สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครือข่ายรับรู้ไร้สายสำหรับที่อยู่อาศัยอัจฉริยะ

WIRELESS SENSOR NETWORK FOR SMART HOMES

ธนะชัย เจริญเสถียรโชค

THANACHAI JAROENSATHIANCHOK

ธาดา พันธุภากร

THADA PANTHUPAKORN

ธาริณี พงศ์สวัสดิ์

THARINEE PONGSAWAT

ชหฐ
เลขทะเบียน 117380
วัน,เดือน,ปี 1 ส.ค. 2554

b 12545106
i

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

WIRELESS SENSOR NETWORK FOR SMART HOMES

THANACHAI JAROENSATHIANCHOK

THADA PANTHUPAKORN

THARINEE PONGSAWAT

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 2010

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครือข่ายรับรู้ไร้สายสำหรับที่อยู่อาศัยอัจฉริยะ		
รายชื่อนักศึกษา	นายธนะชัย	เจริญเสถียรโชค	รหัสนักศึกษา 50010632
	นายธาดา	พันธุภากร	รหัสนักศึกษา 50010686
	นางสาวธาริณี	พงศ์สวัสดิ์	รหัสนักศึกษา 50010688
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
พ.ศ.	2553		
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ดร.พนารัตน์	เชิญถนอมวงศ์	

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

.....

(ดร.พนารัตน์ เชิญถนอมวงศ์)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครือข่ายรับรู้ไร้สายสำหรับที่อยู่อาศัยอัจฉริยะ		
รายชื่อนักศึกษา	นายธนะชัย	เจริญเสถียรโชค	รหัสนักศึกษา 50010632
	นายธาดา	พันธุภากร	รหัสนักศึกษา 50010686
	นางสาวธาริณี	พงศ์สวัสดิ์	รหัสนักศึกษา 50010688
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
พ.ศ.	2553		
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ดร.พนารัตน์	เชิญถนอมวงศ์	

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการพัฒนาเครือข่ายรับรู้ไร้สาย (Wireless Sensor Network) สำหรับที่อยู่อาศัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้ระบบเครือข่ายรับรู้ไร้สายสามารถทำงานที่ระดับความต่างศักย์ต่ำ และมีโหมดการประหยัดพลังงาน โดยได้มีการออกแบบระบบเครือข่ายเป็นแบบ Star topology ซึ่งประกอบด้วยโหนดลูกและตัวเกตเวย์ที่ทำการเชื่อมต่อกัน โดยที่โหนดลูกประกอบด้วยส่วนของเซ็นเซอร์ ตรวจวัดสภาวะแวดล้อม และส่วนของการควบคุม สำหรับส่งค่ากลับมายังตัวเกตเวย์

การศึกษาในครั้งนี้ได้นำระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่ายรับรู้ไร้สายมาประยุกต์ใช้ โดยใช้เซ็นเซอร์แสงในการวัดความเข้มแสง และใช้เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิเพื่อส่งค่าให้ระบบสามารถควบคุมการทำงานของการเปิด - ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าได้อัตโนมัติตามความเข้มแสงและอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป นอกจากนี้ได้ทำการพัฒนาส่วนของเว็บอินเตอร์เฟส (Web Interface) ซึ่งอนุญาตให้ผู้ใช้ตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าเช่น ความเข้มแสง และอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของที่อยู่อาศัย รวมทั้งยังสามารถเรียกดูพฤติกรรมการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าย้อนหลังได้ไม่ว่าจะอยู่ที่ใดผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

ผลการศึกษาที่ได้รับสามารถนำข้อมูลไปพัฒนาต่อยอดในระบบเครือข่ายรับรู้ไร้สายที่มีประสิทธิภาพสูง รวมทั้งส่งผลให้ที่อยู่อาศัยในปัจจุบันประหยัดพลังงานไฟฟ้า และเพิ่มความสะดวกสบายเพื่อตอบสนองความต้องการของสังคมยุคใหม่

Thesis Title	Wireless Sensor Network for Smart Homes	
Student	Mr. Thanachai Jaroensathianchok	Student ID. 50010632
	Mr. Thada Panthupakorn	Student ID. 50010686
	Miss. Tharinee Pongsawat	Student ID. 50010688
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Information Engineering	
Year	2010	
Thesis Advisor	Dr. Panarat Cherntanomwong	

ABSTRACT

This thesis develops the wireless sensor network (WSN) for smart home. The objective is to make the WSN able to be used at the low potential difference and has the power saving mode. It is designed in Star topology which is composed of child nodes, connected to the gateway. Each child node is composed of sensor section for checking environment, in this case, checking the level of illumination and temperature.

Then, checked values are transferred to the system for controlling the system to turn on and turn off the electric appliances automatically. Moreover, the web interface is developed for the user to check the status of sensors, for example, level of light and temperature at different locations in the house. Additionally, the web interface can show the behavior of user in using the electric appliances via the internet.

The result of this experiment shows that we can improve the system using wireless sensor network with high-efficient resulting in saving energy from using the electric devices at home. Moreover it increases the convenient to respond the demand in the modern society.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นประสบการณ์ที่สำคัญสำหรับผู้จัดทำเป็นอย่างมาก และงานชิ้นนี้จะสำเร็จไม่ได้เลยถ้าไม่มีบุคคลที่คอยสนับสนุนอย่างแข็งขัน ผู้จัดทำขอขอบคุณ ดร.พนารัตน์ เชิญถนอมวงศ์ และอาจารย์ในหลักสูตรวิศวกรรมสารสนเทศ สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ทุกท่านที่คอยให้กำลังใจ ช่วยเหลือชี้แนะแนวทาง และให้คำปรึกษาที่ดีมาโดยตลอด

ขอขอบคุณนายกฤษณ์ ศรีวิลาศ รุ่นพี่ที่ได้แบ่งปันประสบการณ์ ให้คำปรึกษาและคอยช่วยเหลือที่เป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับผลงานให้แก่คณะผู้จัดทำปริญญานิพนธ์

ขอขอบคุณปุ้กกี้ เชด ปุ๊ย เกี๋ยว ตงเพื่อนที่คอยให้คำปรึกษาจนปริญญานิพนธ์เล่มนี้ผ่านไปด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมห้องโปรเจคที่คอยให้กำลังใจในเวลาที่ท้อแท้ ทำให้มีแรงลุกขึ้นและลุยงานต่อจนเสร็จ แม้ในยามสุขและทุกข์เราก็ก้าวผ่านไปได้ด้วยกัน

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ หลักสูตรวิศวกรรมสารสนเทศ ที่ได้เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ ในการค้นหาข้อมูลในการจัดทำปริญญานิพนธ์

และสุดท้ายขอขอบคุณครอบครัวและเพื่อนๆ ของผู้จัดทำที่คอยให้กำลังใจ และถามไถ่ความเป็นไปของปริญญานิพนธ์อยู่เสมอ ทำให้คณะผู้จัดทำมีกำลังใจที่ทำปริญญานิพนธ์จนสำเร็จได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ธนะชัย เจริญเสถียรโชค

ธาดา พันธุภากร

ธาริณี พงศ์สวัสดิ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 ประโยชน์และสิ่งที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงานนี้ 3

1.5 อุปกรณ์ที่ต้องใช้ 3

1.5.1 ฮาร์ดแวร์ 3

1.5.2 ซอฟต์แวร์ 3

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานโครงงาน 4

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Networks) 5

2.1.1ความหมายของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย 5

2.1.2 ประวัติของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย 7

2.1.3 ภาพรวมสถาปัตยกรรมเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย 8

2.1.4 คุณสมบัติของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์และเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย 9

2.1.5 หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ 10

2.1.5.1 กลุ่มส่วนประกอบหลัก 10

2.1.5.2 กลุ่มส่วนประกอบเพิ่มเติม 11

2.1.6 ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย 11

2.1.6.1 โปรโตคอลสแตก (protocol stack) หรือระดับชั้น 12

2.1.6.2 การพิจารณาระบบเครือข่าย 13

2.1.7 การประยุกต์ใช้งานเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย 14

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.1.7.1 แบบซักถาม (querying) 14
2.1.7.2 แบบแบ่งงาน (tasking) 14
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR8 เบอร์ Atmega168v ของบริษัท Atmel 15
2.2.1 ข้อมูลพื้นฐาน 15
2.2.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์อนุกรม (SPI) 18
2.2.2.1 ตัวอย่างการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับการเชื่อมต่อ 18
2.2.3 การสื่อสารข้อมูลอนุกรมผ่านโมดูล USART 21
2.2.3.1 โมดูล USART 21
2.2.3.2 รีจีสเตอร์และรูปแบบการส่งข้อมูล 22
2.2.3.3 คุณสมบัติที่สำคัญของโมดูล USART 22
2.2.3.4 การกำหนดอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล 22
2.2.3.5 ตัวอย่างการกำหนดโปรแกรมให้กับคอนโทรลเลอร์ 23
2.2.4 การสื่อสารแบบบัส 1 สาย (1-wire Protocol) 24
2.2.4.1 การติดต่อ 24
2.3 โมดูลการสื่อสารไร้สาย DCBT-24N (nRF24L01) 26
2.3.1 ข้อมูลพื้นฐานของโมดูลการสื่อสารไร้สาย DCBT-24N (nRF24L01) 26
2.3.2 กระบวนการทำงานของโมดูล DCBT-24N 29
2.4 รีเลย์รุ่น ET-10 PIN REL 4 31
2.5 ทรานสดิวเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว 31
2.6 บทสรุป 35

บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ 36
3.1 แนวคิด 36
3.2 การสร้างและออกแบบระบบ 37
3.2.1 ส่วนฮาร์ดแวร์ 38
3.2.1.1 ลำดับการทำงานของโปรแกรมส่วนฮาร์ดแวร์ 38
3.2.1.2 รูปแบบแพคเก็จที่ใช้ในการสื่อสารในระดับชั้นเน็ตเวิร์กเลเยอร์ 41
3.2.1.3วงจรอิเล็กทรอนิกส์ 42
3.2.2 ส่วนของซอฟต์แวร์ 43

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.2.2.1 แผนภาพการใช้งาน 44
3.2.2.2 ซอฟต์แวร์ส่วนที่ติดต่อผู้ใช้ 45
3.3 บทสรุป 51

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 52
4.1 การเตรียมการทดลอง 52
4.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 52
4.1.2 การเชื่อมต่อ 55
4.1.2.1 เกตเวย์ 56
4.1.2.2 เซ็นเซอร์โหนด 57
4.2 การทดลองการรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์โหนด 58
4.3 การทดลองควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัย 59
4.4 บทสรุป 62

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุปผล 63
5.1 บทสรุป 63
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน 63
5.3 สิ่งที่สามารถนำไปพัฒนาต่อในอนาคต 63

บรรณานุกรม 65

ภาคผนวก 66
ภาคผนวก ก.คู่มือการใช้งาน 67
ก.1 การเริ่มต้นการใช้งานสำหรับดูสถานะของเซ็นเซอร์แบบออฟไลน์ 68
ก.2 การใช้งานส่วนของเว็บอินเตอร์เฟสแบบเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต 68
ก.2.1 การสมัครสมาชิก 68
ก.2.2 ส่วนต่างๆ ที่แสดงบนหน้าเว็บ 73
ก.3 การหยุดการใช้งาน 75
ก.4 ข้อควรระวัง 75
ภาคผนวก ข.ฐานข้อมูลของระบบ 76
ภาคผนวก ค.โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของระบบ 79

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ตารางแสดงขาการทำงานของการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบอนุกรม 18
2.2 ตารางแสดงการคำนวณอัตราบอดเรตของ USART 23
2.3 ตารางสรุปคุณสมบัติพื้นฐานของ nRF24L01 27
2.4 ฟังก์ชันของ PIN ใน nRF24L01 28
2.5 การจัดขาภายในของชิปไอซีตรวจจับความเคลื่อนไหวเบอร์ KC778B 33

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 ภาพรวมการทำงานของระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย 1
2.1 การทำงานโดยรวมของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายที่นำมาประยุกต์ใช้บนแอพลิเคชัน 6
2.2 โครงสร้างแบบจำลองเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย 9
2.3 ส่วนประกอบหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ 10
2.4 ระดับชั้นโปรโตคอลของเครือข่ายสื่อสารไร้สาย 12
2.5 ลักษณะการใช้งานเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายแบบซักถามและแบบแบ่งงาน 15
2.6 รูปแบบตัวถังและตำแหน่งขาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega168 15
2.7 สถาปัตยกรรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega168 17
2.8 การเชื่อมต่ออุปกรณ์อนุกรม (SPI) 18
2.9 รูปแบบการส่งข้อมูลในการกำหนด CPHA=0 20
2.10 รูปแบบการส่งข้อมูลในการกำหนด CPHA=1 20
2.11 โครงสร้างโมดูล USART 21
2.12 รูปแบบเฟรมข้อมูลในการส่งข้อมูลแบบ USART 22
2.13 ไมโครคอนโทรลเลอร์กับการติดต่อไอซี 25
2.14 กระบวนการเขียนข้อมูลบนบัส 1 สาย 25
2.15 กระบวนการอ่านข้อมูลบนบัส 1 สาย 26
2.16 โมดูลการสื่อสารไร้สาย DCBT-24N (nRF24L01) 26
2.17 บล็อกไดอะแกรมของ nRF24L01 27
2.18 nRF24L01 pin assignment ด้านบนสำหรับ QFN20 4x4 แพคเก็จ 28
2.19 สเตจไดอะแกรมการทำงานของโมดูล DCBT-24N 29
2.20 การจัดการการทำงานของโมดูลแบบ MultiCeiver 30
2.21 รีเลย์รุ่น ET-10PIN REL 4 31
2.22 ทรานสดิวเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว 32
2.23 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของทรานสดิวเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว 33
2.24 วงจรชิปไอซีตรวจจับความเคลื่อนไหวเบอร์ KC778B 34
3.1 แผนภาพการทำงานของระบบ 37
3.2 ภาพรวมการออกแบบของฮาร์ดแวร์ 38
3.3 ลำดับการทำงานของโปรแกรมหลักในตัวเกตเวย์ 39

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.4 ลำดับการทำงานของโปรแกรมในส่วนอินเตอร์รัป 40

3.5 Power Adaptive Algorithm 41

3.6 แสดงรายละเอียดของของแพคเก็จขนาด 8 ไบต์ 41

3.7 วงจรของบอร์ดโหนด 42

3.8 วงจรของบอร์ดเกตเวย์ 43

3.9 ภาพรวมการออกแบบซอฟต์แวร์ 44

3.10 แผนภาพการใช้งาน 45

3.11 หน้าโปรแกรมติดต่อกับเซ็นเซอร์โหนดทั้ง 4 โหนด 46

3.12 แสดงหน้าการเข้าสู่การตั้งค่าให้กับแต่ละโหนด 47

3.13 การตั้งค่าต่างๆ ให้กับแต่ละโหนด 47

3.14 ทำการเชื่อมต่อเข้ากับเซ็นเซอร์โหนดทั้ง 4 48

3.15 หน้าโปรแกรมเมื่อมีการเชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์โหนดทั้ง 4 โหนด 48

3.16 หน้าจอแสดงผลในส่วนของรั้ว 49

3.17 หน้าจอแสดงผลในส่วนของโรงรถ 50

3.18 หน้าจอแสดงผลในส่วนของประตูหน้าบ้าน 50

3.19 หน้าจอแสดงผลในส่วนของบริเวณห้องนั่งเล่น 51

4.1 เซ็นเซอร์โหนด 52

4.2 เกตเวย์ 52

4.3 แผงถ่าน 6 V 53

4.4 แผงถ่าน 3 V 53

4.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega168V 53

4.6 RS-232 54

4.7 Serial Port to USB 54

4.8 รีเลย์รุ่น ET-10PIN REL 4 54

4.9 ทรานสดิวเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว 55

4.10 เครื่องคอมพิวเตอร์ 55

4.11 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างเกตเวย์กับคอมพิวเตอร์ และสื่อสารกับเซ็นเซอร์โหนด 56

4.12 เกตเวย์และสายเชื่อมต่อ 56

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.13 ไฟแสดงสถานการณ์เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์โหนด 57
4.14 สถานีย่อยแสดงไฟสถานะของการเชื่อมต่อ 57
4.15 แสดงการจัดอุปกรณ์ในการทดลอง 58
4.16 แสดงค่าข้อมูลที่ได้รับผ่านทางโปรแกรม Serial Port Monitor 58
4.17 แบบโมเดลบ้าน 59
4.18 แสดงสถานะหลอดไฟบริเวณรั้ว 60
4.19 แสดงสถานะหลอดไฟบริเวณโรงรถหลังจากมีการเคลื่อนไหว 60
4.20 แสดงสถานะหลอดไฟบริเวณห้องนั่งเล่น 61
ก.1 หน้าแรกของเว็บไซต์ 68
ก.2 หน้าเว็บแสดงตารางข้อมูลสมาชิก 69
ก.3 หน้าเว็บแสดงการเตือนเมื่อมีการสมัครสมาชิกซ้ำ 69
ก.4 หน้าเว็บในการเข้าระบบสำหรับผู้ดูแลระบบ (Admin) 70
ก.5 แสดงหน้าเว็บหลักการใช้งานในสถานะผู้ดูแลระบบ (Admin) 70
ก.6 หน้าเว็บในการสมัครสมาชิก 71
ก.7 หน้าเว็บแสดงการลงทะเบียนเสร็จสมบูรณ์ 71
ก.8 หน้าเว็บในการเข้าระบบสำหรับสมาชิก 72
ก.9 แสดงหน้าเว็บหลักการใช้งานในสถานะผู้ใช้งานทั่วไป (User) 72
ก.10 ส่วนแสดงตารางข้อมูลสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป (User) 73
ก.11 ส่วนแสดงกราฟข้อมูลสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป (User) 74
ก.12 ส่วนแสดงตารางข้อมูลสำหรับผู้ดูแลระบบ (Admin) 74
ก.13 ส่วนของการเพิ่มข้อมูล 75
ข.1 การออกแบบ NI-AM เพื่อนำมาสร้างฐานข้อมูล 77
ข.2 การสร้างฐานข้อมูลด้วย Oracle database 11g 77
ข.3 ตัวอย่างฐานข้อมูล 78
ข.4 ฐานข้อมูลที่ถูกเก็บเป็นไฟล์ .txt 78
ค.1 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของระบบทั้งหมด 80
ค.2 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของฮาร์ดแวร์ส่วนรั้ว 81
ค.3 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของฮาร์ดแวร์ส่วนโรงรถและประตูหน้าบ้าน 82
ค.4 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของฮาร์ดแวร์ส่วนห้องนั่งเล่น 83

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการติดต่อสื่อสารแบบไร้สาย ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญอย่างมากในการดำรงชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Network) ซึ่งได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีข้อได้เปรียบหลายประการที่เหนือกว่าระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ที่ใช้สายนำสัญญาณในการรับส่งข้อมูล อาทิเช่น ความสะดวกในการติดตั้งโดยไม่ต้องติดตั้งสายนำสัญญาณและสามารถติดตั้งตัวเซ็นเซอร์ (Sensor) และเครือข่ายเพิ่มเติมได้ง่าย โดยทำการเชื่อมต่อด้วยคลื่นวิทยุเข้ากับระบบเดิมที่มีอยู่ อีกทั้งยังลดต้นทุนของระบบลง เพราะไม่ต้องใช้สายนำสัญญาณในการทำการติดตั้ง

เนื่องจากระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสามารถตรวจวัดสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัวเราได้อย่างทั่วถึงและมีประสิทธิภาพซึ่งส่งผลต่อการจัดการพลังงาน รวมทั้งยังสามารถทำให้การดำเนินชีวิตได้อย่างสะดวกสบายมากขึ้น

ดังนั้นระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายจึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับที่อยู่อาศัยในปัจจุบันซึ่งไม่มีระบบในการจัดการด้านพลังงานต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพและยังขาดความสะดวกสบายในการใช้งาน อีกทั้งเทคโนโลยีที่ใช้อยู่ ในปัจจุบันนั้น มีขอบเขตการใช้งานที่จำกัดและมีต้นทุนสูง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดังกล่าว จึงทำให้ที่อยู่อาศัยมีความฉลาด (Smart Homes) ในการจัดการสิ่งต่างๆ

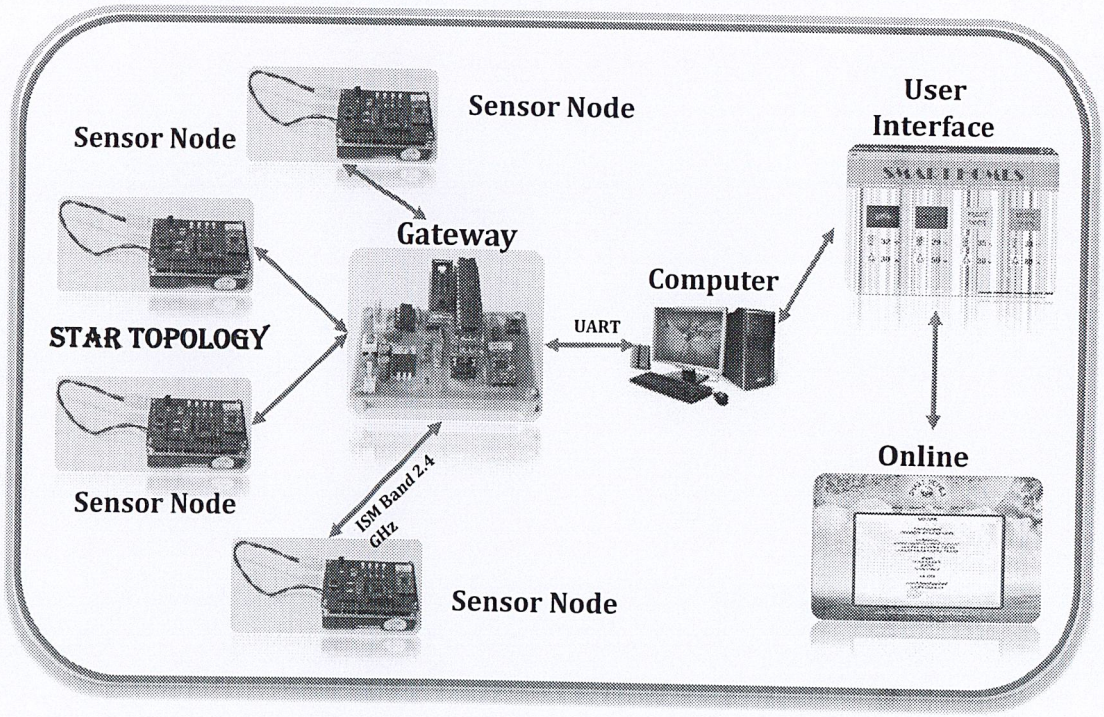
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เนื่องจากระบบควบคุมและดูแลอัตโนมัติภายในอาคารของบริษัทผู้รับทำระบบควบคุมอัตโนมัติมีราคาสูงมาก ส่วนมากมักจะเป็นบริษัทจากต่างชาติ ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้กับที่อยู่อาศัยและสำนักงานขนาดเล็ก ทางผู้จัดทำจึงเล็งเห็นว่าเราสามารถนำเซ็นเซอร์ต่างๆ มาใช้กับโอเพ่นซอร์สซอฟต์แวร์ (Open source software) และพัฒนาระบบผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เพื่อช่วยลดต้นทุนในการผลิตแต่ยังคงรักษาคุณลักษณะที่สำคัญต่างๆ ของระบบไว้ได้โดยวัตถุประสงค์ของโครงงานดังนี้

- เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Network)
- เพื่อนำระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายมาประยุกต์ใช้ภายในที่อยู่อาศัย
- เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้โดยสามารถตรวจสอบค่าความเข้มแสง และอุณหภูมิภายในที่อยู่อาศัยย้อนหลังได้ทุกที่ผ่านทางอินเตอร์เน็ต หรือระบบเครือข่ายต่างๆ ที่เชื่อมต่อกันได้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

- มีฮาร์ดแวร์ที่มีเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ซึ่งในโครงงานนี้เลือกใช้เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง และเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิซึ่งสามารถนำไปต่อกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์เพื่อควบคุมการทำงาน โดยมี Topology พื้นฐาน ในการเชื่อมต่อระหว่างโหนดต่างๆ
- มีซอฟต์แวร์ส่วนติดต่อผู้ใช้ ที่ทำการรับค่าจากโหนดต่างๆ เพื่อนำมาประมวลผลและเก็บลงในฐานข้อมูล เพื่อนำมาใช้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์ภายในที่อยู่อาศัย
- ระบบสามารถเชื่อมต่อกับผู้ดูแลระบบและผู้ใช้ได้งานแบบออนไลน์



รูปที่ 1.1 ภาพรวมการทำงานของระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

1.4 ประโยชน์และสิ่งที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงานนี้

- มีความรู้ความเข้าใจในระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายและสามารถพัฒนาฮาร์ดแวร์ขึ้นมาใช้งานได้จริง
- ฮาร์ดแวร์ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปต่อยอด ทั้งด้านทฤษฎี และการนำไปใช้จริง
- มีความรู้ความเข้าใจในระบบพลังงานภายในที่อยู่อาศัย เพื่อที่จะได้ช่วยให้มีการใช้พลังงานภายในที่อยู่อาศัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- เพิ่มความสะดวกสบายให้กับเจ้าของที่อยู่อาศัยและสมาชิกภายในที่อยู่อาศัย ในการควบคุมดูแลโดยไม่ต้องเปิด - ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยตรง รวมทั้งสามารถตรวจสอบการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบออนไลน์ผ่านทางเว็บไซต์ได้

1.5 อุปกรณ์ที่ต้องใช้

1.5.1 ฮาร์ดแวร์

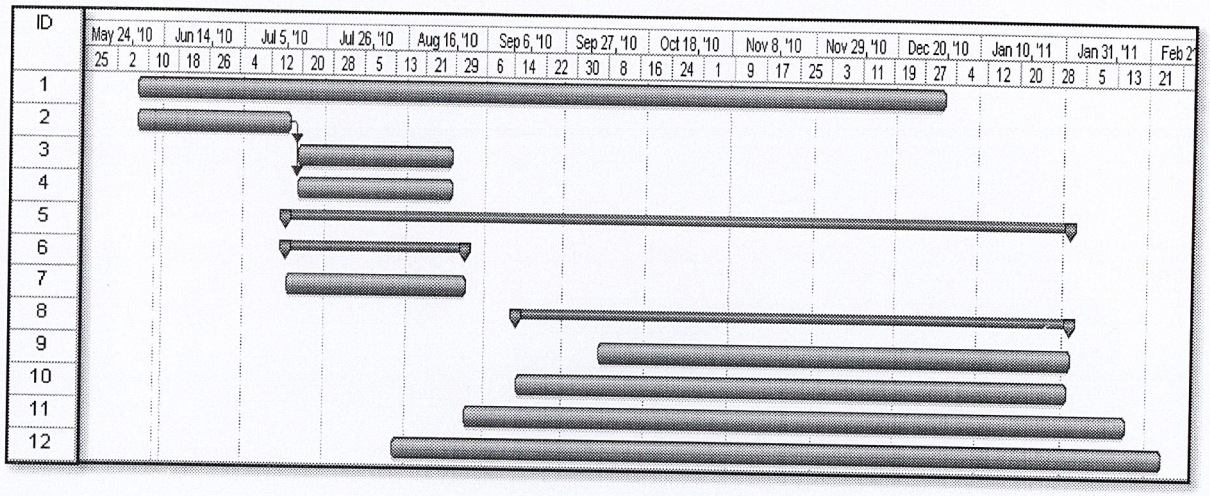
- เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับพัฒนาโปรแกรมบน Microcontroller จำนวน 1 เครื่อง
- Microcontroller ชนิด ATMEGA 168v จำนวน 4 ตัว
- โมดูลไร้สาย NRF24L01 จำนวน 4 ตัว
- Wireless Sensor จำนวน 4 ชุด
- รีเลย์รุ่น ET-10PIN REL 4 จำนวน 2 ชุด
- ทรานสดิวเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว จำนวน 3 ชุด

1.5.2 ซอฟต์แวร์

- Adobe Dreamweaver
- Microsoft Visual Studio 2008
- SQL Program
- AVR Studio
- Oracle database 11g

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ID	Task Name
1	ศึกษาทฤษฎี Wireless Sensor Network และเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง
2	วิเคราะห์ระบบการทำงานโดยรวม
3	ศึกษาฮาร์ดแวร์และออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้
4	ออกแบบระบบฐานข้อมูล
5	**การนำไปใช้**
6	**ฮาร์ดแวร์** -
7	เพิ่มโหนดตัวส่งสัญญาณ -
8	**ซอฟท์แวร์** -
9	พัฒนาซอฟท์แวร์ไมโครคอนโทรลเลอร์ -
10	พัฒนาซอฟท์แวร์ส่วนติดต่อผู้ใช้ -
11	ทดสอบความถูกต้องของระบบ
12	จัดทำเอกสาร



บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

2.1 เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Networks)

จากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสามด้านประกอบด้วย หนึ่งเทคโนโลยีเซ็นเซอร์ที่มีขนาดเล็กและความแม่นยำในการวัดสูง สองเทคโนโลยีหน่วยประมวลผลที่มีขนาดเล็กใช้พลังงานต่ำ และประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว และสามเทคโนโลยีการติดต่อสื่อสารไร้สายที่ส่งข้อมูลได้ถูกต้องและใช้พลังงานต่ำรวมถึงขนาดของเสาอากาศและอุปกรณ์ต่อเชื่อมที่มีขนาดเล็ก การรวมกันของสามเทคโนโลยีนี้ทำให้เกิดหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ที่มีราคาถูก ขนาดเล็ก ใช้พลังงานต่ำวัดค่าและเก็บข้อมูลจากสถานที่จริงได้อย่างถูกต้องประมวลผลได้ด้วยตัวเองและติดต่อสื่อสารถึงกันแบบไร้สายและเป็นเครือข่าย

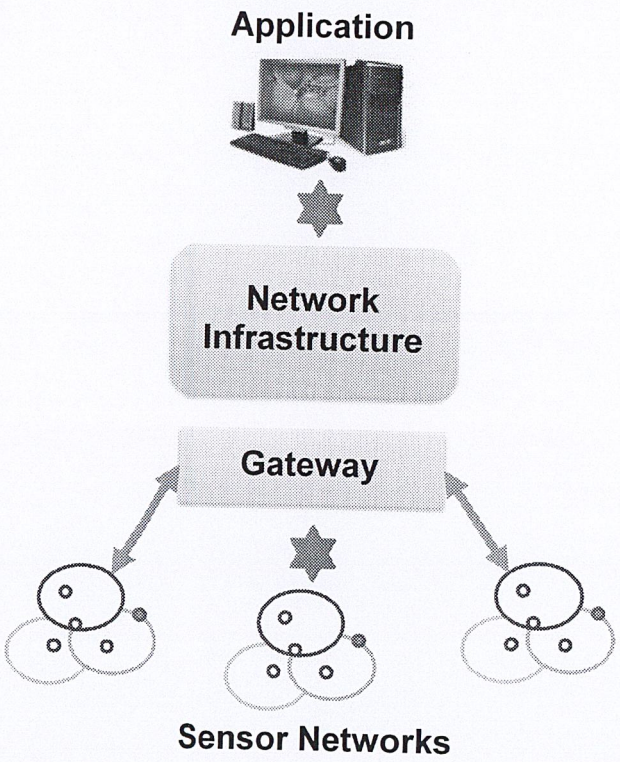
หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ขนาดเล็กจำนวนมากฝังตัวในบริเวณที่ต้องการวัดข้อมูล ข้อมูลที่วัดได้จะถูกส่งผ่านระบบเครือข่ายซึ่งเครือข่ายนี้สร้างจากหน่วยร่วมเซ็นเซอร์แต่ละตัวในเครือข่ายทำงานร่วมกันในการส่งข้อมูลโดยการส่งข้อมูลอาจเป็นการส่งระหว่างหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ที่อยู่ในระยะติดต่อสื่อสารโดยตรงหรือในกรณีที่หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ต้นทางและปลายทางไม่อยู่ในระยะติดต่อสื่อสารได้โดยตรงข้อมูลจะส่งผ่านหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ที่อยู่ระหว่างหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ต้นทางและปลายทางระบบการเก็บข้อมูลแบบนี้เรียกว่าเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

2.1.1 ความหมายของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

เทคโนโลยีทางด้านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Networks : WSN) เป็นระบบตรวจรู้ไร้สายถูกออกแบบ และพัฒนาให้เชื่อมต่ออุปกรณ์เซ็นเซอร์เล็กๆ จำนวนมหาศาลเข้าด้วยกันเป็นเครือข่ายดังรูปที่ 2.1 โดยมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเซ็นเซอร์ ใช้ในการรับรู้และตรวจวัดสภาวะต่างๆ ของสิ่งแวดล้อมในบริเวณนั้นโดยรวม เช่น อุณหภูมิ เสียง การสั่นสะเทือน แรงกดดัน การเคลื่อนไหว หรือมลภาวะอื่นๆ แล้วประมวลผลข้อมูลเหล่านั้นเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมรอบตัวเราหรือตอบสนองกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ควบคุมได้จากแอพลิเคชัน (Application) ต่างๆ โดยสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ในหลายรูปแบบ เช่น

- ระบบเตือนวิบัติภัย (Disaster Warning Systems) เพื่อพยากรณ์และเตือนภัยให้สามารถป้องกันและลดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน

- ระบบเฝ้าตรวจสอบและควบคุมทางด้านเกษตรกรรม (Monitoring and Controlling Systems for Agriculture) เพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตร
- ระบบขนส่งจราจรอัจฉริยะ (Intelligent Transportation Systems) เพื่อช่วยเพิ่มความปลอดภัยลดการจราจรติดขัดและเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งจราจร
- ระบบเฝ้าตรวจสอบและควบคุมเพื่อการรักษาสุขภาพและพยาบาล (Biomedical Wireless Sensor Networks for Intelligent Medical Systems) เพื่อตอบสนองนโยบายของรัฐบาลในการสร้างสุขภาพที่ดีกับสังคมไทยทั่วหน้า และอื่นๆ



รูปที่ 2.1 การทำงานโดยรวมของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายที่นำมาประยุกต์ใช้บนแอพลิเคชัน[1]

ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Networks) มีความคล้ายกับเครือข่ายไร้สายเฉพาะกิจ (Wireless Ad Hoc Networks) อยู่มากจนทำให้มีความเข้าใจผิดเสมอว่าทั้งสองระบบเหมือนกันระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายมีความแตกต่างจากเครือข่ายไร้สายเฉพาะกิจในประเด็นที่สำคัญคือระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเชื่อมโยงเซ็นเซอร์จำนวนมหาศาลและเซ็นเซอร์เหล่านี้มีขนาดเล็กมากซึ่งเรียกกันทั่วไปว่าเซ็นเซอร์โหนด (Sensor Node) เนื่องจากสามารถทำงานอื่นๆได้นอกจากการตรวจวัดซึ่งเป็นคุณสมบัติพื้นฐานนอกจากนี้ในการประยุกต์ใช้งานบางอย่างอาจทำให้การซ่อมบำรุงรักษาเซ็นเซอร์โหนดทำได้ยากเช่นการใช้หุ่นยนต์ในการเติมพลังงานไฟฟ้าให้แก่เซ็นเซอร์โหนดโดยไม่ต้องใช้คนเนื่องจากการเปลี่ยน

แบตเตอรี่ทำได้ยาก ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ปัญหาทางเทคนิคของระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายแตกต่างและมีความท้าทายกว่าเครือข่ายไร้สายเฉพาะกิจ (Wireless Ad Hoc Networks)

การวิจัยในเชิงลึกมีความสำคัญมากในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย เนื่องจากการประยุกต์ใช้งานสำหรับงานแต่ละอย่างในแต่ละพื้นที่มีรายละเอียดและความต้องการที่แตกต่างกันเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงต้องการการออกแบบเฉพาะงานและเฉพาะพื้นที่ปัญหาทางเทคนิคของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายที่มีความสำคัญมากและยังเป็นหัวข้อวิจัยในปัจจุบันสามารถสรุปได้โดยย่อดังนี้

1) การใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีอยู่จำกัดให้มีประสิทธิภาพ (Energy Efficiency) สำหรับการสื่อสารและการประมวลผล

2) ความสามารถในการปรับเปลี่ยนของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Adaptability) เพื่อให้แต่ละเซ็นเซอร์สามารถสื่อสารถึงกันได้เมื่อเซ็นเซอร์จำนวนมากเปลี่ยนตำแหน่ง

3) อัลกอริทึมของการสื่อสาร และการประมวลผลต้องสามารถทำงานได้ดี แม้จะมีเซ็นเซอร์จำนวนมหาศาล (Scalability) [2]

