รหัสโครงการ 11p32c377

การพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าโดยใช้ Zigbee

(Power Control System Development by Zigbee)

ประเภท หัวข้อพิเศษ Mobile application

รายงานฉบับสมบูรณ์

เสนอต่อ

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ได้รับทุนอุดหนุนโครงการวิจัย พัฒนาและวิศวกรรม

โครงการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11

ประจำปีงบประมาณ 2551

โดย

1. **นายสรกฤช** **สิริปรีดากุล**
2. **นางสาวพิมลลักษณ์** **จิรกุลกนก**

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.เด่นดวง ประดับสุวรรณ

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

โครงการการพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าโดยใช้ Zigbee (Power Control System Development by Zigbee) นี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากการได้รับทุนอุดหนุนโครงการการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11 จากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสำนักงานส่งเสริมอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์แห่งชาติ ผู้พัฒนาโครงการจึงขอขอบพระคุณอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ ดร.เด่นดวง ประดับสุวรรณ ที่กรุณาสละเวลา มาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการนี้ ซึ่งได้ให้ความรู้ คำแนะนำ และข้อคิดเห็นเพิ่มเติม ตลอดจนให้ความช่วยเหลือต่างๆ ในการดำเนินงานเกี่ยวกับการพัฒนาโครงการมาโดยตลอด จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ เครื่องคอมพิวเตอร์ และวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับการพัฒนาโครงการ

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการพัฒนาโครงงาน

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกๆ ท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือให้โครงการนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้พัฒนาโครงการ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

นายสรกฤช สิริปรีดากุล

นางสาวพิมลลักษณ์ จิรกุลกนก

บทคัดย่อ

โครงงานการพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าโดยใช้ Zigbee เป็นโครงงานที่พัฒนาขึ้น เพื่อใช้ในการควบคุมไฟฟ้าจากระยะไกล โดยระบบนี้สามารถตรวจสอบได้ว่า ณ ขณะใดขณะหนึ่ง อุปกรณ์ไฟฟ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอยู่หรือไม่ หากมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอยู่ สามารถสั่งให้ตัดกระแสไฟฟ้าไม่ให้ไหลผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ ซึ่งผู้ใช้สามารถสั่งงานได้ผ่านทางอินเตอร์เน็ต หรือ ผ่านทางโทรศัพท์มือถือ ในการพัฒนาจะใช้เทคโนโลยี Zigbee ซึ่งเป็นโมดูลรับส่งสัญญาณไร้สาย ทำให้สามารถควบคุมการทำงานของระบบได้จากระยะไกล มีการใช้พลังงานน้อย จึงสามารถใช้งานได้นาน และมีราคาถูก จึงทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่ายได้อีกด้วย

ABSTRACT

A power control system development by Zigbee is proposed in order to control the power used by an electronic appliance remotely. A status of power usage can be investigated and informed to the user via an internet and a mobile phone. Therefore, the appliance can be turned on or turned off as a user requirement. Zigbee, a wireless sensor network, is used to develop a wireless control especially an embedded application. Since it is a low cost and a low power technology, a long-life usage is allowed.

บทนำ

ในปัจจุบัน พลังงานไฟฟ้าถือว่าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่ง จึงทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้ากันอย่างมากมาย ทั้งในครัวเรือนและในอุตสาหกรรมต่างๆ ส่งผลให้ต้องมีการผลิตพลังงานไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่ในทางกลับกันทรัพยากรธรรมชาติที่นำมาใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ลดน้อยลงทุกที จนในที่สุดทรัพยากรธรรมชาติเหล่านั้นอาจหมดไปก็เป็นได้ ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการตระหนักถึงความสำคัญของ การประหยัดพลังงาน และได้มีการผลิตอุปกรณ์ต่างๆ ออกมามากมาย เพื่อใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้า โดยผ่านทางอินเตอร์เน็ต หรือ ผ่านทางเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายแบบต่างๆ เช่น Bluetooth Infrared Wi-Fi เป็นต้น เพื่อให้สามารถควบคุมได้จากระยะไกล ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้จะช่วยในเรื่องการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ แต่อุปกรณ์เหล่านี้ก็ยังไม่มีความสามารถที่จะตรวจสอบได้ว่า ณ ขณะใดขณะหนึ่ง อุปกรณ์ไฟฟ้ามีการใช้งานอยู่หรือไม่ อีกทั้งการใช้งานผ่านเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายแบบต่างๆ ดังกล่าวยังมีการใช้พลังงานสูง และหากนำไปประยุกต์ใช้กับระบบต่างๆ ก็จะทำได้ยุ่งยาก ซับซ้อนมาก ทำให้มีราคาแพงตามไปด้วย

นอกจากนี้ คนส่วนใหญ่มักจะดำเนินชีวิตด้วยความเร่งรีบ รีบร้อน และไม่ค่อยได้อยู่บ้าน หรือสถานที่พักอาศัยของตนเองมากนัก เนื่องจากสภาวะทางสังคมที่บังคับ เช่น การรีบไปทำงาน การรีบไปทำธุระต่างๆ การทำงานนอกสถานที่ เป็นต้น ซึ่งทำให้บางครั้งต้องรีบร้อน เกิดความประมาท หลงลืม จนอาจเปิดไฟฟ้าทิ้งไว้ ทำให้เกิดการสิ้นเปลือง และ อาจก่อให้เกิดเหตุการณ์ที่คาดไม่ถึงตามมาได้ เช่น การเกิดอัคคีภัย การระเบิด อุบัติเหตุต่างๆ เป็นต้น ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สิน และเกิดการสูญเสียแก่ชีวิตทั้งต่อตนเองและผู้อื่นได้

ดังนั้น ผู้พัฒนาโครงการจึงได้นำเสนอการพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าโดยผ่านโมดูลรับส่งสัญญาณไร้สาย (Zigbee) ขึ้นมา โดยระบบนี้จะสามารถตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ว่า ณ ขณะใดขณะหนึ่ง มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอยู่หรือไม่ หากมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอยู่ สามารถสั่งให้ตัดกระแสไฟฟ้าไม่ให้ไหลผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้าดังกล่าวได้ ซึ่งจะช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า และยังช่วยลดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นจากการรีบร้อน การประมาท หรือ การหลงลืม ของผู้ใช้ได้ด้วย สำหรับการใช้ Zigbee นี้ จะทำให้สามารถควบคุมการทำงานได้จากระยะไกล มีการใช้พลังงานน้อย ทำให้สามารถใช้งานได้นาน (มีช่วงการใช้งานจากแบตเตอรี่ หรือ Battery Life ยาวนาน) ราคาถูก และมีความซับซ้อนน้อย ซึ่งสิ่งเหล่านี้ถือว่า เป็นจุดเด่นหรือข้อได้เปรียบของ Zigbee เมื่อเทียบกับเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายแบบอื่นๆ จึงทำให้ช่วยเพิ่มความสะดวก ในการใช้งาน และลดค่าใช้จ่ายลงได้อีกด้วย

สารบัญ

1. **วัตถุประสงค์และเป้าหมาย**.....1
2. **รายละเอียดของการพัฒนา**.....1
    1) ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....1
        1.1) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....1
            1.1.1) ไมโครคอนโทรลเลอร์.....1
            1.1.2) ระบบเครือข่ายไร้สาย.....5
            1.1.3) Wireless Sensor Network.....8
            1.1.4) Zigbee.....8
            1.1.5) Ozeki message server 6.....11
        1.2) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....13
            1.2.1) โครงงานอุปกรณ์ควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้าระยะไกลผ่าน Bluetooth.....13
    2) ทฤษฎีหลักการและเทคนิคหรือเทคโนโลยีที่ใช้.....15
    3) เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา.....15
        3.1) ซอฟต์แวร์ (Software).....15
        3.2) ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา.....15
    4) รายละเอียดโปรแกรมที่ได้พัฒนาในเชิงเทคนิค.....16
        4.1) Input and Output Specification.....16
        4.2) Functional Specification.....16
        4.3) โครงสร้างของซอฟต์แวร์(Design) 23
            4.3.1) สถาปัตยกรรมของระบบ.....23
        4.4) ส่วนที่ผู้พัฒนาได้พัฒนาขึ้นมาเอง.....26
    5) ขอบเขตและข้อจำกัด.....26
    6) คุณลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้กับโปรแกรม.....27
3. **กลุ่มผู้ใช้โปรแกรม**.....27
4. **ผลของการทดสอบโปรแกรม**.....28
5. **ปัญหาและอุปสรรค**.....30
6. **แนวทางในการพัฒนาและประยุกต์ใช้ร่วมกับงานอื่น ๆ ในขั้นต่อไป**.....30
7. **ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ**.....31
    1) ข้อสรุป.....31
    2) ข้อเสนอแนะ.....31

8. **เอกสารอ้างอิง** (References) 33
9. **ภาคผนวก** (Appendix) 34
ก. การติดตั้ง Microsoft Visual Studio.NET.....34
ข. การติดตั้ง Keil.....39
ค. การติดตั้ง Ozeki Message server.....42
ง. การติดตั้ง X-CTU.....47
จ. การติดตั้ง Flip.....51
ฉ. การใช้งานระบบผ่านทางอินเตอร์เน็ต.....55
ช. การใช้งานระบบผ่านทางโทรศัพท์มือถือ.....67

1. วัตถุประสงค์และเป้าหมาย

เพื่อพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าโดยใช้ Zigbee ซึ่งระบบดังกล่าวประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

1) วงจรสำหรับรับ-ส่งข้อมูล ประมวลผลข้อมูลที่ได้รับ และ ควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าตามที่ ส่วนของการประมวลผลสั่ง โดยใช้ Zigbee ไมโครคอนโทรลเลอร์ และ Relay
2) Web Application สำหรับใช้งานระบบผ่านทางอินเตอร์เน็ต
3) โปรแกรมสำหรับควบคุมวงจรในข้อ 1)
4) โปรแกรมสำหรับควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้าบนโทรศัพท์มือถือ

2. รายละเอียดของการพัฒนา

1) ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโครงงานมี 5 ทฤษฎี ได้แก่

1.1.1) ไมโครคอนโทรลเลอร์

1.1.2) ระบบเครือข่ายไร้สาย

1.1.3) Wireless Sensor Network

1.1.4) Zigbee

1.1.5) Ozeki message server 6

1.1.1) ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ [1, 2, 3] เป็นชิปประมวลผลอย่างหนึ่ง ซึ่งมีหน้าที่ประมวลผลตามโปรแกรมหรือ ชุดคำสั่งคล้ายไมโครโพลเซสเซอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ถูกสร้างขึ้น เพื่อใช้ประมวลผลงานเฉพาะด้านไม่ซับซ้อนรวมทั้งยังสามารถติดต่อกับพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตได้อย่างสะดวก ใช้งานง่าย สามารถทำงานได้โดยใช้เพียงชิปเดียว เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่มีหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ พอร์ตอินพุต/เอาต์พุต วงจรนับ/จับเวลา และวงจรอื่นๆ เป็นส่วนประกอบหลัก และสามารถเขียนโปรแกรมควบคุม เพื่อเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้

โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์

โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบด้วย 5 ส่วนหลัก ดังนี้

(1) **หน่วยประมวลผลกลาง** (CPU) เปรียบดังสมอง มีหน้าที่คำนวณทางคณิตศาสตร์ และกระทำทางตรรกะ

(2) **หน่วยความจำ** (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มตามการนำไปใช้งานได้ ดังนี้

- หน่วยความจำโปรแกรมคล้าย ROM เป็นส่วนที่ใช้เก็บโปรแกรม เพื่อส่งให้กับหน่วยประมวลผลทำการประมวลผลตามที่โปรแกรมไว้
- หน่วยความจำข้อมูลคล้าย RAM เป็นส่วนที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจากการประมวลผล

(3) **พอร์ตอินพุต/เอาต์พุต** (I/O Port) เป็นส่วนที่ใช้ในการรับและส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับไมโครคอนโทรลเลอร์ในรูปของสัญญาณดิจิตอล โดยสามารถกำหนดพอร์ตให้มีลักษณะเป็นทั้งอินพุต และเอาต์พุตได้

