บทที่ 3

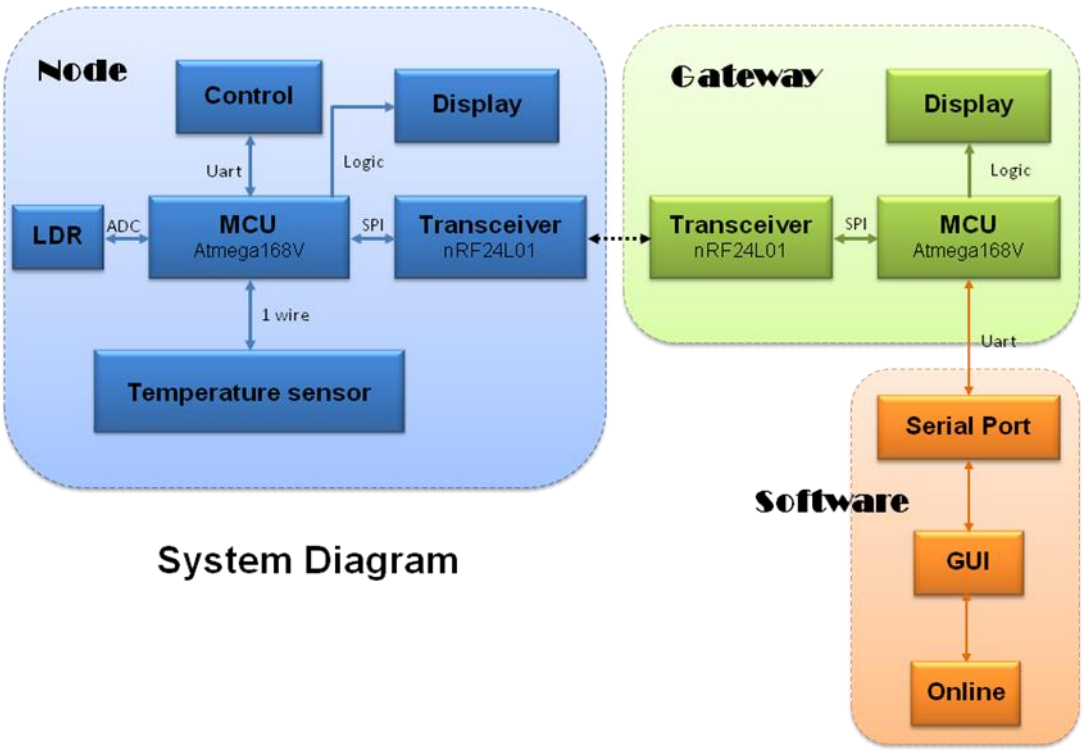
การออกแบบ

3.1 แนวคิด

ในสภาพปัจจุบันที่อยู่อาศัยเป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ของมนุษย์ที่คุ้มกันภัยต่างๆ จากธรรมชาติ และเป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่มนุษย์ล้วนต้องให้ความสำคัญและตรวจสอบสภาพแวดล้อมต่างๆ อยู่อย่างสม่ำเสมอ และเป็นหน้าที่ของผู้อยู่อาศัยที่จะดูแลรักษาที่อยู่อาศัยของตน เช่น บ้าน และอาคารต่างๆ ให้มีความปลอดภัยสะดวกสบายน่าอยู่ โดยเฉพาะผู้ที่อยู่อาศัยในกรุงเทพมหานคร และในเขตปริมณฑล จะพบว่าทั้งหัวหน้าครอบครัวและแม่บ้านจะต้องออกไปทำงานนอกบ้านอันเนื่องมาจากความเจริญของสังคมไทยมีมากขึ้น ค่าใช้จ่ายมีมากขึ้น น้ำมันที่แพงมาก ความต้องการในการดำรงชีวิตก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย ความต้องการความสะดวกสบายก็จะมีมากขึ้น เมื่อมนุษย์ต้องการความสะดวกสบายมากขึ้นจึงคิดค้นเทคโนโลยีใหม่ๆ อยู่ตลอดเวลา งานวิจัยเล่มนี้จึงได้นำเอาเทคโนโลยีมาใช้ดูแลที่อยู่อาศัยได้อย่างทั่วถึงหรือผู้ดูแลไม่สามารถเดินไปเปิด - ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นได้ด้วยตนเอง เช่น ผู้พิการ คนป่วย เด็ก หรือ คนชรา (ซึ่งเดินไม่สะดวก) ดังนั้นถ้ามีระบบที่มีการนำคอมพิวเตอร์และเซนเซอร์มาตรวจสอบการเปิด - ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าและสามารถทำงานได้เอง จะสามารถลดจำนวนคนและประหยัดเวลาในการเดินตรวจตราการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและสภาพแวดล้อมต่างๆ ภายในที่อยู่อาศัยได้ จึงได้เกิดโครงงานนี้ที่ได้นำความรู้เรื่องระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายมาพัฒนาประยุกต์ใช้งาน โดยที่อุปกรณ์เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายนั้นต้องใช้พลังงานน้อยที่สุดในการนำมาประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัย ซึ่งในการประยุกต์ครั้งนี้ทางคณะผู้จัดทำได้เลือกหลอดไฟ และสวิตซ์ไฟฟ้า มาเป็นต้นแบบในการศึกษาการควบคุมไฟฟ้า อุปกรณ์ดังกล่าวสามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ โดยได้ออกแบบอุปกรณ์ดังกล่าวให้สามารถควบคุมได้ในระยะไกลผ่านเครือข่ายการสื่อสารไร้สายพร้อมทั้งมีเซนเซอร์มาเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม ทั้งค่าความเข้มแสง และอุณหภูมิ ณ สถานที่นั้นๆ และมีระบบอัตโนมัติสั่งการแทนได้ในกรณีที่ไม่มีผู้มาสั่งให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเปิด - ปิด โดยเซนเซอร์จะทำการตรวจสอบและสั่งการให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเปิด - ปิดได้ด้วยตนเอง รวมทั้งนำค่านั้นมาเก็บลงในฐานข้อมูลเพื่อเรียกดูภายหลัง ในระบบนี้ยังสามารถแบ่งระดับผู้เข้าใช้ในระบบได้อีกด้วย ทำให้ตรวจสอบค่าความเข้มแสงและค่าอุณหภูมิภายในที่อยู่อาศัยได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นทั้งในด้านทรัพยากรและพลังงานไฟฟ้า

3.2 การสร้างและออกแบบระบบ

การออกแบบระบบนั้นต้องคำนึงถึงองค์ประกอบที่สำคัญของเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย ได้แก่ การอ่านค่าจากเซนเซอร์แบบเวลาจริง การประหยัดพลังงาน และส่วนติดต่อผู้ใช้ที่ง่ายต่อการใช้งาน โดยในการออกแบบระบบนี้ได้แยกการออกแบบเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนโนด เกตเวย์ และซอฟต์แวร์ ซึ่งได้แสดงในรูปที่ 3.1