เพราะฉะนั้นเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Networks) เกิดจากการผสมผสานระหว่างเทคโนโลยีระบบสมองกลฝังตัวและการสื่อสารไร้สายที่ส่งผ่านข้อมูลระหว่างเซ็นเซอร์โหนดด้วยรูปแบบเครือข่ายแบบ ad-hoc จุดเด่นของเครือข่ายเซ็นเซอร์ที่อาศัยโปรโตคอลแบบ ad-hocคือ ไม่จำเป็นต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์พื้นฐานสำหรับเครือข่ายเช่นเดียวกับเครือข่ายแบบ wireless local area network (WLAN) หรือ global system for mobile communication (GSM) นอกจากนี้การออกแบบเซ็นเซอร์โหนดให้มีขนาดที่เล็กและใช้พลังงานน้อยทำให้สามารถติดตั้งได้ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย เทคโนโลยีเครือข่ายเซ็นเซอร์จึงได้ถูกคาดการณ์ว่าจะเป็นเทคโนโลยีหลักในการขับดันสู่ยุคของคอมพิวเตอร์ทุกแห่งหน (ubiquitous computing, pervasive computing) ด้วยการสร้างสภาพแวดล้อมประดิษฐ์ในรอบๆ ตัวของเราทุกคน

2.1.2 ประวัติของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายในยุคแรกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการสงคราม ในช่วงสงครามเย็น Sound Surveillance System (SOSUS) ใช้ในมหาสมุทรเพื่อตรวจจับเรือดำน้ำของสหภาพโซเวียตโดยใช้ระบบแถวเซ็นเซอร์ไฮโดรโฟน (hydrophone array) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานเสียงเป็นพลังงานไฟฟ้าใต้น้ำและส่งข้อมูลด้วยสายเคเบิลใต้น้ำ ในช่วงเวลาเดียวกัน ระบบเครือข่ายเรดาร์ทางอากาศ (networks of air defense radars) ได้รับการพัฒนาเพื่อป้องกันภาคพื้นสหรัฐอเมริกา

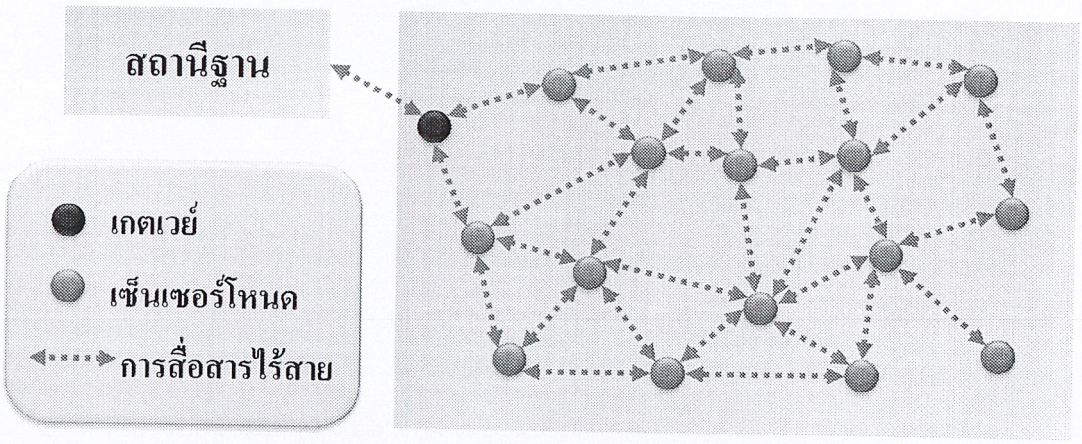
และแคนนาดา ในยุคแรกระบบเครือข่ายมีรูปแบบเป็นลำดับขั้น (hierarchical) การประมวลผลจะทำตามลำดับขั้นและใช้มนุษย์เป็นหลักในการประมวลผลและทำงาน

ยุคที่สองเกิดขึ้นหลังจากการพัฒนาอินเตอร์เน็ตประมาณ พ.ศ.2523 เป็นยุคของการพัฒนาเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบกระจายตัว (Distributed Sensor Network) เป็นโครงการวิจัยของ Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) โดยเน้นที่การพัฒนาการประมวลผลข้อมูลแบบกระจายตัว การประมวลผลสัญญาณ (signal processing) การติดตามวัตถุ เครือข่ายใช้โปรโตคอลสื่อสารระดับสูง แต่ด้วยเทคโนโลยีในยุคนั้นทำให้หน่วยร่วมเซ็นเซอร์มีขนาดใหญ่และถูกออกแบบให้เป็นรถเซ็นเซอร์เพื่อให้เป็นหน่วยร่วมเซ็นเซอร์แบบเคลื่อนที่ได้

เทคโนโลยีระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายได้เข้ามาใช้งานในประเทศไทยประมาณต้นปี พ.ศ.2544 ในขณะนั้นเสียงตอบรับจากผู้ใช้งานยังค่อนข้างน้อยเนื่องจากอุปกรณ์ไร้สายมีราคาแพง จนกระทั่งในปี พ.ศ.2550 เทคโนโลยีการผลิตไมโครอิเล็กทรอนิกส์ได้รับการพัฒนาถึงระดับที่สามารถผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเล็ก ราคาถูก และประหยัดพลังงาน ซึ่งเหมาะสำหรับสร้างหน่วยประมวลผล และหน่วยส่งข้อมูลของเซ็นเซอร์ไร้สาย และด้วยเทคโนโลยีระบบเครื่องกลจุลภาค การสร้างเซ็นเซอร์ขนาดเล็กและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กเกิดขึ้นได้จริง ทำให้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายยุคนี้เข้าใกล้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ในจินตนาการของนักวิจัยยุคก่อนๆ อย่างไรก็ตามเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายนี้ยังมีการวิจัยอย่างต่อเนื่อง

2.1.3 ภาพรวมสถาปัตยกรรมเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

สถาปัตยกรรมเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายประกอบด้วยสามส่วนได้แก่ หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ เกตเวย์ และสถานีฐาน (base station) ดังรูปที่ 2.2 หน่วยร่วมเซ็นเซอร์จำนวนมากฝังตัวในสภาพแวดล้อมเพื่อเก็บข้อมูล โดยแต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ติดต่อสื่อสารแบบไร้สายกับหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ข้างเคียง ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถในการรับส่งแบบไร้สาย แต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ควบคุมและจัดการงานของตัวเอง (self-organize) ทุกๆ หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ที่ติดต่อถึงกันทำงานร่วมกัน (collaboration) เป็นเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายทำให้แต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์สามารถส่งข้อมูลไปหากันได้แม้ว่าหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ปลายทางไม่สามารถติดต่อ กับหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ต้นทางได้โดยตรง โดยให้หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ระหว่างทางช่วยส่งข้อมูลต่อๆ กันตั้งแต่ต้นทางถึงปลายทาง วิธีการส่งแบบนี้เรียกว่าการส่งแบบมัลติฮอพ (multi-hop) เกตเวย์ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลระหว่างสถานีฐานและเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายโดยเกตเวย์อาจเป็นหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ธรรมดาหรือเป็นหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ ที่มีความสามารถพิเศษในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย สถานีฐานทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่วัดได้จากหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ควบคุมการทำงานและติดต่อกับผู้ใช้งาน หรืออาจติดต่อกับเครือข่ายอื่นๆ เช่น อินเตอร์เน็ต



รูปที่ 2.2 โครงสร้างแบบจำลองเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย [3]

เนื่องจากเป็นการทำงานแบบไร้สายทำให้แต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ใช้แหล่งพลังงานภายในหน่วยร่วมเซ็นเซอร์เองหรือในบางกรณี อาจใช้แหล่งกำเนิดพลังงานเพื่อให้หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ด้วยเหตุนี้ทำให้เครือข่ายมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาเนื่องจากหน่วยร่วมเซ็นเซอร์อาจหยุดทำงานเพราะพลังงานหมดหรือกลับขึ้นมาทำงานได้อีกครั้งเมื่อมีพลังงานเพียงพอ รวมไปถึงในบางเครือข่าย ที่มีหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ที่เคลื่อนที่ได้ การเปลี่ยนแปลงของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์นั้นมีผลต่อโครงสร้าง (topology) ของเครือข่าย และส่งผลถึงเส้นทางในการส่งข้อมูลของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ โดยเส้นทางในการส่งข้อมูล ในแต่ละโครงสร้างนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการหาเส้นทาง (routing algorithm) ซึ่งวิธีการหาเส้นทางในแต่ละเครือข่าย จะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของเครือข่ายนั้น ๆ

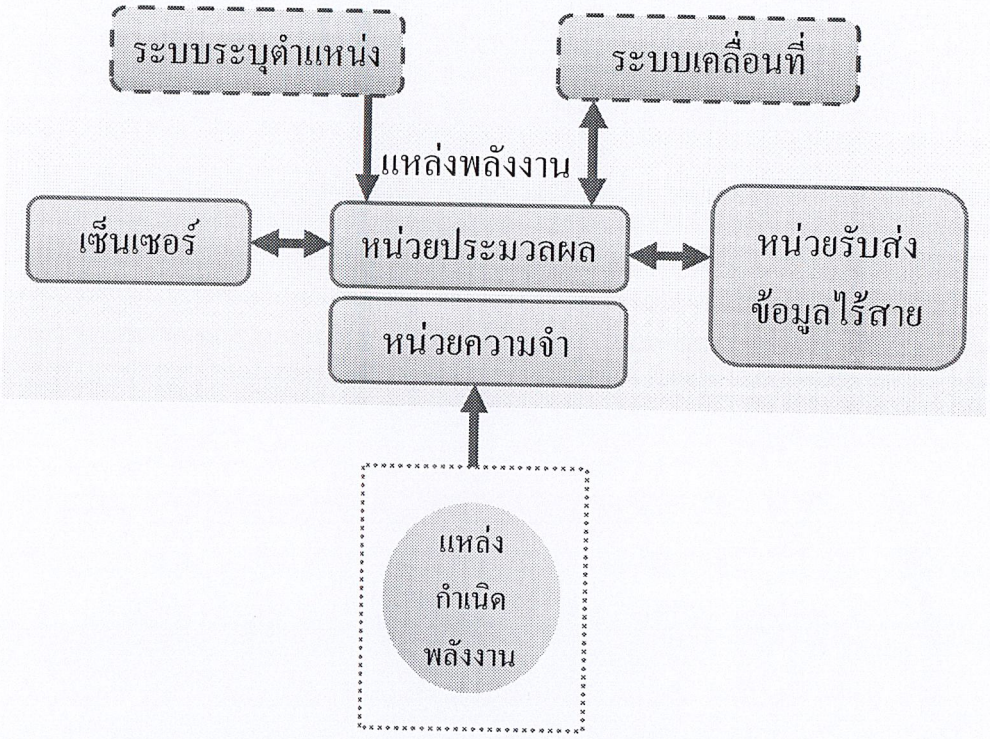
2.1.4 คุณสมบัติของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์และเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

1) หน่วยร่วมเซ็นเซอร์มีราคาต่ำเพื่อการสร้างเครือข่ายที่ต้องใช้หน่วยร่วมเซ็นเซอร์จำนวนมาก และเหมาะสำหรับการนำไปใช้ครั้งเดียว
2) หน่วยร่วมเซ็นเซอร์มีขนาดเล็กเพื่อฝังตัวในสภาพแวดล้อม
3) หน่วยร่วมเซ็นเซอร์มีแหล่งพลังงานและความสามารถในการประมวลผลจำกัด
4) หน่วยร่วมเซ็นเซอร์และเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสามารถจัดการตัวเองได้ โดยไม่ต้องมีมนุษย์เข้าไปควบคุมหรือช่วยเหลือ
5) หน่วยร่วมเซ็นเซอร์จำนวนมาก กระจายตัวครอบคลุมบริเวณทำการของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อเก็บข้อมูล
6) เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายทนทานต่อความเสียหายเมื่อหน่วยร่วมเซ็นเซอร์บางส่วนทำงานไม่ได้

7) โครงสร้างเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเป็นโครงสร้างที่ไม่แน่นอนและเปลี่ยนแปลงได้อยู่ตลอดเวลา

2.1.5 หน่วยร่วมเซ็นเซอร์

การทำงานของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์คือการวัดและเก็บข้อมูลที่ได้จากสภาพแวดล้อม นำข้อมูลไปประมวลผล สร้างเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายและส่งข้อมูล ทำให้หน่วยร่วมเซ็นเซอร์มีส่วนประกอบดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ [3]

ส่วนประกอบของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์แบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มส่วนประกอบหลักที่จำเป็นเพื่อให้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายทำงานได้ โดยในรูปที่ 2.3 จะเป็นส่วนประกอบที่มีเส้นรอบรูปเป็นเส้นทึบและกลุ่มส่วนประกอบเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มคุณสมบัติพิเศษให้กับหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ โดยในรูปที่ 2.3 จะเป็นส่วนประกอบที่มีเส้นรอบรูปเป็นเส้นประ

2.1.5.1 กลุ่มส่วนประกอบหลัก

- ***เซ็นเซอร์ (sensor)*** ทำหน้าที่วัดค่าต่างๆ จากสภาพแวดล้อมตามแต่ชนิดของเซ็นเซอร์ เช่น ความชื้น อุณหภูมิ ความเข้มแสง ควัน ความเร่ง แรงสั่นสะเทือน ความเคลื่อนไหว ความลึก ความเป็นกรดหรือด่าง เป็นต้น

- ***หน่วยรับ-ส่งข้อมูลไร้สาย (transceiver unit)*** ทำหน้าที่รับ-ส่งข้อมูลแบบไร้สายในย่านความถี่สาธารณะ (ISM band) เพื่อรับ-ส่งข้อมูลระหว่างหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ข้างเคียง

- ***หน่วยประมวลผล (processing unit)*** ติดต่อกับเซ็นเซอร์เพื่อสั่งงานหรือรับข้อมูลที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ เพื่อนำไปประมวลผลเป็นข้อมูล จัดเก็บลงในหน่วยความจำ รอการร้องขอข้อมูลหรืออาจส่งข้อมูลทันทีผ่านทางหน่วยรับ-ส่งข้อมูลไร้สาย หน่วยประมวลผลกลางอาจรับข้อมูลจากระบบระบุตำแหน่งเพื่อช่วยในการประมวลผลต่างๆ หรือหน่วยประมวลผลกลางอาจทำหน้าที่ควบคุม การเคลื่อนที่ของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ผ่านทางระบบเคลื่อนที่ นอกจากนี้หน่วยประมวลผลกลางยังทำหน้าที่ประมวลผลเครือข่ายและหาเส้นทางในการส่งข้อมูลของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์

- ***แหล่งพลังงาน (power unit)*** เก็บสะสมพลังงานและให้พลังงานกับทุกส่วนประกอบบนหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ แหล่งพลังงานจะรับพลังงานจากแหล่งกำเนิดพลังงานหากหน่วยร่วมเซ็นเซอร์มีแหล่งกำเนิดพลังงาน

2.1.5.2 กลุ่มส่วนประกอบเพิ่มเติม

- ***ระบบระบุตำแหน่ง (positioning unit)*** เป็นหน่วยระบุตำแหน่งของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์โดยใช้ GPS เพื่อนำข้อมูลตำแหน่งไปใช้ประมวลผล เช่น หาเส้นทางเพื่อส่งข้อมูล หาตำแหน่งสำหรับการเคลื่อนที่ของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ เป็นต้น

- ***ระบบเคลื่อนที่ (mobilizing unit)*** ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายตำแหน่งของเซ็นเซอร์ เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น จัดรูปแบบโครงสร้างเครือข่าย ติดตามวัตถุ เคลื่อนที่หาสัญญาณสื่อสาร เป็นต้น

- ***แหล่งกำเนิดพลังงาน (power generator unit)*** ทำหน้าที่กำเนิดพลังงานจากสิ่งแวดล้อม เช่น พลังงานลม ความร้อน ปฏิกิริยาเคมี การสั่นสะเทือน เป็นต้น ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อเก็บสะสมและใช้ต่อไป เพื่อชดเชยพลังงานที่ถูกใช้ไป ทำให้ตัวเซ็นเซอร์ไร้สายทำงานได้เป็นเวลานาน

2.1.6 ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

เนื่องจากข้อจำกัดในหลายๆ ด้าน เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายจึงมีระบบเครือข่ายที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับการใช้งาน เช่น ในระบบเตือนภัย ระบบเครือข่ายต้องการความเร็วสูงในการส่งข้อมูลและจะส่งข้อมูลเมื่อเกิดอุบัติการณ์ขึ้นเท่านั้นเพื่อประหยัดพลังงาน ในระบบวัดและควบคุม

ทางการเกษตร ระบบเครือข่ายไม่ต้องการความเร็วสูงในการส่งข้อมูล แต่จะส่งข้อมูลตลอดเวลา โดยอาจมีการรวมข้อมูล (Data fusion) ในระหว่างเส้นทางการเดินทางของข้อมูลเพื่อลดจำนวนครั้งของการสื่อสารและประหยัดพลังงาน ดังนั้นการเลือกชนิดและออกแบบเครือข่ายจะต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับการใช้งาน

2.1.6.1 โปรโตคอลสแตก (Protocol stack) หรือระดับชั้น

เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายให้ความสำคัญกับพลังงานมาก เพราะเซ็นเซอร์ไร้สายมักมีแหล่งพลังงานที่จำกัด ทำให้พลังงานมีผลมากกับเซ็นเซอร์ไร้สายและเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายในด้านการออกแบบจึงปรับปรุงโปรโตคอลสแตกของ Open Systems Interconnection (OSI) model โดยแบ่งเป็นสามชั้นและหนึ่งระนาบดังรูปที่ 2.4 แต่ละชั้นจะทำหน้าที่เฉพาะของตัวเอง คอยให้ความช่วยเหลือชั้นบนและขอความช่วยเหลือจากชั้นล่างที่ติดกับชั้นตัวเอง ส่วนระนาบซึ่งเชื่อมโยงกับทุกชั้นจะควบคุมบริหารจัดการในทุกๆ ชั้นให้ทำงานตามวัตถุประสงค์ของระนาบนั้นๆ อย่างไรก็ตามการใช้งานที่แตกต่างกันก็ส่งผลถึงรูปแบบโปรโตคอลสแตกที่แตกต่างกัน

รูปที่ 2.4 ระดับชั้นโปรโตคอลของเครือข่ายสื่อสารไร้สาย [3]

- ***ชั้นกายภาพ (physical layer)*** รับผิดชอบการรับ-ส่งสัญญาณไร้สายในด้านกายภาพ เช่น ช่วงความถี่สัญญาณ การมอดูเลต (modulation) การเข้ารหัสระดับช่องสัญญาณ (channel coding) ชั้นกายภาพในประเทศไทยจะใช้ช่วงความถี่สาธารณะและกำลังส่งตามกฎหมายกำหนด

- ***ชั้นเชื่อมต่อข้อมูล (data link layer)*** รับผิดชอบการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างเซ็นเซอร์ข้างเคียง การเข้าใช้ช่องสัญญาณ (medium access control (MAC)) การควบคุมข้อผิดพลาด (error control) ของข้อมูล เพื่อให้การสื่อสารระหว่างหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ถูกต้องและเชื่อถือได้ ปัจจุบันการเข้าใช้ช่องสัญญาณของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์จะเป็น

แบบสุ่มเข้าใช้งาน (random access) ที่เป็นเช่นนี้เพราะการใช้งานเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายประกอบไปด้วยหน่วยร่วมเซ็นเซอร์อยู่เป็นจำนวนมากและไม่มีโครงสร้างที่แน่นอนทำให้การควบคุมแบบรวมศูนย์ทำได้ยาก และการใช้ช่องสัญญาณแบบสุ่มทำให้เกิดความเท่าเทียมกันในการเข้าใช้ช่องสัญญาณ

- ***ชั้นเครือข่าย (network layer)*** รับผิดชอบการรับ-ส่งข้อมูลระดับเครือข่าย เนื่องจากเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายใช้การส่งข้อมูลแบบมัลติฮอพ (multi - hop) เพื่อส่งข้อมูลจากหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ไปยังสถานีฐาน การคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสมในการส่งข้อมูลเป็นหน้าที่หลักของชั้นนี้

- ***ระนาบพลังงาน (power plane)*** รับผิดชอบควบคุมการใช้พลังงานในชั้นต่างๆของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ และเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายให้มีประสิทธิภาพ โดยอาจประสานงานข้ามชั้น (cross layer) เช่น หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ที่เหลือพลังงานน้อย อาจจะลดพลังงานในการส่งข้อมูลในชั้นกายภาพโดยประสานงานกับชั้นเครือข่ายเพื่อเลือกเส้นทางที่ควรจะส่งข้อมูลในกรณีที่ระยะส่งข้อมูลลดลงเนื่องการลดพลังงานในการส่งข้อมูล

2.1.6.2 การพิจารณาระบบเครือข่าย

- การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากหน่วยร่วมเซ็นเซอร์มีพลังงานอยู่จำกัด ซึ่งพลังงานที่มีเก็บสะสมอยู่เป็นตัวแปรหนึ่งของอายุการใช้งานหน่วยร่วมเซ็นเซอร์และอายุของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

- ความล่าช้าของข้อมูล การใช้งานเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายในบางประเภทต้องการให้ได้ข้อมูลเร็วที่สุดหรือมีระดับความล่าช้าของข้อมูลไม่เกินค่าที่กำหนดหลังจากหน่วยร่วมเซ็นเซอร์เก็บข้อมูลได้ เช่น ในงานสัญญาณเตือนภัยสึนามิ ไฟป่า หรือในงานควบคุมที่ความล่าช้าของข้อมูล (delay-sensitive) มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบควบคุม เป็นต้น

- ความถูกต้องของข้อมูล เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายควรจะให้ข้อมูลที่ถูกต้องสูง ซึ่งขึ้นอยู่กับความแม่นยำของเซ็นเซอร์และการประมวลผลข้อมูลในหน่วยร่วมเซ็นเซอร์หรือในเครือข่ายเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องที่สุด

- ความทนทานต่อความเสียหาย เหตุการณ์ที่หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ไม่สามารถทำงานได้มีโอกาสเกิดขึ้นได้ ดังนั้นเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายต้องปรับเปลี่ยนโครงสร้างเพื่อให้

เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายยังคงทำงานต่อไปได้ เช่น การมีเส้นทางสำรองในการเชื่อมต่อเครือข่ายและในการส่งข้อมูล

- ความสามารถในการส่งข้อมูล แบ่งออกเป็น ความสามารถในการส่งข้อมูลของแต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์และความสามารถในการส่งข้อมูลของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ในกรณีที่ส่งข้อมูลไม่พร้อมกัน ความสามารถในการส่งข้อมูลของแต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์เป็นสิ่งสำคัญ แต่ในกรณีที่ส่งข้อมูลพร้อมๆ กันจำนวนมาก ความสามารถในการส่งข้อมูลของเครือข่ายเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้งานเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

- จำนวนหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเป็นปัจจัยหลักกับค่าใช้จ่ายและความคุ้มค่าในการเลือกใช้ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

2.1.7 การประยุกต์ใช้งานเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

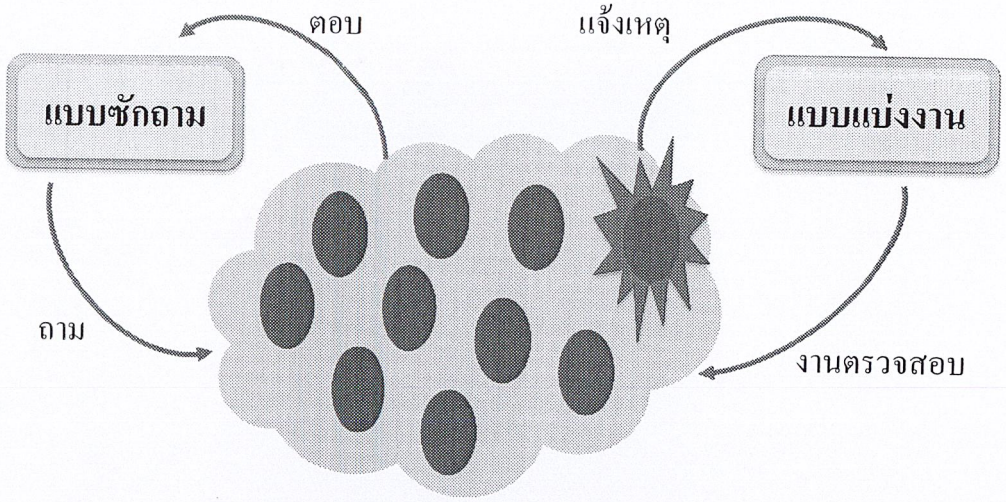
การใช้งานเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายแบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็นสองประเภท คือประเภทซักถาม (querying) กับประเภทแบ่งงาน (tasking)

2.1.7.1 แบบซักถาม (querying)

เมื่อเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายถูกถามหาข้อมูลหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ใดๆ ที่มีข้อมูลจะตอบกลับผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายดังรูปที่ 2.5 ตัวอย่างเช่น ในงานการเกษตร หน่วยร่วมเซ็นเซอร์จะถูกถามเมื่อโปรแกรมที่ใช้งานต้องการใช้ข้อมูลความชื้นและอุณหภูมิ หน่วยร่วมเซ็นเซอร์จะตอบด้วยข้อมูลที่ถูกเก็บบันทึกไว้ในแต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์

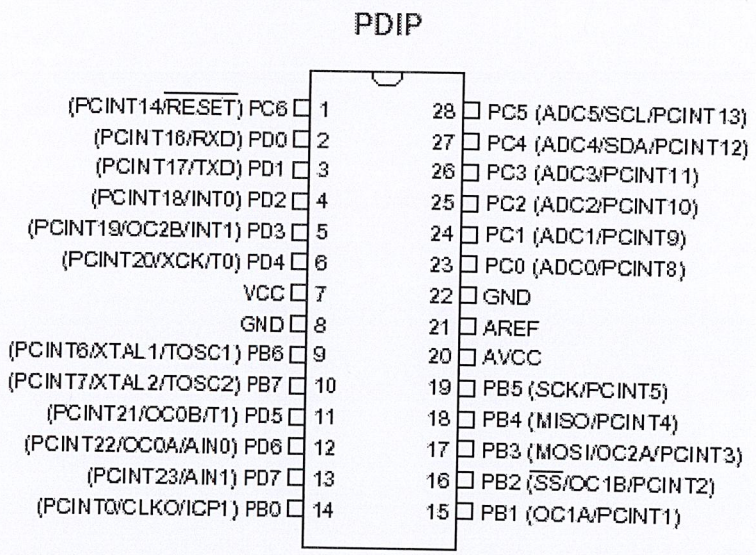
2.1.7.2 แบบแบ่งงาน (tasking)

เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายรับหน้าที่ทำการตรวจสอบเหตุการณ์ต่างๆ เมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ได้รับมอบหมายให้ตรวจสอบ หน่วยร่วมเซ็นเซอร์จะแจ้งข้อมูลผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายกลับทันทีดังรูปที่ 2.5 ตัวอย่างเช่น ในการเตือนภัยไฟป่า เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายได้รับมอบหมายให้เฝ้าวัดความร้อนและควันไฟ หน่วยร่วมเซ็นเซอร์จะแจ้งข้อมูลกลับทันทีเมื่อตรวจวัดความร้อนและควันไฟได้เกินระดับที่ตั้งไว้เท่านั้น



รูปที่ 2.5 ลักษณะการใช้งานเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายแบบซักถามและแบบแบ่งงาน [3]

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR8 เบอร์ Atmega168v ของบริษัท Atmel



รูปที่ 2.6 รูปแบบตัวถังและตำแหน่งขาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega168 [4]

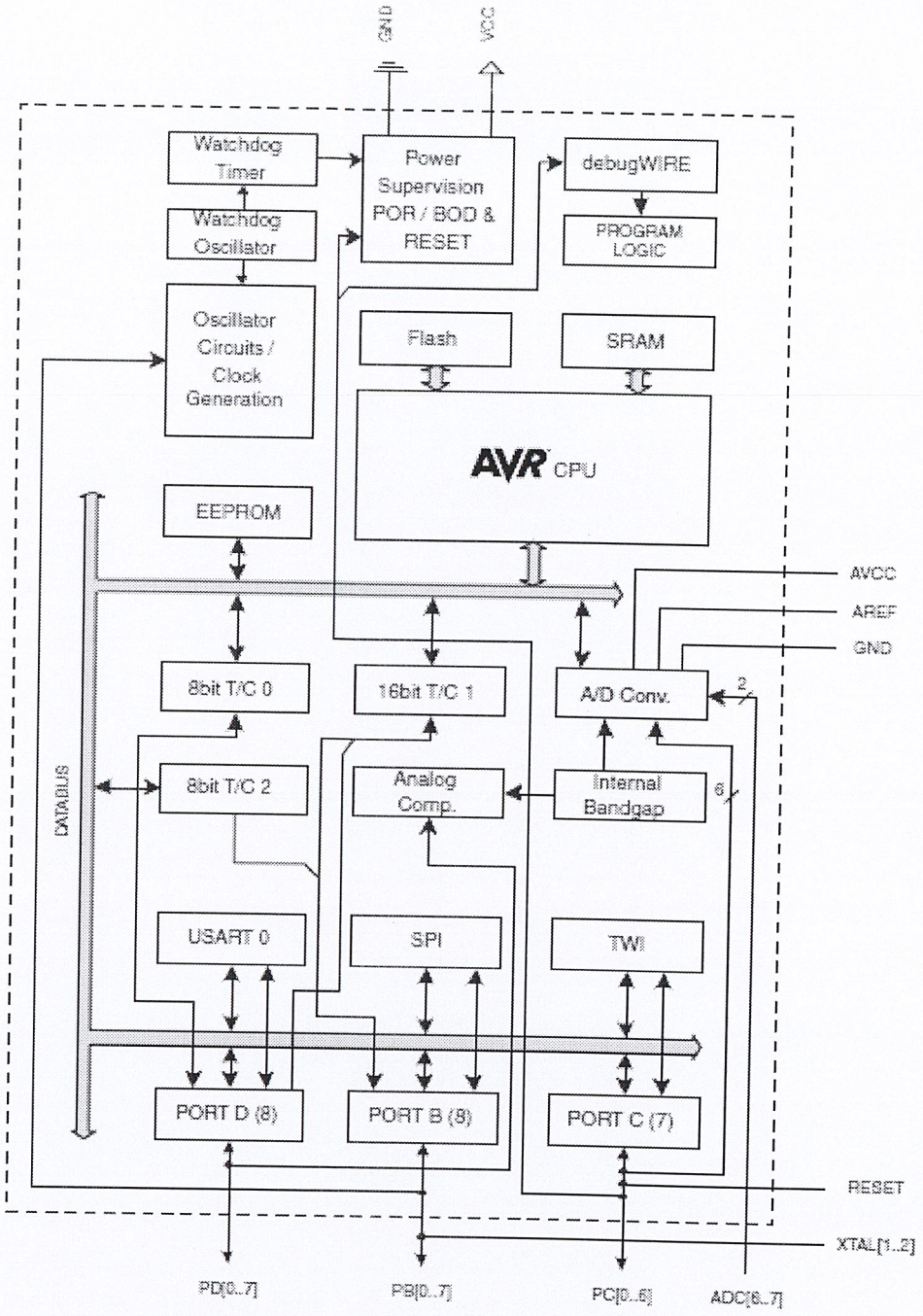
2.2.1 ข้อมูลพื้นฐาน

ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เป็นไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ของบริษัท Atmel มีสถาปัตยกรรมภายในเป็นแบบ RISC (reduced instruction set computer) โดยใช้สัญญาณนาฬิกาเพียง 1 ลูกในการปฏิบัติงานใน 1 คำสั่งโดยจะประกอบด้วยหน่วยความจำโปรแกรมภายในที่เป็นแบบแฟลช์ (flash) โปรแกรมข้อมูลได้แบบ In-System programmable และในบางเบอร์ยังสามารถมีการกำหนดตำแหน่งของหน่วยความจำที่สร้างเป็นบูตโหลดเดอร์ boot loader (เขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับ PC หรือไอซีตัวอื่นๆ และยังสามารถโปรแกรมให้กับตัวเองได้) มีขนาดของ

หน่วยความจำตามเบอร์ของไอซีแต่ละตัวยกตัวอย่างคุณสมบัติเบื้องต้นของไอซีเบอร์ Atmega168 ได้ดังต่อไปนี้

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิตมีประสิทธิภาพสูงใช้พลังงานต่ำ
- มีโครงสร้างสถาปัตยกรรมภายในแบบ Advance RISC
- มีคำสั่งควบคุมการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ 130 คำสั่งคำสั่งส่วนมากจะทำสำเร็จในรอบสัญญาณนาฬิกาเดี่ยว
- มีจำนวนรีจิสเตอร์ทั่วไปขนาด 32 x 8
- มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในแบบ **Flash** ขนาด 16 K Bytes มีการโปรแกรมได้แบบ In-System Self-programmable
- มีหน่วยความจำภายในแบบ **EEPROM** ขนาด 512 Bytes
- มีหน่วยความจำภายในแบบ **SRAM** ขนาด 1K Byte
- เขียน /ลบ ได้ถึง 10,000 ครั้ง สำหรับหน่วยความจำแบบ Flash และ 100,000 สำหรับหน่วยความจำแบบ EEPROM
- กำหนดการ **Boot Code Section** ในตำแหน่งต่างๆ และ **Lock Bits** ได้ (ทำ boot loader)
- Programming Lock for Software **Security** ป้องกันข้อมูล
- **Timer/Counters** ขนาด **8-bit** 2 ตัว และมี Separate Prescaler โหมด Compare อีก 1 ตัว
- One **16-bit Timer/Counter** with Separate Prescaler, CompareMode and Capture
- มี PWM 6 ช่องสัญญาณ
- ADC ความละเอียด 10 บิต จำนวน 8 ช่องสัญญาณ
- สามารถตรวจสอบการขัดจังหวะและตื่นจากการทำงานจากการเปลี่ยนแปลงของขาอินพุต เอาท์พุต
- สามารถทำการโปรแกรมผ่าน USART
- มีการติดต่อแบบ Master/Slave **SPI Serial Interface**
- ใช้งาน RC Oscillator ภายในไอซีและภายนอกไอซีได้
- ระดับอุณหภูมิที่สามารถทำงานได้ -40 °C ถึง 85 °C
- ความเร็วสูงสุดที่สามารถทำงานได้ 0 - 4 MHz ที่แรงดัน 1.8 - 5.5 V และ 0 - 10 MHz ที่แรงดัน 2.7 - 5.5V
- การทำงานที่พลังงานต่ำ
    - การทำงาน Active โหมด 1 MHz, ที่ 1.8V ใช้กระแส 240 μA
    - การทำงาน Power-down โหมด ที่ 1.8V ใช้กระแส 0.1 μA

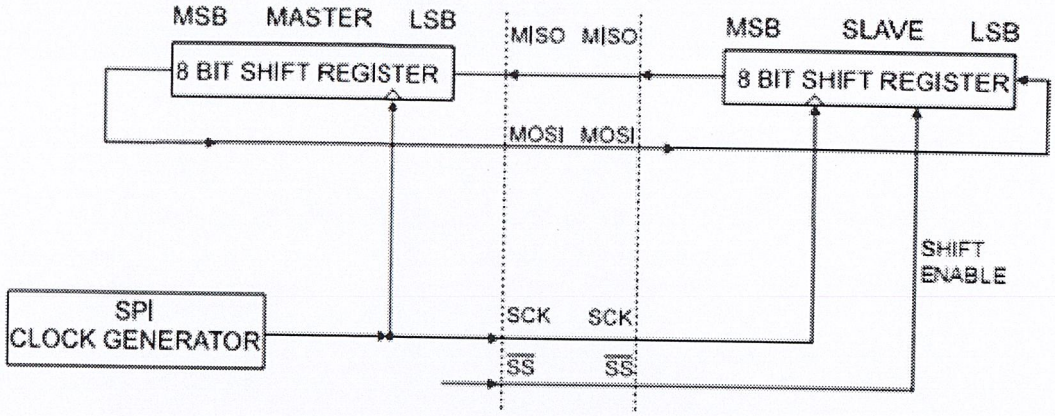
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.7 สถาปัตยกรรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega168 [4]

117380

2.2.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์อนุกรม (SPI)



รูปที่ 2.8 การเชื่อมต่ออุปกรณ์อนุกรม (SPI) [4]

การเชื่อมต่ออุปกรณ์อนุกรม (Serial Peripheral Interface) หรือ SPI เป็นการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เพื่อรับส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส ระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR หรือจะเป็นอุปกรณ์ภายนอกที่มีการรับส่งข้อมูลแบบ SPI โดยการทำงานแบ่งออกเป็นสองโหมดคือ Master/Slave การสื่อสารข้อมูล SPI ประกอบด้วยสายสัญญาณดังนี้

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงขาการทำงานของการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบอนุกรม [4]

Pin	Direction, Master SPI	Direction, Slave SPI
MOSI	User Defined	Input
MISO	Input	User Defined
SCK	User Defined	Input
$\overline{SS}$	User Defined	Input

2.2.2.1 ตัวอย่างการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับการเชื่อมต่อ