(4) **วงจรนับ/จับเวลา** (Counter/Timer) ทำหน้าที่นับสัญญาณพัลส์ภายนอก หรือ จับเวลาสัญญาณนาฬิกาภายในของระบบ เป็นวงจรนับหรือจับเวลาขนาด 16 บิต จำนวน 2 วงจร

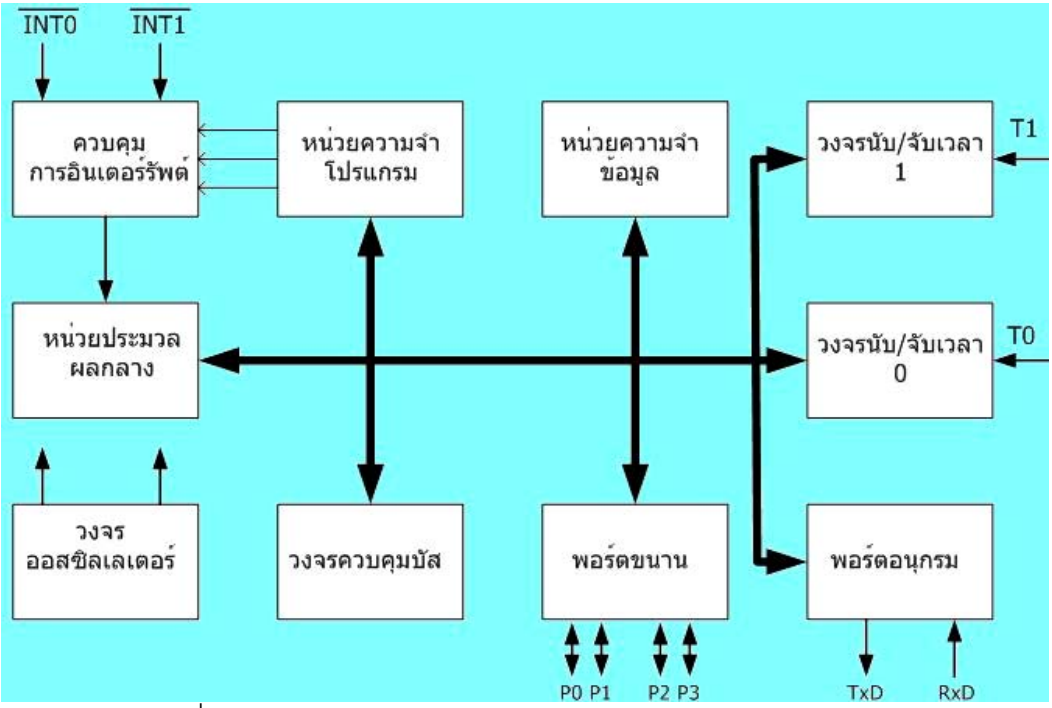
(5) **วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา** (Oscillator) ทำหน้าที่สร้างสัญญาณนาฬิกาเพื่อกำหนดจังหวะการทำงานของซีพียู และวงจรภายในไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เป็นที่นิยมในปัจจุบันเนื่องจากราคาถูก ใช้งานง่าย ภายในชิปมีหน่วยความจำแบบแฟลช ทำให้สามารถลบและเขียนได้นับพันครั้ง ด้วยโครงสร้างที่มีหน่วยความจำอยู่ภายใน ทำให้สามารถใช้งานในรูปแบบชิปเดี่ยว โดยไม่ต้องต่อหน่วยความจำภายนอกเพิ่มอีก และเนื่องจากมีโครงสร้างแบบ CMOS ทำให้ประหยัดพลังงาน

สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

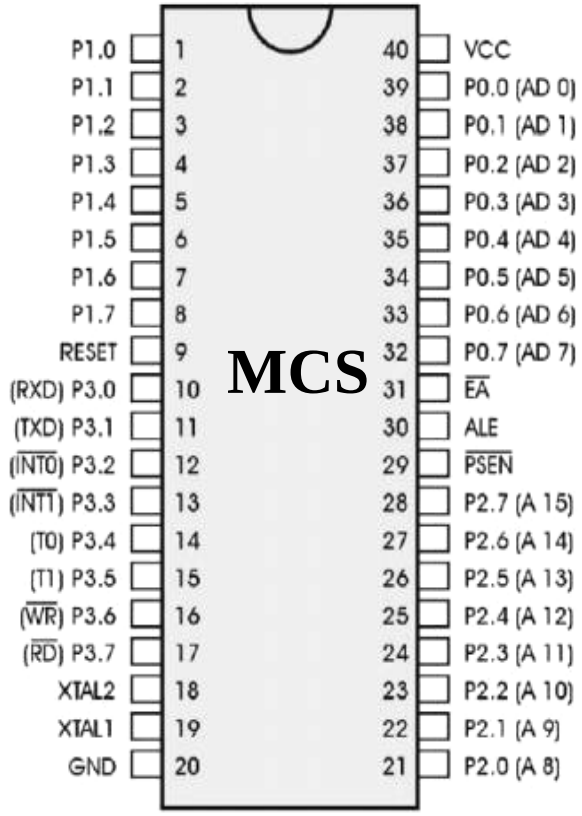
ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นวงจรรวมขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อน สามารถอธิบายถึงโครงสร้างการทำงานได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โครงสร้างของตัวไอซีเป็นแบบ DIP ขนาด 40 ขา ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ขาสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51

หน้าที่ของขาต่างๆ ในไมโครคอนโทรลเลอร์ มีดังนี้

- **ขา** Vcc

  ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5 V

- **ขา** GND

  เป็นขากราวด์ สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ

- **ขาพอร์ต** 0 (P0.0 - P0.7)

  มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้ควบคุมอุปกรณ์ภายนอก นอกจากนี้ยังใช้เป็นบัสที่อยู่ (A0 - A7) และบัสข้อมูล (D0 – D7) โดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กซ์ เข้าช่วย เพื่อสลับการทำงาน เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต

- **ขาพอร์ต** 1 (P1.0 – P1.7)

  มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้ควบคุมอุปกรณ์ภายนอกสามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้

- **ขาพอร์ต** 2 (P2.0 – P2.7)

  มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้ควบคุมอุปกรณ์ภายนอก นอกจากนี้ขาพอร์ตนี้ ยังถูกใช้งานเป็นแอดเดรสบัส (A8 – A15) ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก

- **ขาพอร์ต** 3 (P3.0 – P3.7)

  มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้ควบคุมอุปกรณ์ภายนอก นอกจากนั้นขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

  - P3.0 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือ ขา RxD
  - P3.1 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับส่งข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือ ขา TxD
  - P3.2 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 0 หรือ ขา T0
  - P3.3 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 1 หรือ ขา T1
  - P3.4 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณไทม์เมอร์จากภายนอกช่อง 0 หรือ ขา T0
  - P3.5 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณไทม์เมอร์จากภายนอกช่อง 1 หรือ ขา T1
  - P3.6 ใช้เป็นขาสัญญาณ WR ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก
  - P3.7 ใช้เป็นขาสัญญาณ RD ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

- **ขา** RST (Reset)

  เป็นขาที่จะทำหน้าที่ในการกำหนดให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เข้าสู่สภาวะเริ่มต้นการทำงานใหม่ โดยปกติที่ขารีเซตจะมีสภาวะทางลอจิกเป็น 0 และถ้าป้อนสภาวะทางลอจิกเป็น 1 เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 แมชชีนไซเคิล ก็จะทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เกิดสภาวะรีเซตขึ้นได้

- **ขา** ALE/PROG (Address Latch Enable/Program Pulse Input)

  เป็นขาเอาต์พุตใช้ควบคุมการแลทช์ (Latch) บัสที่อยู่ A0 – A7 ของพอร์ต P0 และควบคุมการส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับหน่วยความจำภายนอก

- PSEN (Program Store Enable)

  เป็นขาสัญญาณเอาต์พุตที่ใช้ควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก

- **ขา** EA/VPP (External Access Enable/Programming Voltage Input)

  เป็นขาที่ใช้สำหรับเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก หรือ ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยถ้าหากขานี้เป็น 0 จะเป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แต่ถ้าหากขานี้เป็น 1 จะเป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับ

หน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้ ที่ขานี้ยังใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับแรงดันไฟสูงสำหรับการโปรแกรมหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 แบบแฟลช จะต้องการแรงดันสำหรับการโปรแกรมเป็น +12 V

- **ขา XTAL1 และ XTAL2**

  เป็นขาใช้งานของวงจร Inverting Oscillator Amplifier สำหรับใช้ต่อร่วมกับคริสตอลภายนอก เพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

1.1.2) ระบบเครือข่ายไร้สาย

ระบบเครือข่ายไร้สาย [4] เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้เกิดการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์สื่อสาร หรือระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง หรือ ระหว่างกลุ่มของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่สามารถสื่อสารกันได้ รวมถึงการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ด้วย โดยปราศจากการใช้สายสัญญาณในการเชื่อมต่อ แต่จะใช้คลื่นวิทยุเป็นช่องทางการติดต่อสื่อสารแทน ซึ่งในการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างกันจะผ่านทางอากาศ ทำให้ไม่ต้องมีการเดินสายสัญญาณ และช่วยให้ติดตั้งใช้งานได้สะดวกขึ้น ระบบเครือข่ายไร้สายใช้แม่เหล็กไฟฟ้าผ่านอากาศ เพื่อรับ–ส่งข้อมูลข่าวสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องคอมพิวเตอร์ และ ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้ อาจเป็นคลื่นวิทยุ (radio) หรือ อินฟาเรด (Infrared) ก็ได้

ระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless LANs) เกิดขึ้นครั้งแรก ในปี ค.ศ.1971 บนเกาะฮาวาย โดยโครงการของนักศึกษามหาวิทยาลัยฮาวาย ที่ชื่อว่า “ALOHNET” โดยขณะนั้นลักษณะการส่งข้อมูลเป็นแบบ Bi-directional คือส่งไป-กลับง่ายๆ ผ่านคลื่นวิทยุสื่อสารกันระหว่างคอมพิวเตอร์ 7 เครื่อง ซึ่งตั้งอยู่บนเกาะ 4 เกาะโดยรอบ และมีศูนย์กลางการเชื่อมต่ออยู่ที่เกาะๆ หนึ่งที่ชื่อว่า Oahu

เทคโนโลยีการเข้าถึงข้อมูลความเร็วสูง หรือ ที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า การเข้าถึงบรอดแบนด์ (Broadband Access) มีได้หลายประเภท ทั้งบรอดแบนด์ผ่านสาย (สายทองแดง สายเคเบิล และสายใยแก้วนำแสง) และ บรอดแบนด์ไร้สายผ่านทางคลื่นวิทยุ ซึ่งปัจจุบันสามารถส่งผ่านข้อมูลด้วยความเร็วสูงยิ่งขึ้น เนื่องจากมีรูปแบบของการมอดูเลชั่นที่ใช้คลื่นวิทยุได้คุ้มค่ามากขึ้น

เทคโนโลยีการเข้าถึงข้อมูลเฉพาะในส่วนที่เป็นการเข้าถึงไร้สาย (Broadband Wireless Access: BWA) นั้น สามารถแยกกลุ่มออกได้ตามลักษณะของการเข้าถึงได้ ดังต่อไปนี้

(1) Personal Area Network (PAN) คือ เทคโนโลยีการเข้าถึงไร้สายในพื้นที่เฉพาะส่วนบุคคล โดยมีระยะทางไม่เกิน 10 เมตร และมีอัตราการรับ-ส่งข้อมูลความเร็วสูงมาก (สูงถึง 480 Mbps) ซึ่ง

เทคโนโลยีที่ใช้กันแพร่หลาย มีหลายเทคโนโลยี ดังเช่น

- Ultra Wide Band (UWB) ตามมาตรฐาน IEEE 802.15.3a
- cdma2000 ที่พัฒนาต่อเนื่องจากจากเทคโนโลยี cdmaOne (IS-95)
- Bluetooth ตามมาตรฐาน IEEE 802.15.1
- Zigbee ตามมาตรฐาน IEEE 802.15.4

เทคโนโลยีเหล่านี้ใช้สำหรับการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วง (peripherals) ให้สามารถรับ-ส่งข้อมูลถึงกันได้ และยังใช้สำหรับการรับ-ส่งสัญญาณวิดีโอที่มีความละเอียดภาพสูง (highdefinition video signal) ได้ด้วย

