และเลือกไปยัง Drive และ โฟลเดอร์ที่เก็บไฟล์ Driver ไว้ ซึ่งถ้าผู้ใช้ได้ทำการติดตั้งโปรแกรมของ Arduino ไว้แล้ว ก็ให้เลือกไปที่ “**C:\arduino-0012\drivers\FTDI USB Drivers**” แล้วเลือก Next ดังรูป

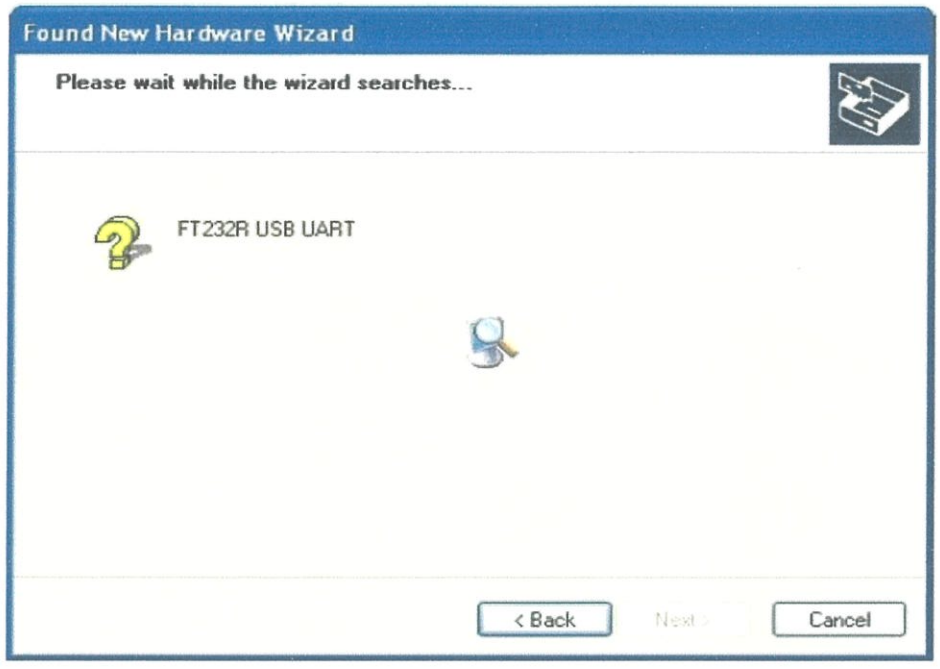


รูปที่ ข.1 การระบุตำแหน่งไฟล์สำหรับไดร์ฟเวอร์



รูปที่ ข.2 การยืนยันตำแหน่งไฟล์สำหรับไดร์ฟเวอร์

4. ในขั้นตอนนี้โปรแกรม Windows จะทำการค้นหาและติดตั้ง Driver ให้กับอุปกรณ์ให้รอสักครู่จนการทำงานเสร็จเรียบร้อย แล้วเลือก Finish ดังรูป



รูปที่ ข.3 ค้นหาไดร์ฟเวอร์ FT232R USB UART ในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งาน

รูปที่ ข.4 พบไดร์ฟเวอร์ FT232R USB UART ในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานแล้ว

5. หลังจากทำการติดตั้ง Driver ของฮาร์ดแวร์เรียบร้อยแล้ว Windows ก็จะตรวจพบว่ามีอุปกรณ์ใหม่ถูกเชื่อมต่ออยู่ โดยเป็นอุปกรณ์ประเภท **"USB Serial Port"** และแจ้งให้ผู้ใช้ทำการติดตั้ง Driverให้กับอุปกรณ์ใหม่ที่ระบุเป็น **"USB Serial Port"** อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งก็ให้เลือกระบุตำแหน่งโฟลเดอร์ที่เก็บไฟล์ Driver ไว้ ซึ่งให้เลือกเหมือนขั้นตอนที่ 3

6. ในขั้นตอนนี้โปรแกรม Windows จะทำการค้นหาและติดตั้ง Driver ให้กับอุปกรณ์ ให้รอสักครู่จนการทำงานเสร็จเรียบร้อย แล้วเลือก Finish เหมือนขั้นตอนที่ 4