- การทำงานแบบ Master โหมด

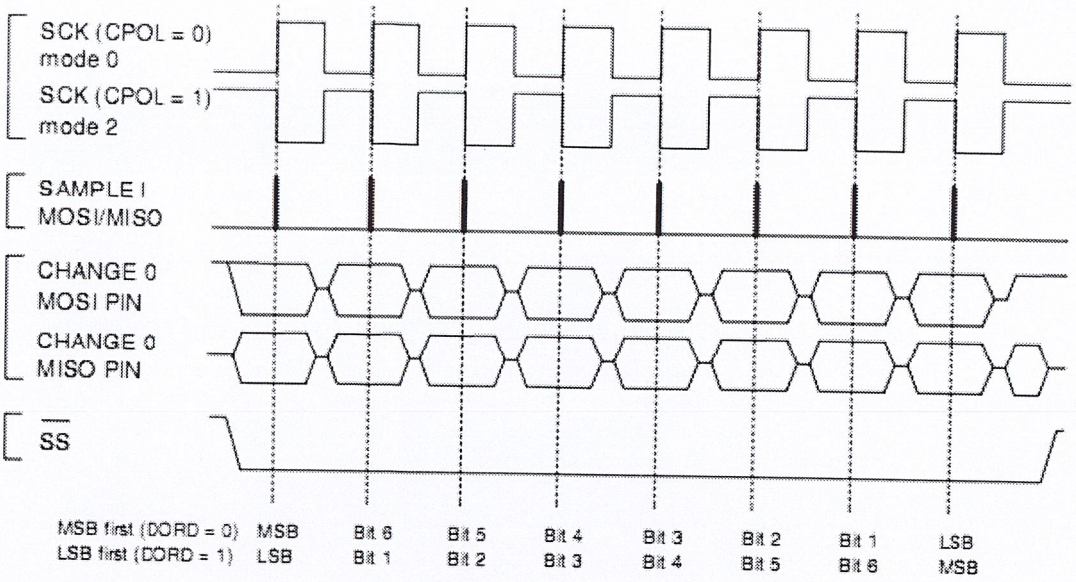
```
voidSPI_MasterInit(void)
{
/* Set MOSI and SCK output, all others input */
DDR_SPI = (1<<DD_MOSI) | (1<<DD_SCK) ;
/* Enable SPI , Master , set clock rate fck/16 */
SPCR = (1<<SPE) | (1<<MSTR) | (1<<SPRO) ;
```

```
}
void SPI_MasterTransmit (char cData)
{
/* Start transmission */
SPDR = cData ;
/* Wait for transmission complete */
While (!(SPSR & (1<<SPIF))) ;
}
```

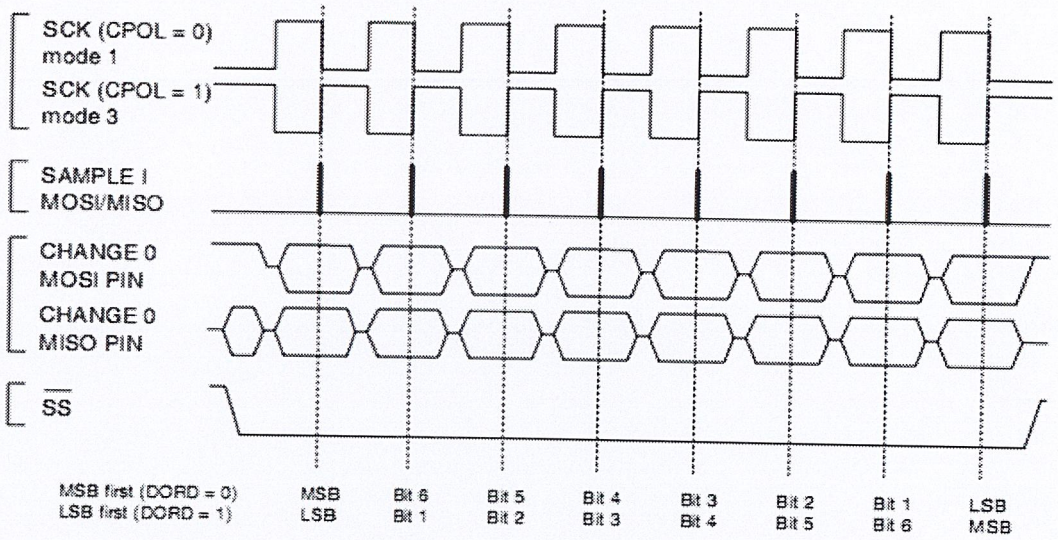
- การ ทำงานแบบ Slave โหมด

```
voidSPI_SlaveInit(void)
{
/* Set MISO output, all others input */
DDR_SPI = (1<<DD_MISO);
/*  Enable SPI  */
SPCR = (1<<SPE) ;
}
charSPI_SlaveReceive (void)
{
/* Wait for reception complete */
Whilie (! (SPSR & (1<<SPIF))) ;
/* Return Data Register */
Return SPDR ;
}
```

โดยรายละเอียดของสัญญาณนาฬิกาสามารถกำหนดได้ผ่านรีจีสเตอร์ SPCR โดยในที่นี้จะไม่กล่าวถึง สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากเอกสารอ้างของทาง บริษัท Atmel ซึ่งรายละเอียดของสัญญาณนาฬิกามีดังนี้

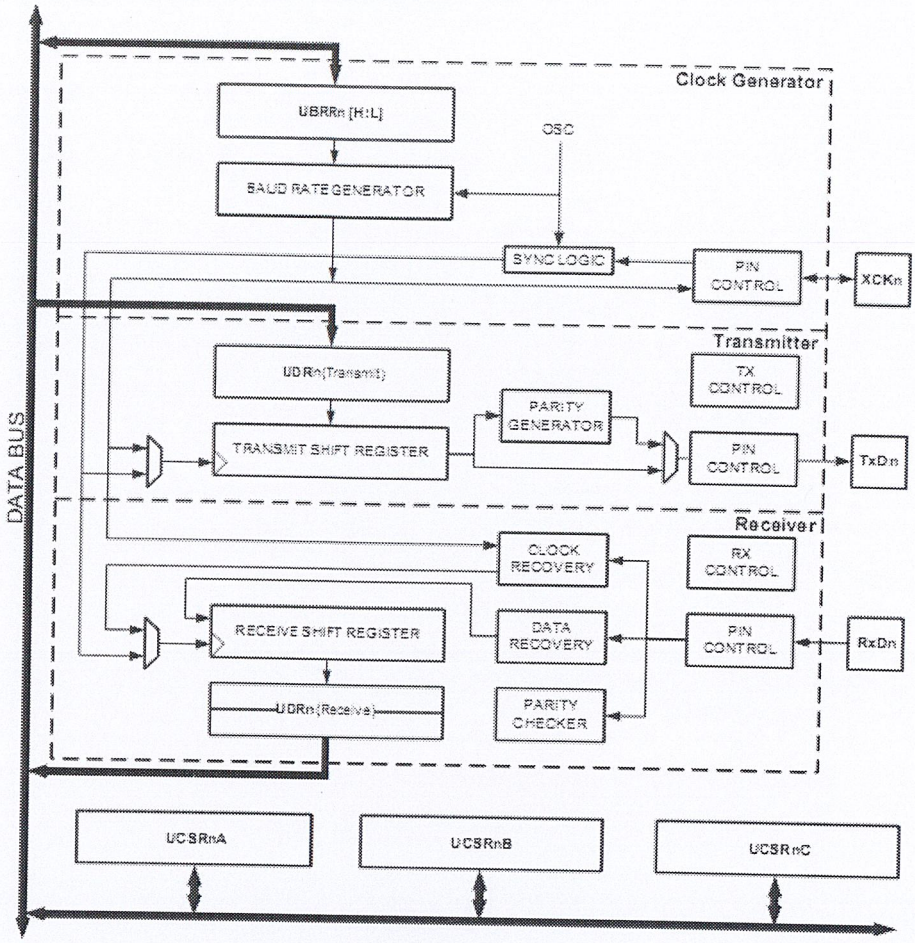


รูปที่ 2.9 รูปแบบการส่งข้อมูลในการกำหนด CPHA=0 [4]



รูปที่ 2.10 รูปแบบการส่งข้อมูลในการกำหนด CPHA=1 [4]

2.2.3 การสื่อสารข้อมูลอนุกรมผ่านโมดูล USART (Universal Synchronous and Asynchronous serial Receiver and Transmitter)



รูปที่ 2.11 โครงสร้างโมดูล USART [4]

2.2.3.1 โมดูล USART

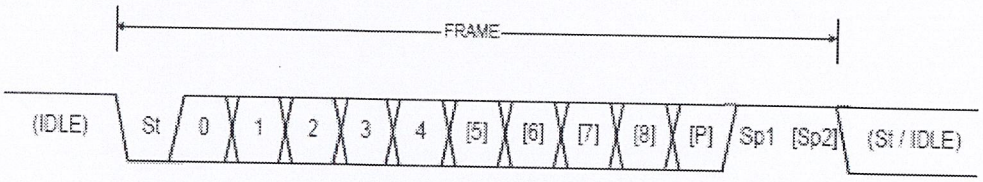
แบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ

- **ส่วนสร้างสัญญาณนาฬิกา (Clock Generator)** เพื่อใช้ในการกำหนดอัตราบอดเรต (Baud rate) ในการรับส่งข้อมูล โดยสามารถกำหนดได้ทั้งภายในและภายนอกผ่านทางขา XCK (Transfer Clock)
- **ส่วนส่งข้อมูลอนุกรม (Transmitter)** โดยส่งข้อมูลออกทางขาพอร์ต TxD
- **ส่วนรับข้อมูลอนุกรม (Receiver)** โดยการรับข้อมูลจากขาพอร์ต RxD

2.2.3.2 รีจีสเตอร์และรูปแบบการส่งข้อมูล

รีจีสเตอร์ควบคุมการทำงาน 3 ตัวประกอบไปด้วย UCSRA, UCSRB, UCSRC การส่งข้อมูลอนุกรมในรูปแบบอะซิงโครนัส จะเป็นการส่งข้อมูลเป็นเฟรม ลักษณะของเฟรมข้อมูลอนุกรมนี้ประกอบไปด้วย

- บิตเริ่มต้นข้อมูล (Start bit)
- บิตข้อมูล (Data bit)
- พาริตี้บิต (Parity bit)
- บิตหยุดข้อมูล (Stop bit)



รูปที่ 2.12 รูปแบบเฟรมข้อมูลในการส่งข้อมูลแบบ USART [4]

2.2.3.3 คุณสมบัติที่สำคัญของโมดูล USART

- การสื่อสารข้อมูลแบบฟลูดูเพลกซ์ (Full Duplex) ตัวรับและตัวส่งแยกอิสระต่อกัน สามารถรับและส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน (พร้อมกัน)
- ทำงานได้ทั้งในโหมดซิงโครนัสและอะซิงโครนัส
- มีคุณสมบัติของพอร์ตอนุกรมครบถ้วน เช่นการกำหนดบิตข้อมูล กำหนดบิตหยุด และกำหนดพาร์ริตี้ (Parity) เป็นต้น
- มีส่วนตรวจสอบความผิดพลาดของเฟรมข้อมูลและข้อมูลโอเวอร์รัน (Framing Error and Data Overrun Detection)
- โหมดการสื่อสารแบบมัลติโปรเซสเซอร์
- โหมดทวีคูณความเร็วในการสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

2.2.3.4 การกำหนดอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล

การกำหนดอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลที่เรียกว่า อัตราบอดเรต (Baud rate) หรือการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณใน 1 วินาที ซึ่งสามารถคำนวณหาได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงการคำนวณอัตราบอดเรตของ USART [4]

Operating Mode	Equation for Calculating Baud Rate[1]	Equation for Calculating UBRRn Value
Asynchronous Normal mode (U2Xn = 0)	$BAUD = \frac{f_{OSC}}{16(UBRRn+1)}$	$UBRRn = \frac{f_{OSC}}{16BAUD} - 1$
Asynchronous Double Speed mode (U2Xn = 1)	$BAUD = \frac{f_{OSC}}{8(UBRRn+1)}$	$UBRRn = \frac{f_{OSC}}{8BAUD} - 1$
Synchronous Master mode	$BAUD = \frac{f_{OSC}}{2(UBRRn+1)}$	$UBRRn = \frac{f_{OSC}}{2BAUD} - 1$

2.2.3.5 ตัวอย่างการกำหนดโปรแกรมให้กับคอนโทรลเลอร์

- การกำหนดค่าเริ่มต้น

```
#define FOSC 1843200 // Clock Speed
#define BAUD 9600
#define MYUBRR FOSC/16/BAUD-1
void  main (void)
{
…
USART_Init (MYUBRR)
…
}
void  USART_Init (unsigned intubrr)
{
/* Set baud rate */
UBRR0H = (unsigned char)(ubrr>>8) ;
UBRR0L = (unsigned char)ubrr ;
```

```
Enable receiver and transmitter */
UCSR0B = (1<<RXEN0) | (1<<TXEN0)) ;
/* Set frame format : 8data, 2stop bit */
UCSR0C = (1<<USBS0) | (3<<UCSZ00) ;
}
```

- การส่งข้อมูล

```
void  USART_Transit (unsigned chardata)
{
/* Wait for empty transmit buffer */
while (!(UCSRnA& (1<<UDREn))) ;
/* Put data into buffer, sends the data */
UDRn = data ;
}
```

- การรับข้อมูล

```
unsignedcharUSART_Receiver (void)
{
/* Wait for data to be received */
while (!(UCSRnA& (1<<RXCn))) ;
/* Get and return received data from buffer */
returnUDRn ;
}
```

2.2.4 การสื่อสารแบบบัส 1 สาย (1-wire Protocol)

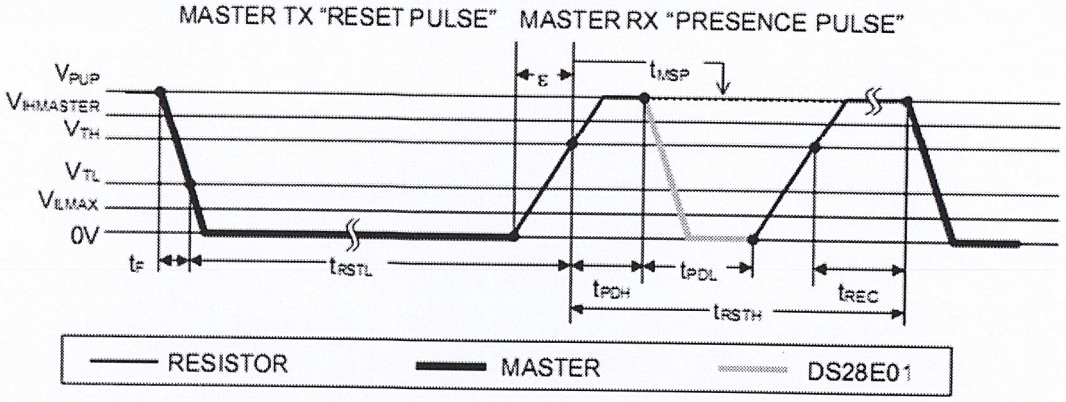
2.2.4.1 การติดต่อ

กระบวนการติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์หรือเรียกว่ามาสเตอร์ (Master) กับอุปกรณ์บนระบบบัส 1 สายหรือเรียกว่า สเลฟ (Slave) นั้นมีกระบวนการดังนี้

ก. การเริ่มต้นติดต่อกับบัส 1 สาย (Reset and Presence Pulses)

การเริ่มต้นติดต่อกับบัส 1 สายหรือเรียกกระบวนการ Reset and Presence Pulse ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเริ่มสร้างสัญญาณลอจิกต่ำ (เขียนค่า 0) ออกไปที่บัส 1 สายเป็นเวลาอย่างน้อย 480 ไมโครวินาที จากนั้นจะส่งสัญญาณลอจิกสูง (เขียนค่า 1) เป็นเวลาระหว่าง 15 ถึง 60

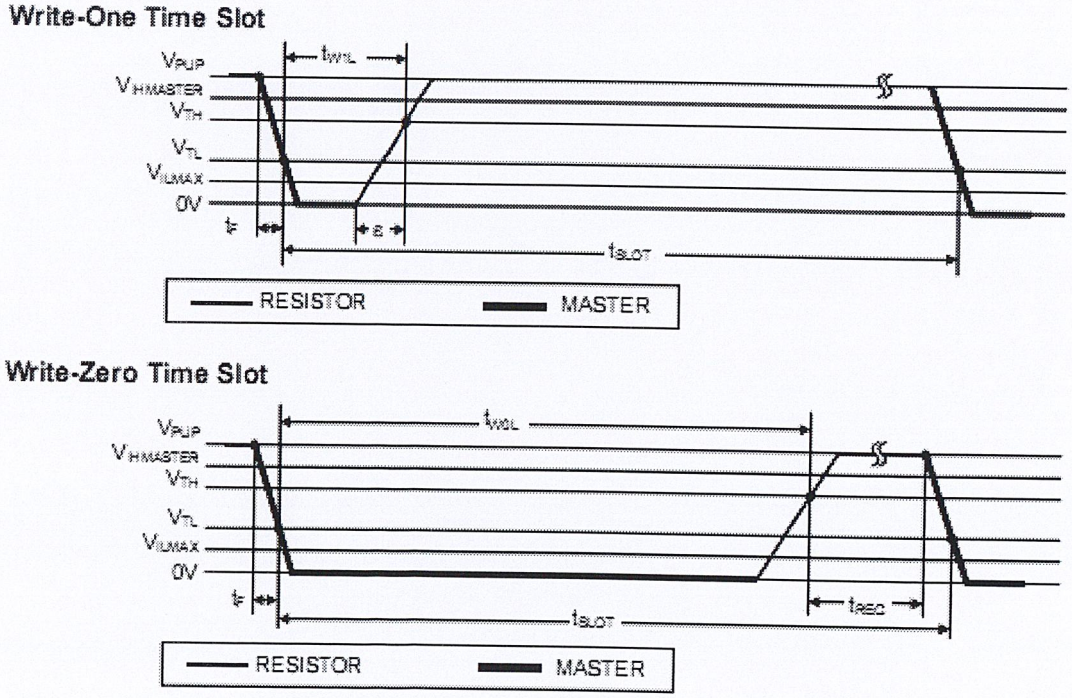
ไมโครวินาที หากอุปกรณ์บัส 1 สาย พร้อมทำงานหรือตอบรับได้ จะทำให้สัญญาณกลับเป็นลอจิกต่ำ โดยสัญญาณจะยังคงอยู่เป็นระยะเวลาระหว่าง 60 ถึง 240 ไมโครวินาที แสดงดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ไมโครคอนโทรลเลอร์กับการติดต่อไอซี [4]

ข. การเขียนข้อมูลบนบัส 1 สาย (Write 1-Wire bus)

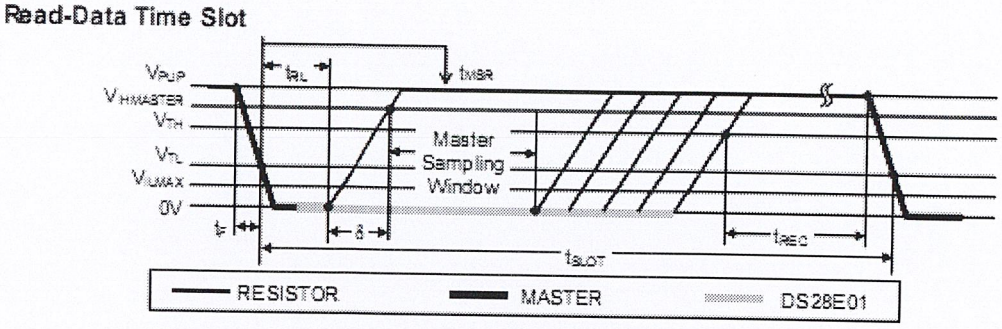
เมื่อเริ่มติดต่อกับอุปกรณ์บัส 1 สาย (DS18x20) ได้แล้ว ในขั้นตอนการเขียนข้อมูลนั้นจะเริ่มต้นด้วยการเขียนข้อมูล 0 ไปที่บัส 1 สายก่อน และหากต้องการเขียนค่า 0 ให้คงสถานะสัญญาณ 0 ไว้เป็นเวลามากกว่า 60 ไมโครวินาทีและไม่เกิน 120 วินาที แต่ถ้าต้องการเขียนค่า 1 หลังจากเริ่มต้นส่งข้อมูล 0 แล้วให้เวลาผ่านไป 1 ไมโครวินาทีก่อนจึงเขียนค่า 1 ตามไป แสดงดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 กระบวนการเขียนข้อมูลบนบัส 1 สาย [4]

ค. การอ่านข้อมูลบนบัส 1 สาย (Read 1-Wire bus)

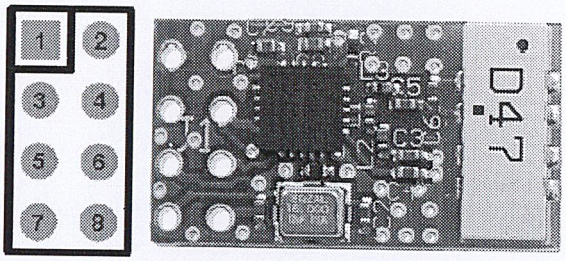
ขั้นตอนการอ่านข้อมูล จะเริ่มต้นส่งข้อมูล 0 ไปที่บัส 1 สายก่อน ในช่วงเวลา 1 ไมโครวินาทีให้เขียนค่า 1 ตามไป ให้อ่านสัญญาณที่ส่งมาจากอุปกรณ์สเลฟหลังจากเวลาผ่านไปแล้ว 15 ไมโครวินาทีขั้นตอนแสดงดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 กระบวนการอ่านข้อมูลบนบัส 1 สาย [4]

2.3 โมดูลการสื่อสารไร้สาย DCBT-24N (nRF24L01)

2.3.1 ข้อมูลพื้นฐานของโมดูลการสื่อสารไร้สาย DCBT-24N (nRF24L01)



รูปที่ 2.16 โมดูลการสื่อสารไร้สาย DCBT-24N (nRF24L01) [5]

จากรูปที่ 2.16

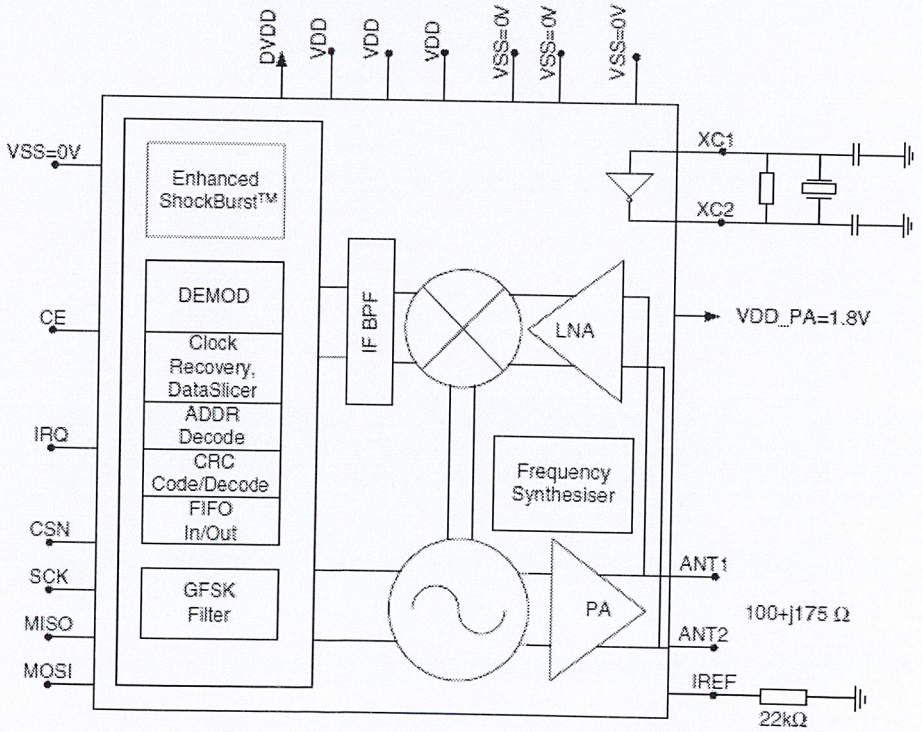
1.GND	2.VDD	3. CE	4.SCK
5. CSN	6.MOSI	7. MISO	8.IRQ

- ใช้ช่วงความถี่ 2.4 GHz ISM band
- ส่งด้วยความเร็วบนอากาศ 2 Mbps
- ขนาด 19 × 10 mm น้ำหนัก 0.95 กรัมใช้พลังงานต่ำ
- กินพลังงาน 11.3 mA ในการการส่งระดับพลังงาน 0 dBm
- กินพลังงาน 12.3 mA ในการรับข้อมูลที่ความเร็ว 2 Mbps
- ทำงานที่ระดับแรงดัน 1.9-3.6 V
- มีระบบจัดการแพคเก็จอัตโนมัติ

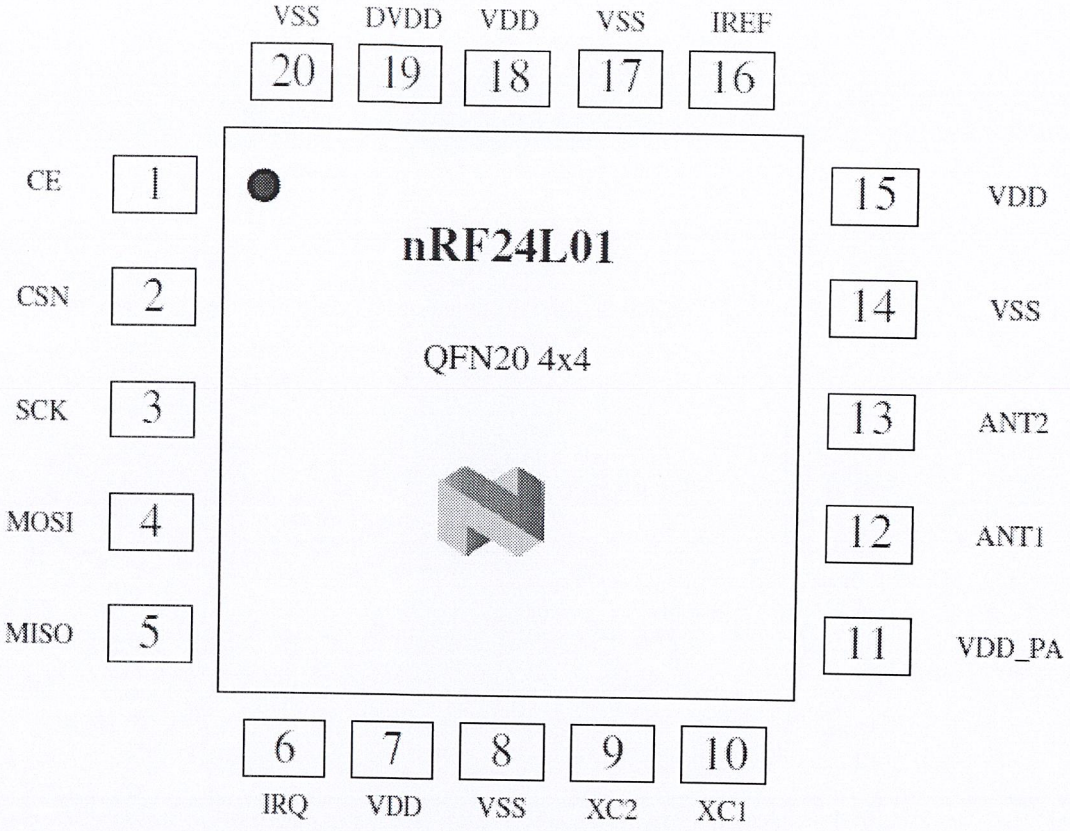
- มีระบบการทำงาน 6 Data pipe MultiCeiver
- ใช้การเชื่อมต่อแบบ SPI
- มีราคาต่ำ
- ช่องสัญญาณ RF 125 ช่อง
- Interface SPI 0-8 MHz
- UEXT เพื่อเชื่อมต่อกับโฮสต์ไมโครคอนโทรลเลอร์

ตารางที่ 2.3 ตารางสรุปคุณสมบัติพื้นฐานของ nRF24L01 [6]

Parameter	Value	Unit
Minimum supply voltage	1.9	V
Maximum output power	0	dBm
Maximum data rate	2000	Kbps
Supply current in TX mode @ 0 dBm output power	11.3	mA
Supply current in RX mode @ 2000 kbps	12.3	mA
Temperature range	-40 to +85	C
Sensitivity @ 1000 kbps	-85	dBm
Supply current in Power Down mode	900	nA



รูปที่ 2.17 บล็อกไดอะแกรมของ nRF24L01 [6]

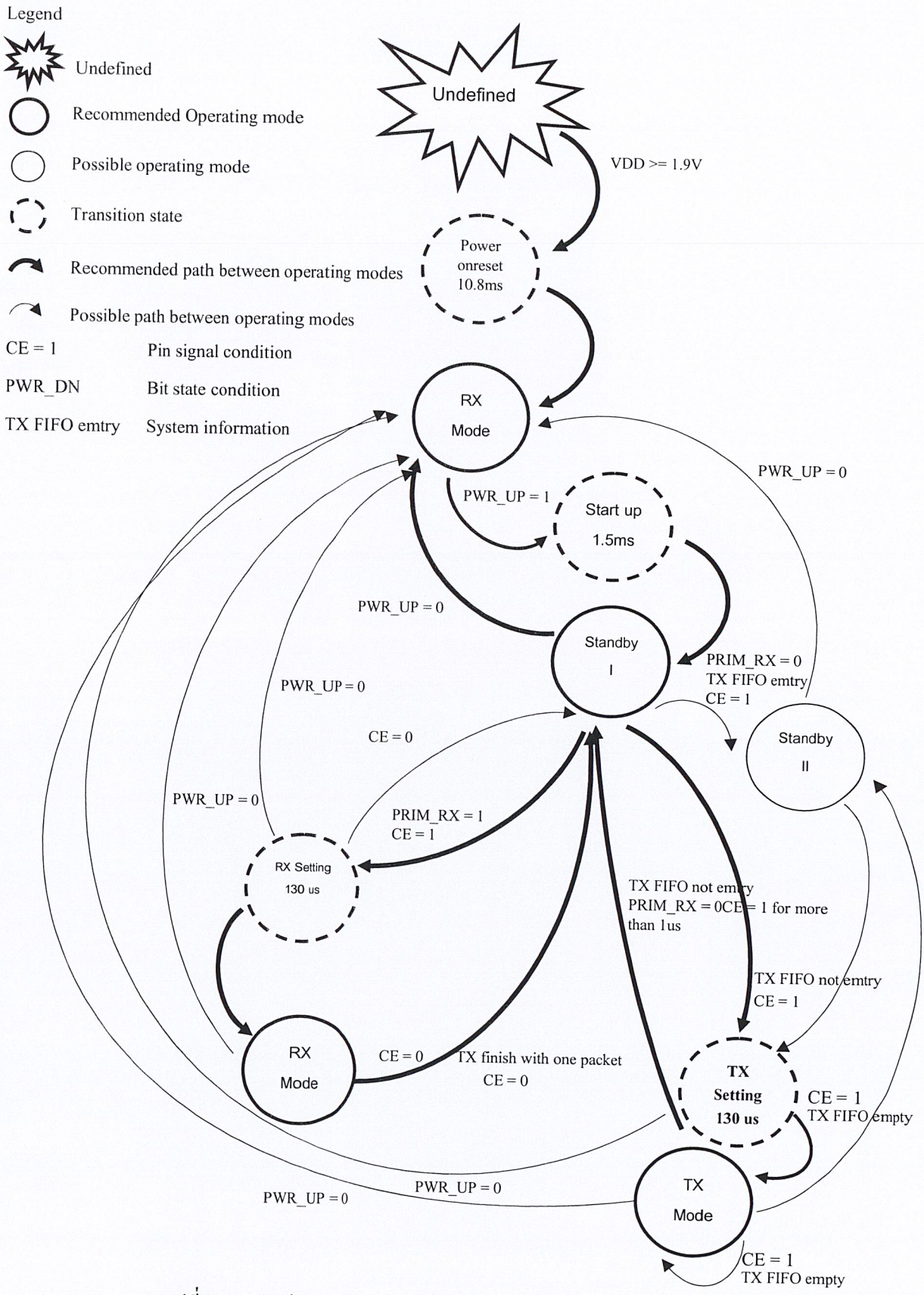


รูปที่ 2.18 nRF24L01 pin assignment ด้านบนสำหรับ QFN20 4x4 แพคเก็จ [6]

ตารางที่ 2.4 ฟังก์ชันของ PIN ใน nRF24L01 [6]

Pin	Name	Pin function	Description
1	CE	Digital Input	Chip Enable Activates RX or TX mode
2	CSN	Digital Input	SPI Chip Select
3	SCK	Digital Input	SPI Clock
4	MOSI	Digital Input	SPI Slave Data Input
5	MISO	Digital Output	SPI Slave Data Output, with tri-state option
6	IRQ	Digital Output	Maskable interrupt pin
7	VDD	Power	Power Supply (+3V DC)
8	VSS	Power	Ground (0V)
9	XC2	Analog Output	Crystal Pin 2
10	XC1	Analog Input	Crystal Pin 1
11	VDD_PA	Power Output	Power Supply (+1.8V) to Power Amplifier
12	ANT1	RF	Antenna interface 1
13	ANT2	RF	Antenna interface 2
14	VSS	Power	Ground (0V)
15	VDD	Power	Power Supply (+3V DC)
16	IREF	Analog Input	Reference current
17	VSS	Power	Ground (0V)
18	VDD	Power	Power Supply (+3V DC)
19	DVDD	Power Output	Positive Digital Supply output for de-coupling purposes
20	VSS	Power	Ground (0V)

2.3.2 กระบวนการทำงานของโมดูล DCBT-24N

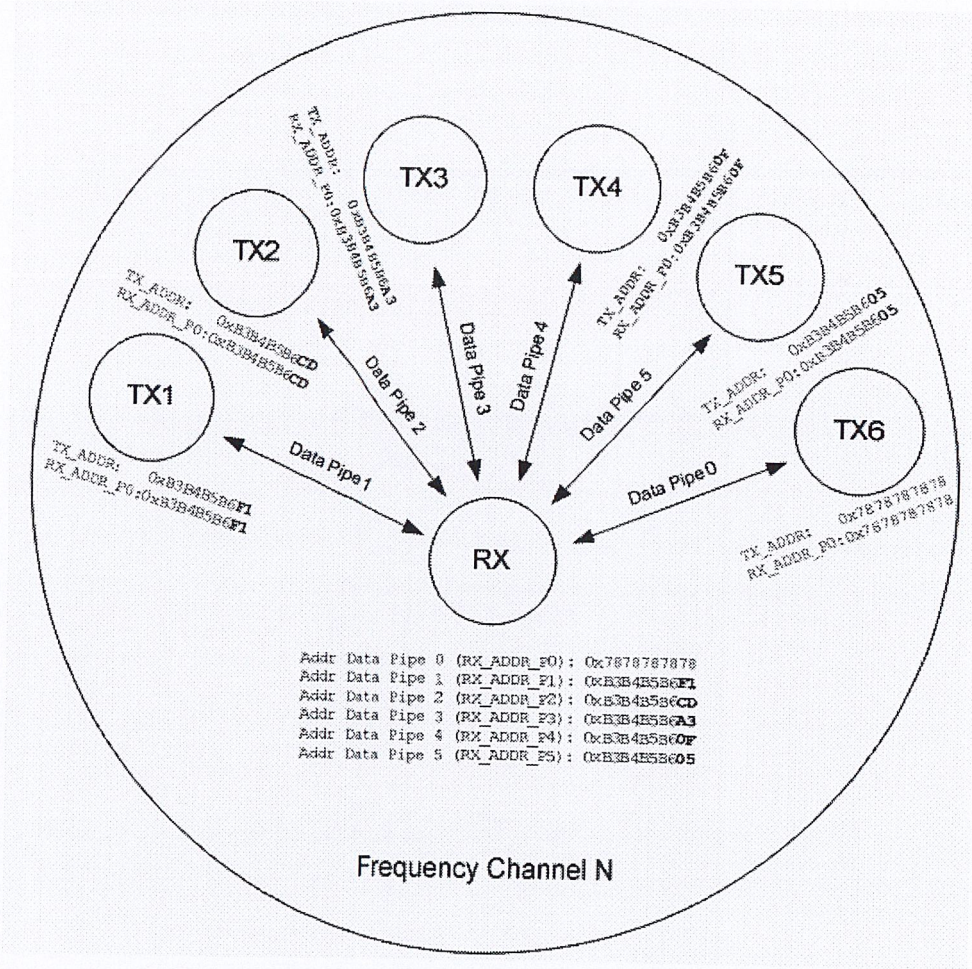


รูปที่ 2.19 สเตจไดอะแกรมการทำงานของโมดูล DCBT-24N [6]

การกำหนดการทำงานสามารถทำได้โดยส่งคำสั่งผ่านฟังก์ชันการทำงานของ SPI โดยมีขาการเชื่อมต่อดังนี้

- IRQ (this signal is active low and is controlled by three maskable interrupt sources)
- CE (this signal is active high and is used to activate the chip in RX or TX mode)
- CSN (SPI Signal)
- SCK (SPI Signal)
- MOSI (SPI Signal)
- MISO (SPI Signal)