(2) Local Area Network (LAN) คือ เทคโนโลยีการเข้าถึงไร้สายในพื้นที่เฉพาะ ซึ่งมักมีระยะทางไม่เกิน 100 เมตร และมีอัตราการรับ-ส่งข้อมูลความเร็วที่สูงถึงระดับ 100 Mbps และติดตั้งสถานีฐานที่เรียกว่า Access Point เพื่อทำหน้าที่เชื่อมต่อสัญญาณระหว่างอุปกรณ์ปลายทาง (Terminal Equipment) ในลักษณะที่เป็นเซลล์ขนาดเล็กมาก (pico cells) ที่ไม่แตกต่างจากเซลล์ของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่มากนัก ซึ่งเทคโนโลยีที่ใช้กันแพร่หลาย ได้แก่

- WiFi ตามมาตรฐาน IEEE 802.11และมาตรฐานที่พัฒนาจากมาตรฐานดังกล่าว
- ETSI HIPERLAN ตามมาตรฐานของกลุ่มประเทศยุโรป

ข้อจำกัดสำหรับการใช้งานเทคโนโลยีนี้ คือ จำนวนของผู้ใช้งานในขณะใดขณะหนึ่งพร้อมกัน ระยะห่างระหว่าง access point กับ terminal equipment และความพอเพียงของคลื่นความถี่ เนื่องจากส่วนใหญ่จะเป็นการใช้งานในลักษณะได้รับการยกเว้นใบอนุญาต(unlicensed) จึงต้องใช้คลื่นความถี่ร่วมกันกับผู้ประกอบการ

(3) Metropolitan Area Network (MAN) คือ เทคโนโลยีการเข้าถึงไร้สายในพื้นที่เขตเมือง หรือพื้นที่ ขนาดใหญ่ ซึ่งมีระยะทางตั้งแต่ 10 ถึง 50 กม. ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับคลื่นความถี่ที่ใช้งาน และมีอัตราการรับ-ส่งข้อมูลที่ความเร็วสูงในระดับ 15 – 50 Mbps ขึ้นอยู่กับการใช้งาน ว่าเป็น non-line-of-sight (NLOS) หรือ line-of-sight (LOS) โดยเทคโนโลยีที่เป็นที่กล่าวถึงในปัจจุบัน ได้แก่

- WiMAX ตามมาตรฐาน IEEE 802.16 และมาตรฐานที่พัฒนาจากมาตรฐานดังกล่าว
- WiBro ซึ่งเป็นมาตรฐานที่พัฒนาโดยประเทศเกาหลีใต้ ก่อนที่จะได้พัฒนาต่อเนื่องจนถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐาน IEEE 802.16
- ETSI HIPERMAN ซึ่งเป็นมาตรฐานของกลุ่มประเทศยุโรป โดยมีการพัฒนาให้ทำงานร่วมกันได้กับมาตรฐาน IEEE 802.16

แต่เดิมนั้น เทคโนโลยีการเข้าถึงดังกล่าว มุ่งเน้นที่การใช้งานแบบประจำที่ (Fixed) ซึ่งอุปกรณ์ของผู้ใช้บริการ จะติดตั้งอยู่กับที่ในลักษณะภายนอกอาคาร (outdoor) เป็นหลัก ก่อนที่จะมีการพัฒนาไปเป็น

การใช้งานภายในอาคาร (indoor) แล้วจึงพัฒนาออกแบบให้สามารถใช้งานแบบเคลื่อนที่ (Mobile) ได้ด้วย

อย่างไรก็ตาม ยังมีเทคโนโลยีการเข้าถึงไร้สายในลักษณะดังกล่าว ที่ไม่ได้อ้างอิงมาตรฐานหลักที่กล่าวไว้ข้างต้น และมีใช้งานอยู่ก่อนหน้าที่มาตรฐานทางเทคนิคดังกล่าวจะเป็นที่ยอมรับในวงกว้าง โดยเป็นมาตรฐานเฉพาะของผู้ผลิตแต่ละราย (proprietary) ที่อาจมีข้อจำกัดในการใช้งานร่วมกันกับระบบของผู้ผลิตรายอื่น อุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีในลักษณะนี้ มักเรียกกันโดยทั่วไปว่า Pre-WiMAX

(4) Wide Area Network (WAN) คือ เทคโนโลยีการเข้าถึงไร้สายบริเวณกว้าง ซึ่งอาจครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศ หรือ เขตภูมิภาค แต่จะมีอัตราการรับ-ส่งข้อมูลที่มีความเร็วได้ไม่เกิน 1.5 Mbps เนื่องจากเน้นการใช้งานแบบเคลื่อนที่ ทั้งนี้ เทคโนโลยีการเข้าถึงที่เป็นเทคโนโลยีการเข้าถึงไร้สายบริเวณกว้าง ได้แก่

- เทคโนโลยีโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 (3G) ซึ่งพัฒนาต่อเนื่องมาจากเทคโนโลยีโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 2 โดยมี 2 มาตรฐานหลัก คือ
  - Wideband CDMA (W-CDMA) ที่พัฒนาต่อเนื่องจากเทคโนโลยี GSM
  - cdma2000 ที่พัฒนาต่อเนื่องจากจากเทคโนโลยี cdmaOne (IS-95)
- MBWA (Mobile Broadband Wireless Access) ตามมาตรฐาน IEEE 802.2 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่เทียบได้กับ IEEE 802.16e (Mobile WiMAX)

โดยสรุปรายละเอียดของเทคโนโลยีการเข้าถึงไร้สายต่างๆ ที่สำคัญได้ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงเทคโนโลยีการเข้าถึงไร้สายต่างๆ ที่สำคัญ

Technology	Standard	Application	Coverage (m)	Frequency (GHz)
UWB	802.15.3a	Wireless PAN	10	Flexible
Bluetooth	802.15.1	Wireless PAN	10	2.4
Zigbee	802.15.4	Wireless PAN	10	Not identified
WiFi	802.11a	Wireless LAN	100	5
	802.11b	Wireless LAN	100	2.4
	802.11g,n	Wireless LAN	100	2.4
WiMAX	802.16d	Wireless MAN	6400 - 9600	11
	802.16e	Mobile Wireless MAN	1600 – 4800	2 – 6
WCDMA	IMT-2000(3G)	Wireless WAN	1600 - 8000	1.8, 1.9, 2.1
cdma2000	IMT-2000 (3G)	Wireless WAN	1600 - 8000	0.4, 0.8, 0.9, 1.7, 1.8, 1.9, 2.1
MBWA	802.2	Mobile Wireless WAN	4000 - 12000	3.5

1.1.3) Wireless Sensor Network

เครือข่าย sensor (Wireless Sensor Network) [5] เป็นสิ่งสำคัญที่นำมาใช้ในการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม, สิ่งก่อสร้าง, บริษัทสาธารณูปโภค, โรงงาน, บ้านเรือน, ระบบการติดต่อสื่อสารแบบอัตโนมัติ และอื่นๆ อีกมากมาย ดังเช่น กรณีของผู้ก่อการร้าย และการต่อสู้แบบกองโจรต้องการเครือข่าย sensor ที่สามารถอยู่กระจายกันได้ สามารถใช้อากาศยานทุกชนิดโปรยกระจาย sensor ได้ และสามารถรวมตัวกันได้เอง ซึ่งความต้องการเช่นนี้ การใช้สายไฟ หรือ สายเคเบิลจะไม่สามารถนำมาใช้งานได้จริง ดังนั้น เครือข่าย sensor จึงกลายเป็นที่ต้องการ อย่างรวดเร็ว อีกทั้ง เครือข่าย sensor ยังง่ายต่อการติดตั้ง และการบำรุงรักษาอีกด้วย

ความท้าทายของเครือข่าย sensor คือ ต้องมีการตรวจจับข้อมูลอย่างสัมพันธ์กัน, การเฝ้าดู, การรวบรวมข้อมูล, ประเมินและวิเคราะห์ข้อมูล, การสร้างกฎเกณฑ์, การตัดสินใจและการเตือน โดยข้อมูลข่าวสารที่ต้องการได้รับมาจากการอยู่แบบกระจายของ WSNs ซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบในการส่งข้อมูลจาก sensor ตัวแรกไปยัง sensor ตัวต่อไปที่อยู่ใกล้ๆ

Routing table สำหรับเครือข่ายที่มีการกระจายนั้น มีเพิ่มขึ้นตาม node ที่มีมากขึ้น เครือข่าย NxM mesh มี NxM links และมีเส้นทางหลายเส้นทางจากต้นกำเนิดถึงปลายทาง เครือข่ายที่มีโครงสร้างเรียงกันเป็นระดับชั้น ทำให้สามารถหาเส้นทางได้ง่ายขึ้น และเป็นไปตามกฎเกณฑ์ของกระบวนการแพร่กระจายของสัญญาณ และการตัดสินใจ เพราะบางกระบวนการสามารถทำงานให้เสร็จได้ในระดับชั้นนั้นเลย เครือข่าย sensor ที่มีการติดต่อกันอย่างสมบูรณ์จะมี NP-hard ที่ซับซ้อน โดยมีการกำหนดเส้นทางอย่างจำกัดให้กับโปรโทคอลที่ใช้งาน และมีการบรรจุผลลัพธ์ที่ได้กลับเข้าไปใหม่ในเส้นทางเดิมของโทโปโลยี ด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีการซ้อนทับกันของข้อมูลเกิดขึ้น

ขณะที่ node มีมากขึ้น จำนวน link ก็เพิ่มขึ้นด้วย โดยจำนวน link ที่เพิ่มขึ้นนี้ สร้างมาเพื่อแก้ไขปัญหา NP-complexityในเส้นทาง และแก้ไขปัญหาที่ไม่สามารถกู้ข้อมูลกลับคืนมาได้ ซึ่งในการแก้ไขโครงสร้างสามารถใช้วิธีการรวมกลุ่มแบบเป็นระดับชั้น โดยโครงสร้างแบบระดับชั้นนี้ต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น คือ ต้องมีโครงสร้างเหมือนเดิมในระดับเดียวกัน โครงสร้างระดับชั้นค่อนข้างเป็นโครงสร้างที่ใช้ทั่วไปใน WSNs และ node ต่างๆ จะรวมกันอยู่เป็นกลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมีหัวหน้า คือ node ที่ได้รับแต่งตั้งขณะรวบรวมกัน ข้อมูลที่ได้จาก node จะถูกรวบรวมไว้ที่หัวหน้าของแต่ละกลุ่ม และหัวหน้าจะส่งต่อข้อมูลไปยังสถานีกลางที่เครือข่ายของ hop หลายๆ hop ได้สร้างขึ้นมาจากหัวหน้าของการรวมกลุ่มหลายๆ กลุ่มเข้าด้วยกัน

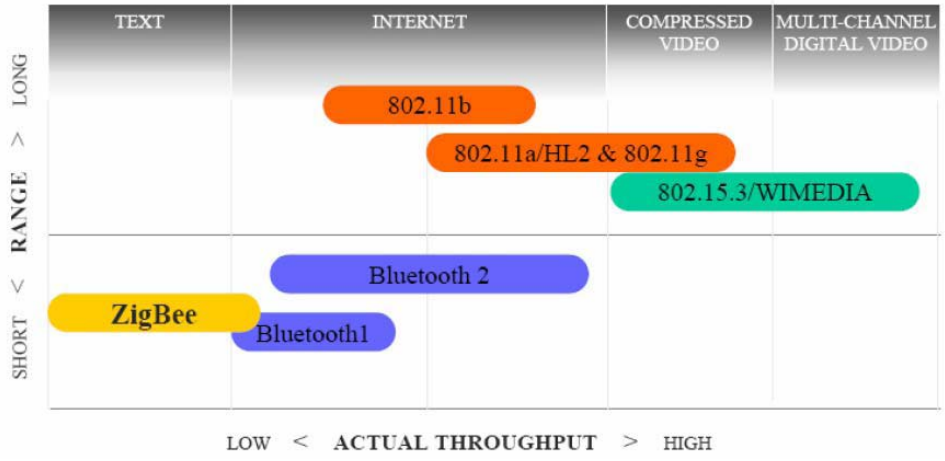
1.1.4) Zigbee

Zigbee [6] เป็น เทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายที่ถูกพัฒนาขึ้นให้มีจุดเด่นกว่าเทคโนโลยีไร้สายแบบอื่นๆ กล่าวคือ ราคาต่ำ ใช้พลังงานน้อย จึงสามารถติดตั้งไว้ได้นาน และสามารถสร้างเครือข่ายได้ ซึ่ง