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. เซนเซอร์อุณหภูมิ ใช้แบบดิจิตอล (Digital) โดยจะให้ค่าความแม่นยำมากกว่าอนาล็อก (Analog) เชื่อมต่อกับหน่วยประมวลผลแบบ 1 wire เป็นการประหยัดสายสัญญาณในการสื่อสาร

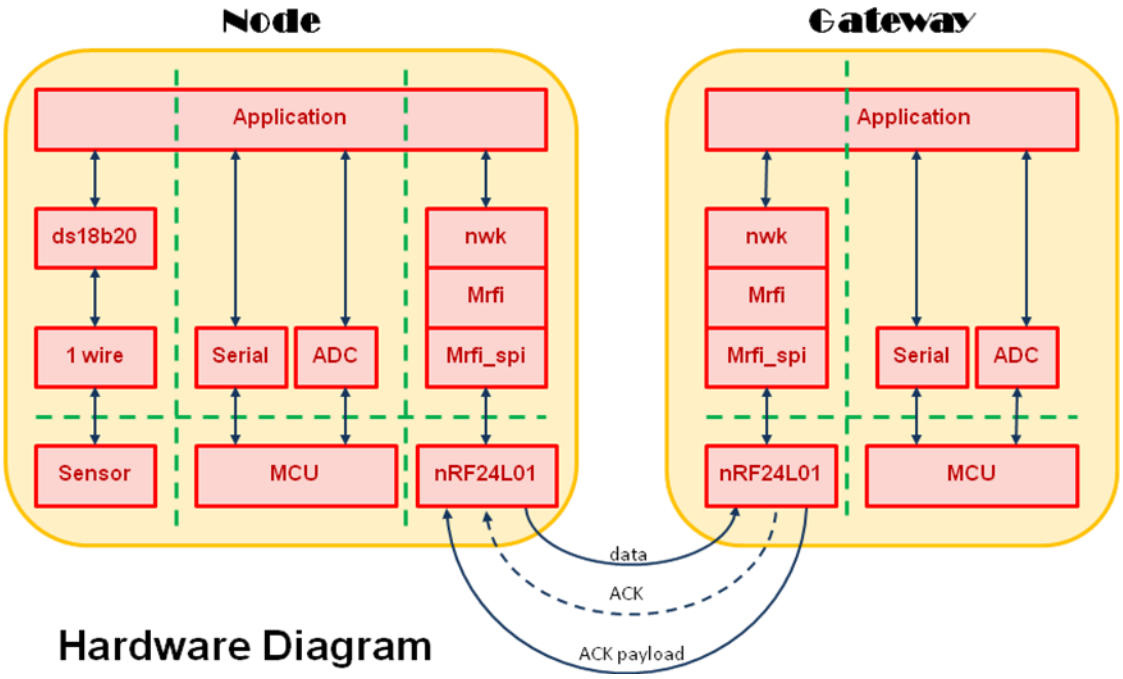
3. เซนเซอร์แสง (LDR) ใช้แบบอนาล็อก (Analog) เนื่องจากราคาถูก และใช้งานง่าย โดยทำการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านโมดูล ADC

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 คือส่วนของเซนเซอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) และ ตัวรับ - ส่ง (Transceiver)

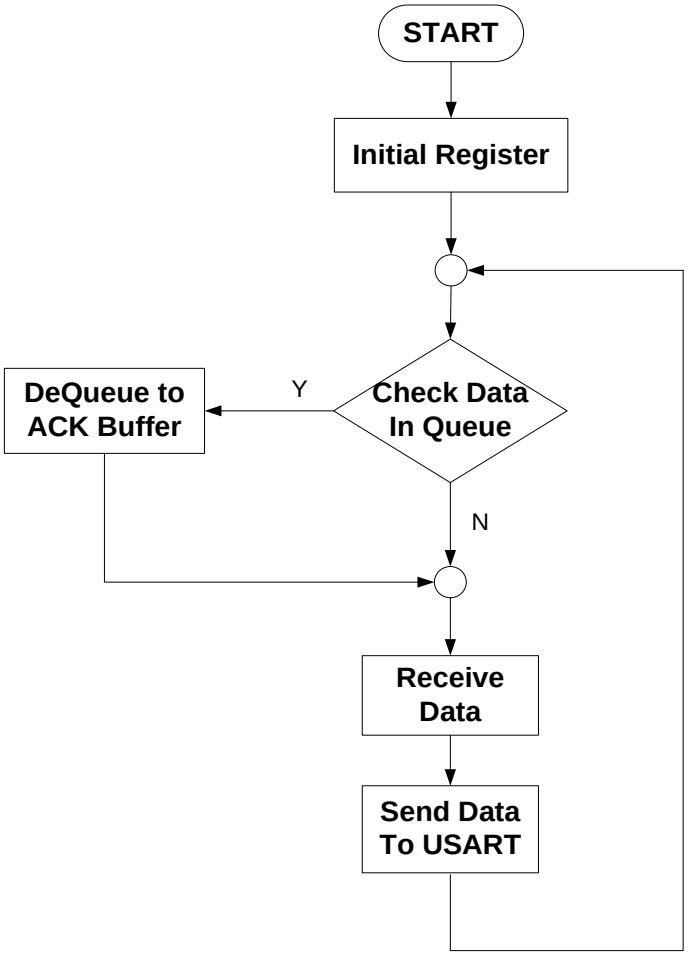


รูปที่ 3.2 ภาพรวมการออกแบบของฮาร์ดแวร์ [9]

ในการออกแบบลักษณะของเซนเซอร์โนด โดยมีหน่วยประมวลผล (MCU) คือ Atmega168v ร่วมกับ Transceiver คือ nRF24L01 โดยมีเซนเซอร์ประจำโนดสองตัว คือ ความเข้มแสง และอุณหภูมิ ซึ่งเซนเซอร์โนดนี้สามารถนำเชื่อมต่อควบคุมเซนเซอร์ภายนอกได้

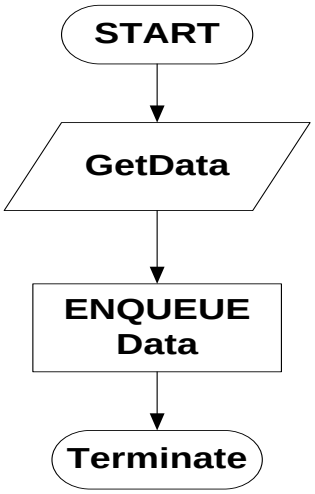
3.2.1.1 ลำดับการทำงานของโปรแกรมส่วนฮาร์ดแวร์

ส่วนของเกตเวย์ เริ่มต้นจากทำการกำหนดค่ารีจีสเตอร์ (Initial Register) แล้วทำการตรวจสอบค่าในคิว (Check Data in Queue) ซึ่งเป็นค่าที่รับมาจากส่วนของการทำงานอินเตอร์รัปเพื่อทำการส่งค่าการควบคุมไปยังส่วนของ ACK Buffer จากนั้นรอรับข้อมูลจากโนดลูก (Receive Data) ระบบจะทำการ Auto ACK และทำการส่งข้อมูลใน ACK Buffer ไปยังโนดลูก ซึ่งการทำงานจะมีลำดับการทำงานตามรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ลำดับการทำงานของโปรแกรมหลักในตัวเกตเวย์ [9]