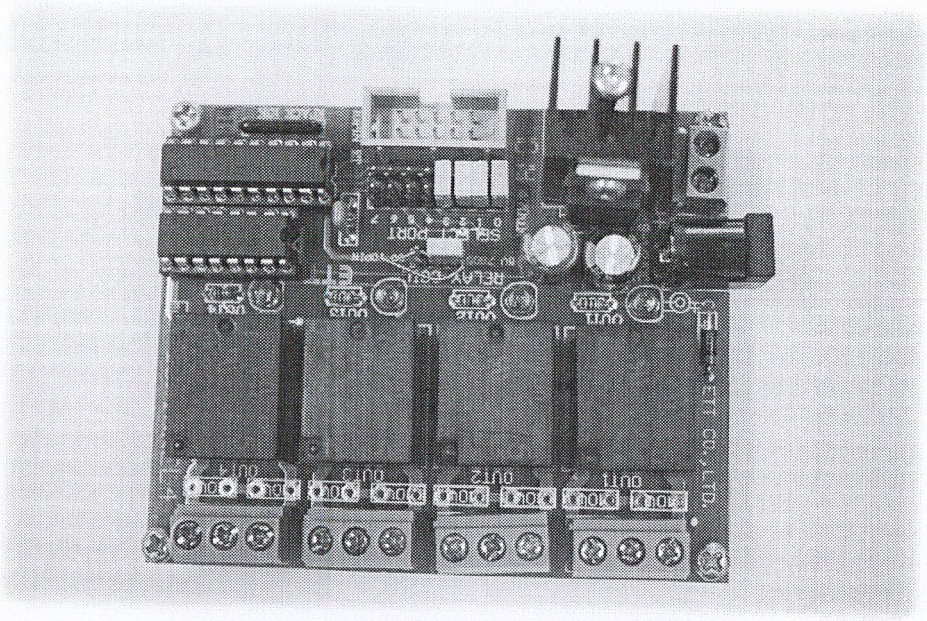
คุณสมบัติพิเศษที่นำมาใช้ในงานนี้คือการทำงานแบบ MultiCeiver ซึ่งสามารถสื่อสารกับอุปกรณ์ได้พร้อมกันถึง 5 ตัว ทำให้สามารถทำการสื่อสารกับอุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว



รูปที่ 2.20 การจัดการการทำงานของโมดูลแบบ MultiCeiver [6]

ส่วนคำสั่งในการจัดการรีจีสเตอร์ภายในโมดูลสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากเอกสารของทางบริษัท Nordic จากเอกสารอ้างอิง

2.4 รีเลย์รุ่น ET-10PIN REL 4



รูปที่ 2.21 รีเลย์รุ่น ET-10PIN REL 4 [7]

ET-10 PIN RFL 4 เป็นบอร์ดที่เป็นรีเลย์ OUTPUT ขนาด 4 ช่อง ออกแบบมาให้ต่อกับบอร์ดของทาง ETT 10 PIN ET (หรือจะต่อใช้กับ 34 PIN ET ก็สามารถใช้ชุด CONVER ขา ET-CONV 34 TO 10 มาต่อร่วมใช้ได้)

- OUTPUT ของรีเลย์ 4 ช่อง มีขั้วต่อออกเป็น COM, NO, NC

- ใช้รีเลย์ COIL 5V DC กระแสหน้าสัมผัสใช้งาน 5A/250V หรือ 10A/24V DC

- สามารถเลือกการใช้งานของ BIT PORT ที่จะนำมาต่อใช้งานได้ว่าจะเป็น 4 BIT LO หรือเลือกใช้ 4 BIT HI ได้ด้วย JUMPER ทำให้ต่อ 10 PIN Test Relay Output 4 CH Breakout Board ได้ 2 ชุด ต่อ 1 ขั้ว 10 PIN

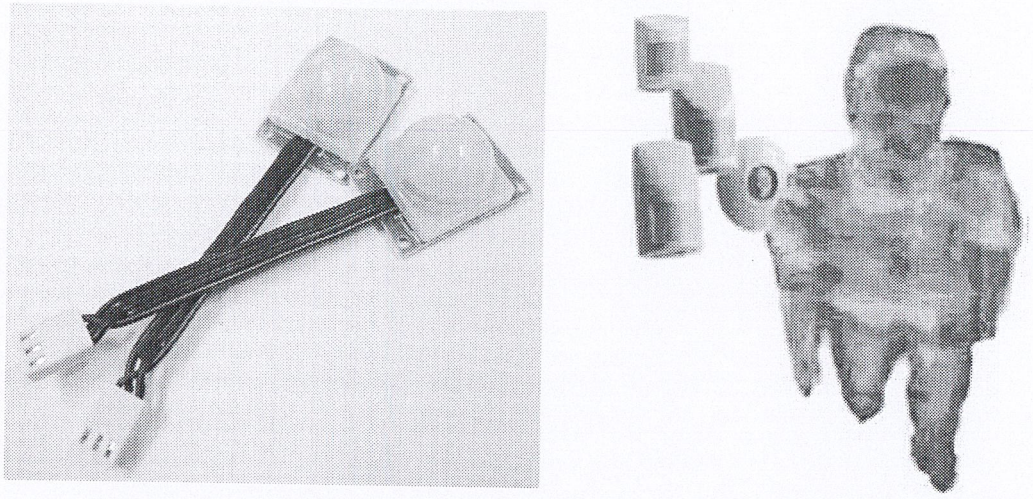
- เลือกใช้ POWER ใช้งานของรีเลย์ได้ด้วยว่าจะต่อตรง จาก +5V ของขั้ว 10PIN หรือจะเลือกใช้ POWER ภายนอกในกรณีบอร์ดควบคุมที่ต่อมายัง REL4 จ่ายไฟให้ไม่พอ โดยใช้ POWER 9 - 12 VDC มี 7805 ON BOARD

- ขนาด PCB ของบอร์ด 6.8 x 8.4 CM พร้อมสายต่อใช้งาน 10 PIN หัวท้าย

2.5 ทรานสดิวเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว

ทรานสดิวเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว (Passive Infrared Detector : PIR) นิยมเรียกว่า พีไออาร์ หรือ ตัวตรวจจับความเคลื่อนไหว เพื่อใช้ในการควบคุมระบบรักษาความปลอดภัยเช่น ติดอยู่ในกล้องเพื่อติดตามการเคลื่อนไหวของมนุษย์หรือสัตว์สิ่งมีชีวิตต่างๆ จะมีการแผ่กระจาย

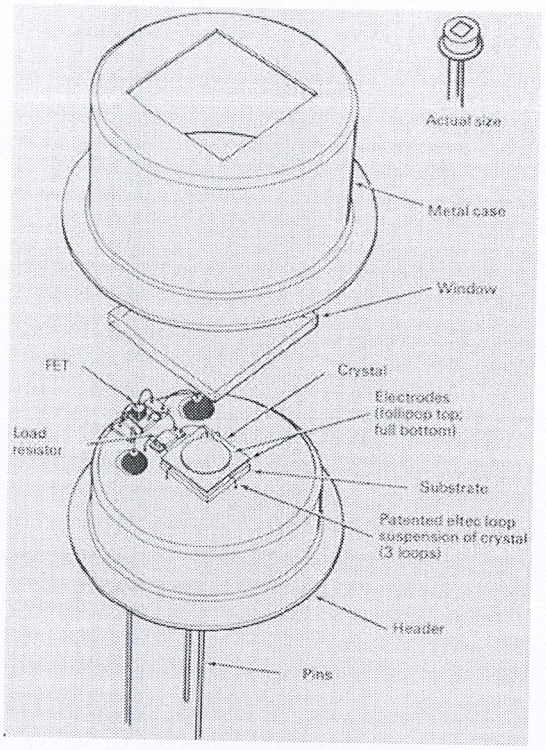
รังสีความร้อนออกมารอบๆ ตัวของมันเอง ในปริมาณที่แน่นอนอยู่จานวนหนึ่ง มีความยาวคลื่นประมาณ 0.74 - 300 ไมโครเมตร ซึ่งอยู่ในแถบความถี่ย่านอินฟราเรด ทั้งนี้ขนาดของรังสีจะขึ้นอยู่กับขนาดและความอบอุ่นภายในตัวตรวจจับความเคลื่อนไหวเอง ทรานสดิวเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวที่ใช้งานทั่วไปดังแสดงในรูปที่ 2.22



(ก) รูปร่าง (ข) การตรวจรังสีอินฟราเรดของมนุษย์

รูปที่ 2.22 ทรานสดิวเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว [8]

จากรูปที่ 2.23 แสดงโครงสร้างภายในของพีไออาร์ ซึ่งพีไออาร์เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่สามารถตรวจจับรังสีอินฟราเรด ซึ่งในตัวพีไออาร์จะประกอบด้วย เลนส์ที่เรียกว่า เฟรสเนล เลนส์ (Fresnel Lenses) ซึ่งเป็นเลนส์ที่มีขนาดเล็กจำนวนมากใช้สำหรับการสร้างแพตเทิร์น (Pattern) การสอดแทรก (Interfered) ของแสงในย่านอินฟราเรด เพื่อตรวจจับความร้อนของสิ่งมีชีวิตหรือวัตถุที่อยู่ใกล้ที่สุด ในขณะที่ยังไม่มีมนุษย์หรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่มีการแผ่กระจายรังสีอินฟราเรดเข้ามาในบริเวณรัศมีของการตรวจจับ รูปแบบการสอดแทรกของแสงนั้น จะมีแพตเทิร์นหยุดนิ่งคงที่แต่เมื่อมนุษย์หรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เกิดการเคลื่อนไหวแพตเทิร์นการสอดแทรกของคลื่นแสงที่ปรากฏ บนตัวพีไออาร์จะเปลี่ยนแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าตามการเคลื่อนไหวนั้น สัญญาณไฟฟ้าจะออกมาทางขาเอาต์พุตแล้วถูกป้อนเข้าสู่ไอซีสำเร็จรูป เช่น บริษัท MPCC เช่นเบอร์ KC778B เพื่อทำการขยายสัญญาณต่อไป



รูปที่ 2.23 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของทรานสดิวเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว [8]

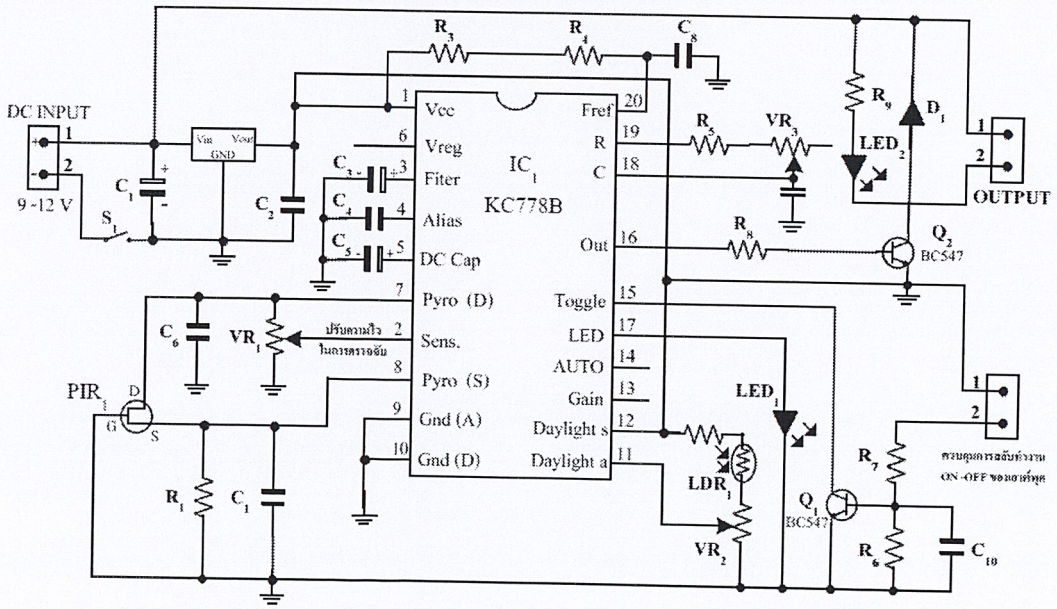
จากรูปที่ 2.23 แสดงโครงสร้างของพีไออาร์ส่วนสำคัญคือ ตัวตรวจจับไวแสงที่ทำมาจากผลึกของลิเทียมซัลเฟส 2 ชุด และเฟต 1 ตัว ประกอบเข้าด้วยกันในตัวถังแบบ TO-5 ชิ้นของผลึกแร่มีขนาด 2 x 1 มิลลิเมตร ต่ออนุกรมกันแต่ต่อกลับขั้ว เมื่อสัญญาณรังสีอินฟราเรดผ่านเข้ามากระทบที่ผลึกทั้งสอง ทำให้เกิดความแตกต่างของสัญญาณไฟฟ้าที่ผลึกทั้งสองตามสัญญาณที่มาตกกระทบ จากนั้นทาการขยายสัญญาณให้สูงขึ้นก่อนนำไปประยุกต์ใช้งาน

สัญญาณที่ตรวจจับได้จะมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 1 - 15 ไมโครเมตร ความถี่จากผลของการตรวจจับความเคลื่อนไหว จะอยู่ในช่วง 0.3 - 3 Hz มีความแรงเพียง 1 mV_{P-P} ดังนั้นจึงต้องมีการต่อวงจรขยายสัญญาณ ซึ่งอดีตมักจะใช้ไอซีออปแอมป์ที่มีอัตราขยายสูงๆ ผลที่ได้คือ วงจรมีขนาดใหญ่มีอุปกรณ์มากมายมีความยุ่งยากในการสร้างค่อนข้างมาก จึงหันมาใช้ไอซี สำเร็จรูปที่ใช้งานเฉพาะงานที่เรียกว่า Master Control Chip หรือ MPCC เบอร์ KC778B ซึ่งการต่อใช้งานดังแสดงในตารางที่ 2.5 และในรูปที่ 2.24

ตารางที่ 2.5 การจัดขาภายในของชิปไอซีตรวจจับความเคลื่อนไหวเบอร์ KC778B [8]

ขาไอซี	ชื่อขา	การทำงาน
1	VCC	แรงดันไฟเลี้ยง (ปกติ 5โวลต์)
2	Sensitivity Adjust	ปรับความไวในการจับความเคลื่อนไหว
3	Offset filter	กรองออฟเซต

4	Anti - alias	กรองสัญญาณ
5	DC Cap	กรองแรงดันเพื่อควบคุมอัตราขยายของ PIR
6	Vreg	วงจรรักษาระดับแรงดัน (Voltage Regulator Circuits)
7	Pyro (D)	ต่อกับเดรนของ PIR
8	Pyro (S)	ต่อกับซอร์สของ PIR
9	Gnd (A)	กราวน์อนาล็อก
10	Gnd (D)	กราวนด์ดิจิตอล
11	Daylight adjust	ปรับความไวต่อแสงสว่างภายนอก
12	Daylight sense	ต่อเซ็นเซอร์ตัวจับแสง
13	Gain select	เลือกอัตราขยาย
14	On/Auto/Off	อินพุตเลือกสภาวะการทำงานใน 3 สถานะ
15	Toggle	อินพุตเลือกการทำงาน (ON/OFF)
16	Out	สัญญาณเอาต์พุตต่อควบคุมโหลด (ON/OFF)
17	LED	แสดงการตรวจจับ
18	C	อินพุตของวงจรไทเมอร์
19	R	เอาต์พุตของวงจรไทเมอร์
20	Fref	ความถี่อ้างอิงออสซิเลเตอร์



รูปที่ 2.24 วงจรชิปไอซีตรวจจับความเคลื่อนไหวเบอร์ KC778B [8]

จากรูปที่ 2.24 หลักการทำงานของ IC KC778B ซึ่งไอซี MPCC เบอร์ KC778B จะรับสัญญาณที่ตรวจจับได้จาก PIR เบอร์ RE200B เข้ามาที่ขา 7 และ 8 โดยมี VR_1 เป็นตัวปรับความไวในการตรวจจับของ PIR และ IC_1 สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ LED_1 จะติดกระพริบตามจังหวะที่เกิดการเคลื่อนไหวของมนุษย์หรือสัตว์ ส่วนสัญญาณเอาต์พุตที่จะนำออกไปขับอุปกรณ์ภายนอกจะออกที่ขา 16 สามารถที่จะขับไตรแอค ออปโตคับเปิ้ล รีเลย์แรงดันต่ำได้เลย ต่อทรานซิสเตอร์ Q_2 เพื่อขับ LED_2 เอาไว้เมื่อตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ นอกจากนั้นที่ขาคอลเลคเตอร์ของ Q_2 จะสามารถต่อกับรีเลย์ขนาด 9-12 V ได้โดยตรง D_1 จะทำหน้าที่ป้องกันแรงดันย้อนกลับจากขดลวดรีเลย์เข้ามาทรานซิสเตอร์ หากต้องการให้เอาต์พุตออกมาเป็นตรงกันข้าม สามารถทำได้ง่ายๆ คือต่อจุดต่อ J_1 ทำให้ตัวต้านทาน R_1 ต่อเข้ากับไฟบวก 5 V ขับให้ Q_3 ทำงาน ขา 5 V ขับให้ Q_3 ทำงานขา 15 ของ IC_1 จึงเสมือนต่อลงกราวนด์ได้รับสัญญาณลอจิก “0”

การเลือกให้วงจรทำงานในที่มืดหรือสว่าง สามารถกำหนดได้โดยต่อตัวต้านทานแปรค่าตามแสงหรือ LDR_1 เข้าที่ขา 12 โดยผ่านตัวต้านทาน R_2 ความไวในการรับแสงสามารถปรับได้ที่ VR_2 การหน่วงเวลาก่อนเริ่มทำงาน ใช้อุปกรณ์เพียง 3 ตัวเท่านั้นคือ R_5, VR_3 และ C_9 จะเป็นวงจร RC ช่วงเวลาในการหน่วง สามารถกำหนดได้โดยการปรับ VR_3 และ IC_1 ได้รับแรงดันไฟเลี้ยง +5 V มาจาก IC_2 ซึ่งทำหน้าที่ลดแรงดันลงจาก 9-12 V ป้อนที่ขา 1 ของ IC_1

2.6 บทสรุป

ในบทนี้ได้กล่าวถึงทฤษฎีของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายและทฤษฎีของอุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลอง รวมทั้งรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลอง เช่น โมดูลการสื่อสารไร้สาย บอร์ดรีเลย์ และทรานสดิวเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว เป็นต้น

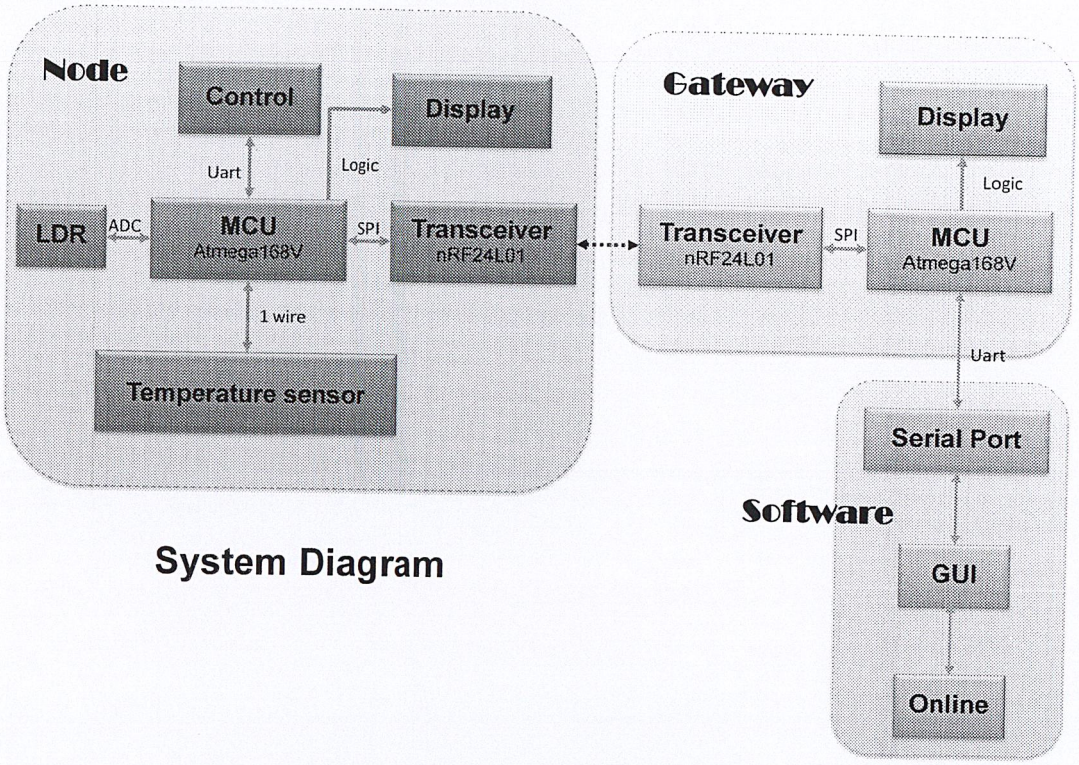
บทที่ 3
การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.1 แนวคิด

ในสภาพปัจจุบันที่อยู่อาศัยเป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ของมนุษย์ที่คุ้มกันภัยต่างๆ จากธรรมชาติ และเป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่มนุษย์ล้วนต้องให้ความสำคัญและตรวจสอบสภาพแวดล้อมต่างๆ อยู่อย่างสม่ำเสมอ และเป็นหน้าที่ของผู้อยู่อาศัยที่จะดูแลรักษาที่อยู่อาศัยของตน เช่น บ้าน และอาคารต่างๆ ให้มีความปลอดภัยสะดวกสบายน่าอยู่ โดยเฉพาะผู้ที่อยู่อาศัยในกรุงเทพมหานคร และในเขตปริมณฑล จะพบว่าทั้งหัวหน้าครอบครัวและแม่บ้านจะต้องออกไปทำงานนอกบ้านอันเนื่องมาจากความเจริญของสังคมไทยมีมากขึ้น ค่าใช้จ่ายมีมากขึ้น น้ำมันที่แพงมาก ความต้องการในการดำรงชีวิตก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย ความต้องการความสะดวกสบายก็จะมีมากขึ้น เมื่อมนุษย์ต้องการความสะดวกสบายมากขึ้นจึงคิดค้นเทคโนโลยีใหม่ๆ อยู่ตลอดเวลา ปริญญานิพนธ์เล่มนี้จึงได้นำเอาเทคโนโลยีมาใช้ดูแลที่อยู่อาศัยได้อย่างทั่วถึง หรือผู้ดูแลไม่สามารถเดินไปเปิด - ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นได้ด้วยตนเอง เช่น ผู้พิการ คนป่วย เด็ก หรือ คนชรา (ซึ่งเดินไม่สะดวก) ดังนั้นถ้ามีระบบที่มีการนำคอมพิวเตอร์และเซ็นเซอร์มาตรวจสอบการเปิด - ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าและสามารถทำงานได้เอง จะสามารถลดจำนวนคนและประหยัดเวลาในการเดินตรวจตราการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและสภาพแวดล้อมต่างๆ ภายในที่อยู่อาศัยได้ จึงได้เกิดโครงงานนี้ที่ได้นำความรู้เรื่องระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายมาพัฒนาประยุกต์ใช้งาน โดยที่อุปกรณ์เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายนั้นต้องใช้พลังงานน้อยที่สุดในการนำมาประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัย ซึ่งในการประยุกต์ครั้งนี้ทางคณะผู้จัดทำได้เลือกหลอดไฟและสวิตซ์ไฟฟ้า มาเป็นต้นแบบในการศึกษาการควบคุมไฟฟ้า อุปกรณ์ดังกล่าวสามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ โดยได้ออกแบบอุปกรณ์ดังกล่าวให้สามารถควบคุมได้ในระยะไกลผ่านเครือข่ายการสื่อสารไร้สายพร้อมทั้งมีเซ็นเซอร์มาเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม ทั้งค่าความเข้มแสงและอุณหภูมิ ณ สถานที่นั้นๆ และมีระบบอัตโนมัติสั่งการแทนได้ในกรณีที่ไม่มีผู้มาสั่งให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเปิด - ปิด โดยเซ็นเซอร์จะทำการตรวจสอบและสั่งการให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเปิด - ปิดได้ด้วยตนเอง รวมทั้งนำค่านั้นมาเก็บลงในฐานข้อมูลเพื่อเรียกดูภายหลัง ในระบบนี้ยังสามารถแบ่งระดับผู้เข้าใช้ในระบบได้อีกด้วย ทำให้ตรวจสอบค่าความเข้มแสงและค่าอุณหภูมิภายในที่อยู่อาศัยได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นทั้งในด้านทรัพยากรและพลังงานไฟฟ้า

3.2 การสร้างและออกแบบระบบ

การออกแบบระบบนั้นต้องคำนึงถึงองค์ประกอบที่สำคัญของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ได้แก่ การอ่านค่าจากเซ็นเซอร์แบบเวลาจริง การประหยัดพลังงาน และส่วนติดต่อผู้ใช้ที่ง่ายต่อการใช้งาน โดยในการออกแบบระบบนี้ได้แยกการออกแบบเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนโหนด เกตเวย์ และซอฟต์แวร์ ซึ่งได้แสดงในรูปที่ 3.1



System Diagram

รูปที่ 3.1 แผนภาพการทำงานของระบบ

จากรูปที่ 3.1 แผนภาพการทำงานของระบบ สามารถแยกอธิบายได้ดังนี้

1. หน่วยประมวลผล ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller Unit: MCU) ของบริษัท Atmel รุ่น Atmega168V ซึ่งมีโหมดการประหยัดพลังงานถึง 5 โหมด และเด่นในช่วงความต่างศักย์ในการทำงาน อีกทั้งราคาไม่สูงมากนัก

2. เซ็นเซอร์อุณหภูมิ ใช้แบบดิจิตอล (Digital) โดยจะให้ค่าความแม่นยำมากกว่าอนาล็อก (Analog) เชื่อมต่อกับหน่วยประมวลผลแบบ 1 wire เป็นการประหยัดสายสัญญาณในการสื่อสาร

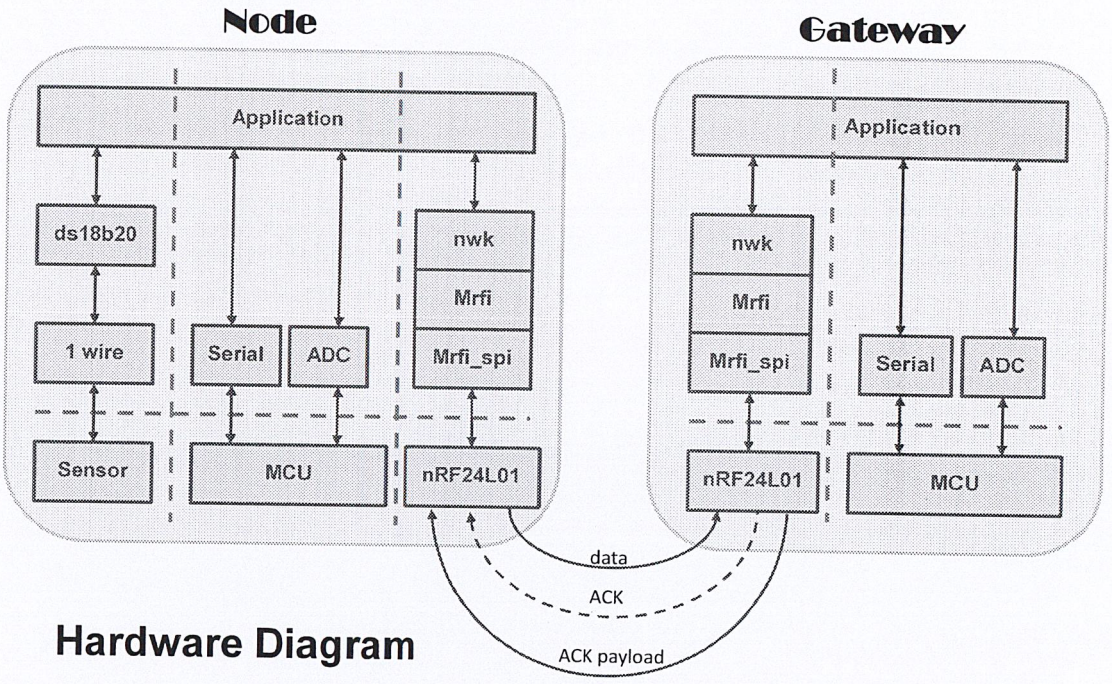
3. เซ็นเซอร์แสง (LDR) ใช้แบบอนาล็อก (Analog) เนื่องจากราคาถูก และใช้งานง่าย โดยทำการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านโมดูล ADC

4. ตัวส่งรับสัญญาณวิทยุ (Transceiver) ใช้โมดูล nRF24L01 ของบริษัท Nordic ซึ่งมีจุดเด่นอยู่ที่การใช้เพาเวอร์คอนซัมชั่นต่ำ และมีอัตราการส่งข้อมูลสูง โดยทำการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านโมดูล SPI

5. พอร์ตอนุกรม (Serial Port) ใช้ RS-232 ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างเกตเวย์ (Gateway) กับส่วนติดต่อผู้ใช้ โดยจะมีการส่งข้อมูลทีละบิต ความเร็วในการรับส่งนั้นจะขึ้นกับความถี่ที่ใช้ในการส่งและขนาดความกว้างของช่องสัญญาณ

3.2.1 ส่วนฮาร์ดแวร์

ในการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ สามารถแบ่งการทำงานได้ 3 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนของเซ็นเซอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) และ ตัวรับ - ส่ง (Transceiver)



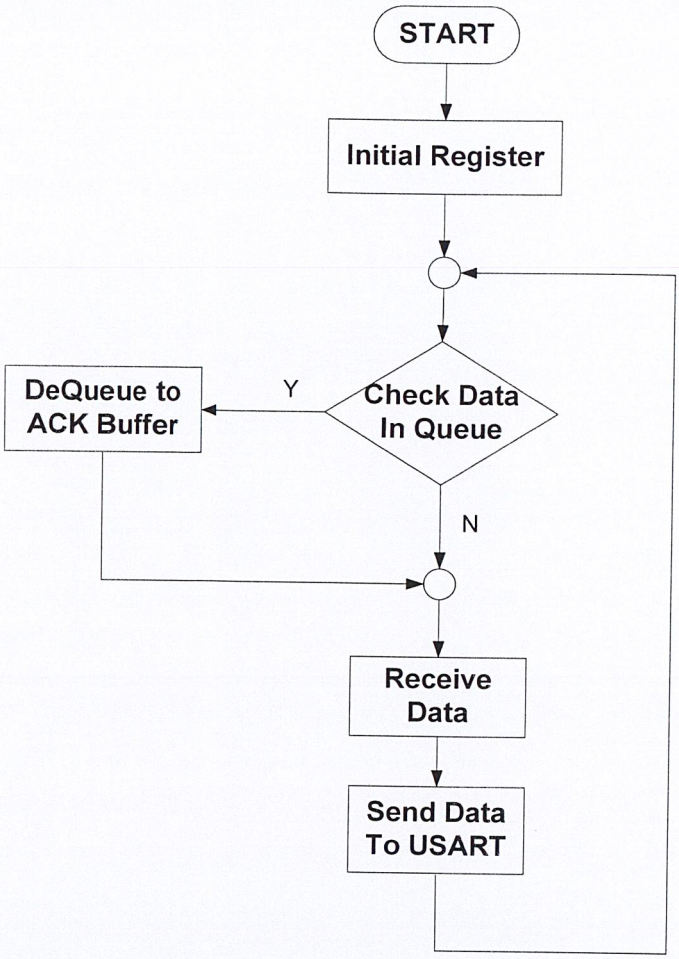
รูปที่ 3.2 ภาพรวมการออกแบบของฮาร์ดแวร์ [9]

ในการออกแบบลักษณะของเซ็นเซอร์โหนด โดยมีหน่วยประมวลผล (MCU) คือ Atmega168v ร่วมกับ Transceiver คือ nRF24L01 โดยมีเซ็นเซอร์ประจำโหนดสองตัว คือ ความเข้มแสง และอุณหภูมิ ซึ่งเซ็นเซอร์โหนดนี้สามารถนำเชื่อมต่อควบคุมเซ็นเซอร์ภายนอกได้

3.2.1.1 ลำดับการทำงานของโปรแกรมส่วนฮาร์ดแวร์

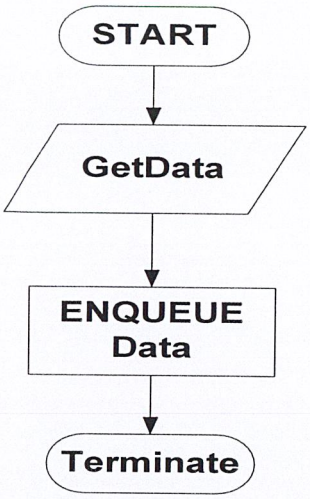
ส่วนของเกตเวย์ เริ่มต้นจากทำการกำหนดค่ารีจีสเตอร์ (Initial Register) แล้วทำการตรวจสอบค่าในคิว (Check Data in Queue) ซึ่งเป็นค่าที่รับมาจากส่วนของการทำงานอินเตอร์รัปเพื่อทำการส่งค่าการควบคุมไปยังส่วนของ ACK Buffer จากนั้นรอรับข้อมูลจากโหนดลูก (Receive

Data) ระบบจะทำการ Auto ACK และทำการส่งข้อมูลใน ACK Buffer ไปยังโหนดลูก ซึ่งการทำงานจะมีลำดับการทำงานตามรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ลำดับการทำงานของโปรแกรมหลักในตัวเกตเวย์ [9]

การทำงานในส่วนของโปรแกรมบริการอินเตอร์รัป ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.4 นั้นเป็นการรับค่าจากทาง USART (Get Data) ซึ่งเป็นการส่งค่ามาจากคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต RS-232 ซึ่งเมื่อโปรแกรมจะทำการรับข้อมูล แล้วก็จะทำการเก็บค่าเข้าสู่คิวต่อไป (ENQUEUE Data)



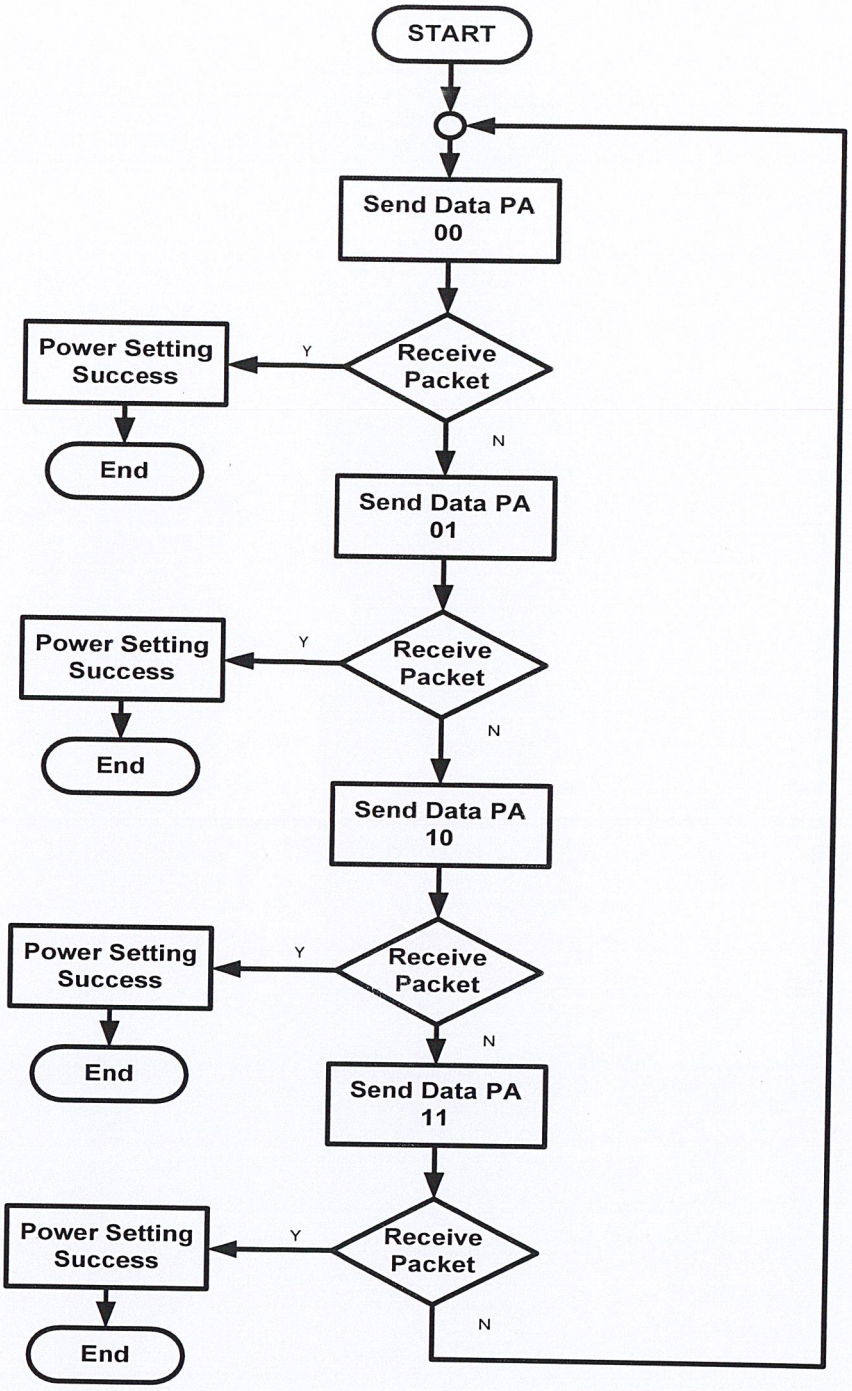
รูปที่ 3.4 ลำดับการทำงานของโปรแกรมในส่วนอินเตอร์รัป [9]