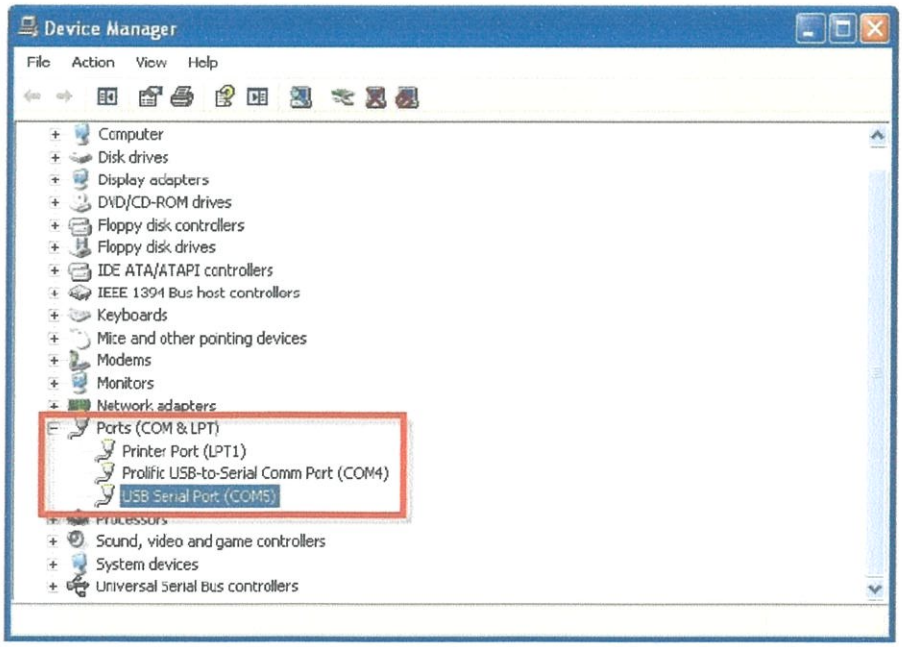
7. หลังจากทำการติดตั้ง Driver เรียบร้อยแล้ว ก็สามารถใช้งานอุปกรณ์ได้แล้ว แต่เพื่อความถูกต้องในครั้งแรกนี้ควรต้องเข้าไปทำการตรวจสอบและปรับแต่งค่าให้กับอุปกรณ์ก่อน โดยในขั้นตอนนี้ให้ไปที่ "My Computer /Control Panel /System / Hardware / Device Manager" แล้วทำการตรวจสอบที่ Ports (COM&LPT) แล้วดูที่ชื่อของ **"USB Serial Port"** ซึ่งให้ผู้ใช้จดจำหมายเลขของ Com Port ของอุปกรณ์ดังกล่าวไว้ เพื่อใช้อ้างอิงถึงในการเรียกใช้งานเหมือนขั้นตอนที่ 4

8. ในขั้นตอนนี้ให้คลิกเมาส์ที่เครื่องหมาย (+) หน้าหัวข้อ Ports(COM&LPT) แล้วมองหาอุปกรณ์ที่ชื่อ **"USB Serial Port"** ตามที่เราได้ทำการติดตั้ง Driver ไว้เรียบร้อยแล้ว หรือ ถ้าไม่แน่ใจว่าอุปกรณ์ดังกล่าวใช่อุปกรณ์ที่เป็นของบอร์ด **"ET-EASY MEGA1280"** หรือไม่ ให้ทดสอบด้วยการถอดสายUSB ออก รายชื่ออุปกรณ์ดังกล่าวจะต้องหายไป แต่เมื่อเสียบสาย USB กลับเข้ามาใหม่ รายชื่อของอุปกรณ์ดังกล่าวก็จะต้องปรากฏให้เห็นอีกครั้ง ถ้าทุกอย่างถูกต้อง ก็ให้ทำการคลิกเมาส์ที่ Tabรายชื่อของอุปกรณ์ดังกล่าว เมื่อปรากฏหน้าต่าง USB Serial Port Properties ขึ้นมาแล้วให้เลือกที่ Port Setting แล้วเลือก Advance เพื่อเข้าไปกำหนดค่าให้กับอุปกรณ์ให้เรียบร้อย ดังนี้