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



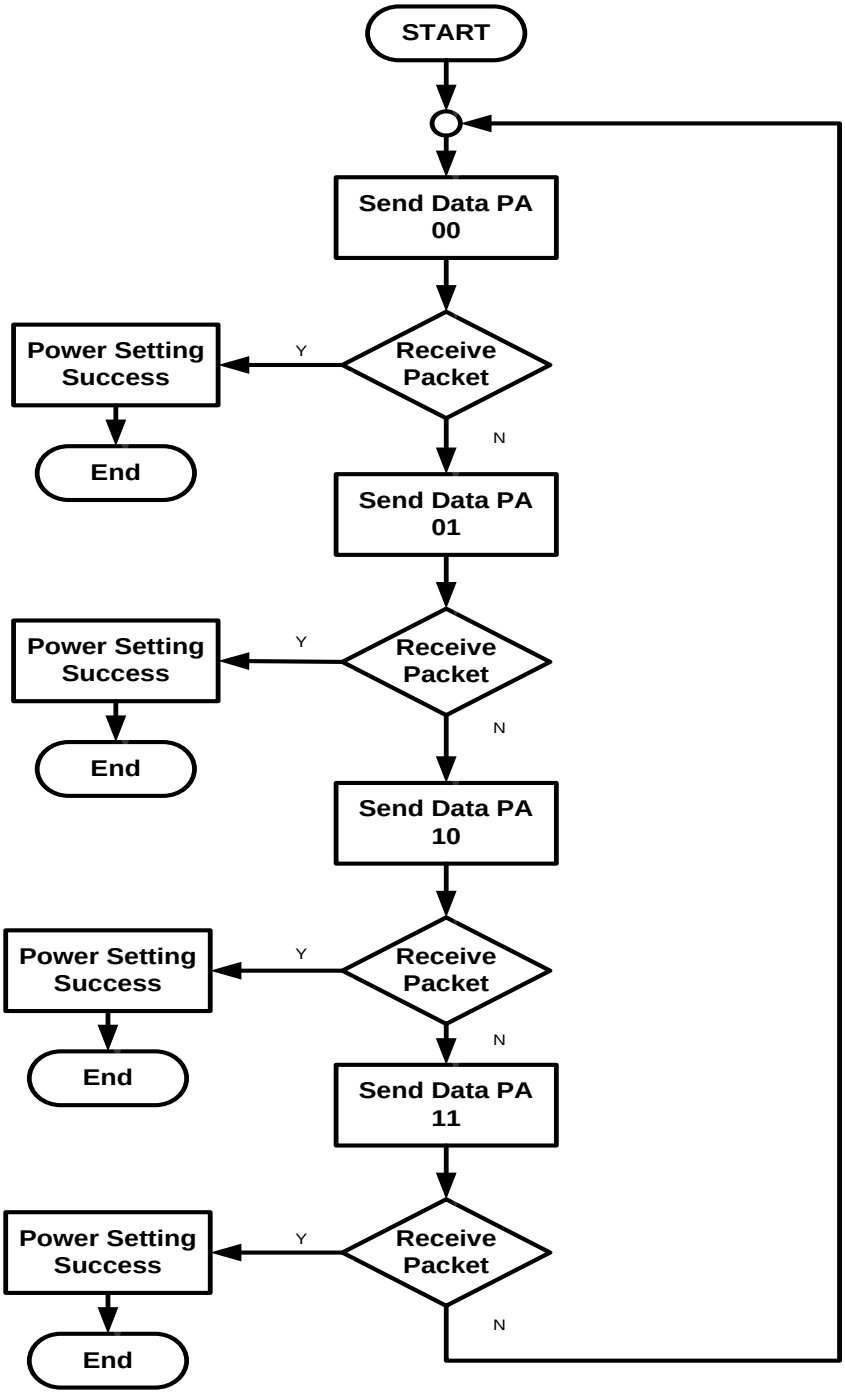
รูปที่ 3.4 ลำดับการทำงานของโปรแกรมในส่วนอินเตอร์รัป [9]

ลำดับการทำงานของโปรแกรมในส่วนของโนดลูก เริ่มต้นจากการกำหนดค่ารีจีสเตอร์ (Initial Register) และทำการกำหนดกำลังส่งที่เหมาะสม (Initial Power with Power Adaptive) จากนั้นทำการรับค่าจากเซนเซอร์ (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 รูปแบบแพ็กเกตที่ใช้ในการสื่อสารในระดับชั้นเน็ตเวิร์กเลเยอร์ (Network Layer)

เป็นแพ็กเกตขนาด 8 ไบต์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

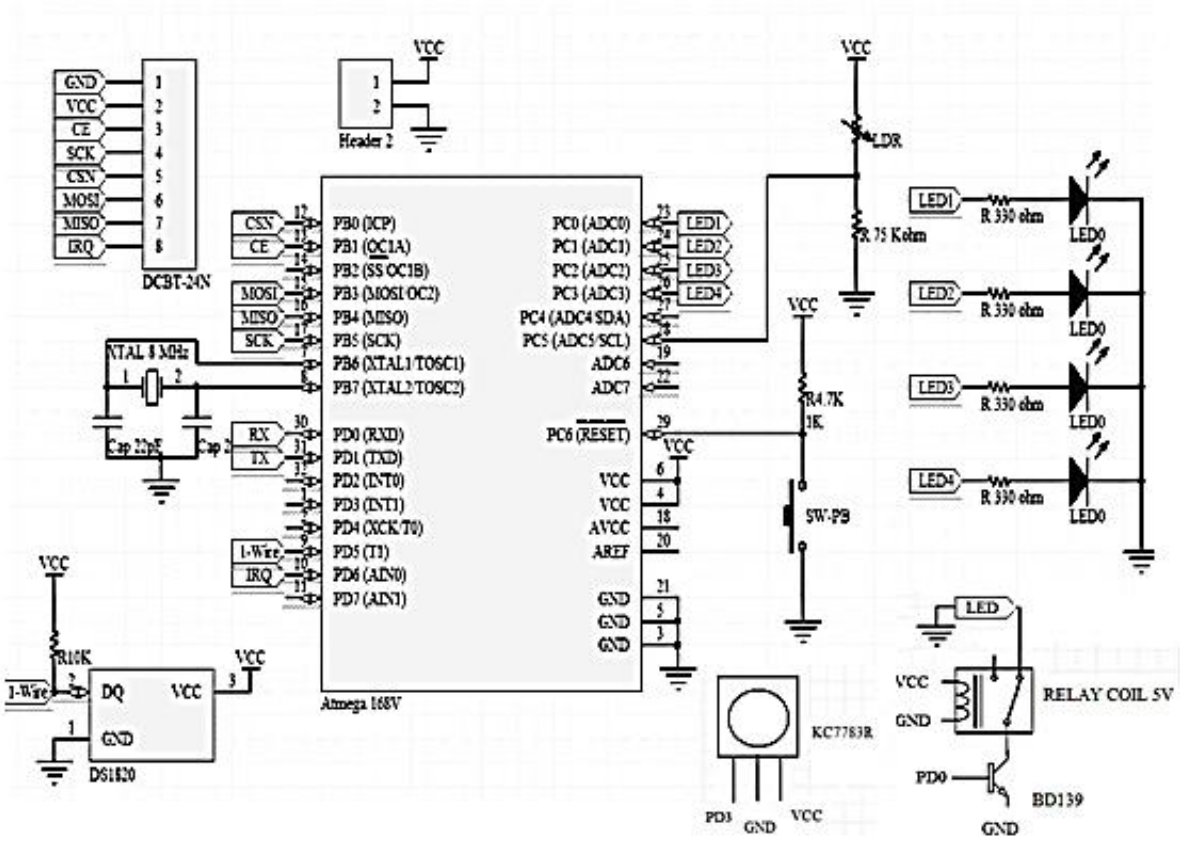
Header 1 Byte	ID 1 Byte	Mode 1 Byte	Temp 1 Byte	Light 1 Byte	Control 2 Byte	CheckSum 1 Byte