ลำดับการทำงานของโปรแกรมในส่วนของโหนดลูก เริ่มต้นจากการกำหนดค่ารีจีสเตอร์ (Initial Register) และทำการกำหนดกำลังส่งที่เหมาะสม (Initial Power with Power Adaptive) จากนั้นทำการรับค่าจากเซ็นเซอร์ (Get Data From Sensor) และทำการส่งข้อมูล (Transmits Data) ถ้าการส่งข้อมูลสำเร็จก็จะทำการอ่านค่าจาก ACK Buffer (Process ACK Data) เพื่อที่จะทำการประมวลผลในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ แต่ถ้าส่งไม่สำเร็จจะทำการกำหนดระดับพลังงานในการส่งใหม่ (Initial Power with Power Adaptive) จนกว่าจะมีการส่งค่าที่สมบูรณ์ (Success)

ลำดับการทำงานของ Power Adaptive Algorithm เริ่มต้นด้วยการกำหนดค่า รีจีสเตอร์ PA ในตัวชิป nRF24L01 ซึ่งเป็นการกำหนดระดับพลังงานในการส่ง แล้วทำการทดลองส่ง Bank Packet ออกไปเพื่อทดสอบการรับส่ง (Send Data PA) ถ้าการส่งสำเร็จ (Receive Packet) ก็จะใช้ระดับพลังงานนั้นในการรับส่ง (Power Setting Success) แต่ถ้าไม่สำเร็จจะทำการปรับค่าระดับพลังงานเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.5

ซึ่งค่าจากในรีจีสเตอร์ PA สามารถกำหนดระดับพลังงานได้ดังนี้

00	คือ กำลังส่งของ wireless ระดับที่ 1 ซึ่งมีค่า	-18	dBm
01	คือ กำลังส่งของ wireless ระดับที่ 2 ซึ่งมีค่า	-12	dBm
10	คือ กำลังส่งของ wireless ระดับที่ 3 ซึ่งมีค่า	-6	dBm
11	คือ กำลังส่งของ wireless ระดับที่ 4 ซึ่งมีค่า	0	dBm



รูปที่ 3.5 Power Adaptive Algorithm [9]

3.2.1.2 รูปแบบแพคเก็จที่ใช้ในการสื่อสารในระดับชั้นเน็ตเวิร์กเลเยอร์ (Network Layer) เป็นแพคเก็จขนาด 8 ไบต์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

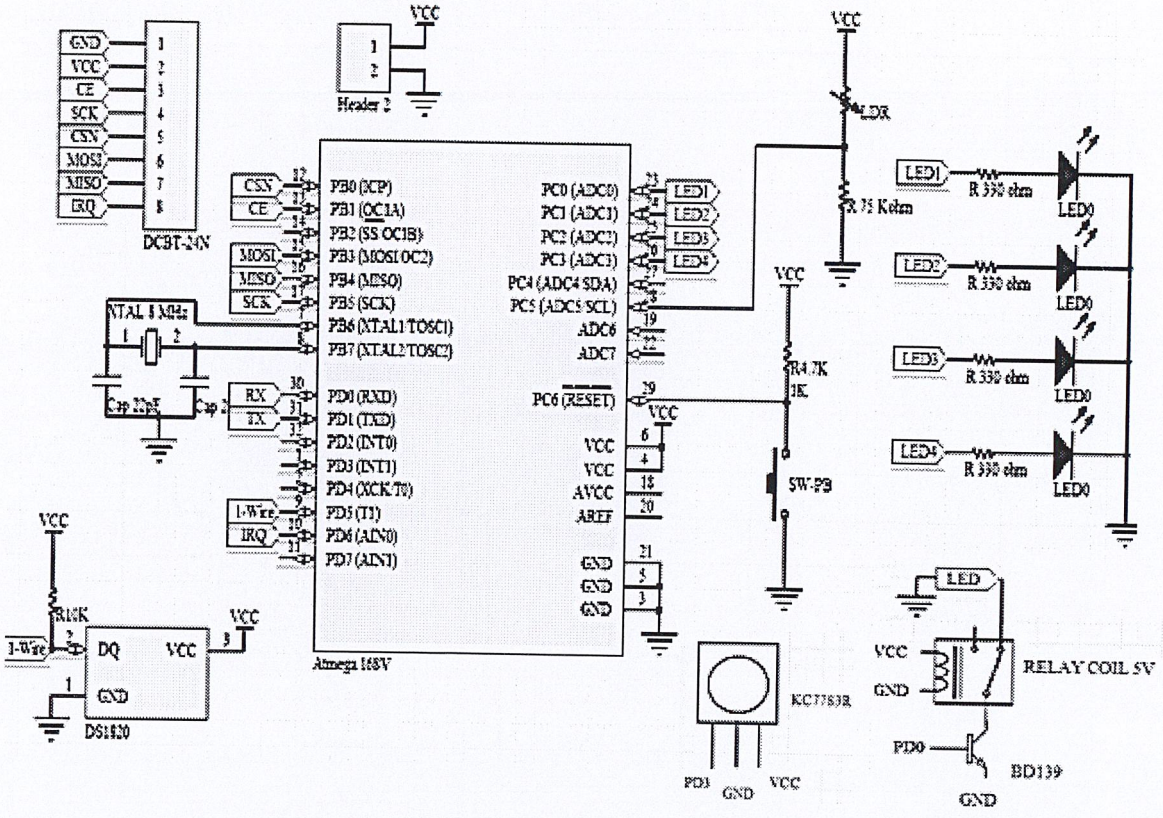
Header 1 Byte	ID 1 Byte	Mode 1 Byte	Temp 1 Byte	Light 1 Byte	Control 2 Byte	CheckSum 1 Byte

รูปที่ 3.6 แสดงรายละเอียดของของแพคเก็จขนาด 8 ไบต์ [9]

- Header	ขนาด 1 Byte	ใช้สำหรับการทำ Byte Stuffing
- ID	ขนาด 1 Byte	ใช้สำหรับระบุที่มาของแพคเก็จ
- Mode	ขนาด 1 Byte	ใช้แบ่งประเภทของแพคเก็จ
- Temp	ขนาด 1 Byte	เก็บข้อมูลของอุณหภูมิจากเซ็นเซอร์
- Light	ขนาด 1 Byte	เก็บข้อมูลของแสงจากเซ็นเซอร์
- Control	ขนาด 2 Byte	ข้อมูลที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ
- Checksum	ขนาด 1 Byte	เป็นข้อมูลของผล Checksum จาก Byte ที่ 1-7

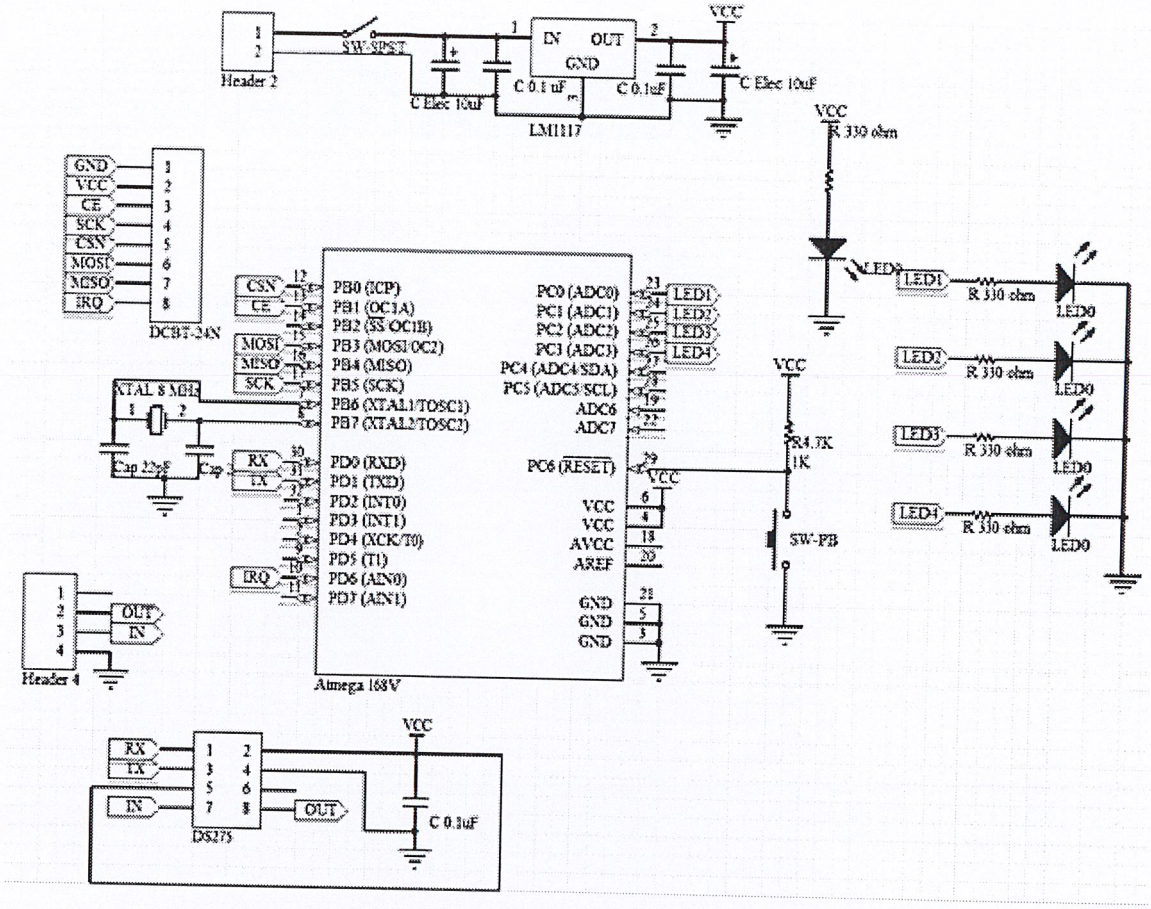
3.2.1.3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์

ส่วนของวงจรโหนดนั้นได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega168V เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์อุณหภูมิ DS1820 และ LDR ซึ่งเป็นตัวรับแสง และใช้โมดูล DCBT24-N เป็นตัวส่ง มีการต่อรีเลย์ และการทำงานของโมชั่นด้วย ซึ่งแสดงวงจรดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 วงจรของบอร์ดโหนด

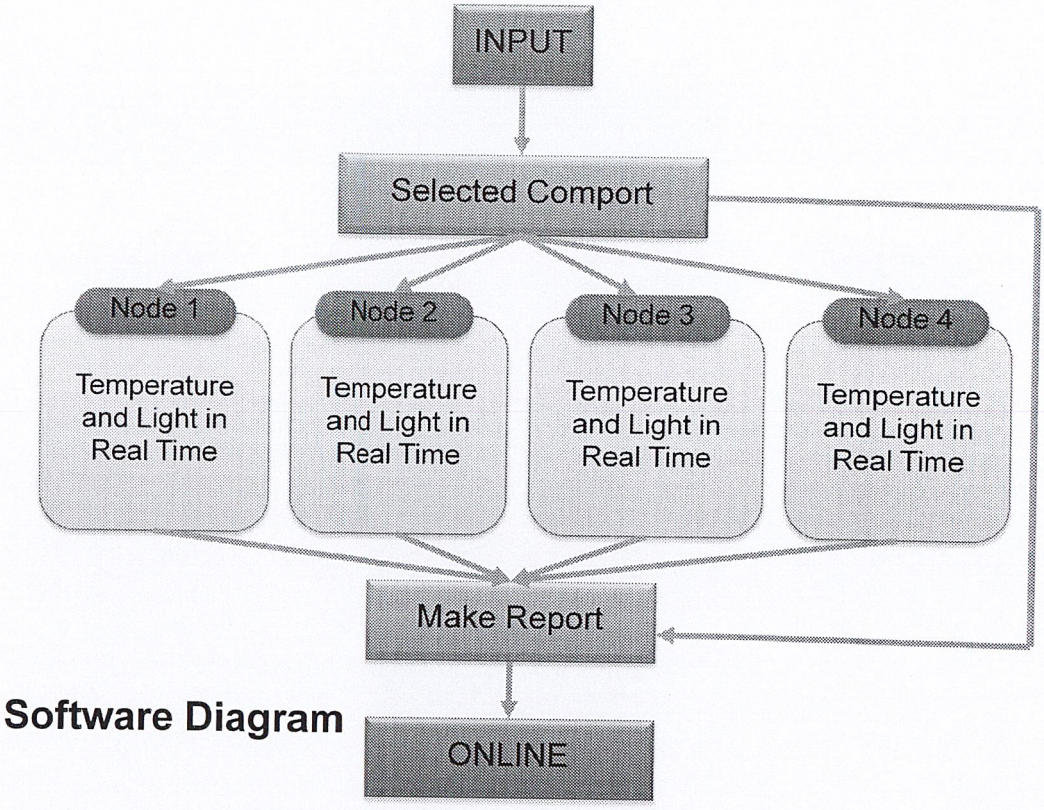
ส่วนของวงจรเกตเวย์ได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ Atmega168V เชื่อมต่อกับโมดูล DCBT24-N ซึ่งเป็นตัวส่ง และชิปแปลงระดับสัญญาณ TTL ให้เป็น RS-232 พร้อมไฟแสดงสถานะจำนวน 4 ดวงซึ่งวงจรแสดงไว้ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 วงจรของบอร์ดเกตเวย์ [9]

3.2.2 ส่วนซอฟต์แวร์

ในส่วนของซอฟต์แวร์นั้นได้มีการออกแบบดังแสดงในรูปที่ 3.9 โดยเน้นการใช้งานและการจัดการข้อมูลอย่างง่าย และสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการประมวลผลในขั้นสูง

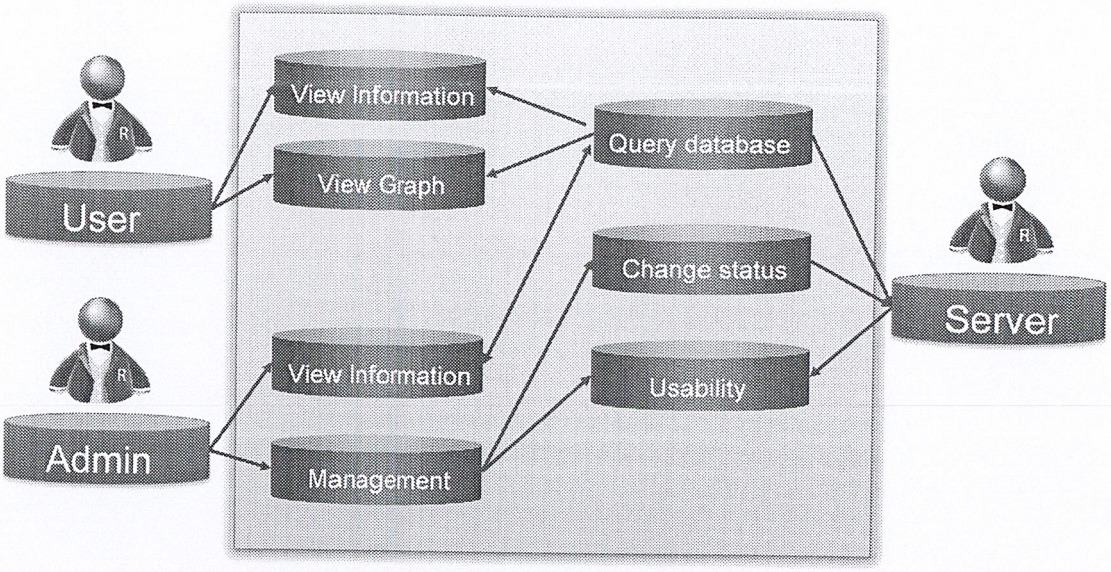


รูปที่ 3.9 ภาพรวมการออกแบบซอฟต์แวร์

จากรูปที่ 3.9 ภาพรวมการออกแบบซอฟต์แวร์ จะเริ่มต้นด้วยการแสดงข้อมูลที่ได้หลังจากนั้นรับข้อมูล (Input) จากฮาร์ดแวร์ผ่านคอมพอร์ตที่เลือกไว้ (Selected Comport) โดยจะแสดงค่าอุณหภูมิและค่าความเข้มแสงแบบ Real time ผ่านหน้าโปรแกรมที่สร้างไว้ในแต่ละโหนด ได้แก่ โหนด 1 โหนด 2 โหนด 3 และ โหนด 4 ซึ่งค่าที่แสดงจะถูกนำไปเก็บลงในฐานข้อมูล (Database) ตามช่วงระยะเวลาที่กำหนดไว้ จากนั้นเราสามารถเลือกดูข้อมูลได้ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่ได้มีการเชื่อมต่อในทุกที่ โดยจะจำแนกการล็อกอินออกเป็น 2 สถานะคือ ผู้ดูแลระบบ (ADMIN) และผู้ใช้งานระบบ (USER) โดยการใช้งานนั้นจะต้องทำการลงทะเบียนก่อน เมื่อทำการลงทะเบียนข้อมูลที่ทำการลงทะเบียนจะถูกเก็บให้อยู่ในฐานข้อมูล

3.2.2.1 แผนภาพการใช้งาน

ระบบแสดงสภาพแวดล้อมภายในที่อยู่อาศัยผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตการใช้งานของผู้ใช้งานแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แผนภาพการใช้งาน

เมื่อเปิดหน้าเว็บไซต์ขึ้นมาจะแสดงหน้าล็อกอิน (LOGIN) สามารถล็อกอินได้สองสถานะคือ ผู้ใช้งานระบบ (USER) และผู้ดูแลระบบ (ADMIN) หากยังไม่ทำการลงทะเบียนต้องทำการลงทะเบียนก่อนการใช้งานซึ่งผู้ที่ทำการลงทะเบียนใหม่จะถูกกำหนดสถานะเป็นผู้ใช้งานระบบ

สำหรับผู้ใช้งานระบบ (USER)

หลังจากล็อกอินเป็นผู้ใช้งานระบบสำเร็จจะมีหน้าตารางที่แสดงค่าสภาพแวดล้อมต่างๆ ค่าอุณหภูมิของห้องเพื่อทำการเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูล และแสดงกราฟของค่าความเข้มแสงและค่าอุณหภูมิซึ่งสามารถเรียกดูย้อนหลังได้ เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการจัดการพลังงานภายในที่อยู่อาศัย

สำหรับผู้ดูแลระบบ (ADMIN)

เมื่อล็อกอินเป็นผู้ดูแลระบบแล้วจะมีหน้าตารางแสดงค่าความเข้มแสง และค่าอุณหภูมิของสถานที่ต่างๆ ภายในที่อยู่อาศัย เพื่อทำการเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูล และแสดงกราฟของค่าความเข้มแสงและค่าอุณหภูมิซึ่งสามารถเรียกดูย้อนหลังได้ เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการจัดการพลังงานภายในที่อยู่อาศัย ตลอดจนทำหน้าที่จัดการสถานะของผู้ใช้งานระบบ รวมทั้งยังมีการควบคุมสถานะของผู้ใช้งานปรับเพิ่มหรือลดจำนวน

3.2.2.2 ซอฟต์แวร์ส่วนที่ติดต่อผู้ใช้

ในส่วนซอฟต์แวร์ส่วนติดต่อผู้ใช้ได้มีการสร้างหน้าโปรแกรมติดต่อกับโหนด การทำงาน 4 โหนด เพื่อสร้างการเชื่อมต่อระหว่างเกตเวย์และคอมพิวเตอร์

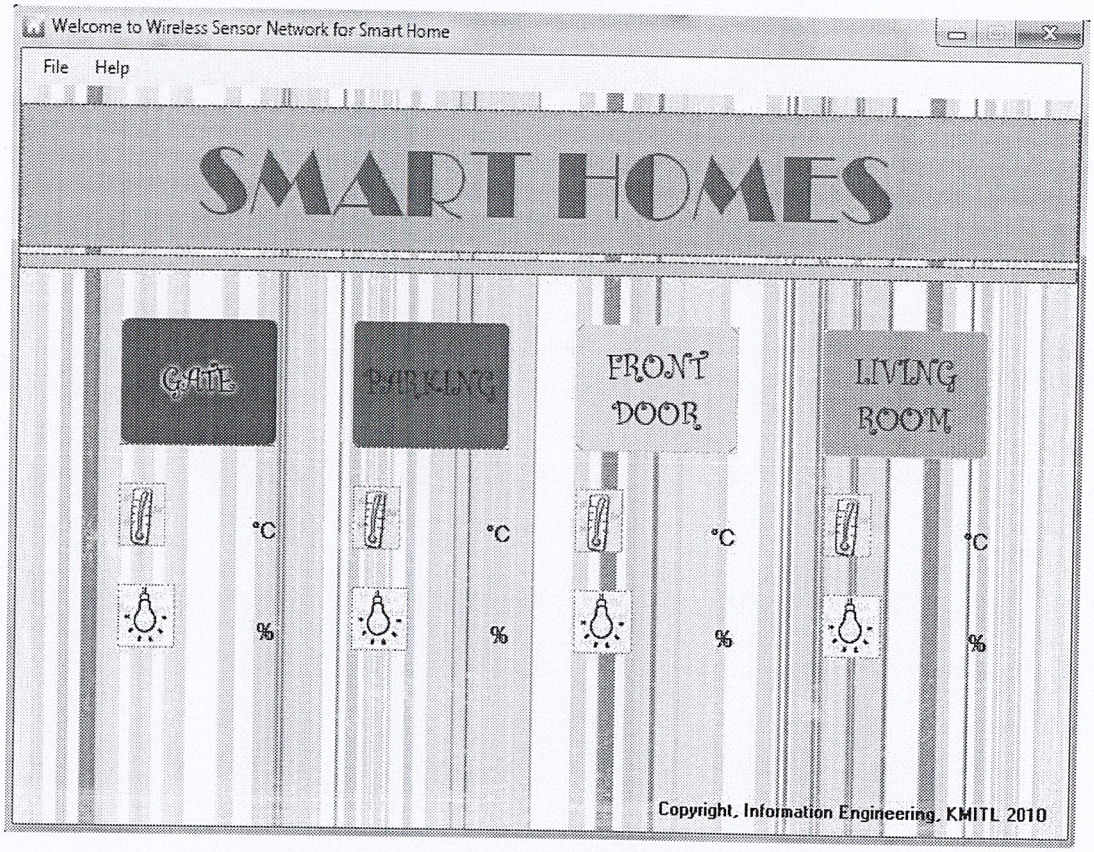
ซึ่งในโปรแกรมได้จำลองให้ โหนด 1 ต่ออยู่ในส่วนของรั้ว (GATE)

โหนด 2 ต่ออยู่ในส่วนของโรงรถ (PARKING)

โหนด 3 ต่ออยู่ในส่วนของประตูหน้าบ้าน (FRONT DOOR)

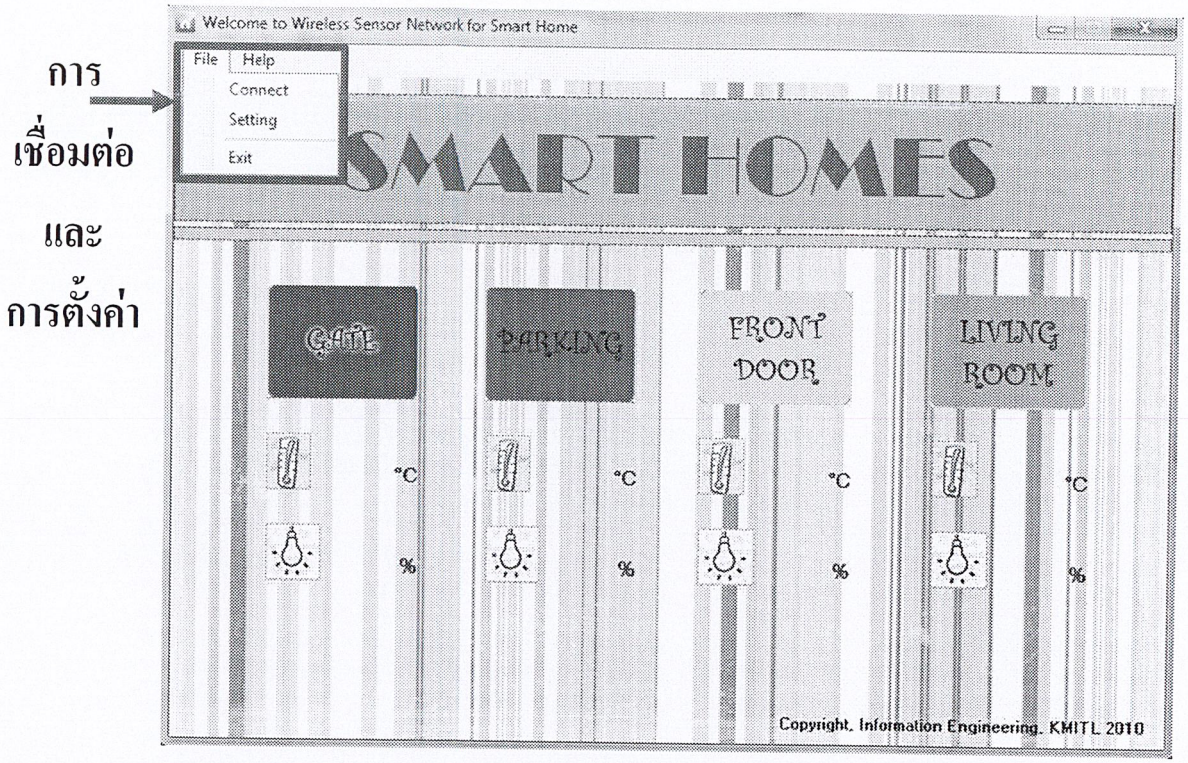
โหนด 4 ต่ออยู่ในบริเวณห้องนั่งเล่น (LIVING ROOM)

หลังจากทำการเปิดโปรแกรม Visual Studio เข้ามาแล้วก็จะพบกับหน้าโปรแกรมติดต่อกับเซ็นเซอร์โหนดทั้ง 4 โหนด ดังแสดงในรูปที่ 3.11



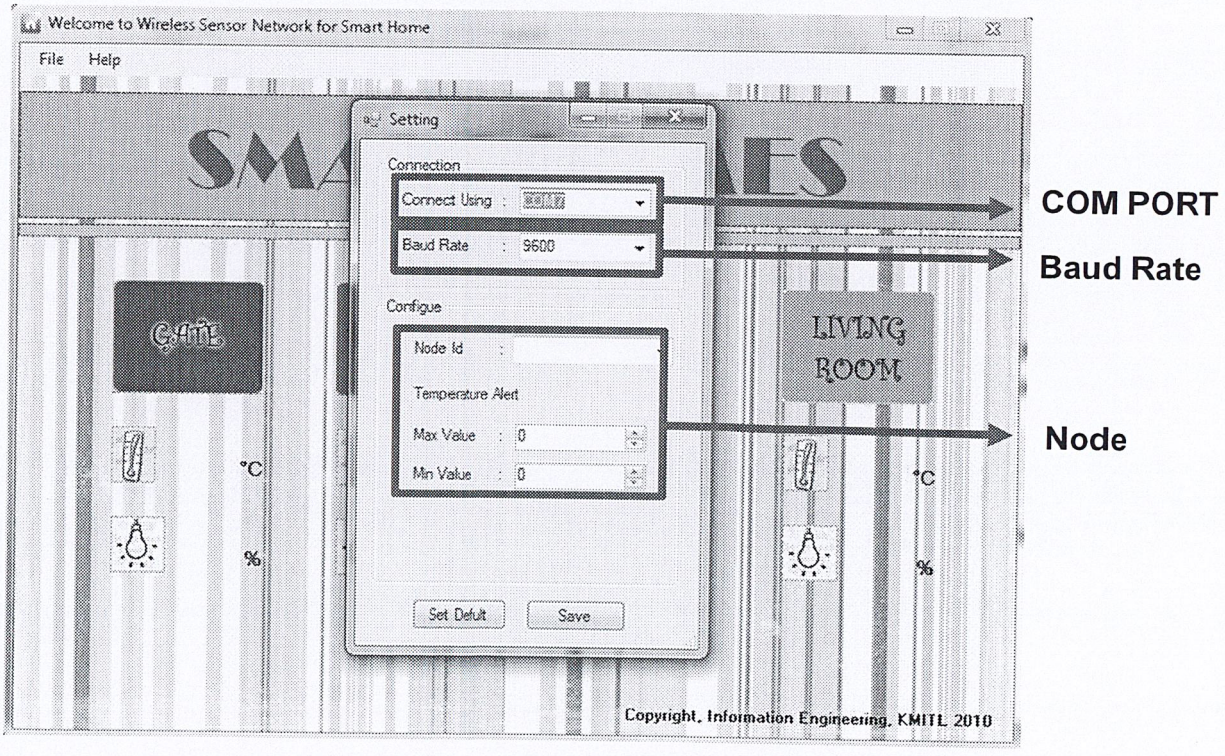
รูปที่ 3.11 หน้าโปรแกรมติดต่อกับเซ็นเซอร์โหนดทั้ง 4 โหนด

เมื่อเปิดโปรแกรมติดต่อกับเซ็นเซอร์โหนดแล้ว เราจะต้องทำการตั้งค่าต่างๆ ให้กับเซ็นเซอร์โหนดทั้ง 4 โหนดก่อนทำการเชื่อมต่อ โดยเข้าไปที่ File >> Setting จะได้หน้าโปรแกรมดังรูปที่ 3.12

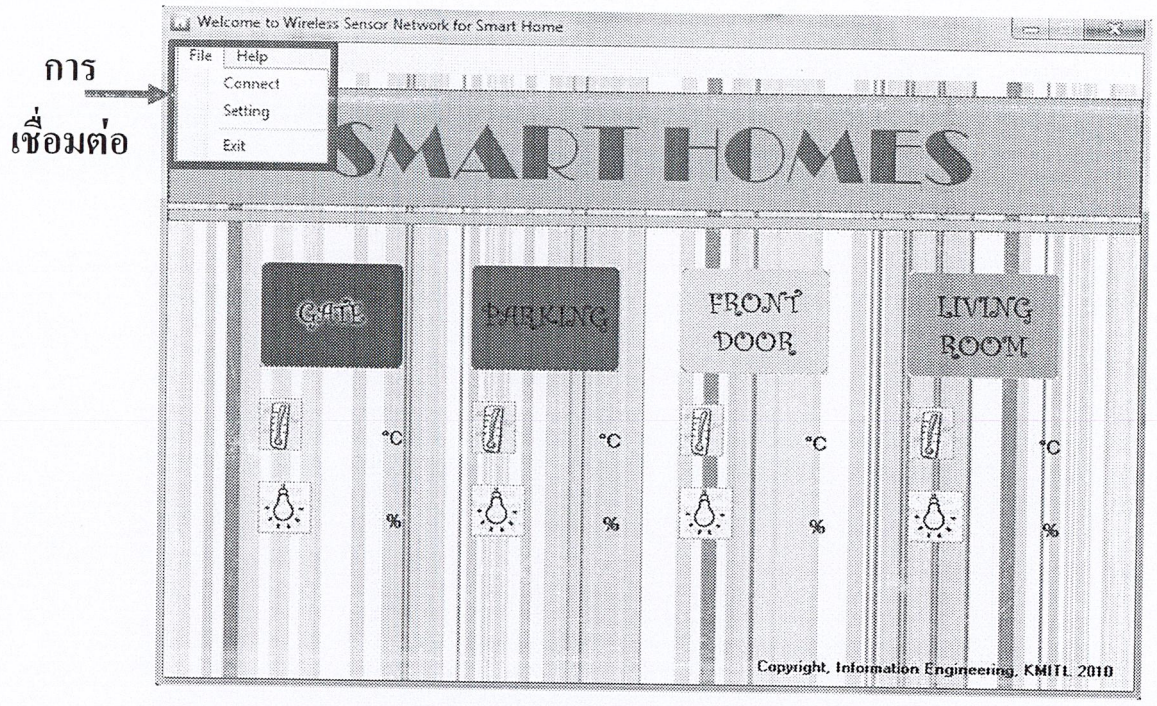


รูปที่ 3.12 แสดงหน้าการเข้าสู่การตั้งค่าให้กับแต่ละโหนด

จากหน้าโปรแกรมดังรูปที่ 3.13 เราสามารถตั้งค่าต่างๆ ให้กับแต่ละโหนด เช่น บอตเรต (Baud Rate), ค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด เป็นต้น

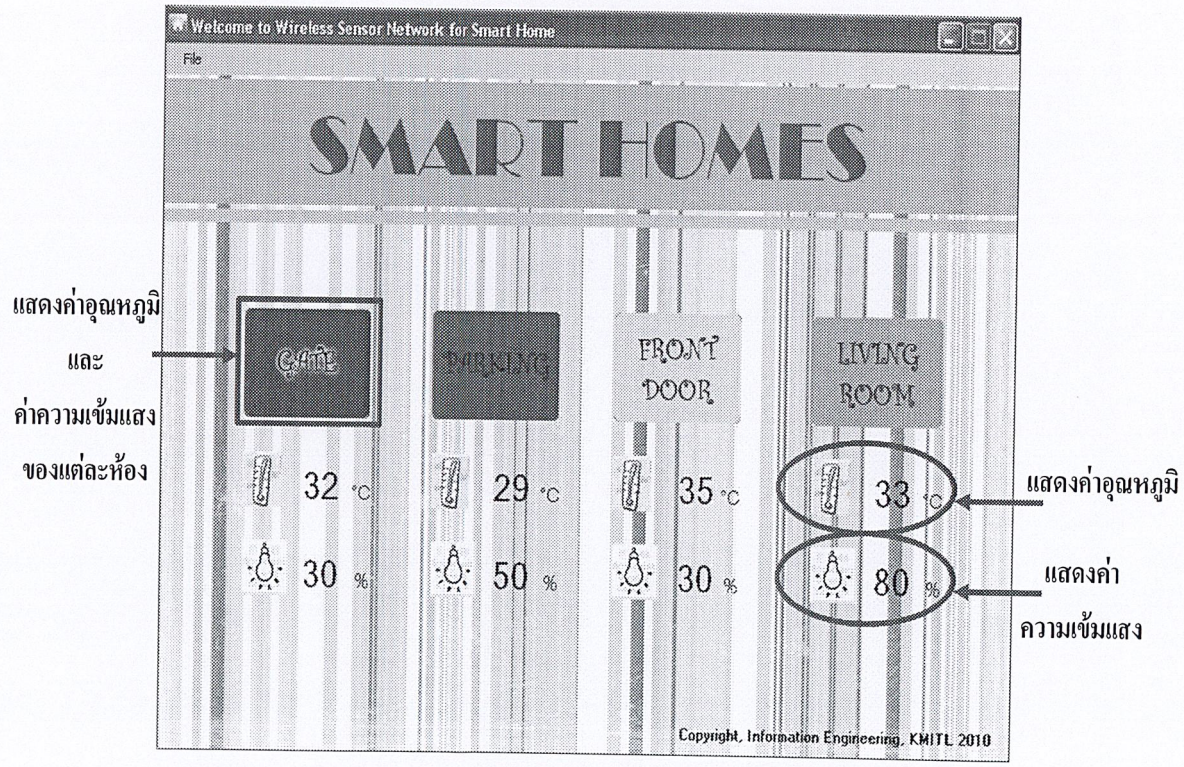


รูปที่ 3.13 การตั้งค่าต่างๆ ให้กับแต่ละโหนด



รูปที่ 3.14 ทำการเชื่อมต่อเข้ากับเซ็นเซอร์โหนดทั้ง 4

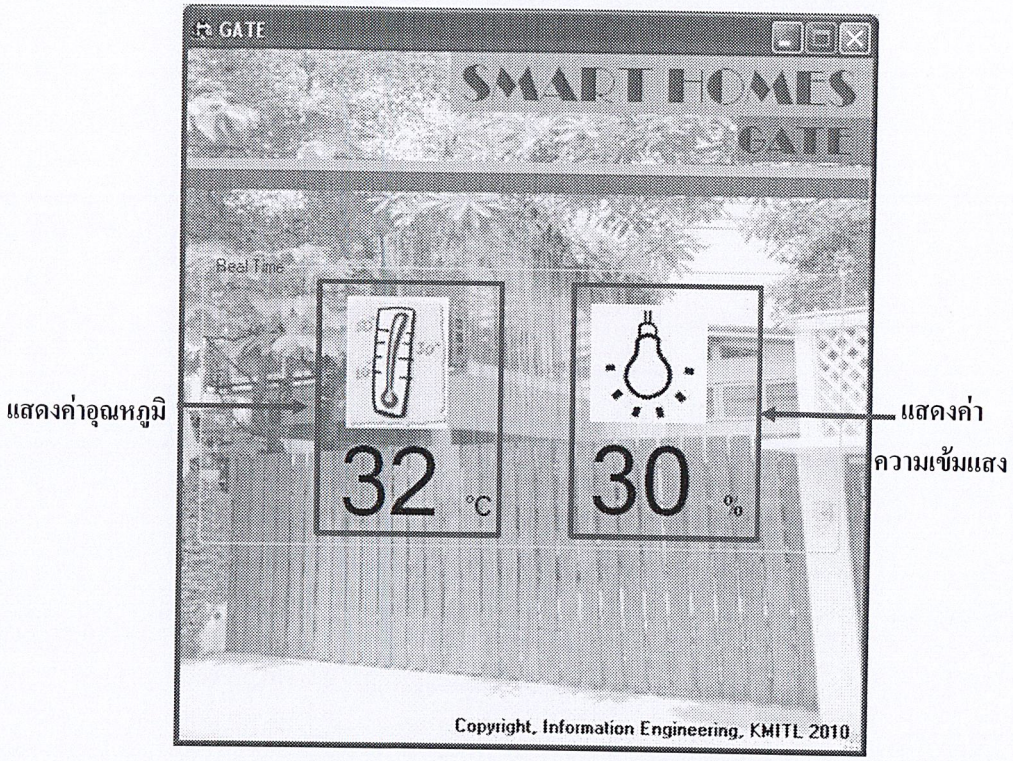
จากรูปที่ 3.14 เมื่อทำการตั้งค่าต่างๆให้กับแต่ละเซ็นเซอร์โหนดแล้ว ก็จะทำการเชื่อมต่อโดยการกด File >> Connect จะได้หน้าโปรแกรมดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 หน้าโปรแกรมเมื่อมีการเชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์โหนดทั้ง 4 โหนด