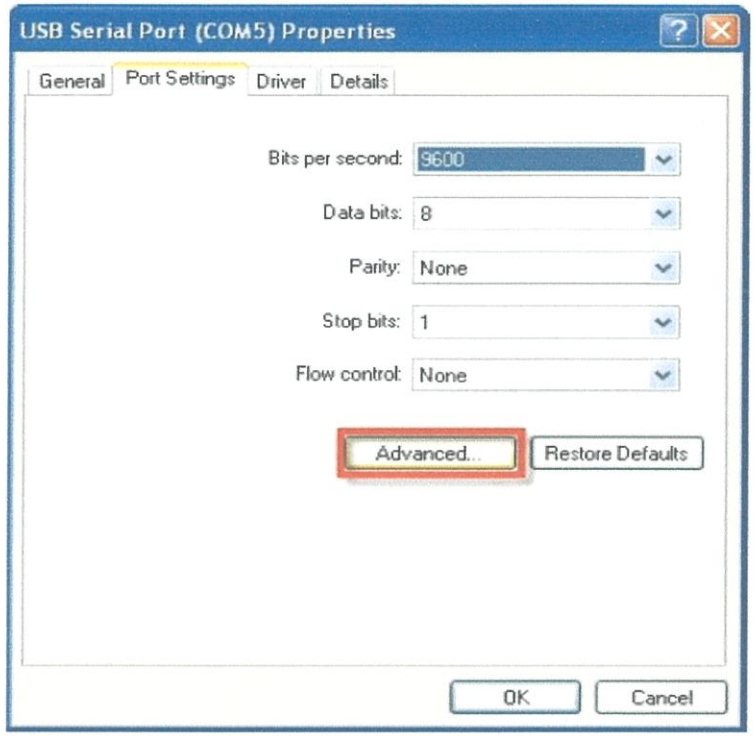
a. USB Transfer Size >> Receive (Bytes) ให้กำหนดเป็น 256

b. USB Transfer Size >> Transmit (Bytes) ให้กำหนดเป็น 128

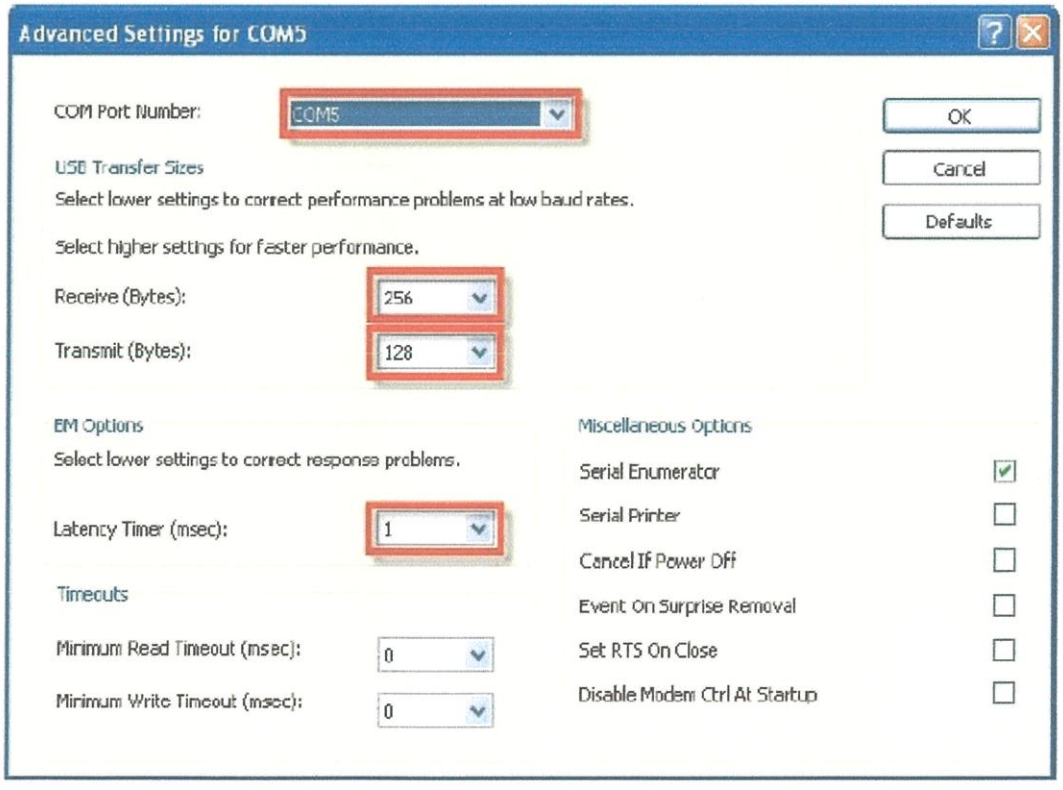
c. BM Option >> Latency Timer (mSec) ให้กำหนดเป็น 1



รูปที่ ข.5 แสดงสถานะพอร์ตที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์แล้ว



รูปที่ ข.6 การตั้งค่าพอร์ตของคอมพิวเตอร์โดยทั่วไป



รูปที่ ข.7 การตั้งค่าพอร์ตของคอมพิวเตอร์ขั้นสูง

ภาคผนวก ค.