เหมาะกับการใช้งานด้านเซนเซอร์ไร้สาย ตรวจสอบตำแหน่งของวัตถุ และตรวจสอบสภาพแวดล้อม โดยสามารถแสดงการเปรียบเทียบ Zigbee กับ เทคโนโลยีไร้สายแบบอื่น ๆ ในด้านต่าง ๆ ได้ ดังตารางที่ 2.2 และ รูปที่ 2.3

ตารางที่ 2.2 แสดงการเปรียบเทียบเทคโนโลยีไร้สายในแบบต่างๆ

Standard	ZigBee® 802.15.4	Wi-Fi™ 802.11b	Bluetooth™ 802.15.1
Transmission Range (meters)	1 – 100	1 – 100	1 – 10
Battery Life (days)	100 – 1,000	0.5 – 5.0	1 – 7
Network Size (# of nodes)	> 64,000	32	7
Application	Monitoring & Control	Web, Email, Video	Cable Replacement
Stack Size (KB)	4 – 32	1,000	250
Throughput kb/s)	20 – 250	11,000	720



รูปที่ 2.3 ปริมาณการใช้ Throughput ของมาตรฐานการสื่อสารไร้สายแบบต่างๆ

คุณสมบัติของ Zigbee

(1) อัตราการส่งข้อมูล 250 kbps (2.4 GHz), 40 kbps (915 MHz), and 20 kbps (868 MHz)

(2) High throughput และ low latency Duty Cycle ต่ำ (< 0.1%)

(3) มีการเข้าถึง Channel แบบ Channel access using Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA - CA)

(4) สามารถรองรับ Address ได้ถึง 64 bit IEEE address (65535 network)

(5) รับประกันการส่งแบบ Full hand shaked protocol

(6) เชื่อมต่อ Topology ได้หลายแบบ เช่น Star, Peer-to-peer, Mesh

(7) ใช้พลังงานต่ำ (สามารถใช้ได้หลายเดือนจนถึงปี)

(8) ระยะทางการส่งพื้นฐาน 5-500 เมตร

ส่วนประกอบของ Zigbee

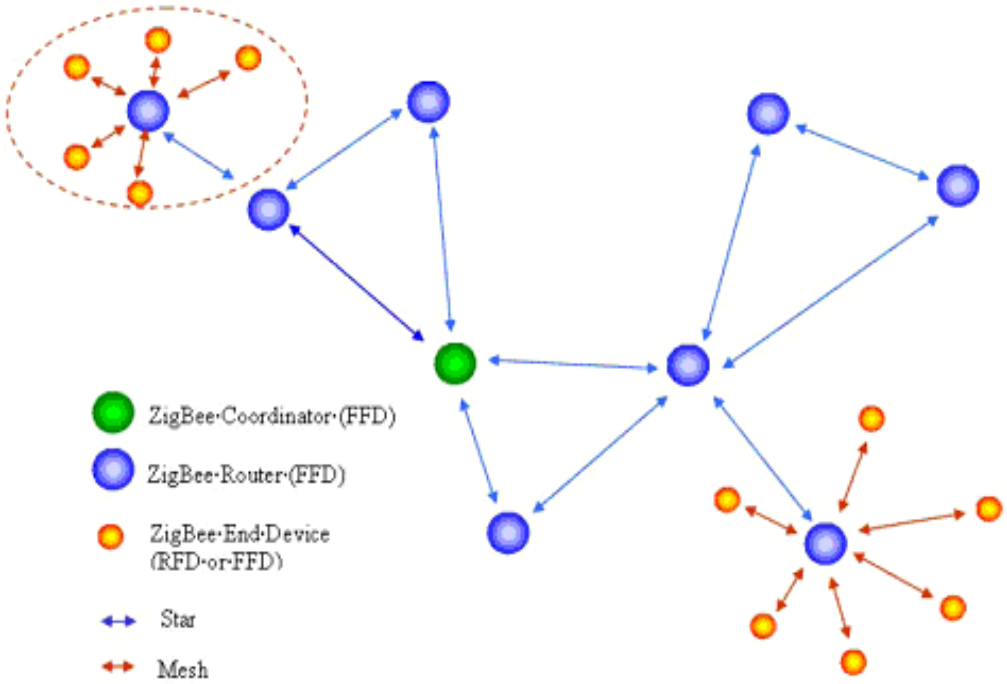
Zigbee แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

(1) Zigbee Coordinator ทำหน้าที่สร้างโครงข่าย จัดการโหนดในโครงข่าย และเก็บข่าวสารของโหนดในโครงข่าย

(2) Zigbee Router ทำหน้าที่จัดการเส้นทางของข้อมูลที่ส่งผ่านภายในโครงข่ายระหว่างโหนด

(3) Zigbee end Device เป็นจุดปลายของโครงสร้างเครือข่าย อยู่ในส่วนของผู้ใช้งาน โดยสามารถเป็นได้ทั้งแบบ RFD และ FFD

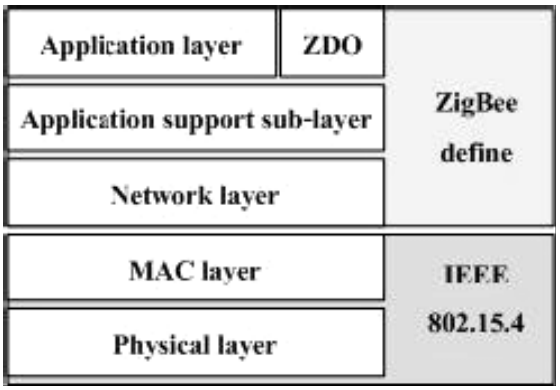
ซึ่งส่วนประกอบต่าง ๆ ของ Zigbee ได้แสดงไว้ ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการสร้างเครือข่ายของอุปกรณ์ Zigbee

โครงสร้างของ Zigbee

ZigBee [7] ถูกออกแบบมาเฉพาะในส่วนของ Application layer, Application support layer และ Network layer เท่านั้น แต่ใช้ MAC layer และ Physical layer ตามมาตรฐาน IEEE 802.15.4 ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 โครงสร้าง Zigbee

โดยโครงสร้างของ ZigBee จะแบ่งเป็น layer ต่างๆ ดังนี้

(1) Application layer

เป็นชั้นที่มีส่วนของ Endpoint อยู่ เรียกว่า Application framework โดยมี ZigBee Device Object (ZDO) ทำหน้าที่ในการจัดการในการเข้าถึงและใช้งาน Application layer

(2) Application support sub-layer

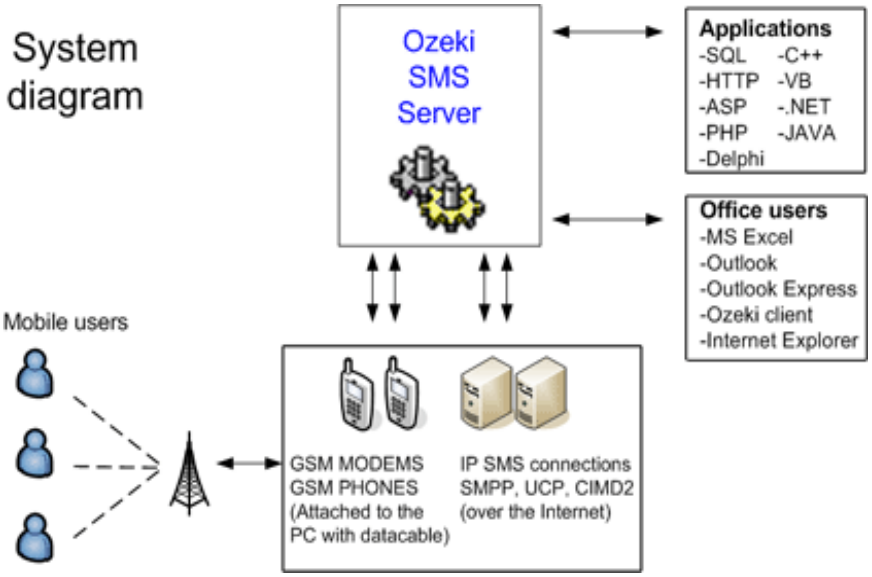
ทำหน้าที่ในการสร้างเฟรมของ Application layer และทำหน้าที่ในการรับ-ส่งข้อมูล รวมถึง การจัดการด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ Application layer

(3) Network layer

ทำหน้าที่ในการ routing ข้อมูลต่างๆ จากต้นทางไปยังปลายทางที่อาจอยู่ภายในเครือข่ายเดียวกัน หรือต่างเครือข่ายกัน

1.1.5) Ozeki message server 6

Ozeki message server 6 [8] เป็น โปรแกรมหนึ่งที่มีความสามารถในการส่งและรับ SMS จากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังโทรศัพท์มือถือ โดยใช้ GSM Modem ที่มาพร้อมกับโทรศัพท์มือถือ ซึ่งจะเชื่อมต่ออยู่กับ เครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยสาย phone-to-pc data cable หรือ อาจใช้ IP SMS Gateway (CIMD, UCP, SMPP) เพื่อติดต่อกับ Short Message Service Center (SMSC) ได้โดยตรง โดย Ozeki message server จะสามารถทำงานได้บน Windows 2000 Windows XP Windows 2003 และ Windows Vista ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 สถาปัตยกรรมของ SMS Gateway

ในสำนักงานส่วนมากจะใช้ Microsoft Outlook, Microsoft Outlook Express และ Microsoft Excel เพื่อส่ง SMS กว่าร้อย SMS ให้ลูกค้า โดยข้อความและเบอร์โทรศัพท์ จะถูกเก็บไว้ที่ไฟล์ Excel และ Excel Macro (Excel Macro จะถูกรวมมากับโปรแกรมอยู่แล้ว)

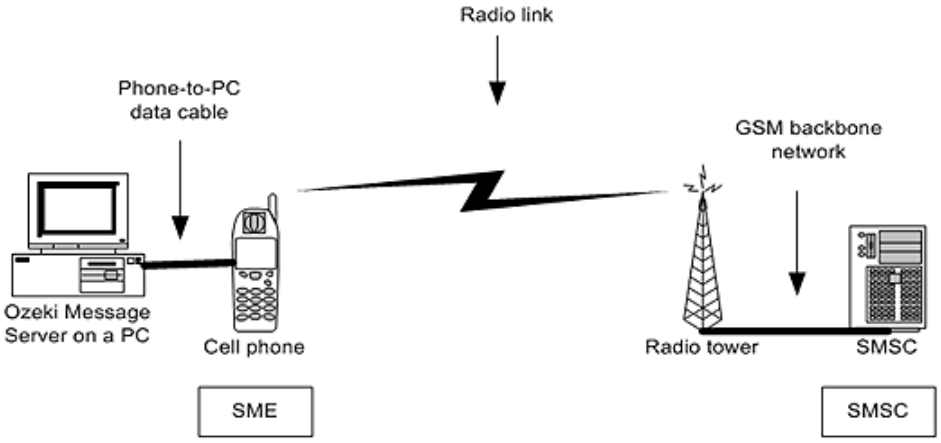
เราสามารถส่ง SMS ได้ไม่เกิน 15,000 SMS ต่อวัน ซึ่ง GSM Modem ที่มากับโทรศัพท์มือถือจะต้องทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์นั้นรู้จักก่อน นั่นก็คือ ต้องมีการลง driver ของ Modem นั้นๆ โดยโทรศัพท์มือถือที่มี GSM Modem จะต้องมี SIM Card ด้วย และต้องมีการเชื่อมต่อโทรศัพท์มือถือเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถเชื่อมต่อผ่าน สาย phone-to-pc data cable, สาย USB cable, InfraRed port (IR) หรือ BlueTooth (BT) เป็นต้น เพื่อให้สามารถติดต่อใช้งานกับโปรแกรมนี้ได้ในการส่งและรับ SMS