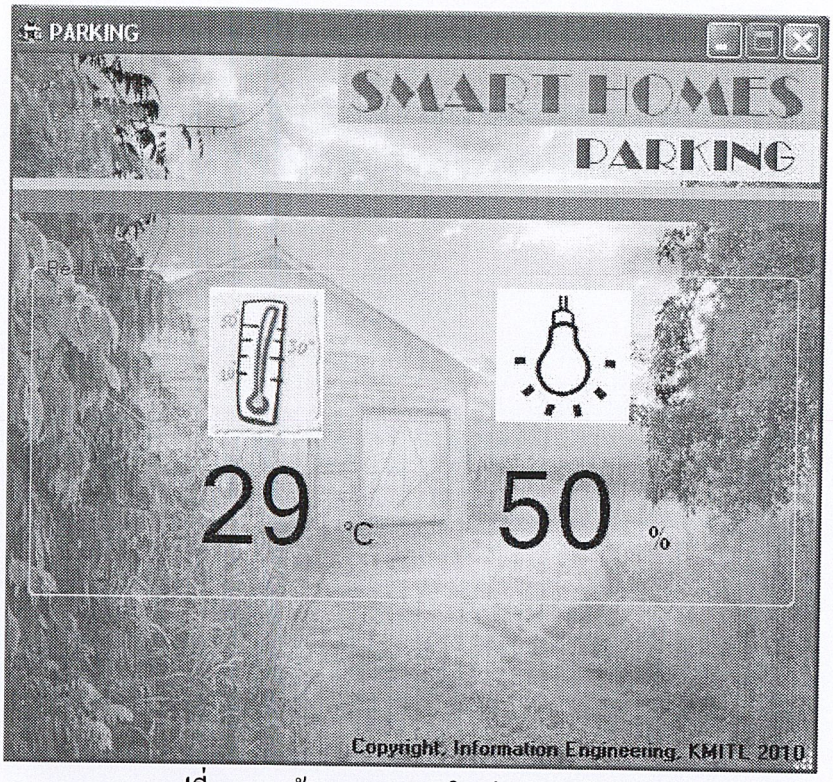
จากหน้าโปรแกรมข้างต้นที่ได้ทำการเชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์โหนดทั้ง 4 โหนดแล้ว จะเห็นว่าในแต่ละโหนดที่ได้จำลองไว้กับส่วนต่างๆ ของที่อยู่อาศัยนั้นจะแสดงค่าอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส และค่าความเข้มแสงออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยปกติค่าความเข้มแสงจะมีหน่วยเป็นลักซ์ (Lux) แต่ในการทดลองนี้ได้นำค่าความเข้มแสงมาผ่านวิธีการ A/D converter โดยการคิดคำนวณให้เป็นจำนวน 8 บิต คือ จะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0-255 แล้วนำค่าที่อยู่ในช่วงระหว่างนี้มาคิดอัตราส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์ ค่าที่ได้จึงมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ทำให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกสบายในการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มแสงแบบ Real time

และเมื่อทำการคลิ๊กเข้าไปในแต่ละห้องจะแสดงค่าอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส และค่าความเข้มแสงหน่วยเปอร์เซ็นต์ ส่วนแรกคือรั้ว (GATE) จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.16 แสดงผลแบบ Real time



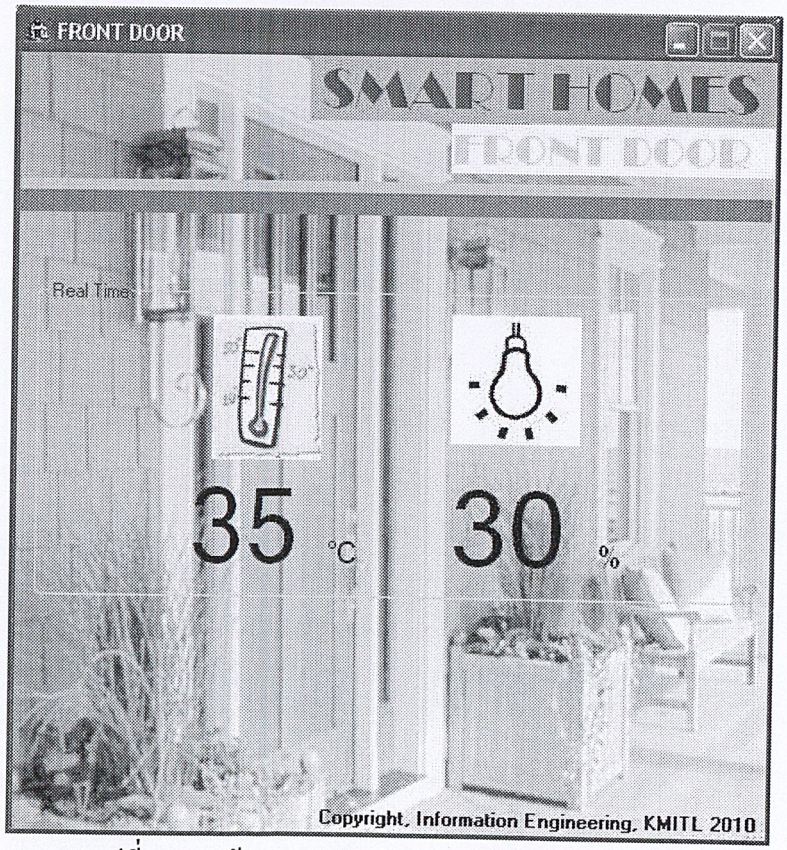
รูปที่ 3.16 หน้าจอแสดงผลในส่วนของรั้ว

ในส่วนที่ 2 เมื่อทำการคลิ๊กเข้าไปในส่วนของโรงรถ (PARKING) จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.17 ซึ่งมีหลักการทำงานเหมือนโหนด 1 คือส่วนของรั้ว (GATE)



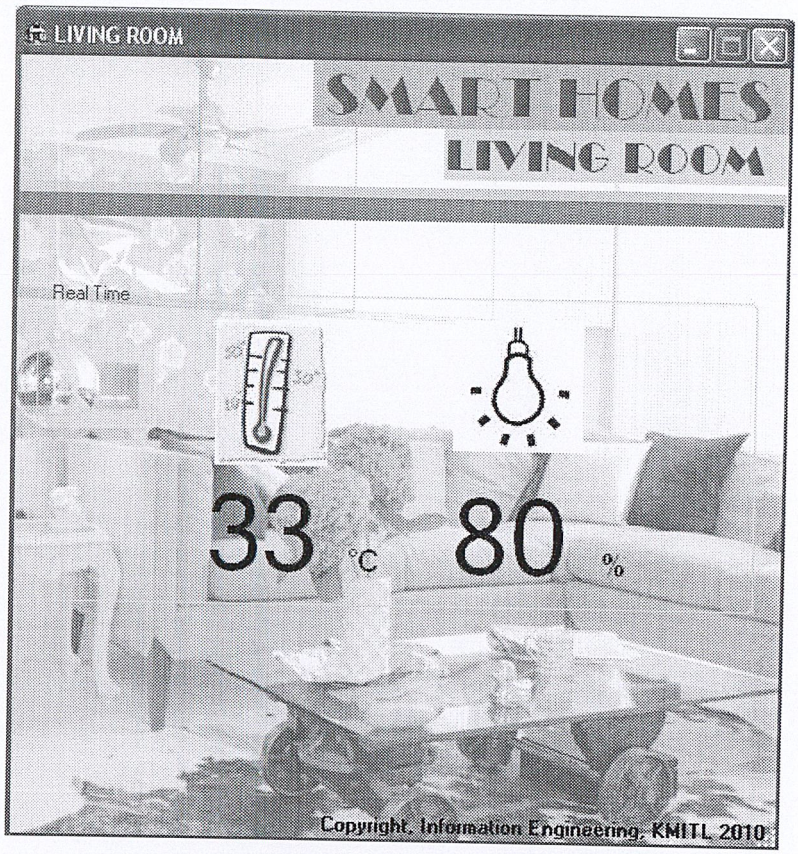
รูปที่ 3.17 หน้าจอแสดงผลในส่วนของโรงรถ

เมื่อทำการคลิ๊กเข้าไปในส่วนของประตูหน้าบ้าน (FRONT DOOR) จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 หน้าจอแสดงผลในส่วนของประตูหน้าบ้าน

เมื่อทำการคลิ๊กเข้าไปในส่วนบริเวณห้องนั่งเล่น (LIVING ROOM) จะปรากฏหน้าต่าง ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 หน้าจอแสดงผลในส่วนของบริเวณห้องนั่งเล่น

3.3 บทสรุป

ในบทนี้ได้กล่าวถึงภาพรวมของระบบและส่วนต่างๆของระบบ ได้แก่ ฮาร์ดแวร์ ประกอบไปด้วย ภาพรวมการออกแบบฮาร์ดแวร์ ลำดับการทำงานของฮาร์ดแวร์ และรูปวงจรอิเล็กทรอนิคส์ของฮาร์ดแวร์ ส่วนซอฟต์แวร์นั้นจะประกอบไปด้วย ภาพรวมการออกแบบซอฟต์แวร์ แผนภาพการใช้งานของซอฟต์แวร์ หน้าโปรแกรมส่วนติดต่อผู้ใช้และแสดงการทำงานของโปรแกรมส่วนติดต่อผู้ใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

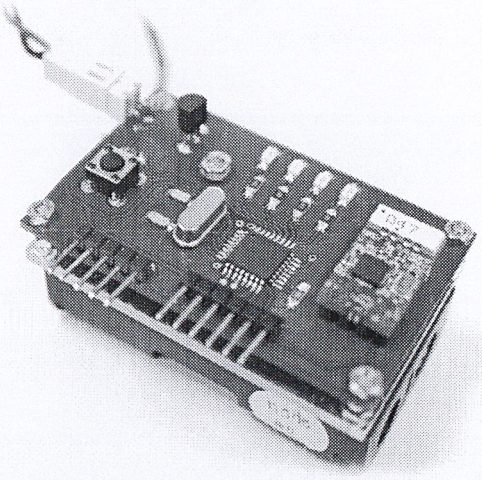
ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมในที่อยู่อาศัยได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการในชั้น 12 ตึก 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4.1 การเตรียมการทดลอง

4.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

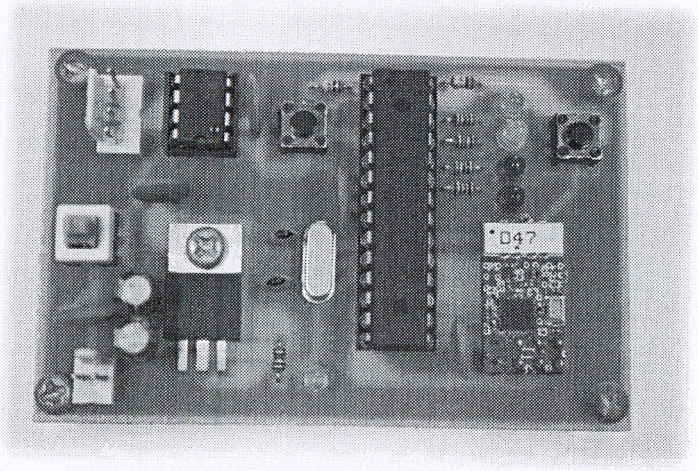
ในการทดลองทั้งหมดใช้อุปกรณ์ ดังนี้

1. เซ็นเซอร์โหนด (ดังรูปที่ 4.1)



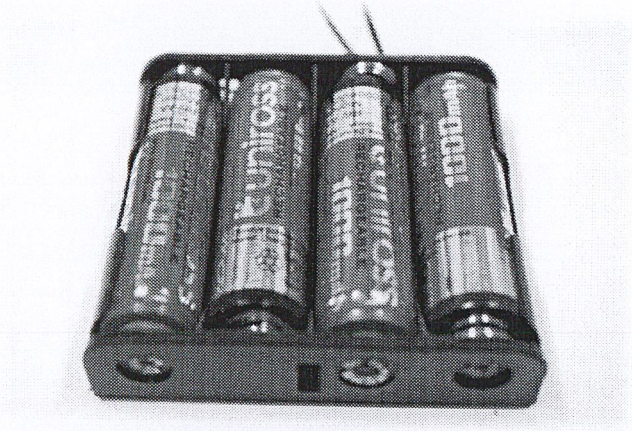
รูปที่ 4.1 เซ็นเซอร์โหนด

2. เกตเวย์ (ดังรูปที่ 4.2)



รูปที่ 4.2 เกตเวย์

3. แผงถ่าน 6 V จำนวน 4 ก้อน ต่อเข้ากับเกตเวย์ (ดังรูปที่ 4.3)

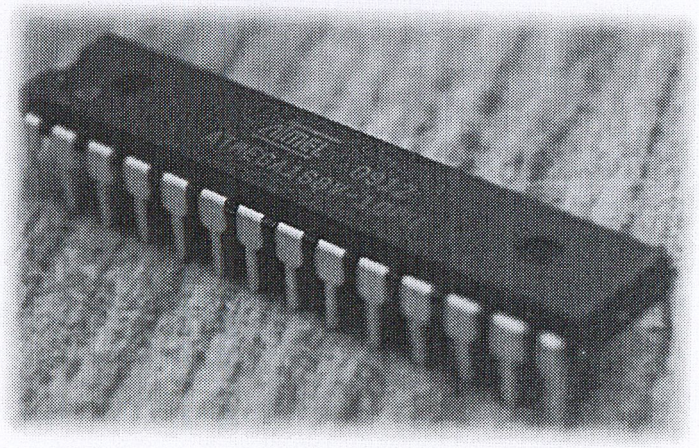


รูปที่ 4.3 แผงถ่าน 6 V

4. แผงถ่าน 3 V ต่อเข้ากับเซ็นเซอร์โหนด (ดังรูปที่ 4.4)

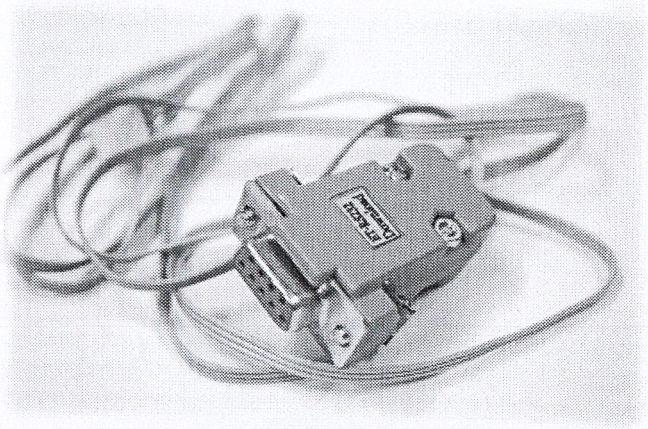
รูปที่ 4.4 แผงถ่าน 3 V

5. ไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega168V (ดังรูปที่ 4.5)



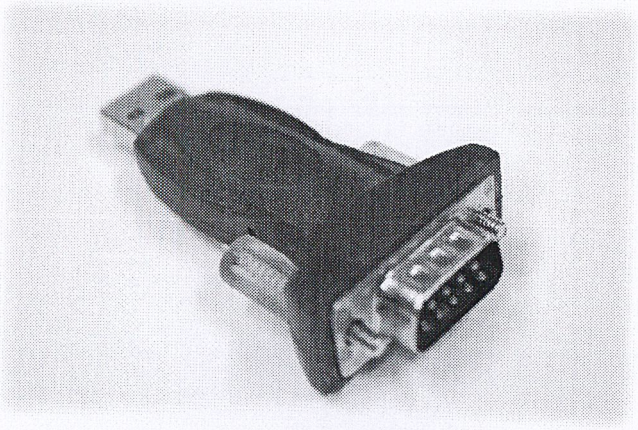
รูปที่ 4.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega168V

6. RS-232 (ดังรูปที่ 4.6)



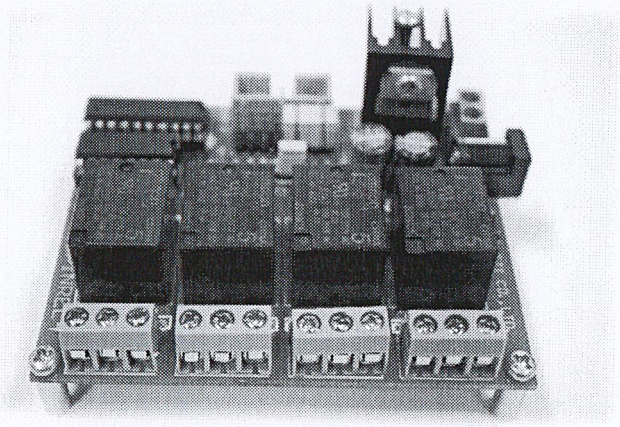
รูปที่ 4.6 RS-232

7. Serial Port to USB (ดังรูปที่ 4.7)



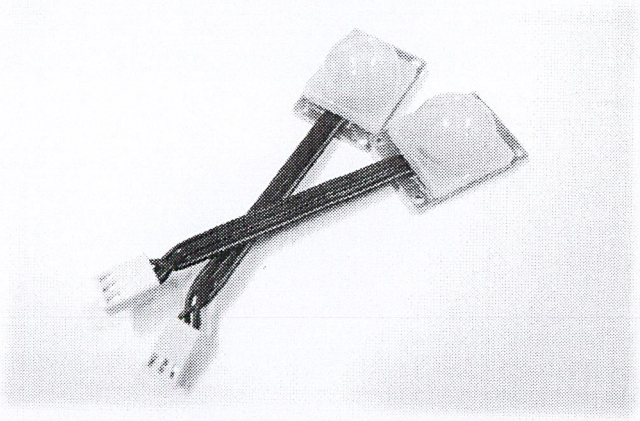
รูปที่ 4.7 Serial Port to USB

8. รีเลย์รุ่น ET-10PIN REL 4 (ดังรูปที่ 4.8)



รูปที่ 4.8 รีเลย์รุ่น ET-10PIN REL 4

9. ทรานสดิวเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว (ดังรูปที่ 4.9)



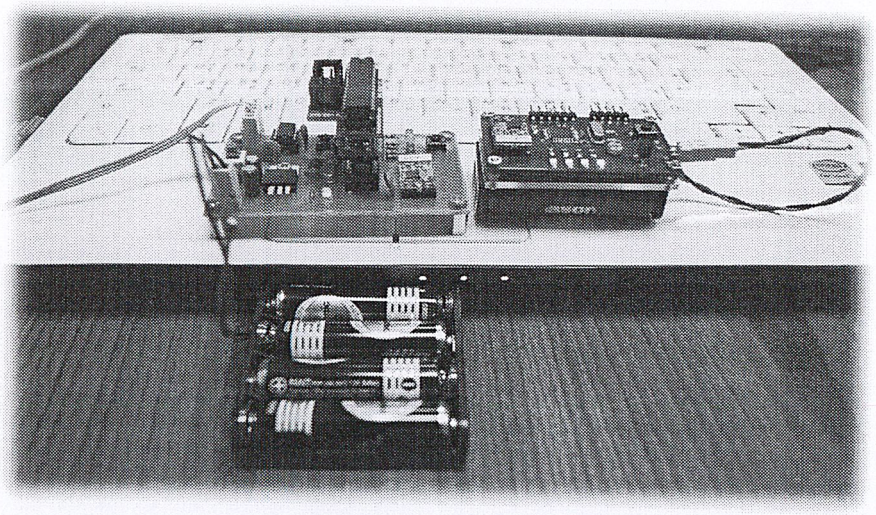
รูปที่ 4.9 ทรานสดิวเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว

10. เครื่องคอมพิวเตอร์ (ดังรูปที่ 4.10)

รูปที่ 4.10 เครื่องคอมพิวเตอร์

4.1.2 การเชื่อมต่อ

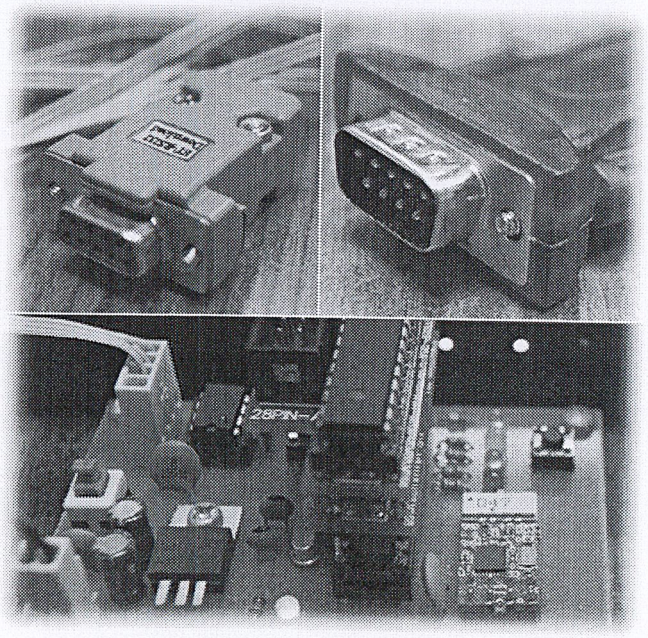
โครงงานนี้มีส่วนประกอบในการทำงาน 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นเกตเวย์ซึ่งเป็นส่วนที่ติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับเซ็นเซอร์โหนดตัวอื่นๆ และส่วนของเซ็นเซอร์โหนดซึ่งเป็นส่วนที่รับ - ส่งข้อมูลจากเกตเวย์มีรายละเอียดของแต่ละส่วนดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างเกตเวย์กับคอมพิวเตอร์ และสื่อสารกับเซ็นเซอร์โหนด

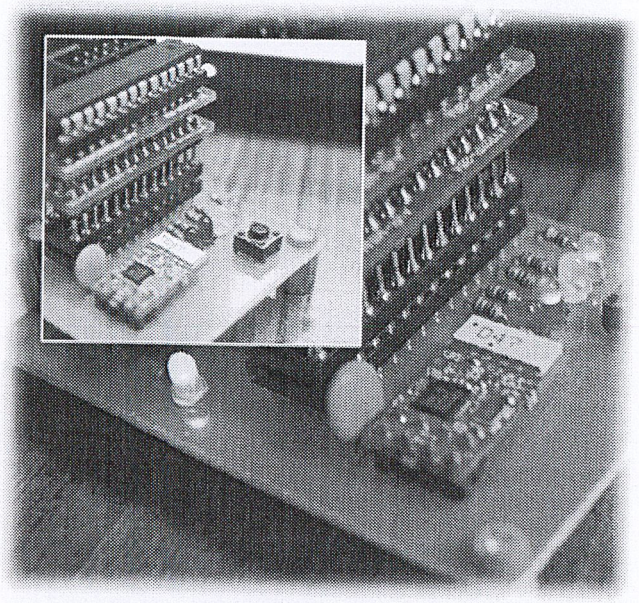
4.1.2.1 เกตเวย์

เกตเวย์เป็นสถานีที่มีหน้าที่รับ - ส่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ความเข้มแสง เป็นต้น จากเซ็นเซอร์โหนด เพื่อนำมาแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ และทำหน้าที่ส่งคำสั่งจากผู้ใช้บนเว็บไปยังเซ็นเซอร์โหนดตัวใดๆ โดยประกอบไปด้วยเกตเวย์ 1 ตัวและเซ็นเซอร์โหนด 1 ตัว และคอมพิวเตอร์ที่ต้องการให้เป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้ วิธีการติดตั้งเกตเวย์ทำได้โดยนำสถานีฐานมาใช้เป็นตัวรับ - ส่งข้อมูลมาเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์โดยผ่านสาย RS-232 และหัวแปลง Serial Port to USB ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 เกตเวย์และสายเชื่อมต่อ

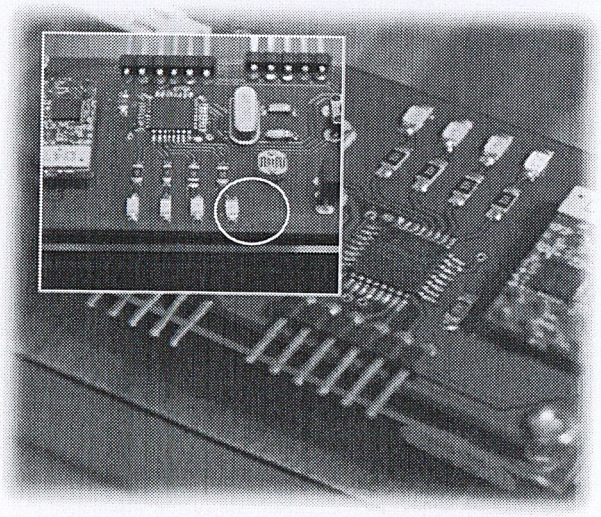
เกตเวย์ยังมีไฟสถานะแสดงการเชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์โหนด ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 ไฟแสดงสถานการณ์เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์โหนด

4.1.2.2 เซ็นเซอร์โหนด

เซ็นเซอร์โหนดเป็นสถานีที่รับ - ส่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ความเข้มแสง เพื่อส่งต่อไปยังเกตเวย์ ตลอดจนรับคำสั่งต่างๆ จากเกตเวย์แล้วนำมาสั่งการควบคุมการเปิด - ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยเซ็นเซอร์โหนดนั้นประกอบด้วยเซ็นเซอร์โหนด 1 ตัว (พร้อมถ่าน AA 2 ก้อน) หลอดไฟ และสายไฟต่างๆ โดยสถานีย่อยมีไฟแสงสถานะของการเชื่อมต่อกับเกตเวย์ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 สถานีย่อยแสดงไฟสถานะของการเชื่อมต่อ

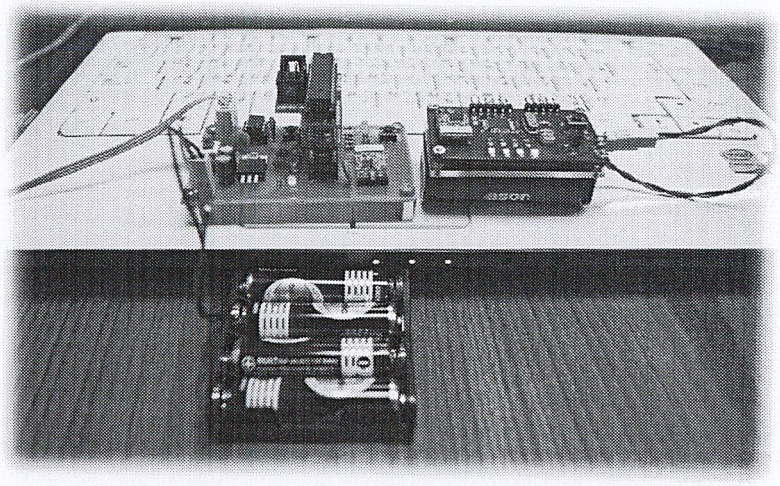
4.2 การทดลองการรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์โหนด

จุดประสงค์

เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับมาในรูปแบบของแพคเก็จ

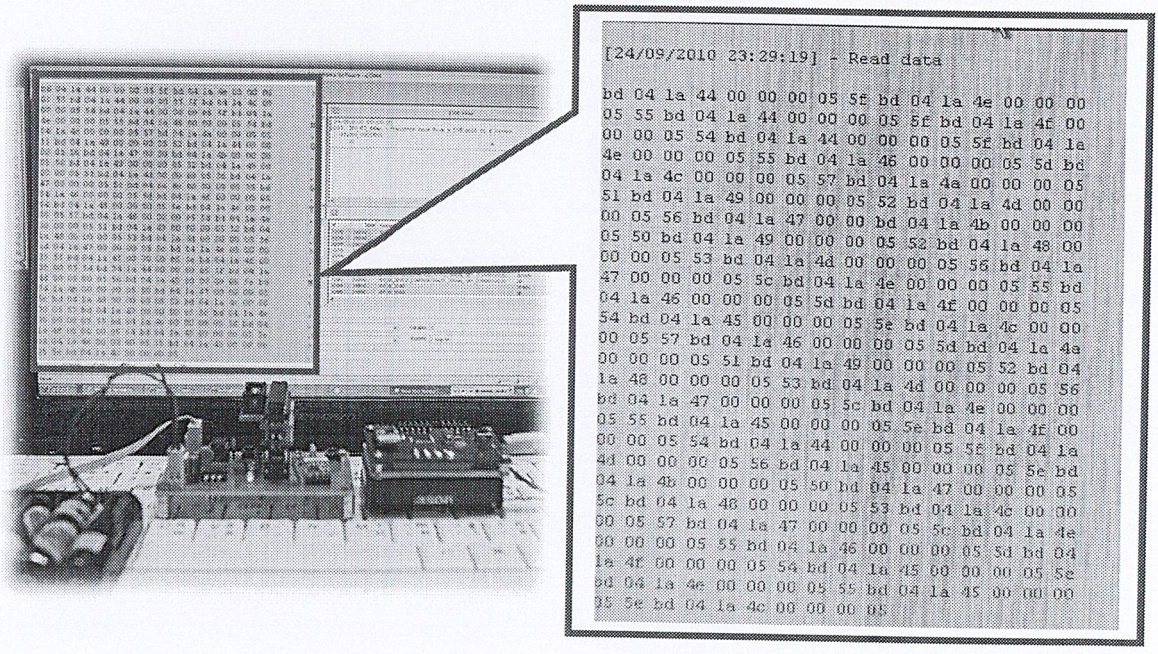
วิธีการทดลอง

ทำการจัดอุปกรณ์การทดลอง แต่ไม่กำหนดระยะทางระหว่างเกตเวย์กับเซ็นเซอร์โหนด



รูปที่ 4.15 แสดงการจัดอุปกรณ์ในการทดลอง

ทำการแสดงค่าข้อมูลที่ได้รับผ่านทางโปรแกรม Serial Port Monitor เป็นเวลา 10 นาที



รูปที่ 4.16 แสดงค่าข้อมูลที่ได้รับผ่านทางโปรแกรม Serial Port Monitor

ผลการทดลอง

ชุดข้อมูลที่ได้ตรงตามรูปแบบของแพคเก็จตามที่ออกแบบไว้ซึ่งจะมีการนำไปผูกกับแอปพลิเคชั่นต่อไป

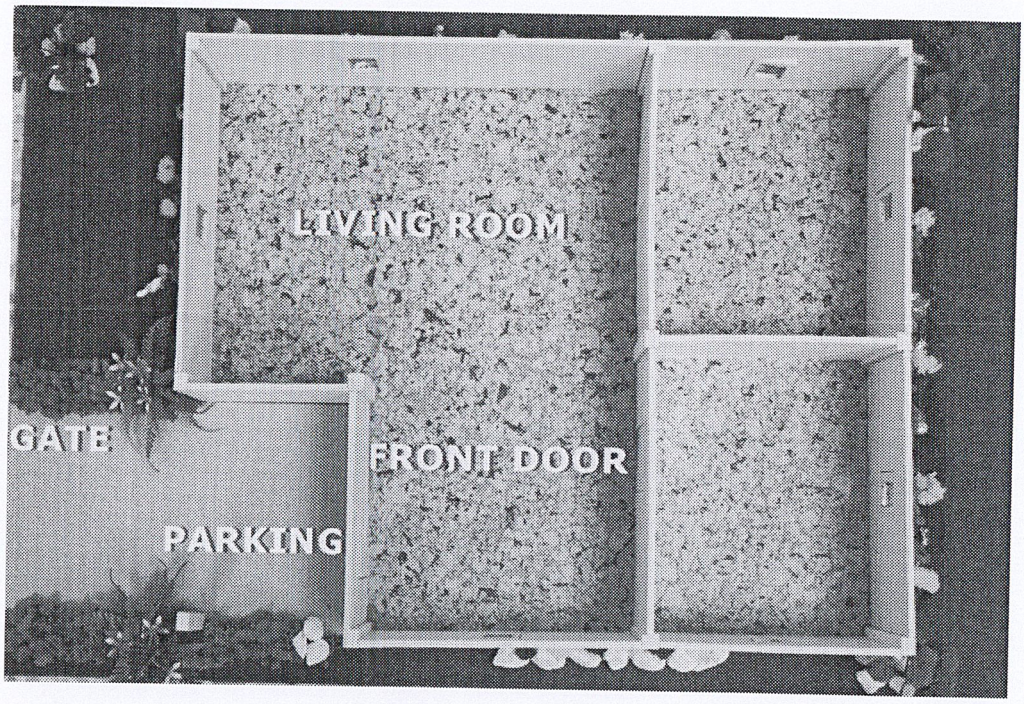
4.3 การทดลองควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัย

จุดประสงค์

เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของฮาร์ดแวร์ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัย

วิธีการทดลอง

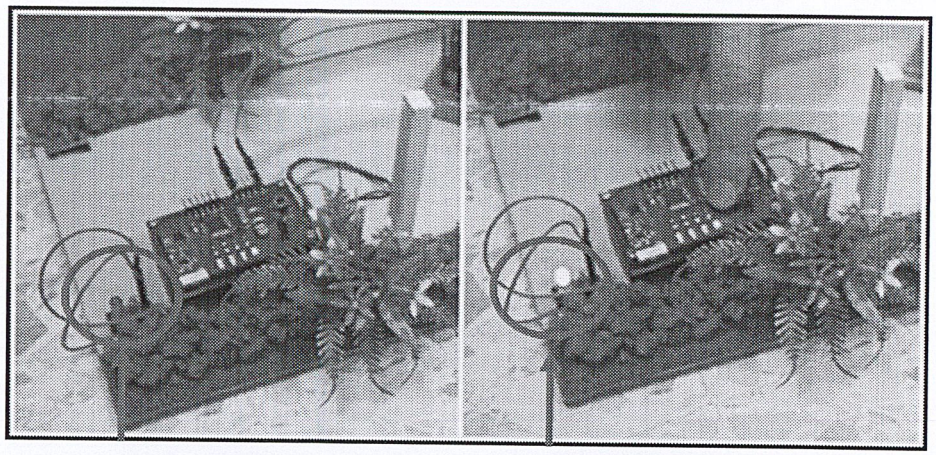
ทำการจัดอุปกรณ์การทดลองลงในโมเดลบ้าน



รูปที่ 4.17 แบบโมเดลบ้าน

<u>กรณีที่ 1</u>

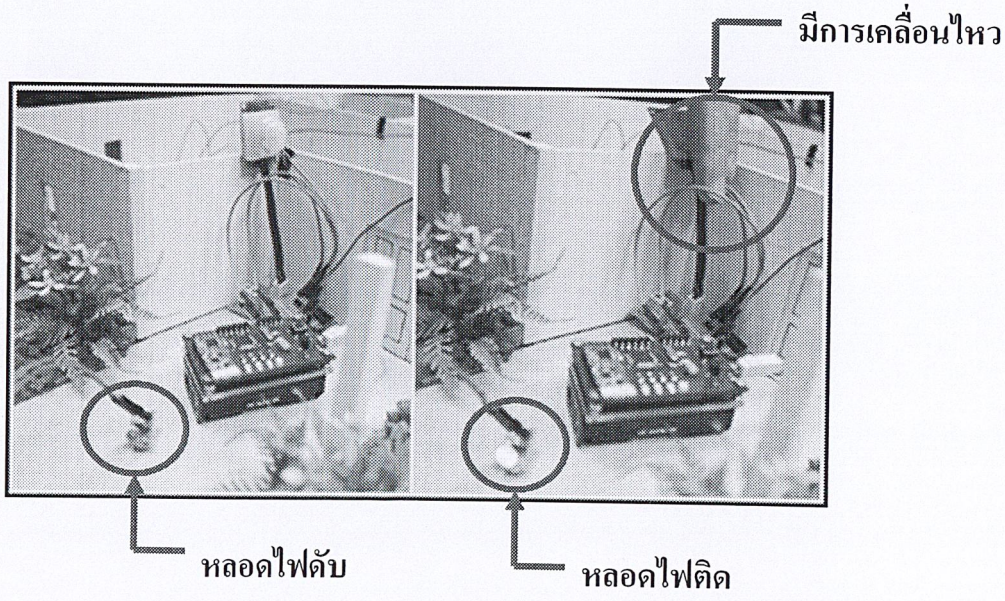
ในส่วนของรั้วมีเงื่อนไขคือตามสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ หากสภาพแวดล้อมมีค่าความเข้มแสงเกินกว่าค่าที่กำหนดโดยในการทดลองนี้ได้กำหนดค่าความเข้มแสงไว้ที่ 75 เปอร์เซ็นต์เพื่อใช้ในการทดลอง เนื่องจากทำการทดลองแล้วพบว่าที่ 75 เปอร์เซ็นต์เป็นจุดเปลี่ยนของความเข้มแสง ทำให้หลอดไฟที่จำลองบริเวณรั้วบ้านจะดับ แต่ถ้ามืดจนค่าความเข้มแสงน้อยกว่าค่าที่กำหนดโดย ในการทดลองนี้ได้กำหนดค่าความเข้มแสงไว้ที่ 75 เปอร์เซ็นต์ (เช่น ความมืดหลังจากพระอาทิตย์ตกดิน) แล้วไฟรั้วบ้านจะติด