Data sheet ของโมดูลเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิด้วยรังสีอินฟราเรด (MLX90614)

Melexis
Microelectronic Integrated Systems

MLX90614 family

Single and Dual Zone
Infra Red Thermometer in TO-39

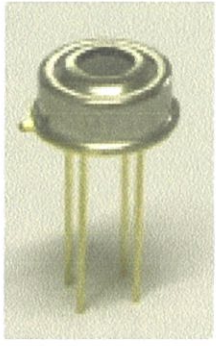
Features and Benefits

- Small size, low cost
- Easy to integrate
- Factory calibrated in wide temperature range:
  -40…+125 °C for sensor temperature and
  -70…+380 °C for object temperature.
- High accuracy of 0.5°C over wide temperature range (0..+50°C for both Ta and To)
- High (medical) accuracy calibration
- Measurement resolution of 0.02°C
- Single and dual zone versions
- SMBus compatible digital interface
- Customizable PWM output for continuous reading
- Available in 3V and 5V versions
- Simple adaptation for 8…16V applications
- Power saving mode
- Different package options for applications and measurements versatility
- Automotive grade

Applications Examples

- High precision non-contact temperature measurements;
- Thermal Comfort sensor for Mobile Air Conditioning control system;
- Temperature sensing element for residential, commercial and industrial building air conditioning;
- Windshield defogging;
- Automotive blind angle detection;
- Industrial temperature control of moving parts;
- Temperature control in printers and copiers;
- Home appliances with temperature control;
- Healthcare;
- Livestock monitoring;
- Movement detection;
- Multiple zone temperature control – up to 100 sensors can be read via common 2 wires
- Thermal relay / alert
- Body temperature measurement

Ordering Information



Part No.	Temperature Code	Package Code	- Option Code
MLX90614	E (-40°C to 85°C) K (-40°C to 125°C)	SF (TO-39)	- X X X (1) (2) (3)

(1) Supply Voltage/ Accuracy
- A - 5V
- B - 3V
- C - Reserved
- D - 3V medical accuracy

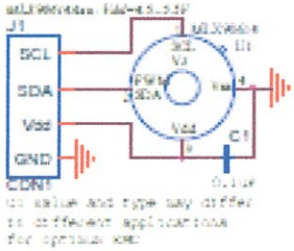
(2) Number of thermopiles:
- A – single zone
- B – dual zone
- C – gradient compensated*

(3) Package options:
- A – Standard package
- B – Reserved
- C – 35° FOV
- F – 10° FOV

Example:
MLX90614ESF-BAA

* : See page 2

1 Functional diagram



MLX90614 connection to SMBus

Figure 1 Typical application schematics

2 General Description

The MLX90614 is an Infra Red thermometer for non contact temperature measurements. Both the IR sensitive thermopile detector chip and the signal conditioning ASSP are integrated in the same TO-39 can.

Thanks to its low noise amplifier, 17-bit ADC and powerful DSP unit, a high accuracy and resolution of the thermometer is achieved.

The thermometer comes factory calibrated with a digital PWM and SMBus (System Management Bus) output.

As a standard, the 10-bit PWM is configured to continuously transmit the measured temperature in range of -20…120 °C, with an output resolution of 0.14 °C and the POR default is SMBus.

General description (continued)

The MLX90614 is built from 2 chips developed and manufactured by Melexis:

- The Infra Red thermopile detector MLX81101
- The signal conditioning ASSP MLX90302, specially designed to process the output of IR sensor.

The device is available in an industry standard TO-39 package.

Thanks to the low noise amplifier, high resolution 17-bit ADC and powerful DSP unit of MLX90302 high accuracy and resolution of the thermometer is achieved. The calculated object and ambient temperatures are available in RAM of MLX90302 with resolution of 0.01 °C. They are accessible by 2 wire serial SMBus compatible protocol (0.02°C resolution) or via 10-bit PWM (Pulse Width Modulated) output of the device.