Short Messaging Entities (SME) คือ จุดเริ่มต้นของการติดต่อสื่อสาร (ต้นกำเนิดที่ทำหน้าที่เป็นผู้ส่ง SMS) และจุดสิ้นสุดของการติดต่อสื่อสาร (ปลายทางที่ทำหน้าที่เป็นผู้รับ SMS) โดยการติดต่อสื่อสารระหว่าง SME กับ SME จะต้องติดต่อสื่อสารผ่านทาง SMSC เท่านั้น เนื่องจาก SME จะไม่สามารถติดต่อสื่อสารกันเองได้โดยตรง ซึ่ง SME อาจจะเป็น โทรศัพท์มือถือ หรือ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรม Ozeki message server อยู่ ซึ่งโปรแกรม Ozeki message server นี้ จะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถใช้ติดต่อกับ SMSC ได้โดยตรง

ในการส่ง SMS ไปยังโทรศัพท์มือถือ เริ่มต้นจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่กำลังรันโปรแกรม Ozeki message server อยู่ โดยจะให้โปรแกรมส่งข้อความไปยัง GSM ของโทรศัพท์มือถือที่เชื่อมต่ออยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์ จากนั้น GSM ของโทรศัพท์มือถือที่เชื่อมต่ออยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์ จะส่งข้อความนั้นไปยัง SMSC ของโทรศัพท์มือถือปลายทาง โดยผ่าน wireless link

ในการรับ SMS GSM ของโทรศัพท์มือถือ จะเก็บข้อความที่ได้รับไว้ในหน่วยความจำบนโทรศัพท์มือถือ หรือ SIM Card ก่อน และส่ง notification กลับไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์รันโปรแกรม Ozeki message server ได้รับnotification ที่ส่งกลับมา ก็จะอ่านข้อความจากหน่วยความจำขึ้นมา จากนั้นโปรแกรมจะลบข้อความนั้นออกจากโทรศัพท์มือถือ เพื่อให้มีที่ว่างสำหรับเก็บข้อความต่อๆ ไป

จากการส่งและรับ SMS ข้างต้น สามารถแสดงได้ ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 การส่งและรับ SMS ของโปรแกรม Ozeki message server
ด้วยโทรศัพท์มือถือที่เชื่อมต่ออยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์

1.2) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน

1.2.1) โครงงานอุปกรณ์ควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้าระยะไกลผ่าน Bluetooth (Wireless Power Control Device via Bluetooth™)

ข้อจำกัดของโครงงาน

โครงงานอุปกรณ์ควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้าระยะไกลผ่าน Bluetooth [9] ทำเพื่อศึกษาไมโครคอนโทรลเลอร์(Microcontroller) MCS-51 และ Bluetooth Module Class 2 สำหรับออกแบบ “อุปกรณ์ควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้าระยะไกลผ่านบลูทูธ” โดยใช้ภาษา C ในการควบคุม Relay ผ่าน Bluetooth Module ในการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยใช้โทรศัพท์มือถือที่มีบลูทูธ เป็นอุปกรณ์ควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ภาษา Java 2 Micro Edition

รายละเอียดของโครงงาน

เทคโนโลยีบลูทูธ (Bluetooth) เป็น เทคโนโลยีไร้สาย โดยใช้คลื่นความถี่วิทยุ 2.4 GHz ในการติดต่อสื่อสาร ครอบคลุมถึงการเชื่อมต่อ และการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ เช่น โทรศัพท์มือถือ เครื่องคอมพิวเตอร์พกพา เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เครื่องพิมพ์ โดยข้อมูลจำเพาะของบลูทูธนั้น จะถูก

กำหนดโดย Bluetooth Special Interest Group (SIG)

บลูทูธได้ถูกออกแบบมาให้มีจุดมุ่งหมาย 3 อย่าง คือ ขนาดเล็ก ใช้พลังงานต่ำ และราคาถูก โดยอุปกรณ์ Bluetooth จะติดต่อสื่อสารกันได้ ก็ต่อเมื่ออุปกรณ์อยู่ในระยะของสัญญาณ เนื่องจากบลูทูธนั้น จะใช้การสื่อสารผ่านทางคลื่นวิทยุ

ดังนั้นอุปกรณ์จึงสามารถวางไว้ที่ส่วนไหนของห้องก็ได้ และได้ไกลเท่าที่สัญญาณของบลูทูธจะครอบคลุมถึง ระยะของการสื่อสารนั้น โดยจะแบ่ง เป็น Class ได้ ตามตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงค่า Maximum Permitted Power ของ Bluetooth ในคลาสต่าง ๆ

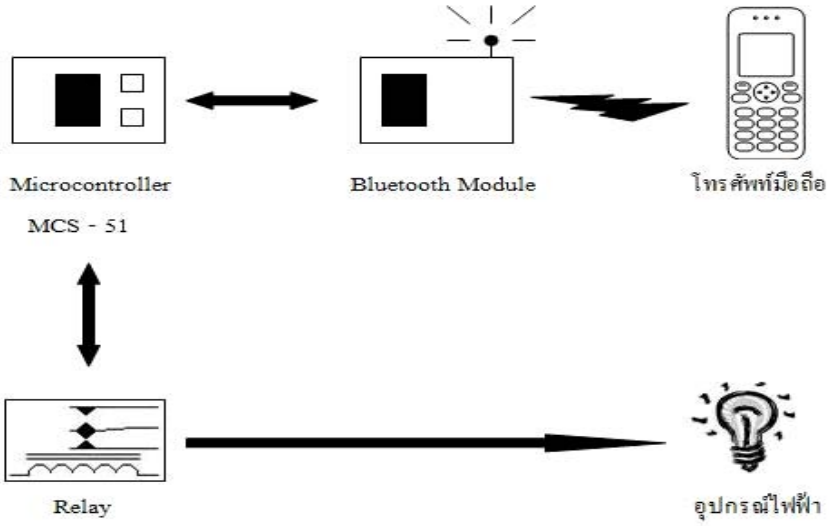
Class	Maximum Permitted Power(mW)	Range (approximate)
1	100 mW	~ 100 meters
2	2.5 mW	~ 10 meters
3	1 mW	~ 1 meters

ส่วนของการควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้านั้น ได้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ใน ตระกูล MCS-51 เป็นอุปกรณ์ในการควบคุม Relay และรับ-ส่งข้อมูลระหว่างชุดอุปกรณ์บลูทูธ (Bluetooth Module Class 2) ผ่าน Port UART โดยได้เลือกใช้ Serial Port Profile (SPP) เป็น Profileในการสื่อสารกับโทรศัพท์มือถือ ซึ่งใช้ภาษา C ในการโปรแกรม ไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ทำงานตามคำสั่ง

ทางด้านโทรศัพท์มือถือ ได้ใช้การโปรแกรมด้วยภาษา JAVA ซึ่งได้เลือกใช้ Java 2 Micro Edition (J2ME) เป็นส่วนแสดงผลผู้ใช้ (User Interface) ส่วนในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ จะใช้ Serial Port Profile เช่นเดียวกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์

หลักการทำงาน

เมื่อผู้ใช้เรียกใช้งานโปรแกรมผ่านทางโทรศัพท์มือถือ ตัวโปรแกรมบนโทรศัพท์มือถือจะค้นหาอุปกรณ์บลูทูธ โดยผู้ใช้จำเป็นจะต้องเลือกอุปกรณ์ที่จะควบคุม เมื่อเลือกแล้วผู้ใช้จำเป็นจะต้องใส่ Pin Code ของอุปกรณ์บลูทูธบน ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งรหัสจะถูกกำหนดไว้ตายตัว เนื่องจากเป็นข้อจำกัดของชุดอุปกรณ์บลูทูธ โดยโปรแกรมบนโทรศัพท์มือถือ จะส่งรหัส 1 ชุด เพื่อเป็นการยืนยันตัวเองไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ หลังจากนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะส่งข้อมูลของสวิทช์เปิด-ปิดไฟฟ้ากลับมาที่ตัวโทรศัพท์มือถือ ซึ่งผู้ใช้จะสามารถสั่งการเปิด-ปิดได้ทันที และสามารถดูสถานะของสวิทช์ได้ ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างการควบคุมอุปกรณ์ผ่านโทรศัพท์มือถือ

2) ทฤษฎีหลักการและเทคนิคหรือเทคโนโลยีที่ใช้

ในการพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าโดยใช้ Zigbee จะมีการนำ Zigbee ไมโครคอนโทรลเลอร์ และ Relay มาใช้ในการต่อวงจรสำหรับรับ-ส่งข้อมูล ประมวลผลข้อมูล และควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งวงจรนี้ จะต้องมีการเขียนโปรแกรมสำหรับควบคุมวงจรด้วย โดยจะใช้ภาษา C ในการเขียนโปรแกรมนี้ ส่วนการสั่งงานระบบ จะต้องมีการใช้ Web Application เพื่อใช้สำหรับสั่งงานระบบผ่านทางอินเตอร์เน็ต และจะต้องมีการใช้โปรแกรม Ozeki message server 6 เพื่อใช้สำหรับสั่งงานผ่านทางโทรศัพท์มือถือ โดยในการเขียนโปรแกรมสำหรับควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้าบน Web Application และบน Ozeki message server 6 จะใช้ภาษา C# ในการเขียนโปรแกรมดังกล่าว

3) เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

3.1) ซอฟต์แวร์ (Software)

(1) โปรแกรม Microsoft Visual Studio 2005

(2) โปรแกรม SQL Server 2005

(3) โปรแกรม Keil

(4) โปรแกรม X-CTU

(5) โปรแกรม Flip

(6) โปรแกรม Ozeki message server 6

3.2) ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา

(1) ภาษา C

(2) ภาษา C#

4) **รายละเอียดโปรแกรมที่ได้พัฒนาในเชิงเทคนิค**

4.1) Input and Output Specification

ระบบที่พัฒนาขึ้น จะมีการรับ Input จากผู้ใช้งาน โดยในการสั่งงานระบบ ผู้ใช้จะสามารถสั่งงานได้ 2 ทาง ได้แก่

- ทางโทรศัพท์มือถือ

  ในกรณีนี้ Input ที่ระบบได้รับ คือ SMS ซึ่งมาจากการที่ผู้ใช้พิมพ์ SMS จากโทรศัพท์มือถือแล้ว ส่งข้อมูลมายังระบบ

- ทางเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต

  ในกรณีนี้ Input ที่ระบบได้รับ คือ ข้อมูล ซึ่งมาจากการที่ผู้ใช้สั่งงานผ่านทางคีย์บอร์ด (keyboard) และ เมาส์ (mouse) จากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต แล้วส่งข้อมูลมายังระบบ

จากนั้น เมื่อระบบได้รับ Input จากผู้ใช้แล้ว ระบบจะทำการประมวลผล และส่ง Output เพื่อแสดงผลการทำงานกลับไปยังผู้ใช้ โดยระบบสามารถส่งผ่านได้ 2 ทาง ได้แก่