รูปที่ 4.18 แสดงสถานะหลอดไฟบริเวณรั้ว

กรณีที่ 2

ส่วนของโรงรถจะแบ่งเงื่อนไขออกเป็น 2 กรณี ถ้าเป็นช่วงเวลากลางวันคือค่าความเข้มแสงมากกว่าค่าที่กำหนดโดยในการทดลองนี้ได้กำหนดค่าความเข้มแสงไว้ที่ 75 เปอร์เซ็นต์เพื่อใช้ในการทดลอง จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ แต่ถ้าเป็นในอีกกรณีกล่าวคือเป็นช่วงเวลากลางคืนค่าความเข้มแสงน้อยกว่าค่าที่กำหนดโดยในการทดลองนี้ได้กำหนดค่าความเข้มแสงไว้ที่ 75 เปอร์เซ็นต์ จะทำตามเงื่อนไขคือเมื่อมีการเคลื่อนไหว ทรานสดิวเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวจะตรวจจับความร้อนของสิ่งมีชีวิต ที่มีการแผ่กระจายรังสีอินฟราเรดเข้ามาในบริเวณรัศมีของการตรวจจับ หลอดไฟที่ติดไว้ที่โรงรถก็จะเปิดขึ้นและมีการหน่วงเวลาของหลอดไฟไว้ในช่วงเวลาหนึ่งหลังจากนั้นหลอดไฟก็จะดับลง



รูปที่ 4.19 แสดงสถานะหลอดไฟบริเวณโรงรถหลังจากมีการเคลื่อนไหว

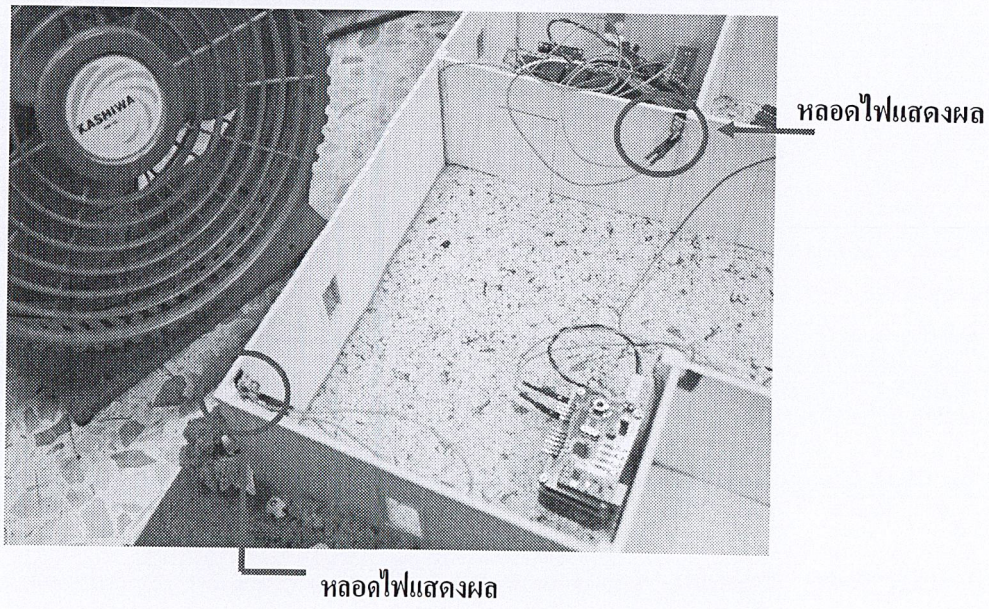
กรณีที่ 3

ประตูหน้าบ้านจะแบ่งเงื่อนไขออกเป็น 2 กรณี ถ้าเป็นช่วงเวลากลางวันคือค่าความเข้มแสงมากกว่าที่กำหนดจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ แต่ในอีกกรณีหนึ่งซึ่งเป็นช่วงเวลากลางคืนค่าความเข้มแสงน้อยกว่าค่าที่กำหนดโดยในการทดลองนี้ได้กำหนดค่าความเข้มแสงไว้ที่ 75 เปอร์เซ็นต์เพื่อใช้ในการทดลอง โปรแกรมจะทำตามเงื่อนไขคือเมื่อมีการเคลื่อนไหวจากโรงรถผ่านประตูหน้าบ้านเข้ามาภายในที่อยู่อาศัย หลอดไฟจะติดและมีการหน่วงเวลาไว้ในช่วงเวลาหนึ่งหลอดไฟก็จะดับลงเพื่อเป็นการประหยัดไฟฟ้า

กรณีที่ 4

และในส่วนของห้องนั่งเล่นแสดงดังรูปที่ 4.20 เมื่อรับค่าจากเซ็นเซอร์โหนดมาจะทำการตรวจสอบเงื่อนไขแรกคือ มีการเคลื่อนไหวหรือไม่ ถ้าไม่มีการเคลื่อนไหว หลอดไฟและพัดลมจะปิด ถือได้ว่าไม่มีคนอาศัยอยู่ภายในที่อยู่อาศัย แต่ถ้าหากภายในที่อยู่อาศัยมีการเคลื่อนไหวจะทำการตรวจสอบอีกเงื่อนไขหนึ่งต่อมา คือค่าความเข้มแสง ถ้าค่าความเข้มแสงมากกว่าค่าที่กำหนดโดยในการทดลองนี้ได้กำหนดค่าความเข้มแสงไว้ที่ 75 เปอร์เซ็นต์เพื่อใช้ในการทดลอง จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะใดๆ ของหลอดไฟ แต่ถ้าความเข้มแสงน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้หลอดไฟจะติด

เมื่อทำการตรวจสอบค่าความเข้มแสงเสร็จแล้ว เงื่อนไขสุดท้ายคือทำการตรวจสอบค่าอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิของห้องมีค่าอุณหภูมิสูงกว่าค่าที่กำหนด โดยในการทดลองได้กำหนดไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส การทำงานของพัดลมจะเปิด แต่ถ้าอุณหภูมิของห้องมีค่าอุณหภูมิต่ำกว่าค่าที่กำหนด การทำงานของพัดลมจะปิด



รูปที่ 4.20 แสดงสถานะหลอดไฟบริเวณห้องนั่งเล่น

ผลการทดลอง

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ได้ติดตั้งภายในโมเดลบ้านสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด

4.4 บทสรุป

จากการทำการทดลองผลการทดลองปรากฏว่าเซ็นเซอร์โหนดจะทำการตรวจวัดค่าความเข้มแสงและอุณหภูมิพร้อมทั้งมีการตรวจจับความเคลื่อนไหวของคน เมื่อนำเซ็นเซอร์โหนดเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า จะทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ในแต่ละพื้นที่ของที่อยู่อาศัย หลังจากนั้นเซ็นเซอร์โหนดจะส่งค่าความเข้มแสงและอุณหภูมิมายังเกตเวย์ แล้วเกตเวย์ก็จะส่งค่าความเข้มแสงและอุณหภูมิที่รับมาได้ แสดงบนส่วนติดต่อผู้ใช้พร้อมทั้งเก็บค่าความเข้มแสงและอุณหภูมิลงฐานข้อมูล

บทที่ 5
บทวิจารณ์และผลสรุป

5.1 บทสรุป

ปริญญานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาทฤษฎีเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย โดยนำเอาแนวความคิดการประหยัดพลังงานภายในที่อยู่อาศัยมาเป็นแนวคิดในการทำ เริ่มจากได้มีการพัฒนาฮาร์ดแวร์ขึ้นมาให้มีความสามารถในการตรวจวัดค่าความเข้มแสง อุณหภูมิ และสามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ ต่อมาได้มีการพัฒนาต่อยอดนำมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งสามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เปิด - ปิดได้อัตโนมัติตามค่าที่กำหนดไว้ อีกทั้งยังมีการเก็บค่าทางสถิติเพื่อเรียกดูผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเพื่อนำมาใช้ในการจัดการพลังงานภายในที่อยู่อาศัยต่อไปในอนาคต

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

จากการทดลองการทำงานของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายนั้น สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดเอาไว้แต่จากการทดลองทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นต่อไปนี้

<u>ส่วนฮาร์ดแวร์</u>

1. ตัวโหนดของตัวส่งสัญญาณ เกิดความเสียหายได้ง่ายเมื่อมีการถูกกระแทก ทำให้เกิดความสิ้นเปลือง

2. ปัญหาจากแหล่งจากไฟ เนื่องจากระบบควบคุมชุดนี้มีรีเลย์เป็นตัวควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ขีดจำกัดของกระแสไฟของรีเลย์ที่สามารถจ่ายได้มีมากกว่าตัวโหนดของตัวส่งสัญญาณ ทำให้ตัวโหนดส่งสัญญาณไม่สามารถทำงานได้ ทางแก้ไขโดยการเพิ่มกระแสไฟให้กับตัวโหนดส่งสัญญาณ

<u>ส่วนซอฟต์แวร์</u>

1. รูปแบบในการออกแบบยังไม่มีความละเอียดพอ

5.3 สิ่งที่สามารถนำไปพัฒนาต่อในอนาคต

โครงงานนี้เป็นไปตามแผนที่ผู้ศึกษาได้กำหนดเอาไว้ แต่ก็ยังสามารถที่จะเพิ่มความสามารถในการทำงานของระบบได้อีกไม่ว่าจะเป็นทางด้านของฮาร์ดแวร์และในส่วนของซอฟต์แวร์ ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้ดังนี้

ส่วนฮาร์ดแวร์

1. ติดตั้งระบบเตือนภัยต่างๆ เช่น เตือนเพลิงไหม้ เตือนขโมย ภายในที่อยู่อาศัยโดยเชื่อมต่อกับโครงงานนี้ให้สามารถเชื่อมโยงถึงกันโดยตรง

2. ติดตั้งเซ็นเซอร์ชนิดอื่นบนเซ็นเซอร์โหนด เช่น ตรวจจับควัน ตรวจจับเสียง และบันทึกภาพหรือเสียงโดยให้ผู้ดูแลสามารถดูภาพและเสียงผ่านทางอินเตอร์เน็ตได้ เพิ่มความสะดวกในการดูแลที่อยู่อาศัยมากขึ้น

ส่วนซอฟต์แวร์

1. เพิ่มส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถรองรับการเพิ่มขึ้นของอุปกรณ์

2. ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ผ่านทางอินเตอร์เน็ตเพื่อความสะดวกในการใช้ชีวิตประจำวัน

บรรณานุกรม

[1] "Wireless Sensor Network", http://www.iicbelgrado.esteri.it/ITC_SanFrancisco/webform/SchedaEvento.aspx?id=186&, [ออนไลน์]

[2] "เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย", http://www.ict.bus.ku.ac.th/backoffice/pdf_research/432_276.pdf , [ออนไลน์]

[3] "Wireless Sensor Network", http://www.thaitelecomkm.org/TTE/topic/attach/Wireless_Sensor_Network/index.php, [ออนไลน์]

[4] "Atmega168v", http://www.atmel.com/dyn/products/datasheets.asp?family_id=607, [ออนไลน์]

[5] "DCBT-24", http://www.es.co.th/Schemetic/PDF/DCBT-24.PDF, [ออนไลน์]

[6] "nRF24L01", http://www.nordicsemi.no, [ออนไลน์]

[7] "ET-10PIN_REL4", www.es.co.th/Schemetic/PDF/ET-10PIN_REL4.PDF, [ออนไลน์]

[8] "KC778B", www.vrdp.net/picture/research/Mentor-research/4/BEN/7/6-17.pdf, [ออนไลน์]

[9] นายกฤษณ์ ศรีวิลาศ นางสาวนพมาศ ลีลาอดิศัย และนางสาวศศิธร กมลสุวรรณ, ปริญญานิพนธ์เรื่อง "เครือข่ายรับรู้ไร้สายสำหรับที่อยู่อาศัยอัจฉริยะ", 2552

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

คู่มือการใช้งาน

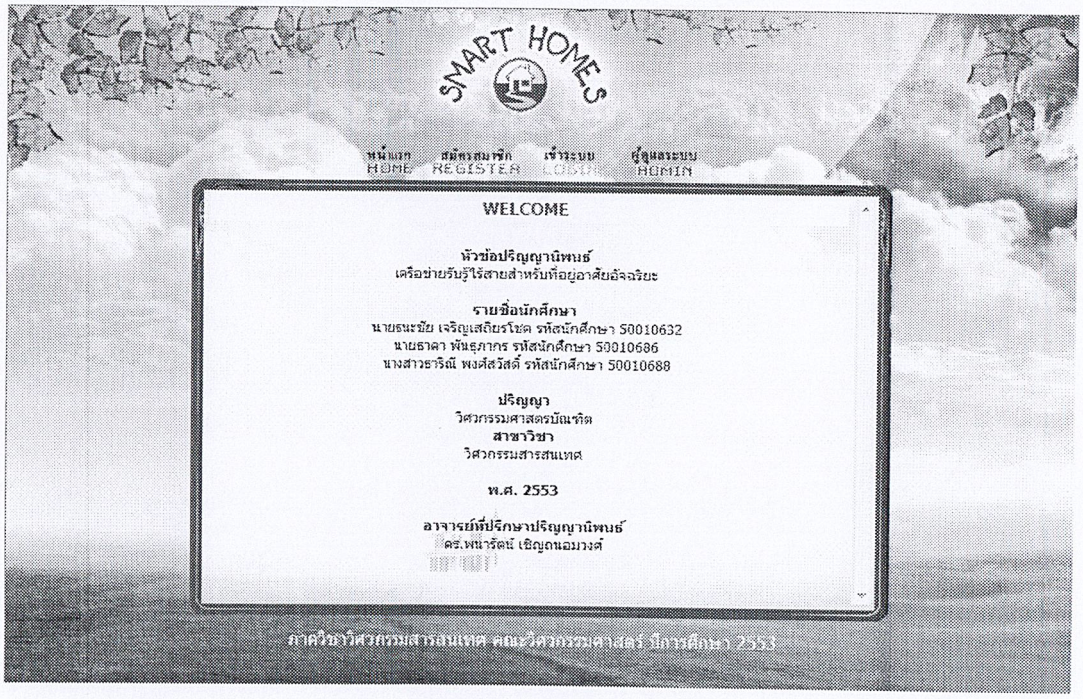
ภาคผนวก ก. คู่มือการใช้งาน

ก.1 การเริ่มต้นการใช้งานสำหรับดูค่าสถานะของเซ็นเซอร์แบบออฟไลน์

1. สำหรับเซ็นเซอร์โหนด ให้ตรวจสอบว่าใส่ถ่านสองก้อนครบหรือไม่ เพื่อเตรียมพร้อมในการใช้งานกับระบบ
2. นำเกตเวย์ที่ใช้เป็นสถานีฐานมาเสียบเข้ากับช่อง USB ของคอมพิวเตอร์
3. เปิดโปรแกรม Visual Studio แล้วกดรันโปรแกรมเพื่อทำการเชื่อมต่อเข้ากับฮาร์ดแวร์ หน้าโปรแกรมจะแสดงผลแบบ real time
4. ถ้าต้องการดูผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตในเปิดเว็บไซต์ขึ้นมาได้ในทุกที่ที่มีการเชื่อมต่อเครือข่าย

ก.2 การใช้งานส่วนของเว็บอินเตอร์เฟสแบบเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

หลังจากเข้าสู่เว็บไซต์ http://smarthomes.keedkean.com/index.php เรียบร้อยแล้ว จะแสดงหน้าหลักของเว็บไซต์ แสดงดังรูปที่ ก.1



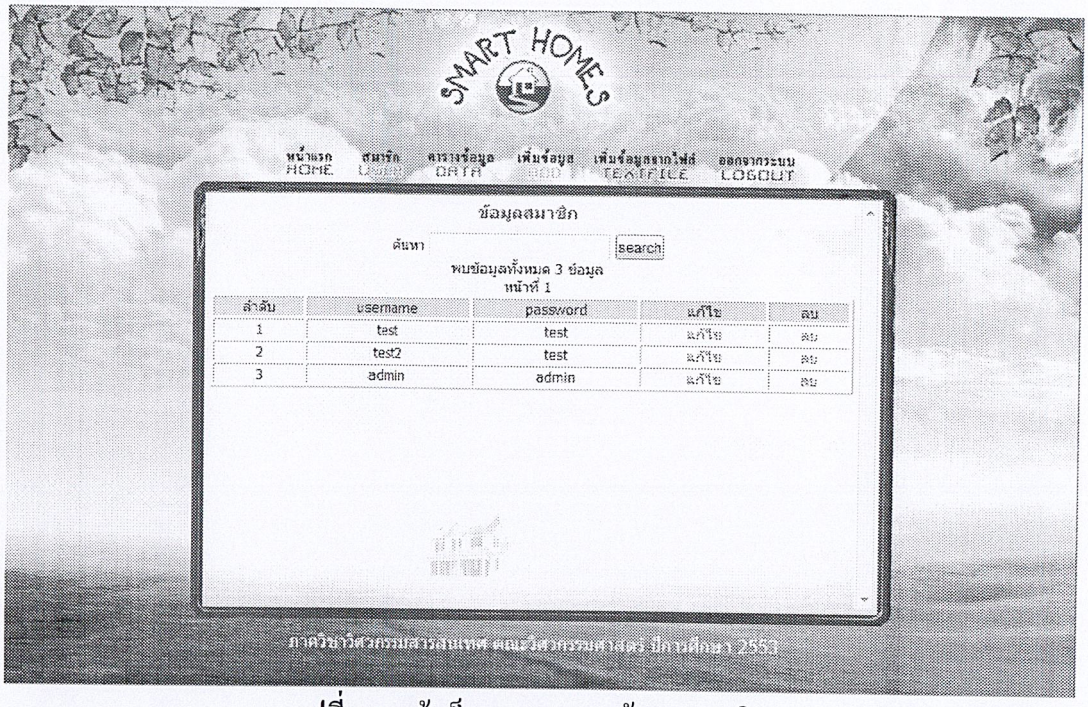
รูปที่ ก.1 หน้าแรกของเว็บไซต์

ก.2.1 การสมัครสมาชิก

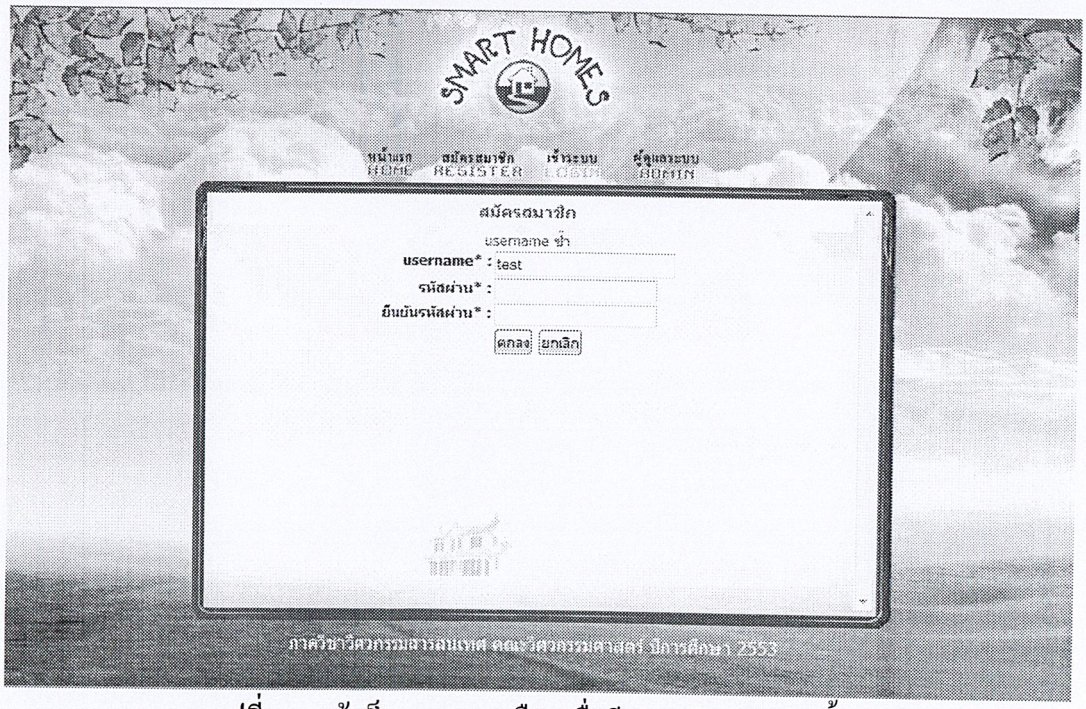
การสมัครสมาชิกแบ่งออกเป็น 2 แบบ แบ่งตามหน้าที่การใช้งาน ดังนี้

<u>ผู้ดูแลระบบ</u>

ผู้ดูแลระบบสามารถเข้าสู่ระบบได้โดยใช้ Username คือ Admin และ Password คือ Admin และหลังจากที่ได้ล็อกอินเป็นผู้ดูแลระบบแล้ว สามารถจัดการแก้ไขสมาชิกได้โดยเข้าไปจัดการในฐานข้อมูลผู้มาใช้งานที่ได้ลงทะเบียนในหน้าข้อมูลสมาชิก ดังรูปที่ ก.2 หากไม่ได้ทำการลงทะเบียนไว้จะไม่สามารถล็อกอินระบบได้ซึ่งระบบจะแจ้งให้ทราบ ต้องทำการลงทะเบียนให้เรียบร้อยเสียก่อนแต่ถ้าหาก Username และ Password ซ้ำกันจะมีการแจ้งให้ผู้สมัครทราบดังรูปที่ ก.3



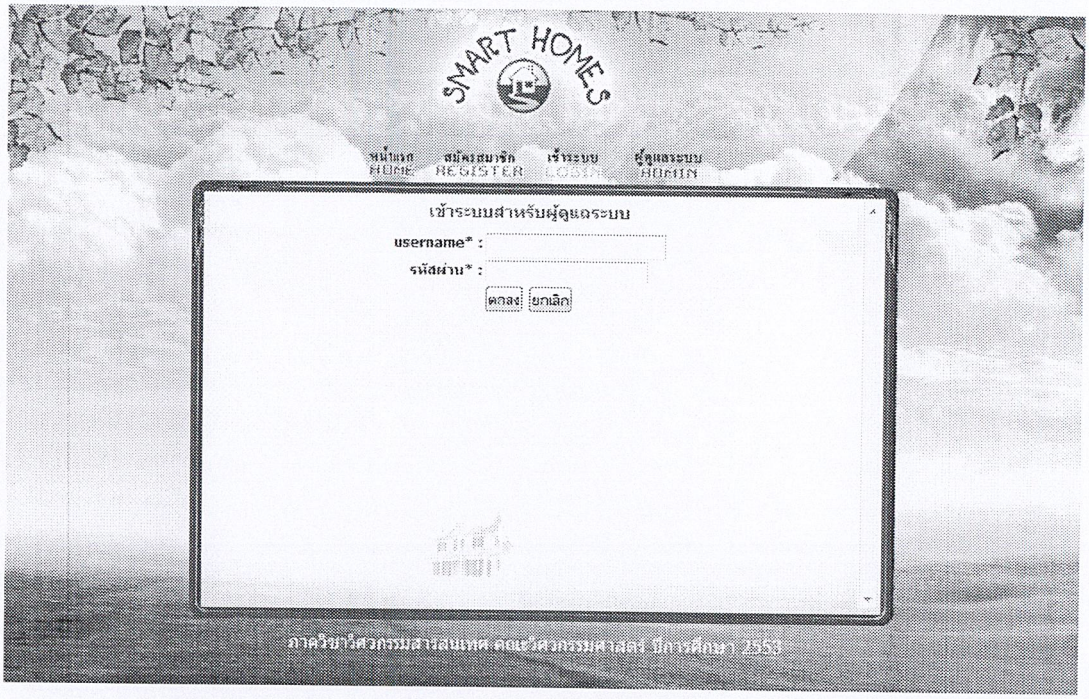
รูปที่ ก.2 หน้าเว็บแสดงตารางข้อมูลสมาชิก



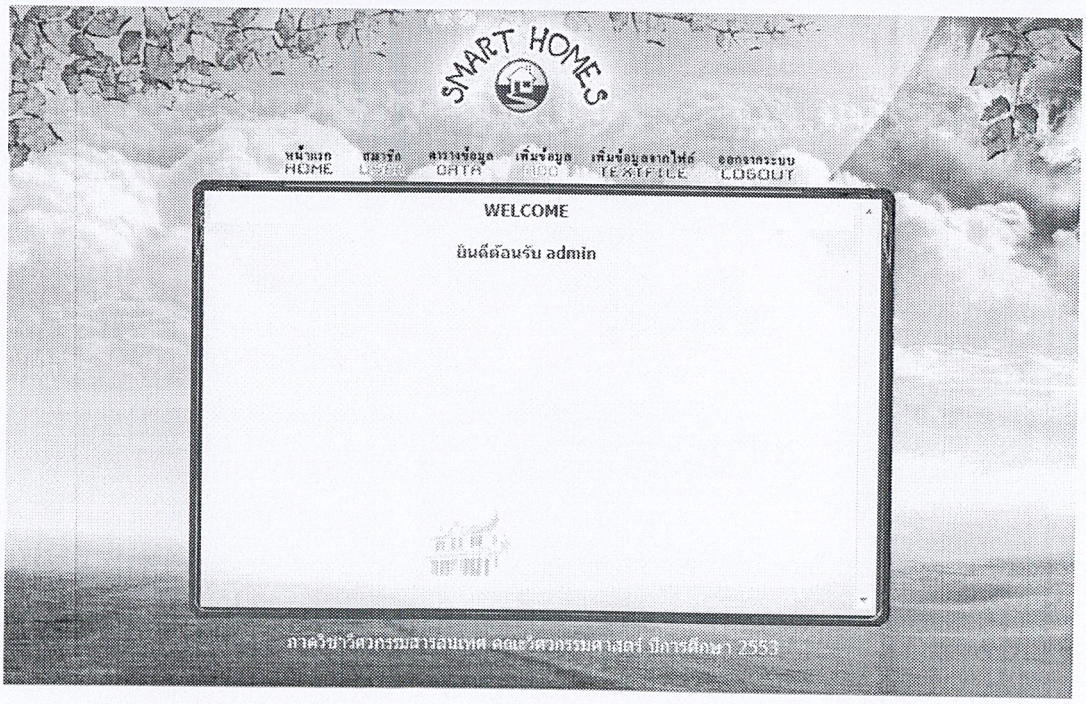
รูปที่ ก.3 หน้าเว็บแสดงการเตือนเมื่อมีการสมัครสมาชิกซ้ำ

จากรูปที่ ก.2 จะแสดง Username และ Password ของผู้ที่มาลงทะเบียน หากทำการลงทะเบียนระบบจะจัดให้ผู้มาลงทะเบียนอยู่ในสถานะผู้ใช้งานทั่วไป (User)

หลังจากทำการล็อกอินในหน้าสำหรับผู้ดูแลระบบดังรูปที่ ก.4 ได้ถูกต้องระบบจะแสดงการล็อกอินในสถานะผู้ดูแลระบบ (Admin) ถูกต้องในรูปที่ ก.5 แล้วระบบจะนำสู้หน้าหลักของการใช้งาน



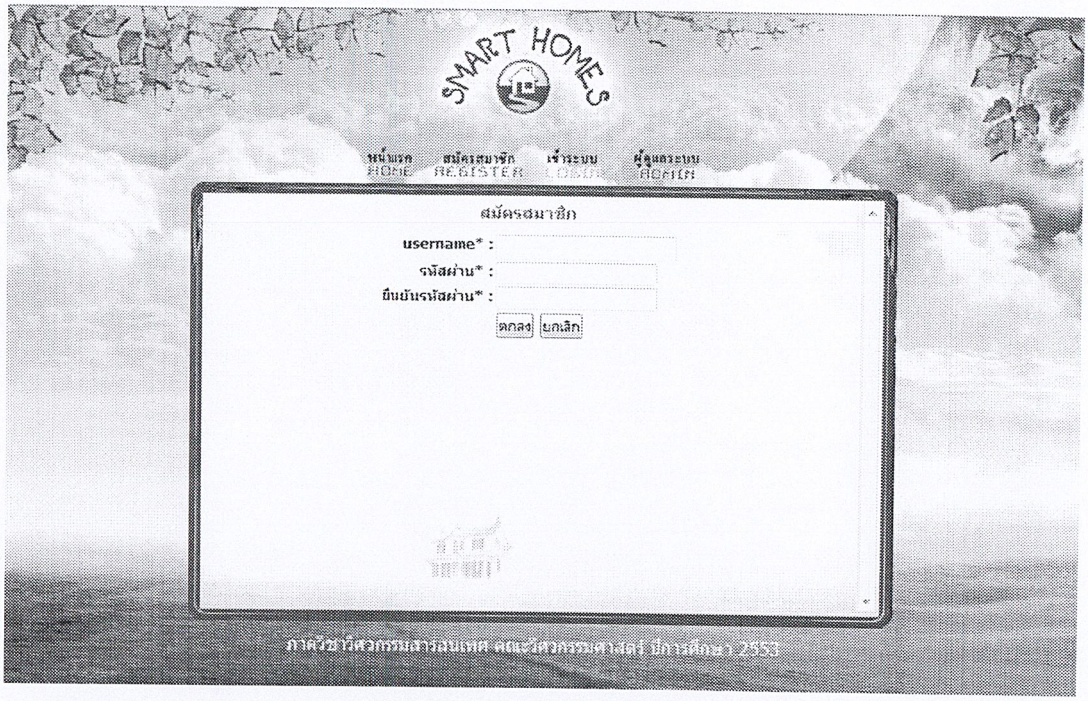
รูปที่ ก.4 หน้าเว็บในการเข้าระบบสำหรับผู้ดูแลระบบ (Admin)



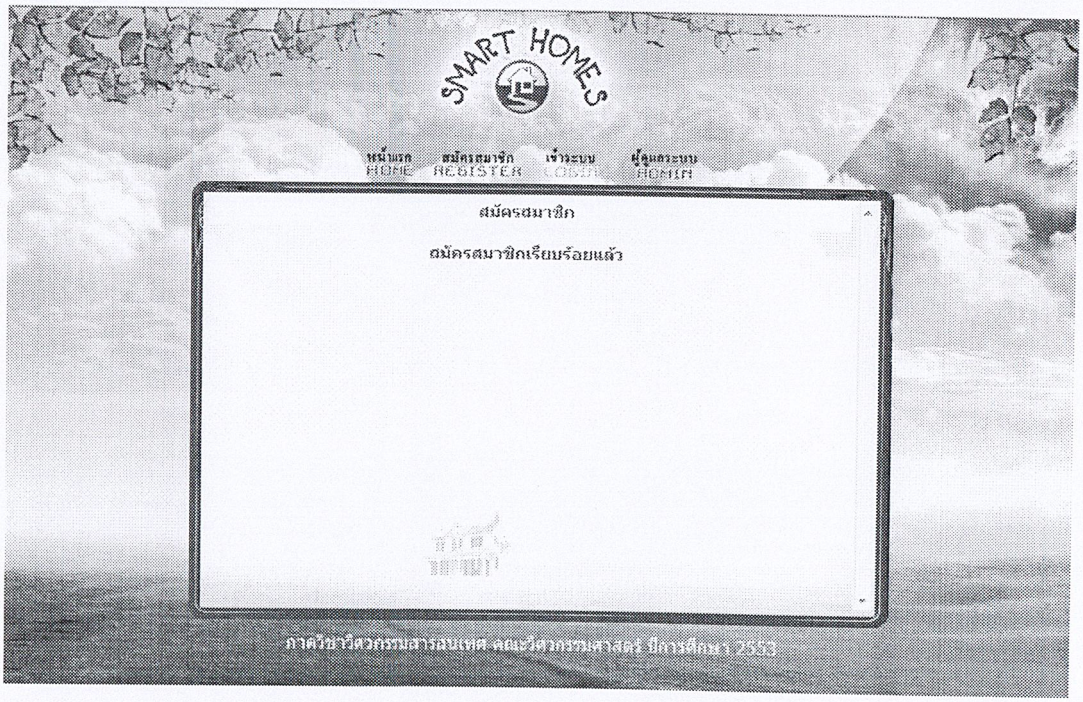
รูปที่ ก.5 แสดงหน้าเว็บหลักการใช้งานในสถานะผู้ดูแลระบบ (Admin)

ผู้ใช้งานทั่วไป

ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถเข้าสู่ระบบได้หลังจากที่ได้ลงทะเบียนจากหน้าแรกของเว็บไซต์ ดังรูปที่ ก.6

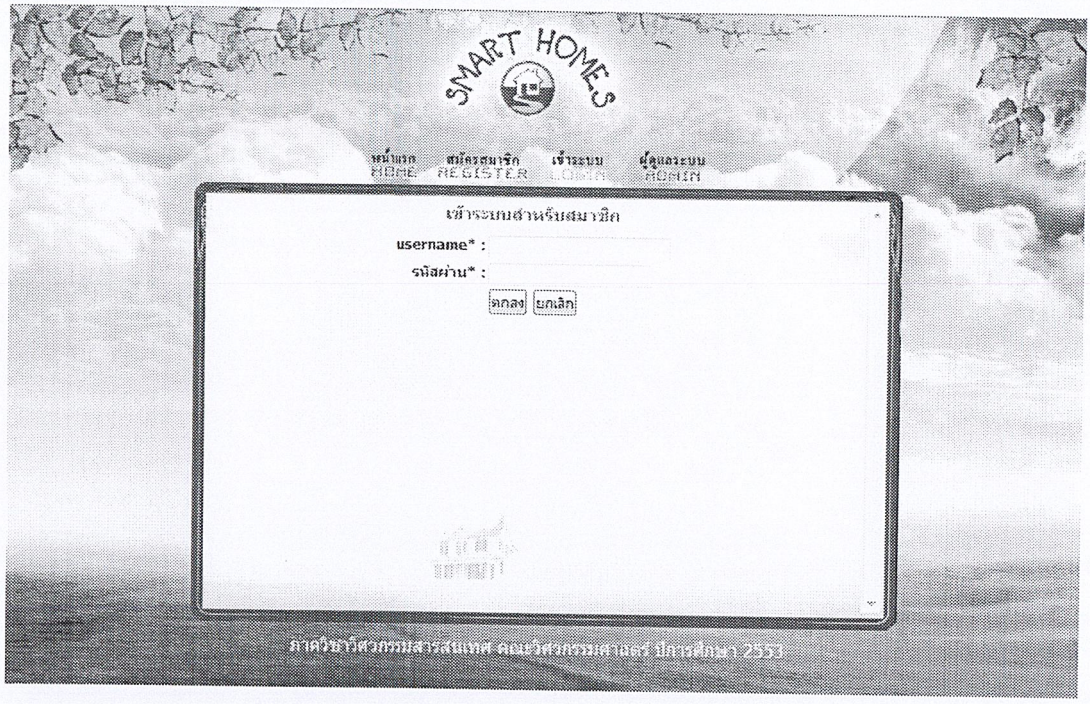


รูปที่ ก.6 หน้าเว็บในการสมัครสมาชิก

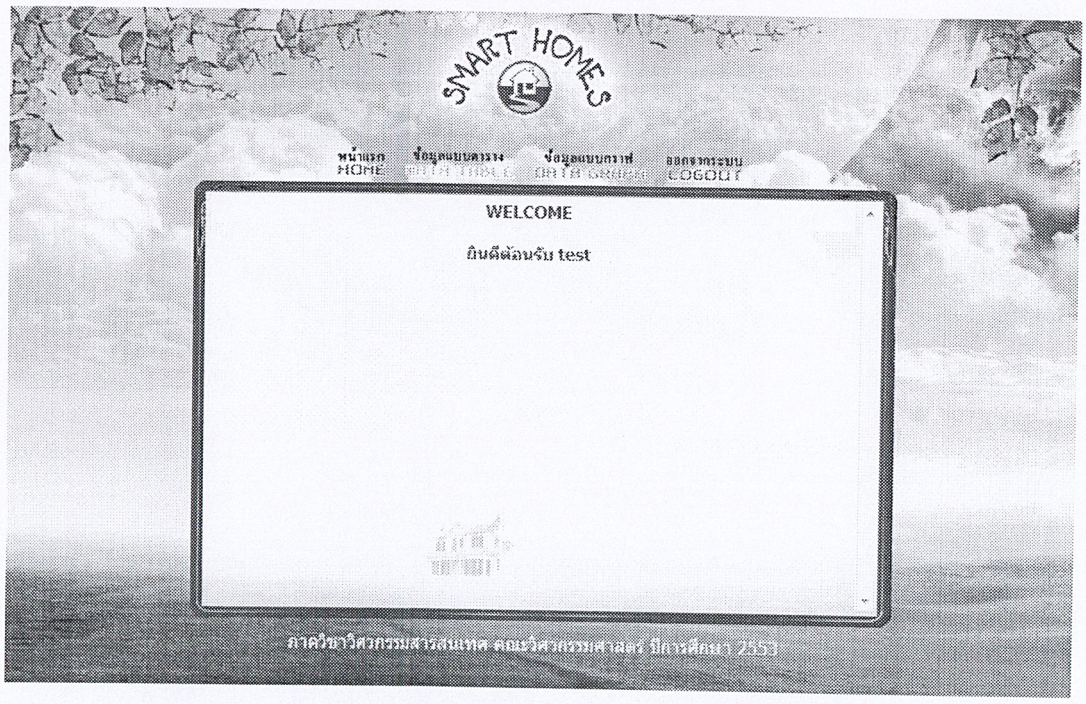


รูปที่ ก.7 หน้าเว็บแสดงการลงทะเบียนเสร็จสมบูรณ์

และเมื่อสมัครสมาชิกเรียบร้อยก็ทำการเข้าสู่ระบบสำหรับสมาชิกทำการกรอก Username และ Password เสร็จสิ้น ก็จะแสดงหน้าเว็บออกมาดังรูปที่ ก.8