The MLX90614 is factory calibrated in wide temperature ranges: -40…125 °C for the ambient temperature and -70…382.2 °C for the object temperature.

The measured value is the average temperature of all objects in the Field Of View of the sensor. The MLX90614 offers a standard accuracy of ±0.5°C around room temperatures. A special version for medical applications exists offering an accuracy of ±0.1°C in a limited temperature range around the human body temperature.

It is very important for the application design to understand that these accuracies are only guaranteed and achievable when the sensor is in thermal equilibrium and under isothermal conditions (there are no temperature differences across the sensor package). The accuracy of the thermometer can be influenced by temperature differences in the package induced by causes like (among others): Hot electronics behind the sensor, heaters/coolers behind or beside the sensor or by a hot/cold object very close to the sensor that not only heats the sensing element in the thermometer but also the thermometer package.

This effect is especially relevant for thermometers with a small FOV like the -XXC and -XXF as the energy received by the sensor from the object is reduced. Therefore, Melexis has introduced the -XCX version of the MLX90614. In these MLX90614-XCX, the thermal gradients are measured internally and the measured temperature is compensated for them. In this way, the –XCX version of the MLX90614 is much less sensitive to thermal gradients, but the effect is not totally eliminated. It is therefore important to avoid the causes of thermal gradients as much as possible or to shield the sensor from them.

As a standard, the MLX90614 is calibrated for an object emissivity of 1. It can be easily customized by the customer for any other emissivity in the range 0.1…1.0 without the need of recalibration with a black body.

The 10-bit PWM is as a standard configured to transmit continuously the measured object temperature for an object temperature range of -20…120 °C with an output resolution of 0.14 °C. The PWM can be easily customized for virtually any range desired by the customer by changing the content of 2 EEPROM cells. This has no effect on the factory calibration of the device.

The PWM pin can also be configured to act as a thermal relay (input is To), thus allowing for an easy and cost effective implementation in thermostats or temperature (freezing/boiling) alert applications. The temperature threshold is user programmable. In a SMBus system this feature can act as a processor interrupt that can trigger reading all slaves on the bus and to determine the precise condition.

The thermometer is available in 2 supply voltage options: 5V compatible or 3V (battery) compatible. The 5V can be easily adopted to operate from a higher supply voltage (8…16V, for example) by use of few external components (refer to "Applications Information" section for details).

An optical filter (long-wave pass) that cuts off the visible and near infra-red radiant flux is integrated in the package to provide ambient and sunlight immunity. The wavelength pass band of this optical filter is from 5.5 till 14µm.

3 Table of Contents

1 Functional diagram 1
2 General Description 1
General description (continued) 2
3 Table of Contents 3
4 Glossary of Terms 4
5 Maximum ratings 4
6 Pin definitions and descriptions 5
7 Electrical Specifications 6
7.1 MLX90614Axx 6
7.2 MLX90614Bxx, MLX90614Cxx 8
8 Detailed description 10
8.1 Block diagram 10
8.2 Signal processing principle 10
8.3 Block description 11
8.3.1 Amplifier 11
8.3.2 Supply regulator and POR 11
8.3.3 EEPROM 11
8.3.4 RAM 14
8.4 SMBus compatible 2-wire protocol 14
8.4.1 Functional description 14
8.4.2 Differences with the standard SMBus specification (reference [1]) 15
8.4.3 Detailed description 15
8.4.4 AC specification for SMBus 17
8.4.5 Bit transfer 18
8.4.6 Commands 18
8.4.7 Sleep Mode 19
8.5 PWM 20
8.5.1 Single PWM format 21
8.5.2 Extended PWM format 22
8.5.3 Customizing the temperature range for PWM output 23
8.6 Switching Between PWM and SMBus communication 24
8.6.1 PWM is enabled 24
8.6.2 Request condition 24
8.6.3 PWM is disabled 24
8.7 Computation of ambient and object temperatures 25
8.7.1 Ambient temperature Ta 25
8.7.2 Object temperature To 25
8.7.3 Calculation flow 25
8.8 Thermal relay 27
9 Unique Features 28
10 Performance Graphs 29
10.1 Temperature accuracy of the MLX90614 29
10.2 Field Of View (FOV) 31
11 Applications Information 33
11.1 Use of the MLX90614 thermometer in SMBus configuration 33
11.2 Use of multiple MLX90614s in SMBus configuration 33
11.3 PWM output operation 34
11.4 Thermal alert / thermostat 34
11.5 High voltage source operation 35
12 Application Comments 38
13 Standard information regarding manufacturability of Melexis products with different soldering processes 38
14 ESD Precautions 38
15 FAQ 39
16 Package Information 41
16.1 MLX90614XXA 41
16.2 MLX90614XDC 41
16.3 MLX90614XCF 42
16.4 Part marking 42
17 References 43
18 Disclaimer 43