รูปที่ 3.6 แสดงรายละเอียดของของแพ็กเกตขนาด 8 ไบต์ [9]

- Header	ขนาด 1 Byte	ใช้สำหรับการทำ Byte Stuffing
- ID	ขนาด 1 Byte	ใช้สำหรับระบุที่มาของแพ็กเกต
- Mode	ขนาด 1 Byte	ใช้แบ่งประเภทของแพ็กเกต
- Temp	ขนาด 1 Byte	เก็บข้อมูลของอุณหภูมิจากเซนเซอร์
- Light	ขนาด 1 Byte	เก็บข้อมูลของแสงจากเซนเซอร์
- Control	ขนาด 2 Byte	ข้อมูลที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ
- Checksum	ขนาด 1 Byte	เป็นข้อมูลของผล Checksum จาก Byte ที่ 1-7

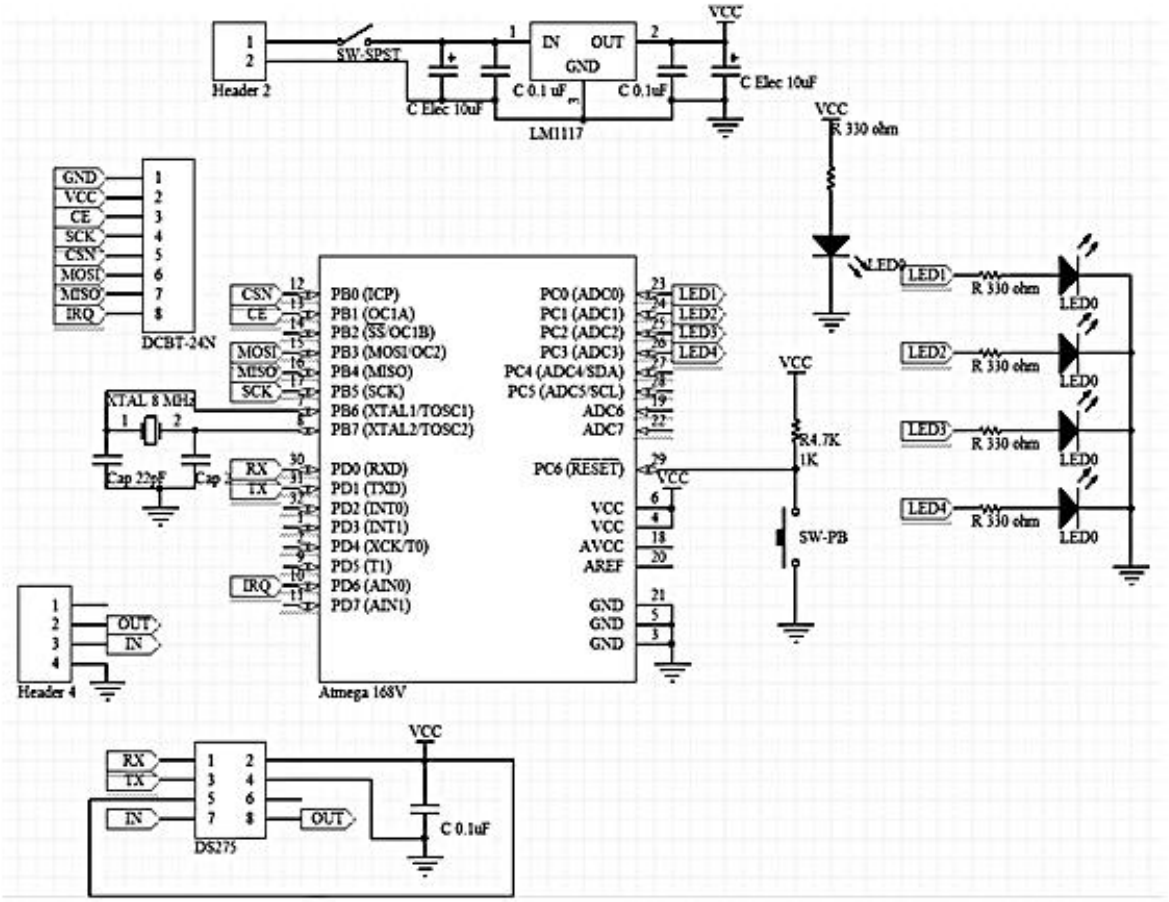
3.2.1.3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์

ส่วนของวงจรโนดนั้นได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega168V เชื่อมต่อกับเซนเซอร์อุณหภูมิ DS1820 และ LDR ซึ่งเป็นตัวรับแสง และใช้โมดูล DCBT24-N เป็นตัวส่ง มีการต่อรีเลย์และการทำงานของโมชั่นด้วย ซึ่งแสดงวงจรดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 วงจรของบอร์ดโนด