รูปที่ ก.8 หน้าเว็บในการเข้าระบบสำหรับสมาชิก

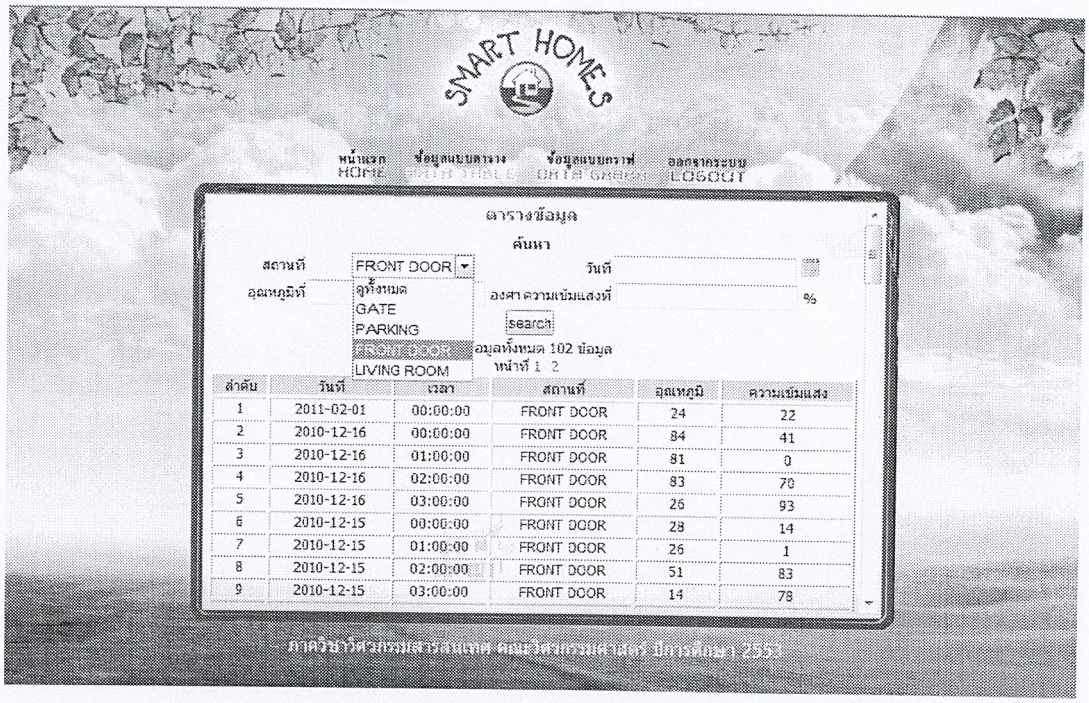


รูปที่ ก.9 แสดงหน้าเว็บหลักการใช้งานในสถานะผู้ใช้งานทั่วไป (User)

ก.2.2 ส่วนต่างๆ ที่แสดงบนหน้าเว็บ

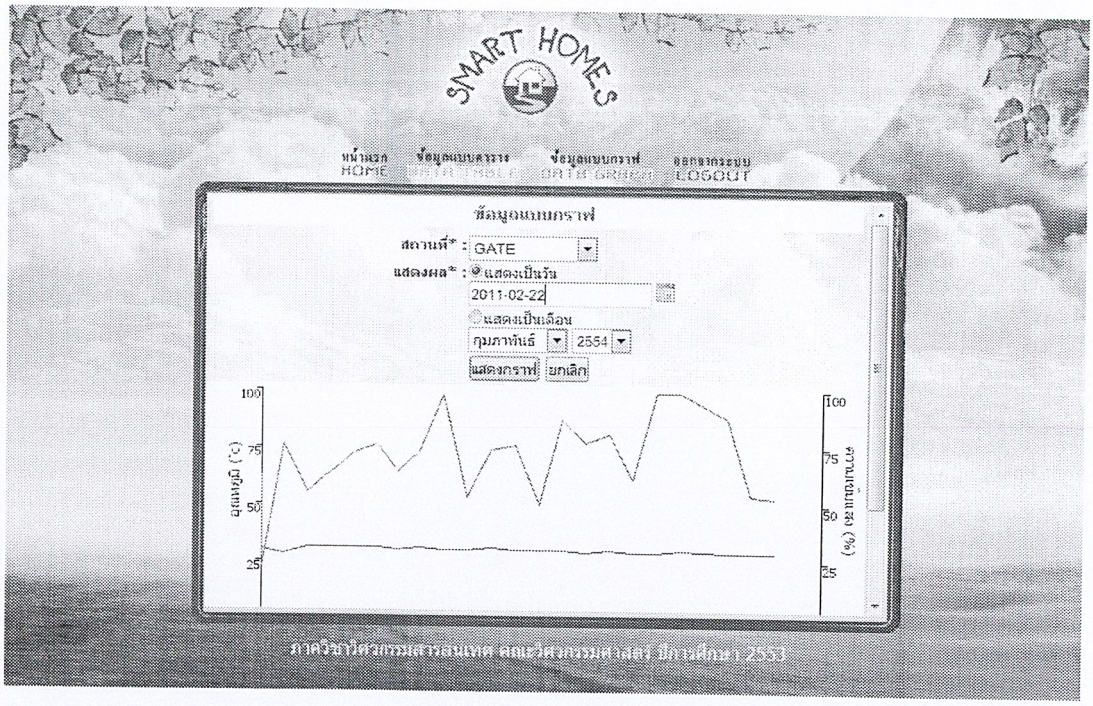
ระบบสำหรับสมาชิก

1. ตารางแสดงข้อมูลในรูปแบบตารางแสดงวันที่ เวลา สถานที่ ค่าอุณหภูมิ ค่าความเข้มแสงที่วัดได้ในสถานที่ต่างๆ ภายในที่อยู่อาศัย เราสามารถกำหนดเลือกดูเฉพาะในแต่ละสถานที่เลือกวันที่ได้ อุณหภูมิ ตลอดจนค่าความเข้มแสงที่เราต้องการจะดู แสดงในรูปที่ ก.10



รูปที่ ก.10 ส่วนแสดงตารางข้อมูลสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป (User)

3. ตารางแสดงข้อมูลในรูปแบบกราฟแสดงวันที่ เวลา สถานที่ ค่าอุณหภูมิ ค่าความเข้มแสง แสดงในรูปที่ ก.11

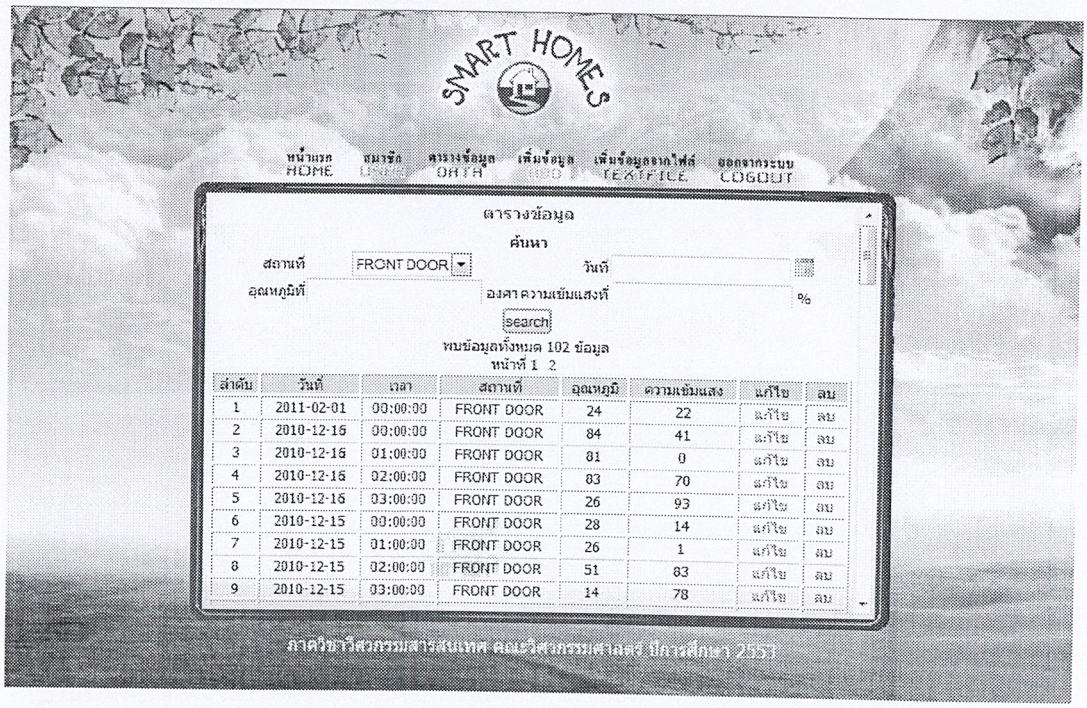


รูปที่ ก.11 ส่วนแสดงกราฟข้อมูลสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป (User)

<u>ระบบสำหรับผู้ดูแลระบบ</u>

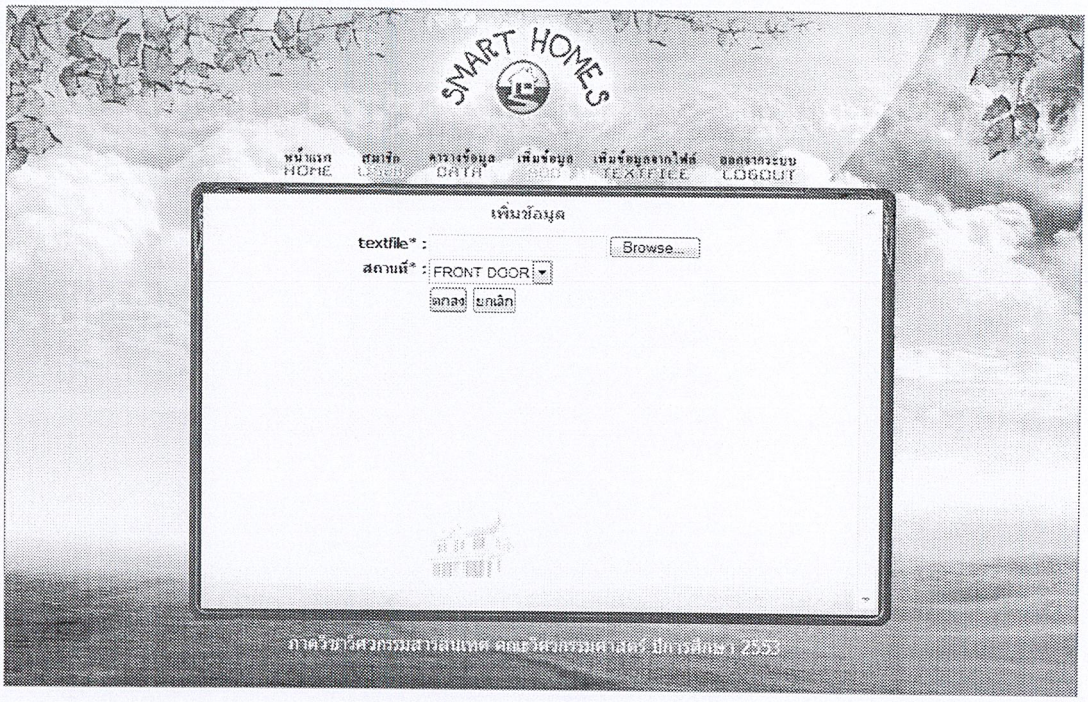
1. ในส่วนแรกเป็นส่วนจัดการสมาชิกดังแสดงในรูปที่ ก.2 ในตอนต้น

2. ตารางแสดงข้อมูลในรูปแบบตารางแสดงวันที่ เวลา สถานที่ ค่าอุณหภูมิ ค่าความเข้มแสงที่วัดได้ในสถานที่ต่างๆ ภายในที่อยู่อาศัย เราสามารถกำหนดเลือกดูเฉพาะในแต่ละสถานที่เลือกวันที่ได้ อุณหภูมิ ตลอดจนค่าความเข้มแสงที่เราต้องการจะดู แสดงในรูปที่ ก.12



รูปที่ ก.12 ส่วนแสดงตารางข้อมูลสำหรับผู้ดูแลระบบ (Admin)

3. ส่วนของการเพิ่มข้อมูลสามารถเพิ่มได้โดยนำไฟล์จากข้อมูลที่เก็บไว้มาลงในเว็บแสดงในรูปที่ ก.13



รูปที่ ก.13 ส่วนของการเพิ่มข้อมูล

ก.3 การหยุดการใช้งาน

สำหรับออนไลน์

ไปที่ปุ่มออกจากระบบเพื่อปิดเว็บไซต์สำหรับหน้าเว็บออนไลน์

สำหรับออฟไลน์

1. ไปที่โปรแกรม Visual Studio แล้วกดปุ่ม เพื่อหยุดรันโปรแกรม
2. ถอดถ่านที่ใส่ในเซ็นเซอร์โหนดที่สถานีย่อยออก
3. นำเกตเวย์ที่ใช้เป็นสถานีฐานออกจากช่อง USB ของคอมพิวเตอร์

ก.4 ข้อควรระวัง

ในการสั่งรันโปรแกรมใน Visual Studio จะสามารถสั่งให้รันโปรแกรมได้เพียงครั้งเดียว หากกดปุ่มรันโปรแกรมมากกว่า 1 ครั้ง จะเกิด error ขึ้น ซึ่งมีวิธีการแก้คือ กดหยุดรันโปรแกรมและปิดหน้าต่าง console ทิ้งไป

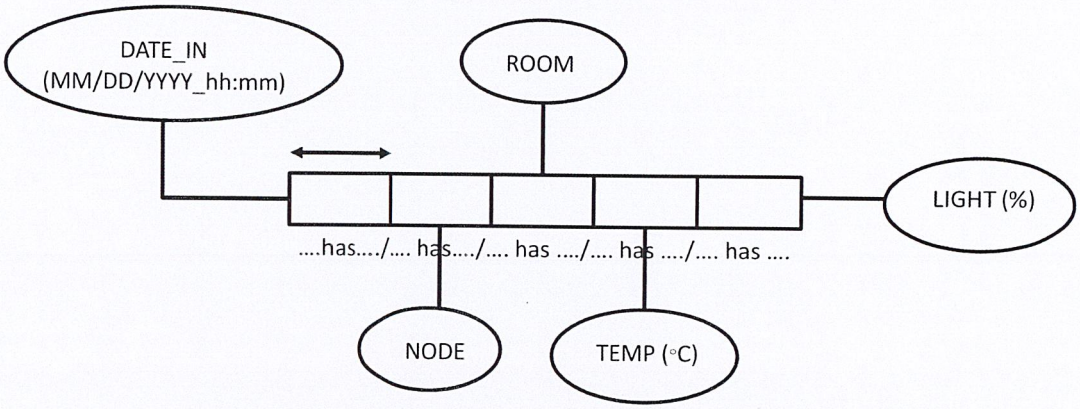
ภาคผนวก ข.

ฐานข้อมูลของระบบ

ภาคผนวก ข. ฐานข้อมูลของระบบ

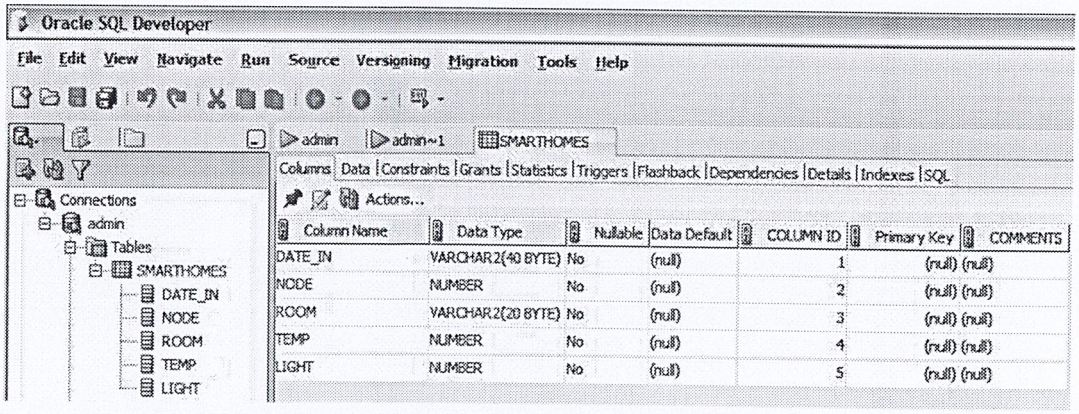
ส่วนซอฟต์แวร์ที่ใช้ติดต่อฐานข้อมูลนั้น เริ่มแรกมีได้มีการออกแบบ NI-AM ซึ่งแสดงดังรูปที่ ข.1 เพื่อนำมาสร้างฐานข้อมูลด้วยซอฟต์แวร์ในการจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการรับค่าจากเซ็นเซอร์ในแต่ละโหนด ซึ่งส่งผลมาแสดงยังหน้าจอ โดยได้จัดเก็บข้อมูลทั้งสิ้น 5 ข้อมูล ได้แก่

1. DATE_IN: เดือน วัน ปี และเวลา ที่ได้ทำการเก็บบันทึกค่าข้อมูลลงในฐานข้อมูล
2. NODE: หมายเลขของโหนดที่ทำการส่งข้อมูลมาเก็บยังฐานข้อมูล
3. ROOM: ชื่อของบริเวณของโหนดในแต่ละโหนด
4. TEMP: อุณหภูมิที่วัดได้ในเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูลนั้น
5. LIGHT: ค่าความเข้มแสงที่วัดได้ในเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูลนั้น



รูปที่ ข.1 การออกแบบ NI-AM เพื่อนำมาสร้างฐานข้อมูล

จากนั้นนำ NI-AM ที่ออกแบบมาสร้างฐานข้อมูลด้วย Oracle database11g ซึ่งฐานข้อมูลที่สร้าง แสดงดังรูปที่ ข.2



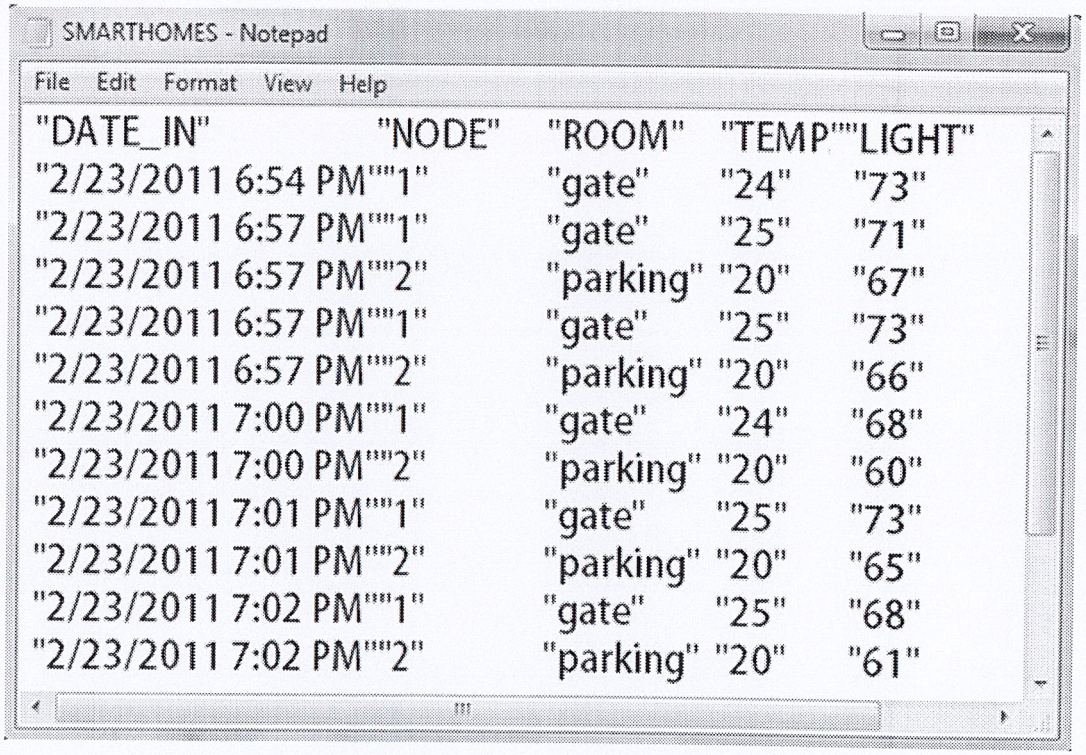
รูปที่ ข.2 การสร้างฐานข้อมูลด้วย Oracle database11g

แสดงค่าที่เก็บได้จากฮาร์ดแวร์ที่ทำการเชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์ส่วนติดต่อการใช้งาน เมื่อเริ่มทำงานค่าจะถูกส่งมาเก็บยังฐานข้อมูล แสดงดังรูปที่ ข.3

	DATE_IN	NODE	ROOM	TEMPER	LIGHT
1	2/23/2011 6:54 PM	1 gate		24	73
2	2/23/2011 6:57 PM	1 gate		25	71
3	2/23/2011 6:57 PM	2 parking		20	67
4	2/23/2011 6:57 PM	1 gate		25	73
5	2/23/2011 6:57 PM	2 parking		20	66
6	2/23/2011 7:00 PM	1 gate		24	68
7	2/23/2011 7:00 PM	2 parking		20	60
8	2/23/2011 7:01 PM	1 gate		25	73
9	2/23/2011 7:01 PM	2 parking		20	65
10	2/23/2011 7:02 PM	1 gate		25	68
11	2/23/2011 7:02 PM	2 parking		20	61

รูปที่ ข.3 ตัวอย่างฐานข้อมูล

เมื่อเก็บค่าลงฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้วเราจะทำการแปลงไฟล์มาเป็น .txt เพื่อนำไปใช้ต่อไปแสดงดังรูปที่ ข.4



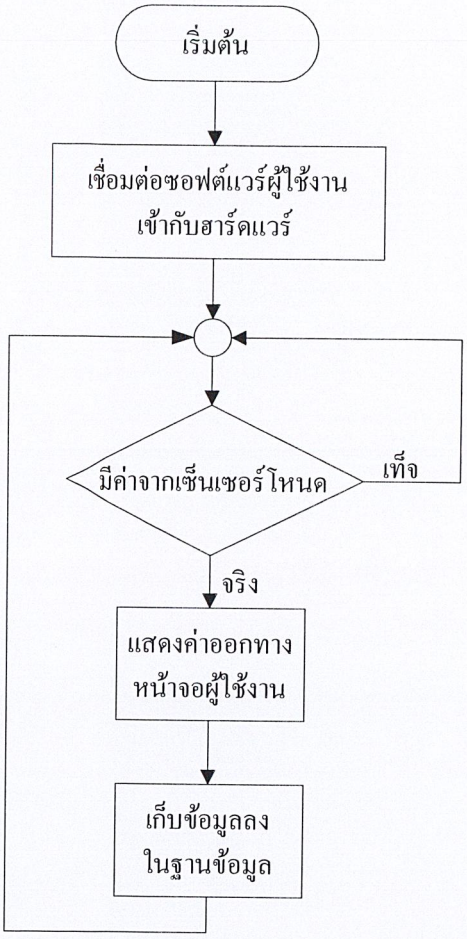
รูปที่ ข.4 ฐานข้อมูลที่ถูกเก็บเป็นไฟล์ .txt

ภาคผนวก ค.

โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของระบบ

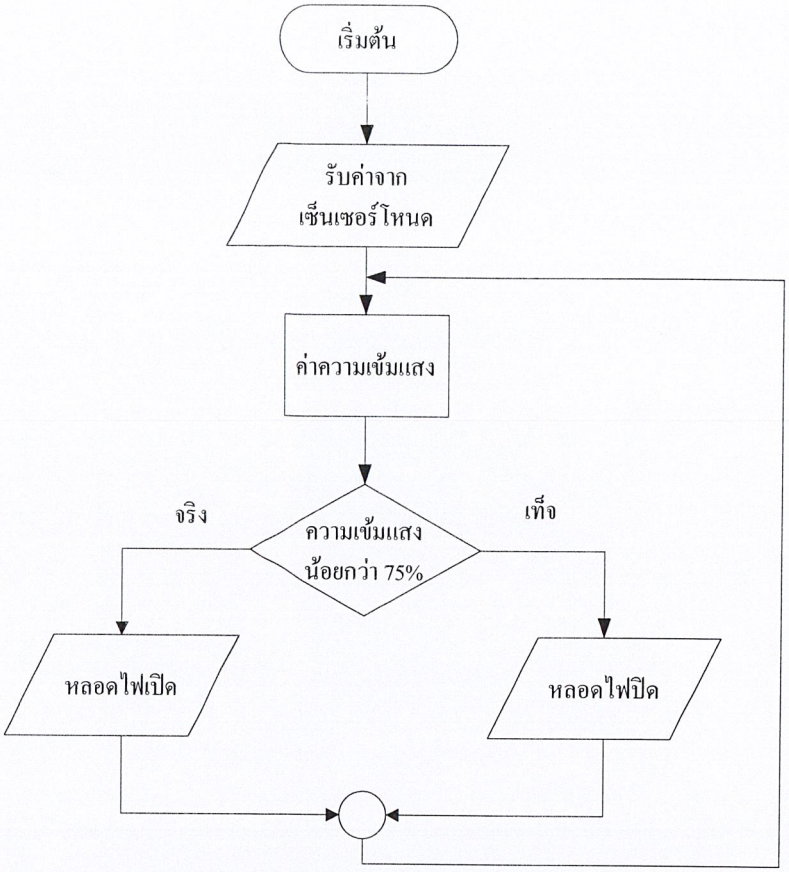
ภาคผนวก ค. โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของระบบ

การทำงานของระบบทั้งหมดนั้นเริ่มจากการที่ระบบทำการเชื่อมต่อระหว่างฮาร์ดแวร์และส่วนของซอฟต์แวร์ส่วนติดต่อผู้ใช้ เมื่อทำการเชื่อมต่อกับระบบเรียบร้อย ซอฟต์แวร์ส่วนติดต่อผู้ใช้จะรับค่ามาจากฮาร์ดแวร์ เมื่อรับค่ามาแล้วจะทำการแสดงค่าออกทางหน้าโปรแกรม แล้วส่งไปเก็บลงเป็นฐานข้อมูล แสดงดังรูปที่ ค.1



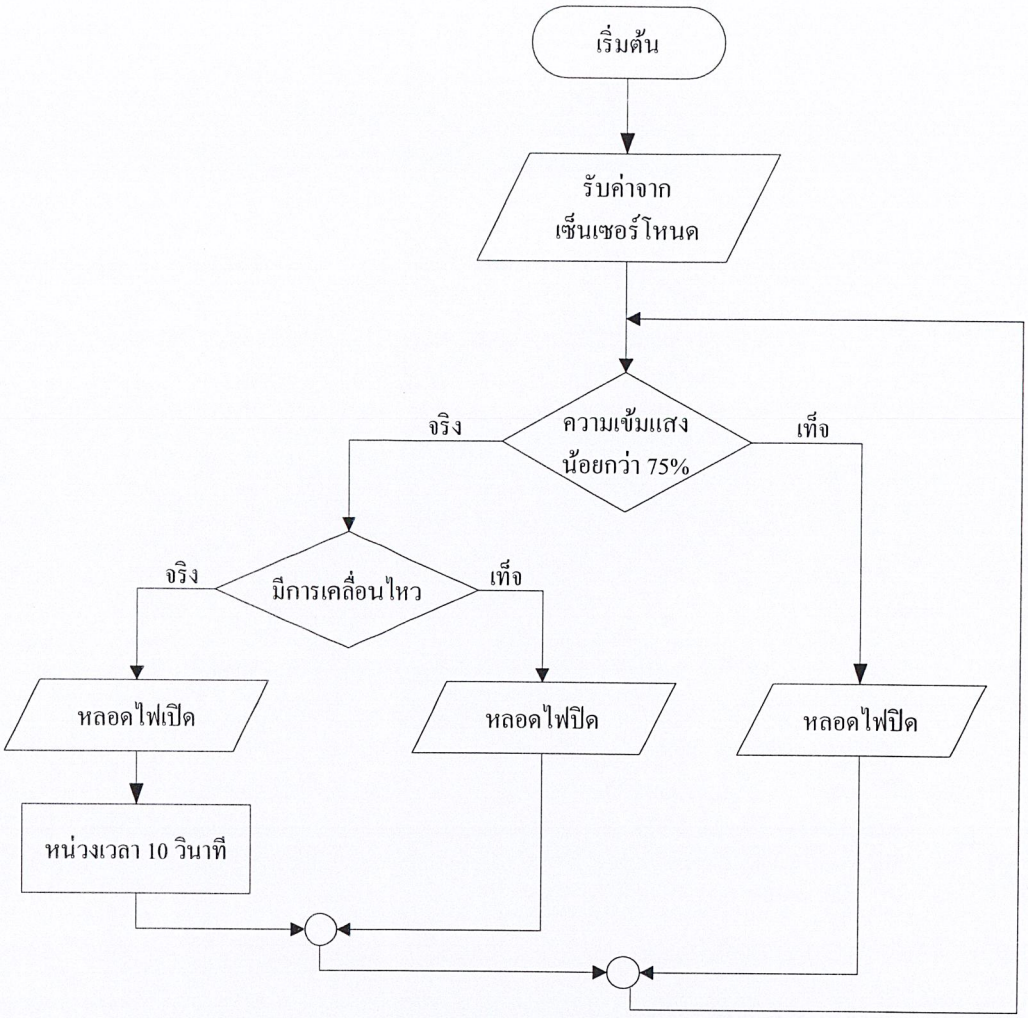
รูปที่ ค.1 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของระบบทั้งหมด

การทำงานในส่วนของรั้วเริ่มจากรับค่าจากเซ็นเซอร์โหนดแล้วมาตรวจสอบเงื่อนไข โดยมีเงื่อนไขคือตามสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ หากสภาพแวดล้อมมีค่าความเข้มแสงเกินกว่าค่าที่กำหนดโดยในการทดลองนี้ได้กำหนดค่าความเข้มแสงไว้ที่ 75 เปอร์เซ็นต์เพื่อใช้ในการทดลองหลอดไฟที่จำลองรั้วบ้านจะดับ แต่ถ้ามืดจนค่าความเข้มแสงน้อยกว่าค่าที่กำหนดโดยในการทดลองนี้ได้กำหนดค่าความเข้มแสงไว้ที่ 75 เปอร์เซ็นต์ (เช่น ความมืดหลังจากพระอาทิตย์ตกดิน) แล้วหลอดไฟที่รั้วบ้านจะติด แสดงดังรูปที่ ค.2



รูปที่ ค.2 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของฮาร์ดแวร์ส่วนรั้ว

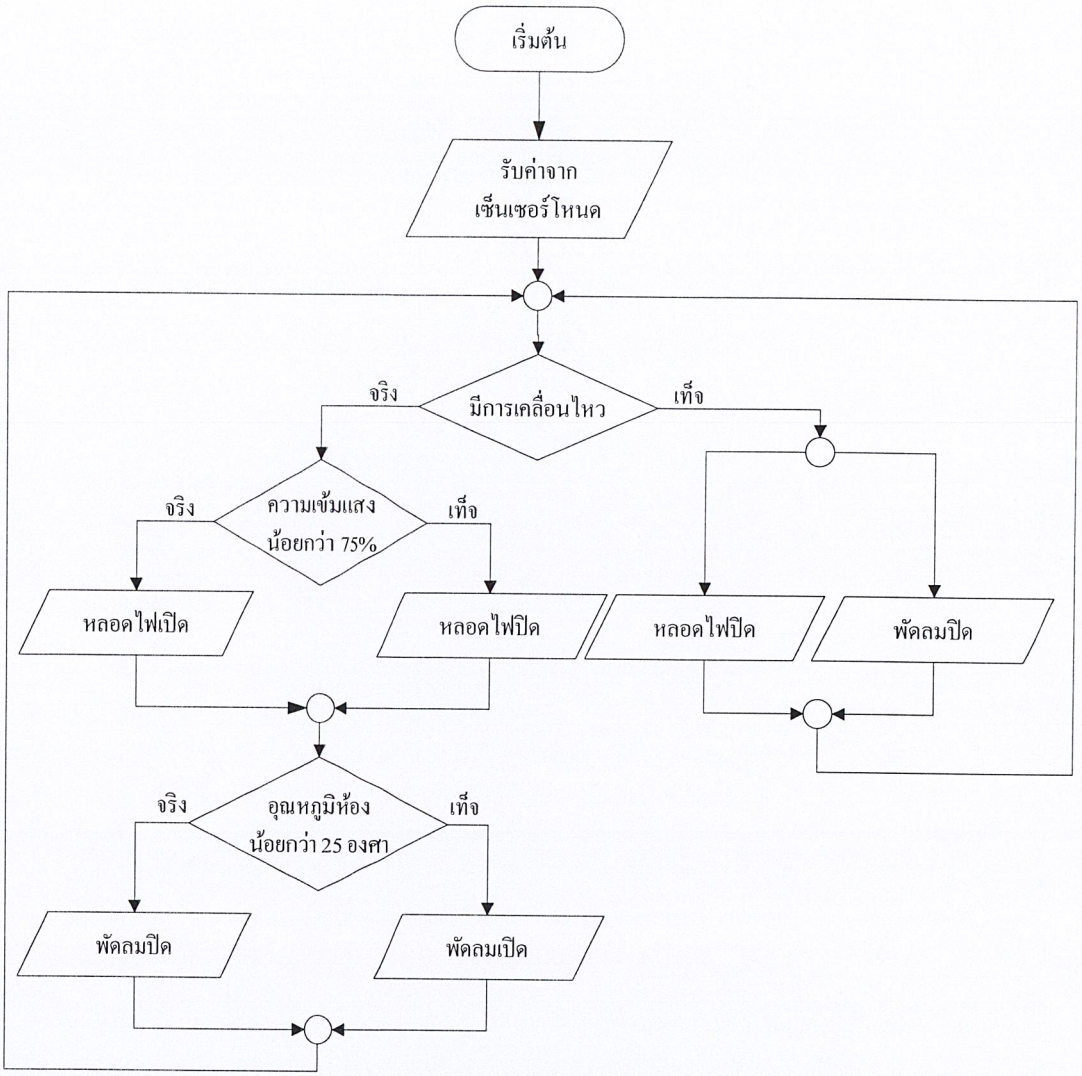
ส่วนของโรงรถและทางเดินเข้ามาภายในที่อยู่อาศัยจากประตูหน้าบ้าน เมื่อรับค่าจากเซ็นเซอร์โหนด ก็ทำการตรวจสอบค่าความเข้มแสง จะแบ่งเงื่อนไขออกเป็น 2 กรณี ถ้าเป็นช่วงเวลากลางวันคือค่าความเข้มแสงมากกว่าที่กำหนดโดยในการทดลองนี้ได้กำหนดค่าความเข้มแสงไว้ที่ 75 เปอร์เซ็นต์เพื่อใช้ในการทดลอง หลอดไฟจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ แต่ในอีกกรณีหนึ่งซึ่งเป็นช่วงเวลากลางคืนค่าความเข้มแสงน้อยกว่าค่าที่กำหนด โปรแกรมจะตรวจสอบเงื่อนไขอีกเงื่อนไขคือเมื่อมีการเคลื่อนไหวหลอดไฟจะติดและมีการหน่วงเวลาไว้ 10 วินาที หลอดไฟก็จะดับลงเพื่อเป็นการประหยัดไฟ และถ้าหากไม่มีการเคลื่อนไหว หลอดไฟจะดับแสดงดังรูปที่ ค.3



รูปที่ ค.3 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของฮาร์ดแวร์ส่วนโรงรถและประตูหน้าบ้าน

ส่วนของห้องนั่งเล่นเมื่อรับค่าจากเซ็นเซอร์โหนดมาจะทำการตรวจสอบเงื่อนไขแรกคือมีการเคลื่อนไหวหรือไม่ ถ้าไม่มีการเคลื่อนไหว หลอดไฟและพัดลมจะปิด ถือได้ว่าไม่มีคนอาศัยอยู่ภายในบ้าน แต่ถ้าหากภายในที่อยู่อาศัยมีการเคลื่อนไหวจะทำการตรวจสอบอีกเงื่อนไขหนึ่งต่อมา คือค่าความเข้มแสง ถ้าค่าความเข้มแสงมากกว่าค่าที่กำหนดโดยในการทดลองนี้ได้กำหนดค่าความเข้มแสงไว้ที่ 75 เปอร์เซ็นต์เพื่อใช้ในการทดลอง หลอดไฟจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ แต่ถ้าความเข้มแสงน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้หลอดไฟจะติด

เมื่อทำการตรวจสอบค่าความเข้มแสงเสร็จแล้ว เงื่อนไขสุดท้ายคือทำการตรวจสอบค่าอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิของห้องมีค่าสูงกว่าค่าที่กำหนดโดยในการทดลองนี้ได้กำหนดค่าอุณหภูมิไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส ถ้าตรงตามเงื่อนไขการทำงานของพัดลมจะเปิด แต่ถ้าอุณหภูมิของห้องมีค่าต่ำกว่าค่าที่กำหนด การทำงานของพัดลมจะปิด แสดงดังรูปที่ ค.4



รูปที่ ค.4 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของฮาร์ดแวร์ส่วนห้องนั่งเล่น