4 Glossary of Terms

PTAT	Proportional To Absolute Temperature sensor (package temperature)
PTC	Positive Temperature Coefficient sensor (package temperature)
POR	Power On Reset
HFO	High Frequency Oscillator (RC type)
DSP	Digital Signal Processing
FIR	Finite Impulse Response. Digital filter
IIR	Infinite Impulse Response. Digital filter
IR	Infra-Red
PWM	Pulse With Modulation
DC	Duty Cycle (of the PWM) ; Direct Current (for settled conditions specifications)
FOV	Field Of View
SDA,SCL	Serial DAta, Serial CLock – SMBus compatible communication pins
Ta	Ambient Temperature measured from the chip – (the package temperature)
To	Object Temperature, 'seen' from IR sensor
ESD	Electro-Static Discharge
EMC	Electro-Magnetic Compatibility
ASSP	Application Specific Standard Product
TBD	To Be Defined

Note: sometimes the MLX90614xxx is referred to as "the module".

5 Maximum ratings

Parameter	MLX90614ESF-Axx	MLX90614ESF-Bxx MLX90614ESF-Dxx	MLX90614KSF-Axx
Supply Voltage, V_{DD} (over voltage)	7V	5V	7V
Supply Voltage, V_{DD} (operating)	5.5 V	3.6V	5.5V
Reverse Voltage	0.4 V		
Operating Temperature Range, T_A	-40…+85°C		-40…+125°C
Storage Temperature Range, T_S	-40…+125°C		-40…+125°C
ESD Sensitivity (AEC Q100 002)	2kV		
DC current into SCL / Vz (Vz mode)	2 mA		
DC sink current, SDA / PWM pin	25 mA		
DC source current, SDA / PWM pin	25 mA		
DC clamp current, SDA / PWM pin	25 mA		
DC clamp current, SCL pin	25 mA		

Table 1: Absolute maximum ratings for MLX90614

Exceeding the absolute maximum ratings may cause permanent damage. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

6 Pin definitions and descriptions

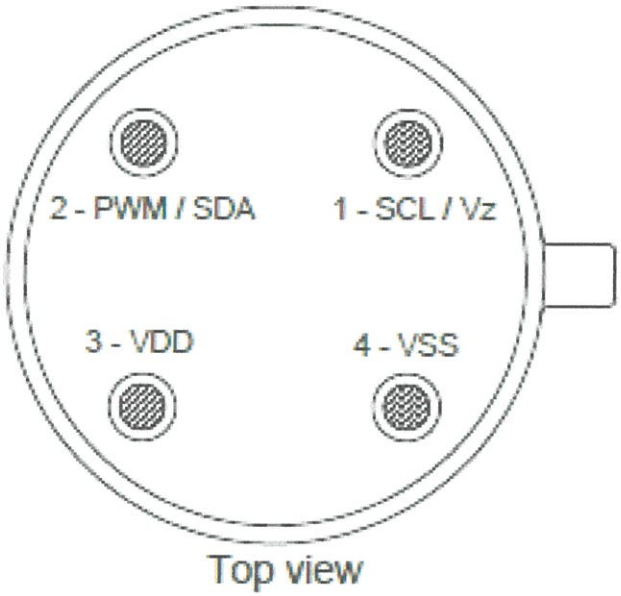


Figure 2: Pin description

Pin Name	Function
VSS	Ground. The metal can is also connected to this pin.
SCL / Vz	Serial clock input for 2 wire communications protocol. 5.7V zener is available at this pin for connection of external bipolar transistor to MLX90614A to supply the device from external 8 ...16V source.
PWM / SDA	Digital input / output. In normal mode the measured object temperature is available at this pin Pulse Width Modulated. In SMBus compatible mode automatically configured as open drain NMOS.
VDD	External supply voltage.