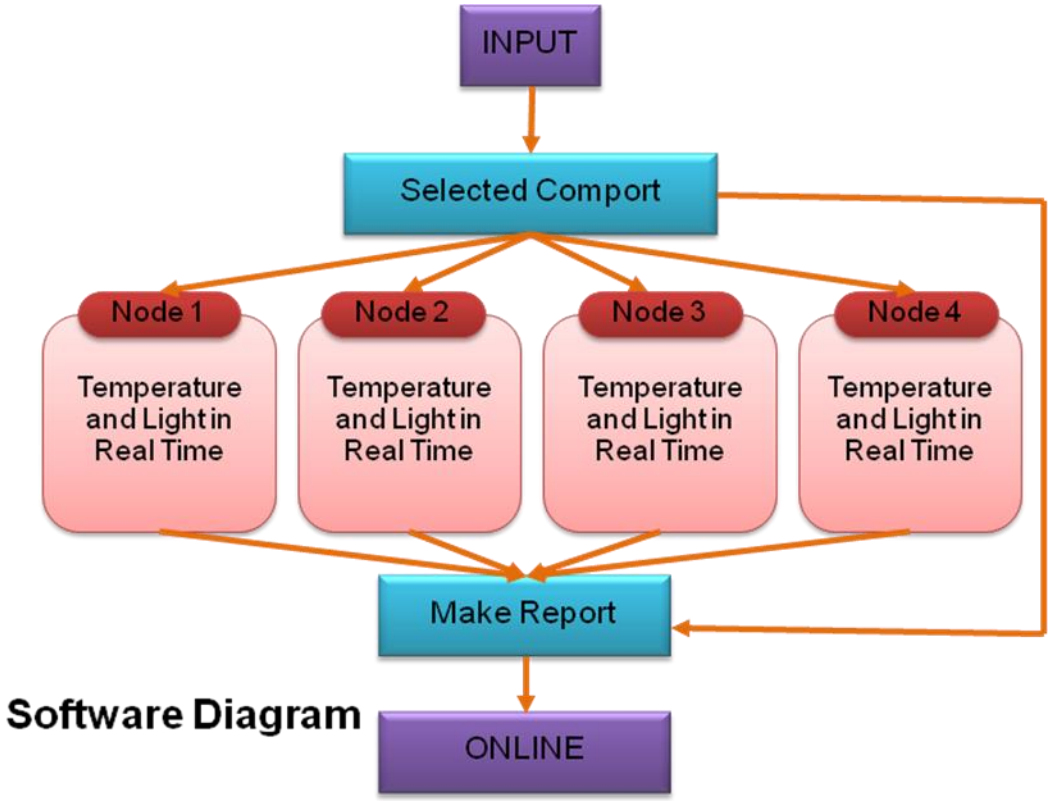
ส่วนของวงจรเกตเวย์ได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ Atmega168V เชื่อมต่อกับโมดูล DCBT24-N ซึ่งเป็นตัวส่ง และชิปแปลงระดับสัญญาณ TTL ให้เป็น RS-232 พร้อมไฟแสดงสถานะจำนวน 4 ดวงซึ่งวงจรแสดงไว้ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 วงจรของบอร์ดเกตเวย์ [9]

3.2.2 ส่วนซอฟต์แวร์

ในส่วนของซอฟต์แวร์นั้นได้มีการออกแบบดังแสดงในรูปที่ 3.9 โดยเน้นการใช้งานและการจัดการข้อมูลอย่างง่าย และสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการประมวลผลในขั้นสูง

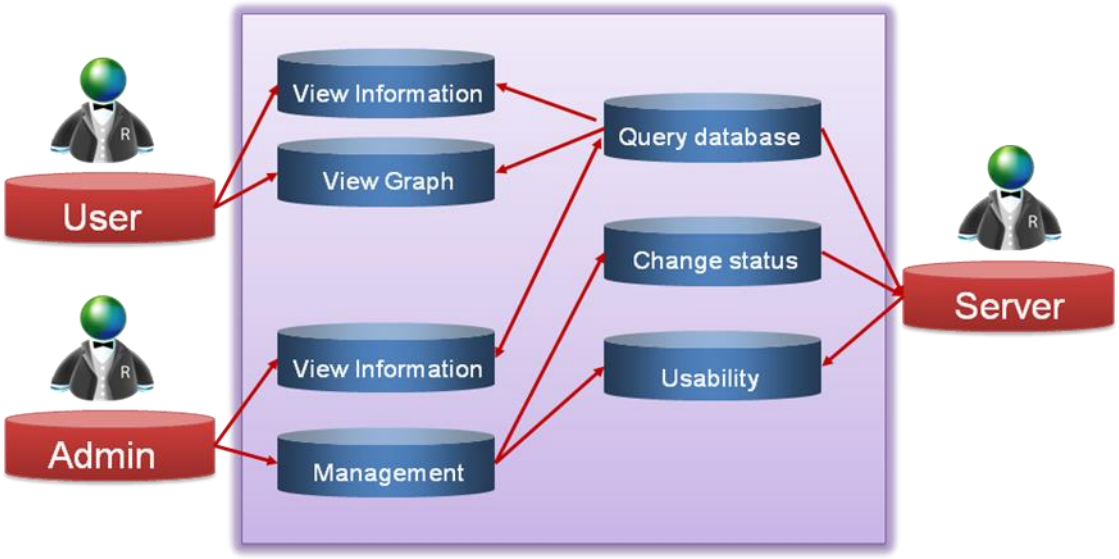


รูปที่ 3.9 ภาพรวมการออกแบบซอฟต์แวร์

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

3.2.2.1 แผนภาพการใช้งาน

ระบบแสดงสภาพแวดล้อมภายในที่อยู่อาศัยผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตการใช้งานของผู้ใช้งานแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แผนภาพการใช้งาน

เมื่อเปิดหน้าเว็บไซต์ขึ้นมาจะแสดงหน้าล็อกอิน (LOGIN) สามารถล็อกอินได้สองสถานะ คือ 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

ในส่วนซอฟต์แวร์ส่วนติดต่อผู้ใช้ได้มีการสร้างหน้าโปรแกรมติดต่อกับโนด การทำงาน 4 โนด เพื่อสร้างการเชื่อมต่อระหว่างเกตเวย์และคอมพิวเตอร์

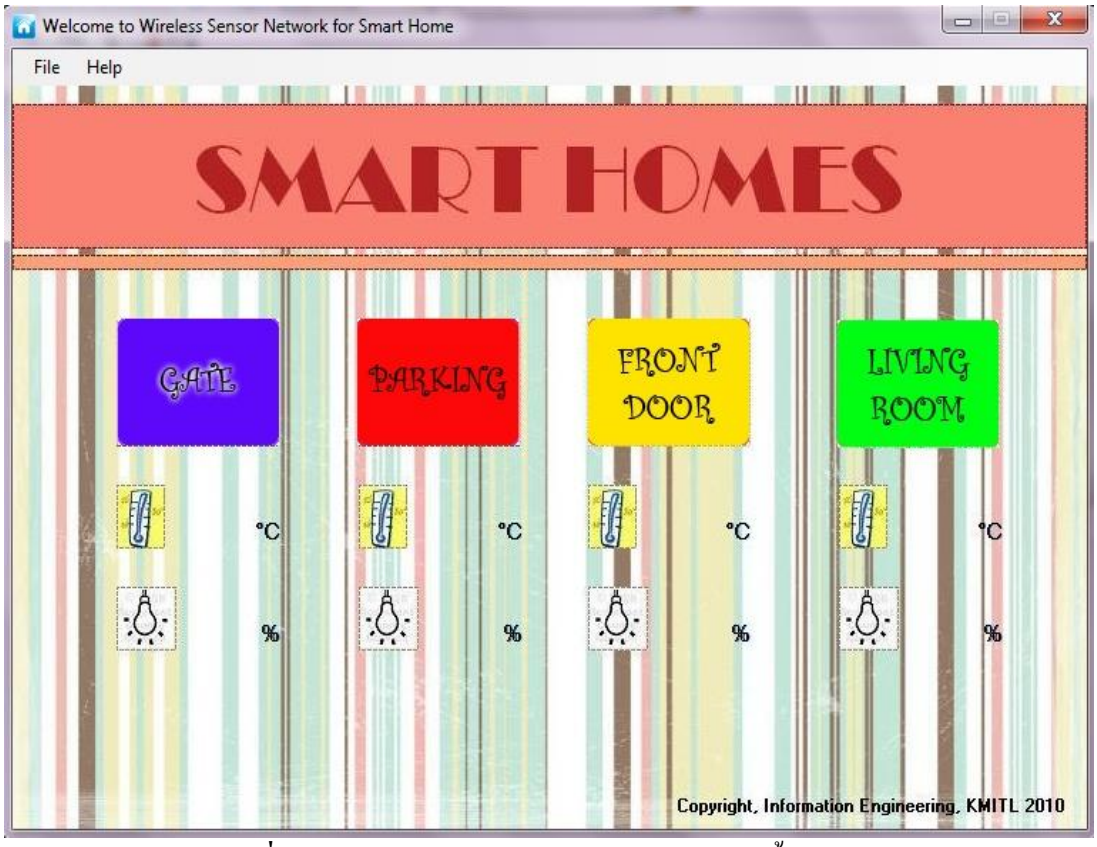
ซึ่งในโปรแกรมได้จำลองให้ โนด 1 ต่ออยู่ในส่วนของรั้ว (GATE)