- ทางโทรศัพท์มือถือ

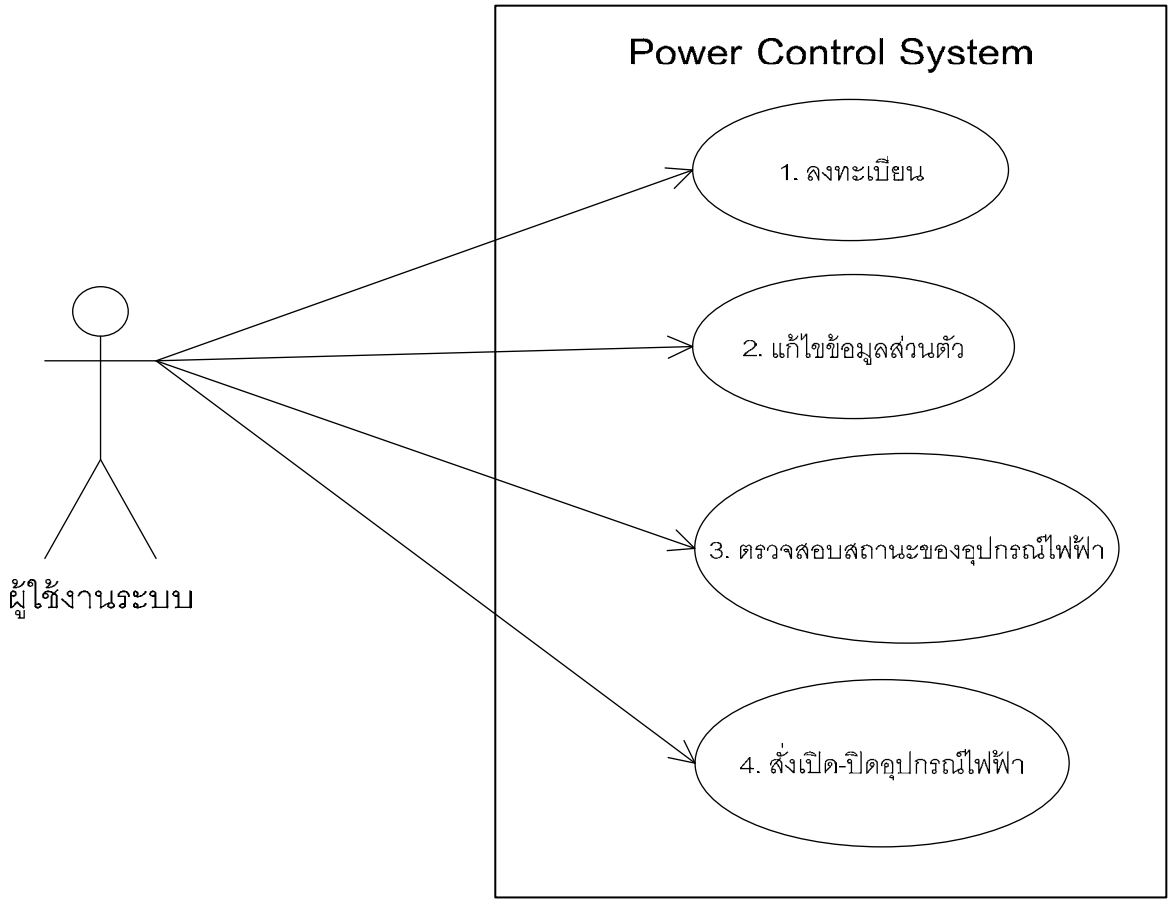
  ในกรณีนี้ ระบบจะส่ง Output ซึ่งก็คือ SMS กลับไปยังผู้ใช้งานที่สั่งงานมา

- ทางเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต

  ในกรณีนี้ ระบบจะส่ง Output ซึ่งก็คือ ข้อความ ที่จะแสดงออกทางหน้าจอเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต กลับไปยังผู้ใช้งานที่สั่งงานมา

4.2) Functional Specification

ระบบที่พัฒนาขึ้น จะมีการทำงานในลักษณะที่เป็นการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้งานระบบ(User) กับระบบ โดยสามารถแสดงฟังก์ชั่นการทำงานทั้งหมดของระบบได้ด้วย Use Case Diagram ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 Use Case Diagram แสดงการทำงานของระบบควบคุมไฟฟ้าโดยใช้ Zigbee

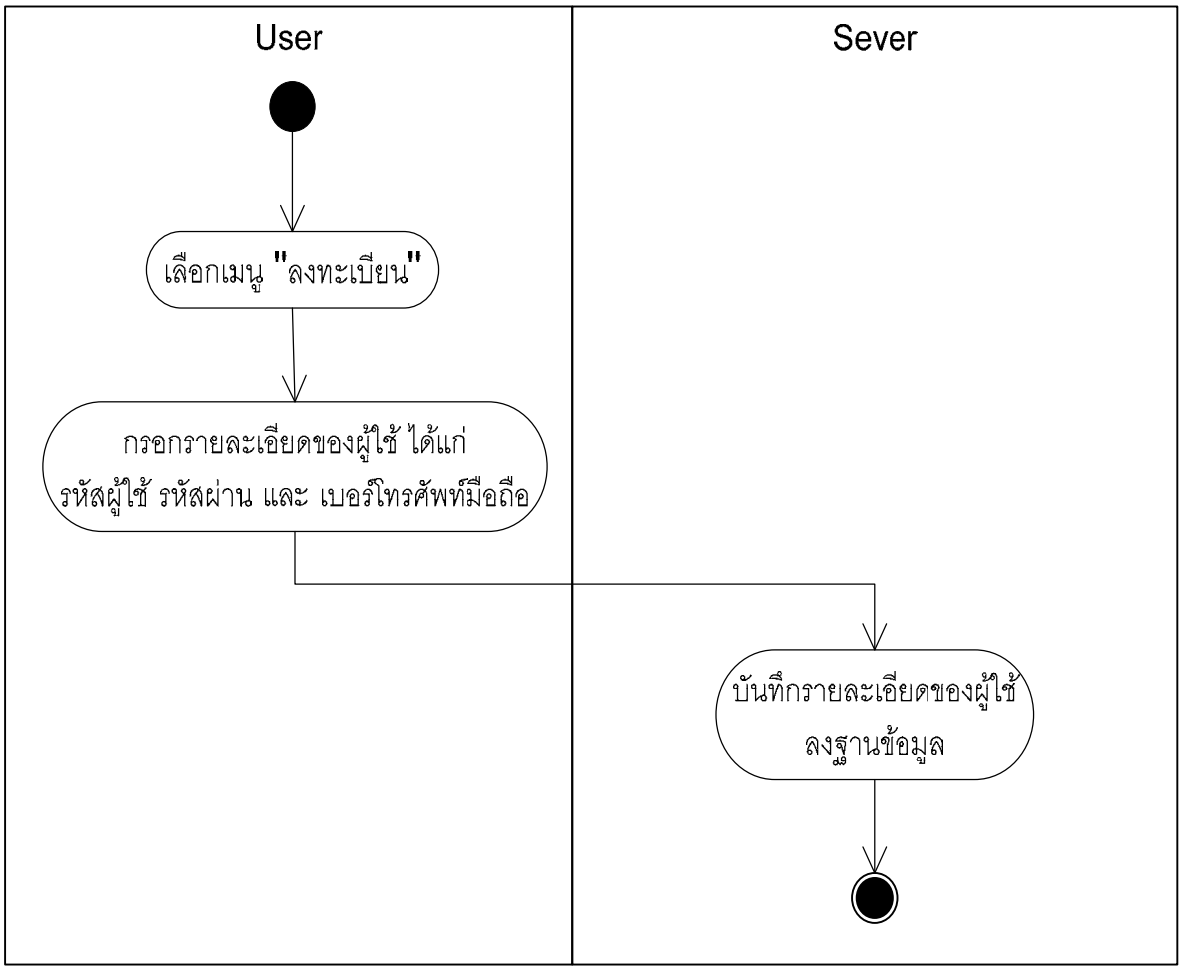
จาก Use Case Diagram ข้างต้น จะแสดงรายละเอียดของ Use Case ต่างๆ ในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดง Use Case Description

Use Case name	Actor	Description
(1) ลงทะเบียน	ผู้ใช้งานระบบ	บันทึกรายละเอียดของผู้ใช้ ได้แก่ ■ รหัสผู้ใช้ (username) ■ รหัสผ่าน (password) ■ เบอร์โทรศัพท์มือถือ (mobile number)
(2) แก้ไขข้อมูลส่วนตัว	ผู้ใช้งานระบบ	แก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้ ได้แก่ ■ รหัสผ่าน (password) ■ เบอร์โทรศัพท์มือถือ (mobile number)
(3) ตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้า	ผู้ใช้งานระบบ	ตรวจสอบว่า ณ ขณะใดขณะหนึ่ง อุปกรณ์ไฟฟ้า เปิด หรือ ปิด อยู่
(4) สั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า	ผู้ใช้งานระบบ	สั่งเปิด หรือ ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

จาก Use Case Diagram ข้างต้น สามารถแสดงขั้นตอนการทำงานได้ด้วย Activity Diagram ดังนี้

(1) ผู้ใช้งานลงทะเบียนการใช้งานผ่านทางอินเตอร์เน็ต ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 Activity Diagram ของการลงทะเบียน

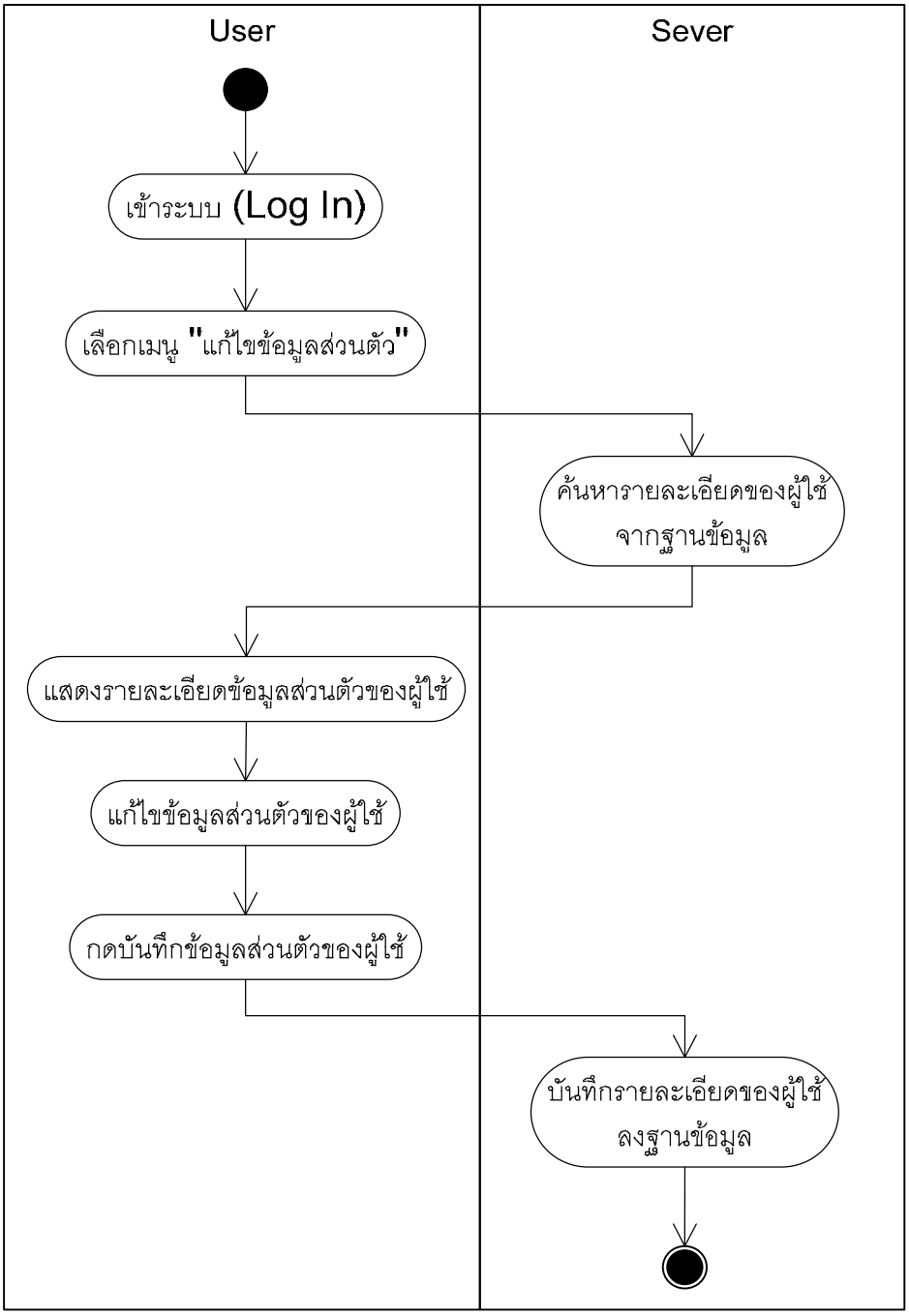
คำอธิบาย

ผู้ใช้งานระบบทุกคน จะต้องลงทะเบียนผ่านทางอินเตอร์เน็ต (ผ่านทาง Web Application) มาที่เครื่อง Server ก่อน เพื่อบันทึกรายละเอียดของผู้ใช้ลงฐานข้อมูล ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบได้ทั้ง 2 ทาง คือ

(1.1) ผ่านทางอินเตอร์เน็ต โดยผู้ใช้จะใช้รหัสผู้ใช้ (username) และ รหัสผ่าน (password) ที่ได้ลงทะเบียนกับระบบไว้ในการเข้าสู่ระบบ(Log In) เพื่อใช้งานระบบต่อไป

(1.2) ผ่านทางโทรศัพท์มือถือ โดยผู้ใช้จะใช้เบอร์โทรศัพท์มือถือที่ได้ลงทะเบียนกับระบบไว้ ในการใช้งานระบบต่อไป