Table 2: Pin description MLX90614

Note: for +12V (+8...+16V) powered operation refer to the Application Information section. For EMC and Isothermal conditions reasons it is highly recommended not to use any electrical connection to the metal can except by the VSS pin.
With the SCL / Vz and PWM / SDA pins operated in 2-wire interface mode, the input Schmidt trigger function is automatically enabled.

7 Electrical Specifications

7.1 MLX90614Axx

All parameters are preliminary for T_A = 25 °C, V_{DD} =5V (unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Units
Supplies						
External supply	V_{DD}		4.5	5	5.5	V
Supply current	I_{DD}	No load		1	2	mA
Supply current (programming)	I_{DDpr}	No load, erase/write EEPROM operations		1.5	2.5	mA
Zener voltage	Vz	Iz = 75...1000uA (Ta=room)	5.5	5.7	5.9	V
Zener voltage	Vz(Ta)	Iz = 70...1000uA, full temperature range	5.15	5.75	6.24	V
Power On Reset						
POR level	V_{POR_up}	Power-up (full temp range)	1.4	1.75	1.95	V
POR level	V_{POR_down}	Power-down (full temp range)	1.3	1.7	1.9	V
POR hysteresis	V_{POR_hys}	Full temp range	0.08	0.1	1.15	V
V_{DD} rise time (10% to 90% of specified supply voltage)	T_{POR}	Ensure POR signal			20	ms
Output valid (result in RAM)	Tvalid	After POR		0.15		s
Pulse width modulation[1]						
PWM resolution	PWMres	Data band		10		bit
PWM output period	PWM_{per}	Factory default, internal oscillator factory calibrated		1.024		ms
PWM period stability	dPWM/	Internal oscillator factory calibrated, over the entire operation range and supply voltage	-4		+4	%
Output high Level	PWM_{oh}	I_{source} = 2 mA	V_{DD}-0.2			V
Output low Level	PWM_{ol}	I_{sink} = 2 mA			V_{SS}+0.2	V
Output drive current	$Idrive_{PWM}$	Vout,H = V_{DD} - 0.8V		7		mA
Output sink current	$Isink_{PWM}$	Vout,L = 0.8V		13.5		mA

Parameter	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Units
SMBus compatible 2-wire interface[2]						
Input high voltage	V_{IH} (Ta, V)	Over temperature and supply	VDD-0.1			V
Input low voltage	V_{IL} (Ta, V)	Over temperature and supply			0.6	V
Output low voltage	V_{OL}	SDA pin in open drain mode, over temperature and supply, Isink = 2mA			0.2	V
SCL leakage	I_{SCL}, leak	V_{SCL}=4V, Ta=+85°C			30	uA
SDA leakage	I_{SDA}, leak	V_{SDA}=4V, Ta=+85°C			0.3	uA
SCL capacitance	C_{SCL}				10	pF
SDA capacitance	C_{SDA}				10	pF
Slave address	SA	Factory default		5A		hex
Wake up request	t_{wake}	SDA low	33			ms
SMBus Request	t_{SBR}	SCL low	1.44			ms
Timeout, low	$T_{timeout,L}$	SCL low	27		33	ms
Timeout, high	$T_{timeout,H}$	SCL high	45		55	us
Acknowledge setup time	Tsuac(MD)	9-th SCL falling edge, Master	0.5		1.5	us
Acknowledge hold time	Thdac(MD)	9-th SCL falling edge, Master	1.5		2.5	us
Acknowledge setup time	Tsuac(SD)	9-th SCL falling edge, Slave	2.5			us
Acknowledge hold time	Thdac(SD)	9-th SCL falling edge, Slave	1.5			us
EEPROM						
Data retention		Ta = +85°C	10			years
Erase/write cycles		Ta = +25°C	100,000			Times
Erase/write cycles		Ta = +125°C	10,000			Times
Erase cell time	Terase			5		ms
Write cell time	Twrite			5		ms