โนด 2 ต่ออยู่ในส่วนของโรงรถ (PARKING)

โนด 3 ต่ออยู่ในส่วนของประตูหน้าบ้าน (FRONT DOOR)

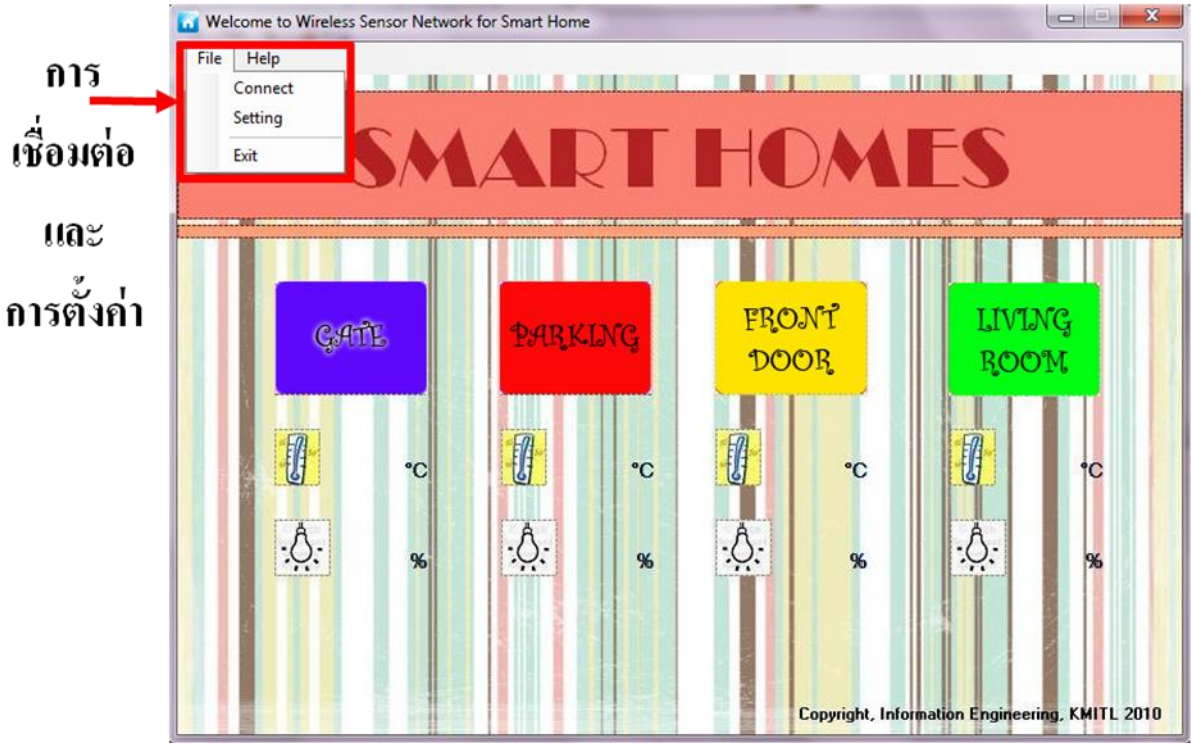
โนด 4 ต่ออยู่ในบริเวณห้องนั่งเล่น (LIVING ROOM)

หลังจากทำการเปิดโปรแกรม Visual Studio เข้ามาแล้วก็จะพบกับหน้าโปรแกรมติดต่อกับเซนเซอร์โนดทั้ง 4 โนด ดังแสดงในรูปที่ 3.11



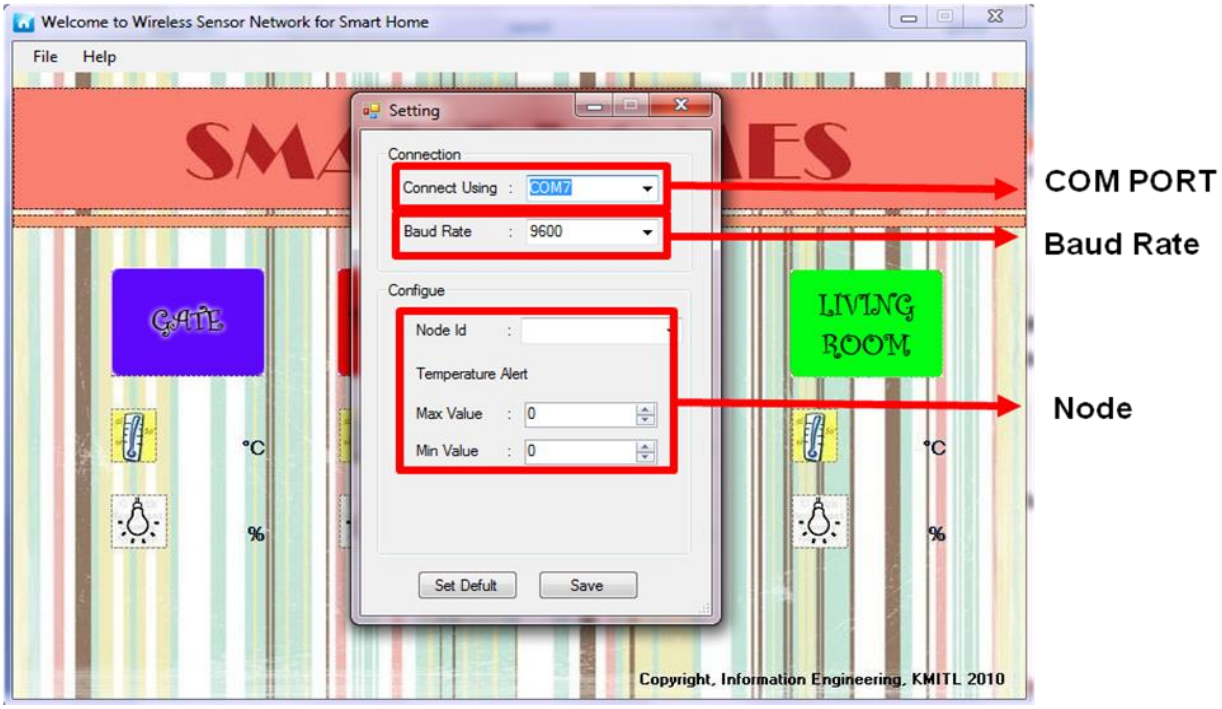
รูปที่ 3.11 หน้าโปรแกรมติดต่อกับเซนเซอร์โนดทั้ง 4 โนด