(2) ผู้ใช้งานแก้ไขข้อมูลส่วนตัวผ่านทางอินเตอร์เน็ต ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ ดังรูปที่ 2.11

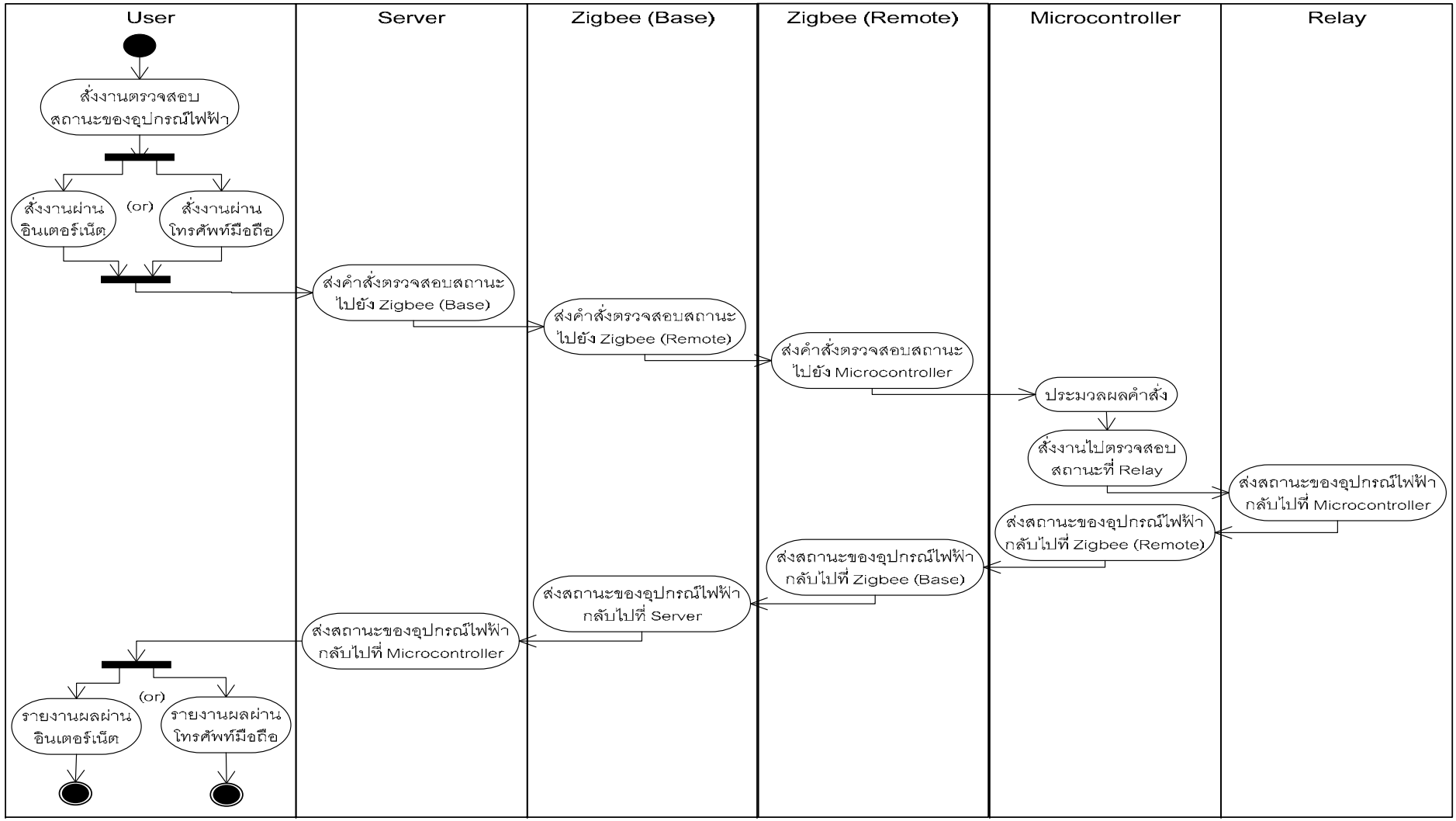


รูปที่ 2.11 Activity Diagram ของการแก้ไขข้อมูลส่วนตัว

คำอธิบาย

ผู้ใช้งานระบบ สามารถเข้าระบบ (Log In) เพื่อแก้ไขข้อมูลส่วนตัวต่างๆ ที่ได้ลงทะเบียนไว้ เช่น แก้ไขรหัสผ่าน ในกรณีที่รหัสผ่านอาจเกิดมีคนอื่นล่วงรู้ไป หรือ แก้ไขเบอร์โทรศัพท์มือถือ ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนเบอร์โทรศัพท์มือถือที่ใช้ในการใช้งานระบบ เป็นต้น

(3) ผู้ใช้งานระบบตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 Activity Diagram ของการตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้า

คำอธิบาย

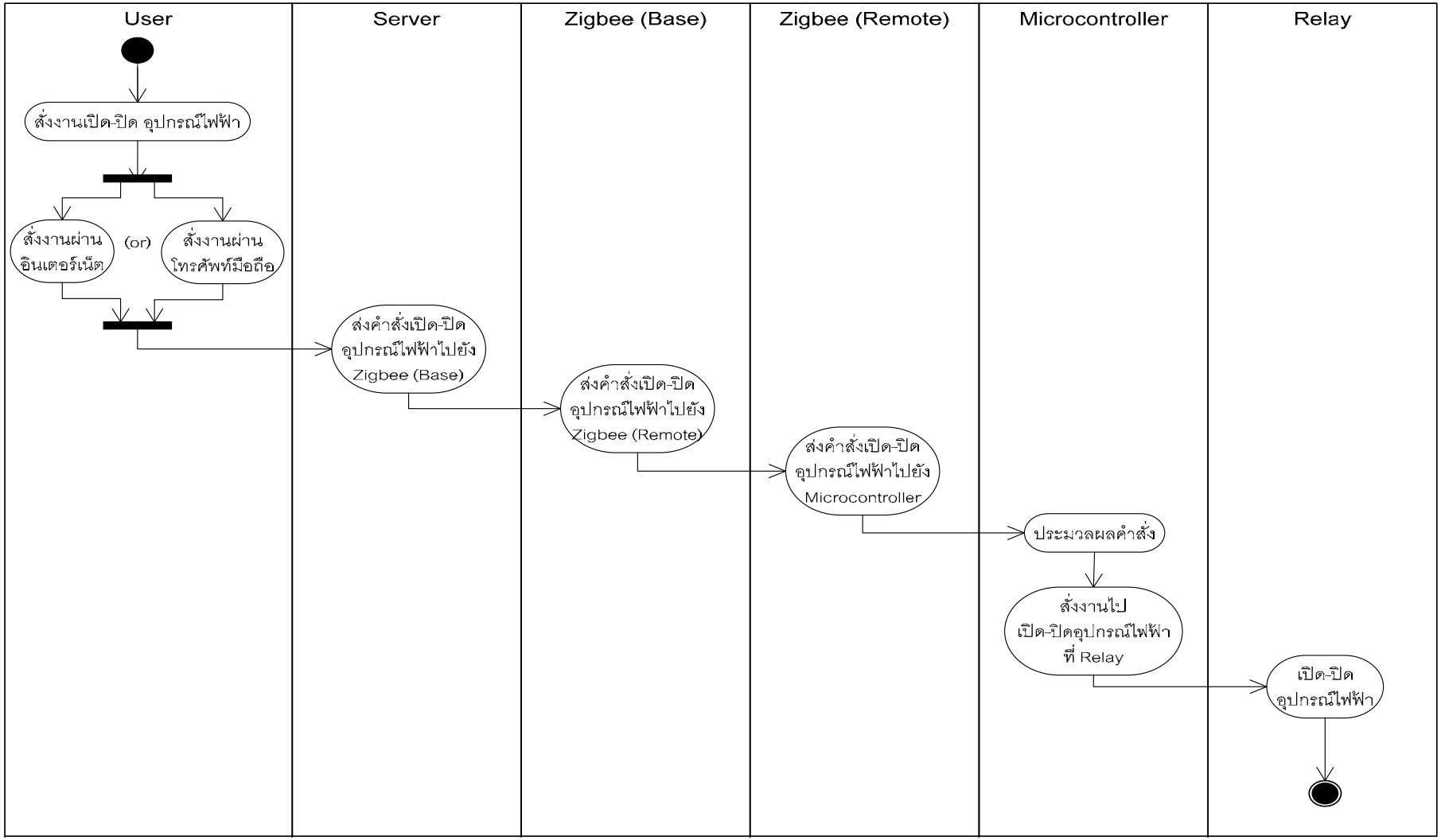
ผู้ใช้งานระบบ สามารถสั่งงานตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้า ได้ว่า ณ ขณะใดขณะหนึ่งนั้น อุปกรณ์ไฟฟ้านั้น เปิด หรือ ปิด อยู่ (มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอยู่หรือไม่) ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

(3.1) ผู้ใช้งานระบบ สามารถสั่งงานตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ ผ่านทางอินเตอร์เน็ต หรือ ผ่านทางโทรศัพท์มือถือ

(3.2) เมื่อผู้ใช้สั่งงานไปแล้ว คำสั่งการตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้า จะถูกส่งต่อไปยังครื่อง Server และเครื่อง Server จะส่งต่อไปให้ Zigbee Base จากนั้น Zigbee Base จะส่งต่อไปยัง Zigbee Remote ต่อมา Zigbee Remote จะส่งไปให้ Microcontroller เพื่อให้ Microcontroller ทำการประมวลผลคำสั่ง ที่ได้รับมา และทำการสั่งงานไปตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ Relay

(3.3) Relay จะส่งสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้ากลับไปที่ Microcontroller และ Microcontroller จะส่งกลับไปที่Zigbee Remote จากนั้น Zigbee Remote จะส่งกลับไปที่ Zigbee Base ต่อมา Zigbee Base จะส่งกลับไปที่เครื่อง Server เพื่อให้เครื่อง Server รายงานผลของการตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้ากลับไปยังผู้ใช้งานระบบ ซึ่งการรายงานผล สามารถรายงานผลผ่านได้ 2 ทาง คือ ผ่านทางอินเตอร์เน็ต หรือ ผ่านทางโทรศัพท์มือถือ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับช่องทางที่ผู้ใช้งานระบบใช้ในการสั่งงานระบบ ดังเช่น หากผู้ใช้งานระบบสั่งงานตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านทางอินเตอร์เน็ต เวลารายงานผลกลับ ก็จะรายงานผลผ่านทางอินเตอร์เน็ตกลับไปยังผู้ใช้งานระบบ

(4) ผู้ใช้งานสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า สามารถแสดงรายละเอียดได้ ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 Activity Diagram ของการสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

คำอธิบาย

ผู้ใช้งานระบบ สามารถสั่งงานเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

(4.1) ผู้ใช้งานระบบ สามารถสั่งงานเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า ตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ ผ่านทางอินเตอร์เน็ต หรือ ผ่านทางโทรศัพท์มือถือ