Notes: All the communication and refresh rate timings are given for the nominal calibrated HFO frequency and will vary with this frequency's variations.
1. All PWM timing specifications are given for single PWM output (factory default for MLX90614xAx). For the extended PWM output (factory default for the MLX90614xBx) each period has twice the timing specifications (refer to the PWM detailed description section). With large capacitive load lower PWM frequency is recommended. Thermal relay output (when configured) has the PWM DC specification and can be programmed as push-pull, or NMOS open drain. PWM is free-running, power-up factory default is SMBus, refer to 7.6, "Switching between PWM and SMBus communication" for details..
2. For SMBus compatible interface on 12V application refer to Application Information section. SMBus compatible interface is described in details in the SMBus detailed description section. Maximum number of MLX90614xxx devices on one bus is 127, higher pull-up currents are recommended for higher number of devices, faster bus data transfer rates, and increased reactive loading of the bus.
MLX90614xxx is always a slave device on the bus. MLX90614xxx can work in both low-power and high-power SMBus communication.
All voltages are referred to the Vss (ground) unless otherwise noted.

Power saving mode is not available on the 5V version (MLX90614Axx).

7.2 MLX90614Bxx, MLX90614Dxx

All parameters are preliminary for T_A = 25 °C, V_{DD} =3V (unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Units
Supplies						
External supply	V_{DD}		2.6	3	3.6	V
Supply current	I_{DD}	No load		1	2	mA
Supply current (programming)	I_{DDpr}	No load, erase/write EEPROM operations		1.5	2.5	mA
Power-down supply	Isleep	no load	1	2.5	5	uA
Power-down supply current	Isleep	Full temperature range	1	2.5	6	uA
Power On Reset						
POR level	V_{POR_up}	Power-up (full temp range)	1.4	1.75	1.95	V
POR level	V_{POR_down}	Power-down (full temp range)	1.3	1.7	1.9	V
POR hysteresis	V_{POR_hys}	Full temp range	0.08	0.1	1.15	V
V_{DD} rise time (10% to 90% of specified supply voltage)	T_{POR}	Ensure POR signal			20	ms
Output valid	Tvalid	After POR		0.15		s
Pulse width modulation[1]						
PWM resolution	PWMres	Data band		10		bit
PWM output period	PWM_{T_def}	Factory default, internal oscillator factory calibrated		1.024		ms
PWM period stability	dPWM	Internal oscillator factory calibrated, over the entire operation range and supply voltage	-4		+4	%
Output high Level	PWM_H	I_{source} = 2 mA	V_{DD}-0.25			V
Output low Level	PWM_{LO}	I_{sink} = 2 mA			V_{SS}+0.25	V
Output drive current	$Idrive_{PWM}$	Vout,H = V_{DD} - 0.8V		4.5		mA
Output sink current	$Isink_{PWM}$	Vout,L = 0.8V		11		mA

Parameter	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Units
SMBus compatible 2-wire interface[4]						
Input high voltage	V_{IH}(Ta,V)	Over temperature and supply	VDD-0.1			V
Input low voltage	V_{IL}(Ta,V)	Over temperature and supply			0.6	V
Output low voltage	V_{OL}	SDA pin in open drain mode, over temperature and supply, Isink = 2mA			0.25	V
SCL leakage	I_{SCL},leak	V_{SCL}=3V, Ta=+85°C			20	uA
SDA leakage	I_{SDA},leak	V_{SDA}=3V, Ta=+85°C			0.25	uA
SCL capacitance	C_{SCL}				10	pF
SDA capacitance	C_{SDA}				10	pF
Slave address	SA	Factory default		5A		hex
Wake up request	t_{WAKE}	SDA low	33			ms
SMBus Request	t_{REQ}	SCL low	1.44			ms
Timeout,low	$T_{TIMEOUT,L}$	SCL low	27		33	ms
Timeout, high	$T_{TIMEOUT,H}$	SCL high	45		55	us
Acknowledge setup	Tsuac(MD	8-th SCL falling edge, Master	0.5		1.5	us
Acknowledge hold	Thdac(MD	9-th SCL falling edge, Master	1.5		2.5	us
Acknowledge setup	Tsuac(SD)	8-th SCL falling edge, Slave	2.5			us
Acknowledge hold	Thdac(SD	9-th SCL falling edge, Slave	1.5			us
EEPROM						
Data retention		Ta = +85°C	10			years
Erase/write cycles		Ta = +25°C	100,000			Times
Erase/write cycles		Ta = +125°C	10,000			Times
Erase cell time	Terase			5		ms
Write cell time	Twrite			5		ms

Note: refer to MLX90614Axx notes.