เมื่อเปิดโปรแกรมติดต่อกับเซนเซอร์โนดแล้ว เราจะต้องทำการตั้งค่าต่างๆ ให้กับเซนเซอร์โนดทั้ง 4 โนดก่อนทำการเชื่อมต่อ โดยเข้าไปที่ File >> Setting จะได้หน้าโปรแกรมดังรูปที่ 3.12

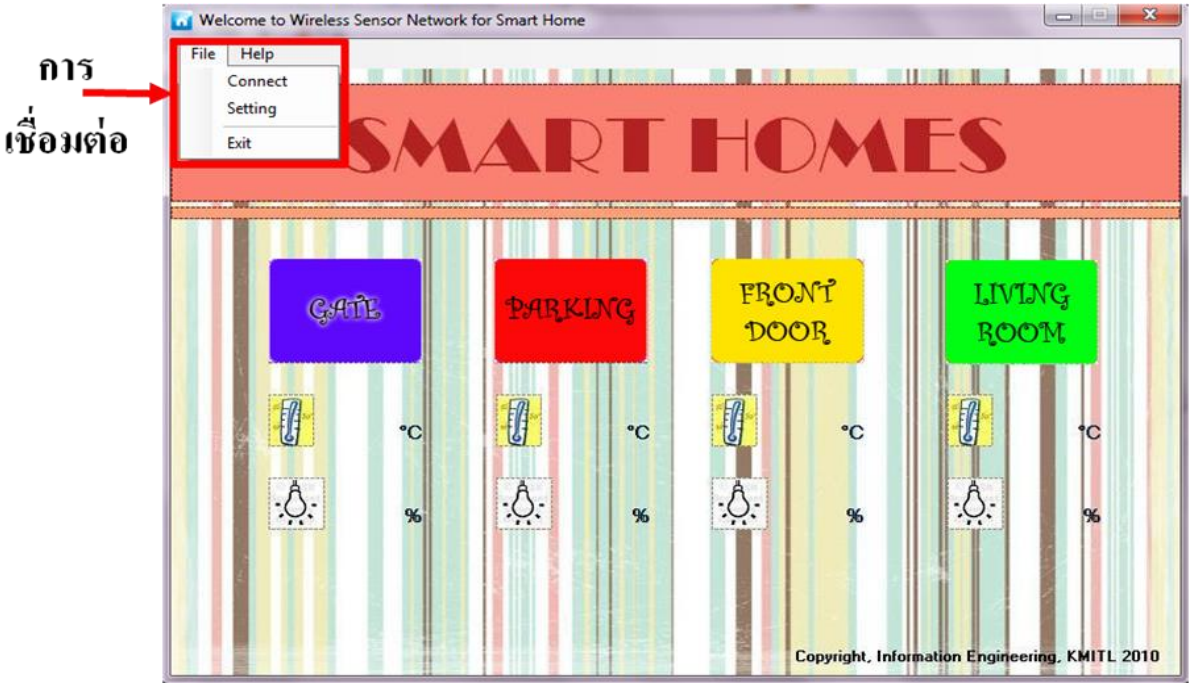


รูปที่ 3.12 แสดงหน้าการเข้าสู่การตั้งค่าให้กับแต่ละโนด

จากหน้าโปรแกรมดังรูปที่ 3.13 เราสามารถตั้งค่าต่างๆ ให้กับแต่ละโนด เช่น บอดเรต (Baud Rate), ค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด เป็นต้น

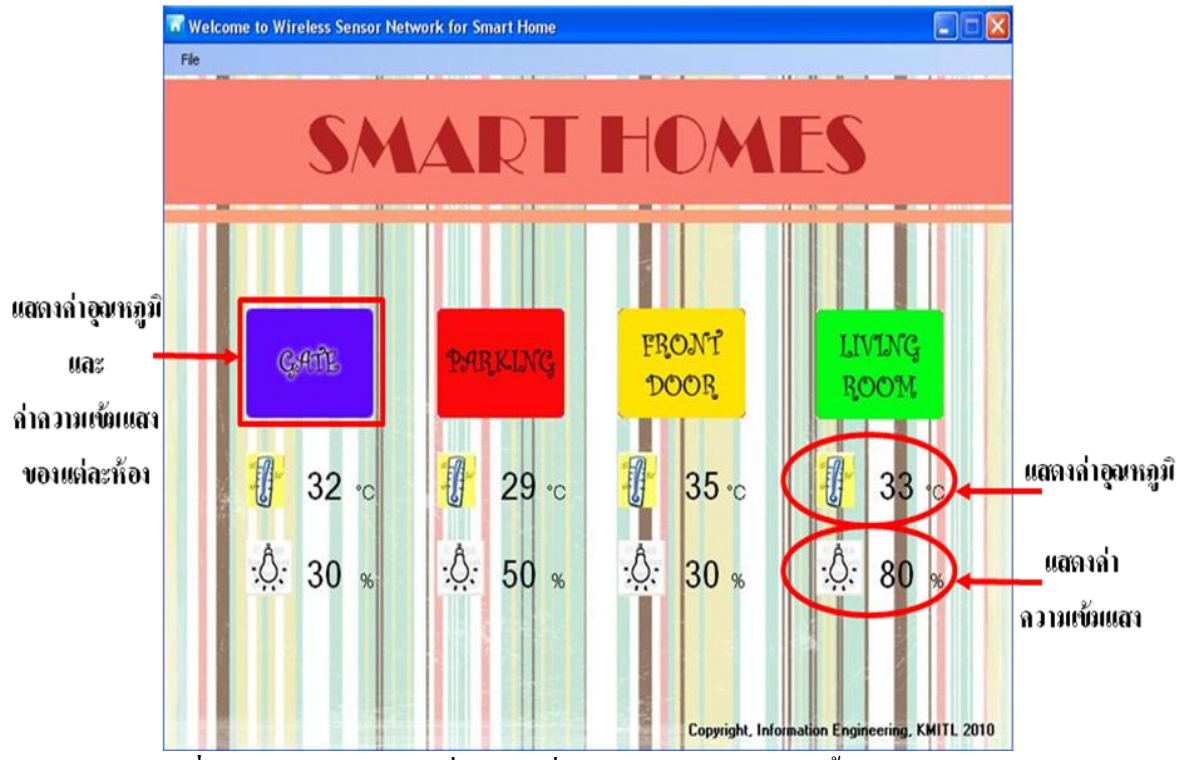


รูปที่ 3.13 การตั้งค่าต่างๆ ให้กับแต่ละโนด



รูปที่ 3.14 ทำการเชื่อมต่อเข้ากับเซนเซอร์โนดทั้ง 4

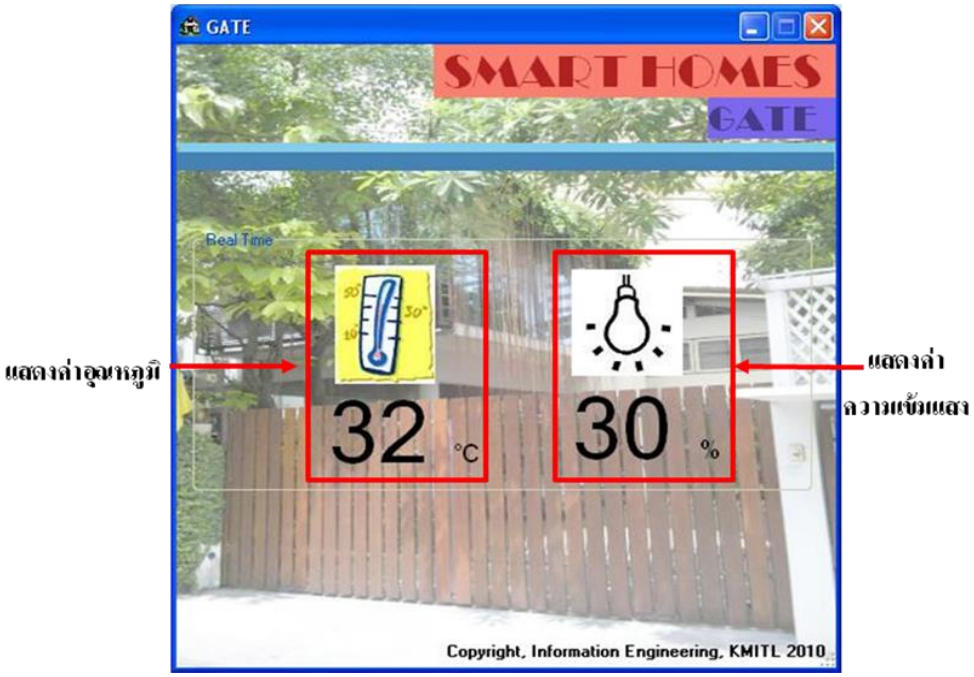
จากรูปที่ 3.14 เมื่อทำการตั้งค่าต่างๆ ให้กับแต่ละเซนเซอร์โนดแล้ว ก็จะทำการเชื่อมต่อโดยการกด File >> Connect จะได้หน้าโปรแกรมดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 หน้าโปรแกรมเมื่อมีการเชื่อมต่อกับเซนเซอร์โนดทั้ง 4 โนด

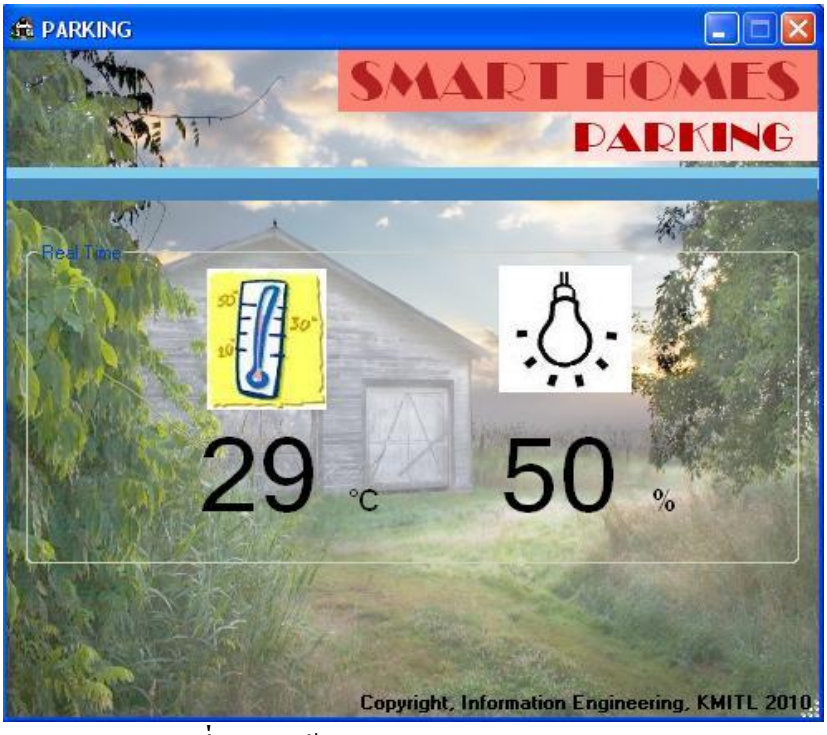
จากหน้าโปรแกรมข้างต้นที่ได้ทำการเชื่อมต่อกับเซนเซอร์โนดทั้ง 4 โนดแล้ว จะเห็นว่าในแต่ละโนดที่ได้จำลองไว้กับส่วนต่างๆ ของที่อยู่อาศัยนั้นจะแสดงค่าอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส และค่าความเข้มแสงออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยปกติค่าความเข้มแสงจะมีหน่วยเป็นลักซ์ (Lux) แต่ในการทดลองนี้ได้นำค่าความเข้มแสงมาผ่านวิธีการ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

และเมื่อทำการคลิกเข้าไปในแต่ละห้องจะแสดงค่าอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส และค่าความเข้มแสงหน่วยเปอร์เซ็นต์ ส่วนแรกคือรั้ว (GATE) จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.16 แสดงผลแบบ Real time



รูปที่ 3.16 หน้าจอแสดงผลในส่วนของรั้ว

ในส่วนที่ 2 เมื่อทำการคลิกเข้าไปในส่วนของโรงรถ (PARKING) จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.17 ซึ่งมีหลักการทำงานเหมือนโนด 1 คือส่วนของรั้ว (GATE)



รูปที่ 3.17 หน้าจอแสดงผลในส่วนของโรงรถ

เมื่อทำการคลิกเข้าไปในส่วนของประตูหน้าบ้าน (FRONT DOOR) จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.18

รูปที่ 3.18 หน้าจอแสดงผลในส่วนของประตูหน้าบ้าน

เมื่อทำการคลิกเข้าไปในส่วนบริเวณห้องนั่งเล่น (LIVING ROOM) จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.19

รูปที่ 3.19 หน้าจอแสดงผลในส่วนของบริเวณห้องนั่งเล่น

3.3 บทสรุป

ในบทนี้ได้กล่าวถึงภาพรวมของระบบและส่วนต่างๆ ของระบบ ได้แก่ ฮาร์ดแวร์ ประกอบไปด้วย ภาพรวมการออกแบบฮาร์ดแวร์ ลำดับการทำงานของฮาร์ดแวร์ และรูปวงจรอิเล็กทรอนิคส์ของฮาร์ดแวร์ ส่วนซอฟต์แวร์นั้นจะประกอบไปด้วย ภาพรวมการออกแบบซอฟต์แวร์ แผนภาพการใช้งานของซอฟต์แวร์ หน้าโปรแกรมส่วนติดต่อผู้ใช้และแสดงการทำงานของโปรแกรมส่วนติดต่อผู้ใช้