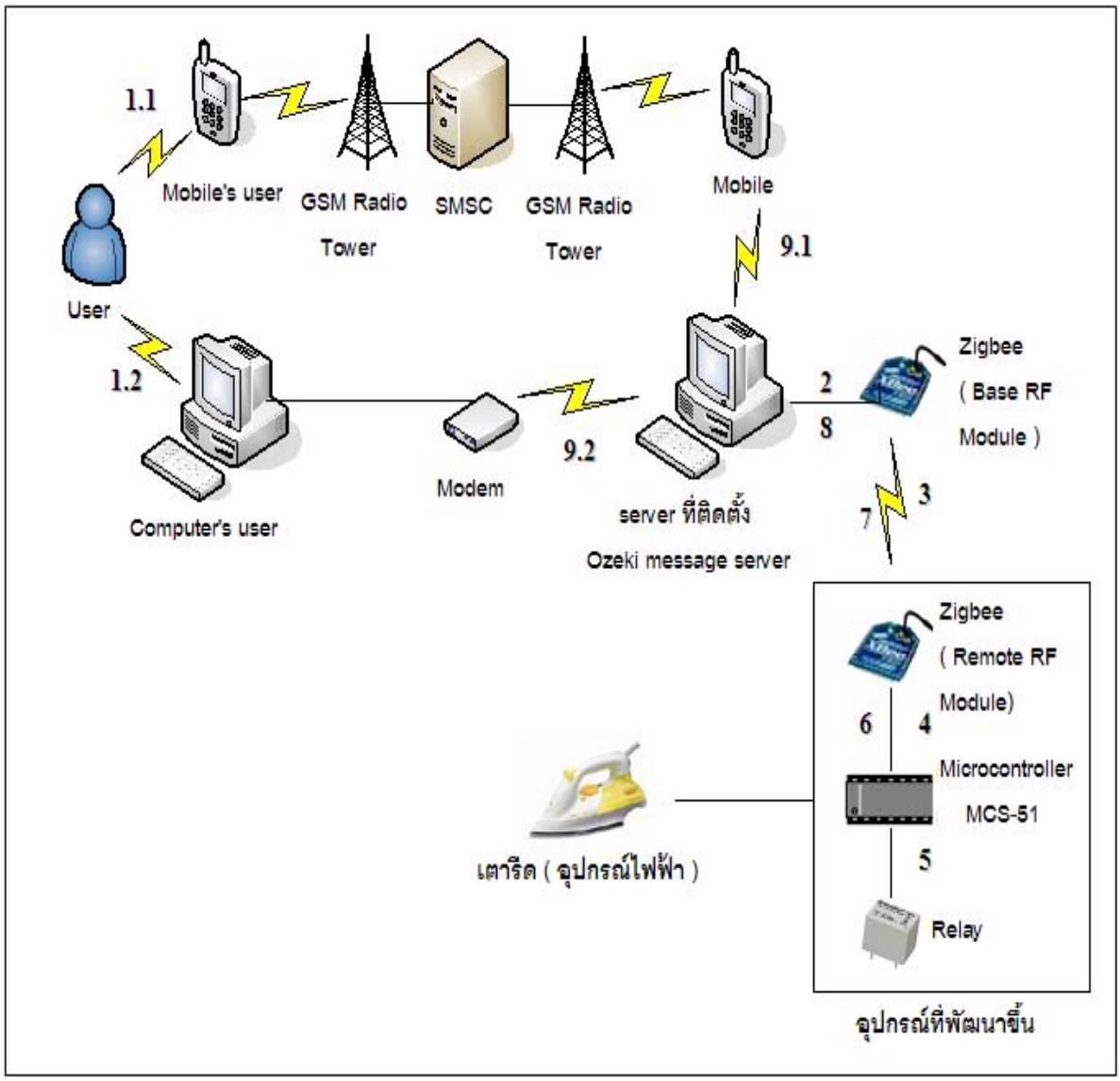
(4.2) เมื่อผู้ใช้สั่งงานไปแล้ว คำสั่งการตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้า จะถูกส่งต่อไปยังเครื่อง Server และเครื่อง Server จะส่งต่อไปให้ Zigbee Base จากนั้น Zigbee Base จะส่งต่อไปยัง Zigbee Remote ต่อมา Zigbee Remote จะส่งไปให้ Microcontroller เพื่อให้ Microcontroller ทำการประมวลผลคำสั่ง ที่ได้รับมา และทำการสั่งงานไปเปิด หรือ ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ Relay

(4.3) Relay เปิด หรือ ปิด กระแสไฟฟ้า ที่อุปกรณ์ไฟฟ้า

4.3) **โครงสร้างของซอฟต์แวร์**(Design)

4.3.1) **สถาปัตยกรรมของระบบ**

ระบบที่พัฒนาขึ้นมีสถาปัตยกรรมดังแสดงในรูปที่ 2.14 โดยจะทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับระบบคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต



รูปที่ 2.14 สถาปัตยกรรมของระบบควบคุมไฟฟ้าโดยใช้ Zigbee

จากรูปที่ 2.14 ระบบควบคุมไฟฟ้าโดยใช้ Zigbee มีขั้นตอนการทำงาน ดังนี้

(1) ผู้ใช้งานระบบติดต่อกับเครื่อง Server ที่ติดตั้ง Ozeki message server โดยผู้ใช้งานระบบสามารถติดต่อได้ 2 ทาง ดังนี้

(1.1) ทางโทรศัพท์มือถือ

ผู้ใช้งานระบบจะติดต่อและสั่งงาน โดยการส่ง SMS ไปยังโทรศัพท์มือถือที่เชื่อมต่อกับเครื่อง Server ที่ติดตั้ง Ozeki message server ไว้

(1.2) ทางเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต

ผู้ใช้งานระบบจะติดต่อ และสั่งงานผ่านทางหน้า Web Page เพื่อส่งข้อมูลไปยังเครื่อง Server ที่ติดตั้ง Ozeki message server

(2) เครื่อง Server ที่ติดตั้ง Ozeki message server จะทำงานบน software ที่พัฒนาจากโปรแกรม Microsoft Visual Studio.NET (C#) ซึ่งจะติดต่อสื่อสาร เพื่อสั่งงาน Base RF Module (Zigbee ที่เชื่อมต่อกับเครื่อง Server ที่ติดตั้ง Ozeki message server) ผ่านทาง USB Cable

(3) Base RF Module จะมีการติดต่อสื่อสารกับ Remote RF Module (Zigbee ที่ติดตั้งอยู่ในอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้น) ผ่านทางเครือข่ายไร้สาย โดยใช้ IEEE 802.15.4 เป็นมาตรฐานในการติดต่อ

(4) Remote RF Module จะส่งข้อมูลไปยัง Microcontroller เพื่อให้ Microcontroller ใช้ประมวลผลในการควบคุมการสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือ บอกสถานะการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยอาศัยสถานะของ Relay

(5) Microcontrollerที่ติดตั้งอยู่ในอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้น จะส่งข้อมูลไปยัง Relay เพื่อควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

(6) เมื่อทราบสถานะการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือ สถานะการสั่งปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าแล้ว Microcontroller จะส่งข้อมูลกลับไปที่ Remote RF Module เพื่อรายงานผล

(7) เมื่อ Remote RF Module ได้ข้อมูลสถานะการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือ สถานะการสั่งปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าจาก Microcontroller แล้ว จะส่งข้อมูลผ่านทางเครือข่ายไร้สาย โดยใช้ IEEE 802.15.4 เป็นมาตรฐานในการติดต่อ กลับไปที่ Base RF Module

(8) เมื่อ Base RF Module ได้ข้อมูลสถานะการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือ สถานะการสั่งปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าจาก Remote RF Module แล้ว จะส่งข้อมูลดังกล่าว กลับไปที่เครื่อง Server ที่ติดตั้ง Ozeki message server ผ่านทาง USB Cable เพื่อประมวลผล และส่งข้อมูลกลับไปยังผู้ใช้งานระบบ

(9) เครื่อง Server ที่ติดตั้ง Ozeki message server ติดต่อกับผู้ใช้งานระบบ โดยเครื่อง Server สามารถติดต่อได้ 2 ทาง ดังนี้

(9.1) ทางโทรศัพท์มือถือ

เครื่อง Server ที่ติดตั้ง Ozeki message server จะทำการประมวลผล และตรวจสอบความถูกต้อง และส่งผลการปฏิบัติงานผ่านทาง SMS กลับไปยังโทรศัพท์มือถือของผู้ใช้งาน

(9.2) ทางเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต

เครื่อง Server ที่ติดตั้ง Ozeki message server จะทำการประมวลผล และตรวจสอบความถูกต้องและส่งผลการปฏิบัติงานผ่านทางหน้า Web Page

4.4) **ส่วนที่ผู้พัฒนาได้พัฒนาขึ้นมาเอง**

(1) ส่วนของการเขียนโปรแกรมลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะใช้สำหรับควบคุมวงจรสำหรับรับ-ส่งข้อมูล ประมวลผลข้อมูลที่ได้รับ และ ควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าตามที่ส่วนของการประมวลผลสั่ง

(2) ส่วนของการเขียน Web Application สำหรับใช้งานระบบผ่านทางอินเตอร์เน็ต ได้แก่

- ส่วนของหน้าจอสำหรับให้ผู้ใช้ติดต่อกับระบบ
- ส่วนของของการเขียนโปรแกรมสำหรับติดต่อกับ database

(3) ส่วนของการเขียนโปรแกรมใน Web Application เพื่อใช้สำหรับรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง Web Application กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยที่มาของโค้ดที่ได้นำมาเขียนโปรแกรมส่วนนี้ คือ http://msmvps.com/blogs/coad/archive/2005/03/23/SerialPort-_2800_RS_2D00_232-Serial-COM-Port_2900_-in-C_2300_-.NET.aspx

(4) ส่วนของการเขียนโปรแกรมใน Web Application เพื่อใช้สำหรับรับ-ส่งข้อมูลระหว่างโทรศัพท์มือถือ กับ Web Application โดยผ่านทางโปรแกรม Ozeki message server 6 ซึ่งโปรแกรม Ozeki message server 6 จะรับข้อมูลมาจากโทรศัพท์มือถือแล้วส่งต่อไปยัง Web Application เพื่อให้ Web Application ทำการส่งข้อมูลต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป ส่วนการส่งข้อมูลไปยังโทรศัพท์มือถือนั้น ข้อมูลจะถูกส่งผ่านจากไมโครคอนโทรลเลอร์ มายัง Web Application และจาก Web Application ไปยัง โปรแกรม Ozeki message server 6 และสุดท้ายโปรแกรม Ozeki message server 6 จะส่งข้อมูลนี้กลับไปยังโทรศัพท์มือถือของผู้ใช้งานต่อไป โดยที่มาของโค้ดที่นำมาเขียนในโปรแกรมส่วนนี้ ก็คือ มาจาก web ของ Ozeki message server ได้แก่ http://www.ozeki.hu/index.php?oldal=754&sms_gateway=sms_C#__SMS

5) **ขอบเขตและข้อจำกัด**

(1) ระบบจะถูกสร้างขึ้นในลักษณะเป็นต้นแบบ (Prototype) โดยทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับเต้ารับ โดยภายในอุปกรณ์นี้จะประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนของ Zigbee และส่วนของการควบคุมไฟฟ้า

(2) ในด้านการใช้งานระบบ ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบนี้ได้ 2 ช่องทาง คือ

- ผ่านทางอินเตอร์เน็ต โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ผู้ใช้จะใช้งาน ต้องมีการเชื่อมต่ออยู่กับอินเตอร์เน็ต

- ผ่านทางโทรศัพท์มือถือ โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะใช้เป็นเครื่อง Server จะต้องมีการเชื่อมต่อเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (GSM) พร้อมทั้งมีการติดตั้งโปรแกรม Ozeki message server 6 ไว้ด้วย

ทั้งนี้การใช้งานผ่านทั้ง 2 ช่องทางนี้ ต้องมีการเชื่อมต่ออยู่กับ Zigbee ด้วย

(3) ระบบนี้จะสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ ก็ต่อเมื่ออุปกรณ์ได้เชื่อมต่ออยู่ระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ เต้ารับ ทั้งนี้ที่เต้ารับต้องมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านด้วย

(4) ผู้ใช้งานทุกคน ไม่ว่าจะใช้งานผ่านทางอินเตอร์เน็ต หรือ ผ่านทางโทรศัพท์มือถือ จะต้องมีการลงทะเบียนผ่านทาง อินเตอร์เน็ตก่อน เพื่อให้ระบบสามารถตรวจสอบได้ว่า ผู้ที่จะสามารถสั่งงานระบบได้ ต้องเป็นผู้ที่ลงทะเบียนไว้เท่านั้น นอกจากนี้ ในการใช้งานผ่านทางโทรศัพท์มือถือ ผู้ใช้จำเป็นต้องใช้หมายเลขโทรศัพท์มือถือหมายเลขเดียวกันกับที่ผู้ใช้ได้ลงทะเบียนไว้แล้ว ทั้งนี้ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถสั่งงานระบบได้ และระบบสามารถรายงานผลกลับไปยังผู้ใช้งาน ได้อย่างถูกต้อง

6) **คุณลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้กับโปรแกรม**

(1) เครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer) / โน้ตบุ๊ค (Notebook)

(2) ไมโครคอนโทรลเลอร์พร้อมแผงวงจร

(3) Zigbeeพร้อมแผงวงจร

(4) โทรศัพท์มือถือที่รองรับ Ozeki message server 6

3. กลุ่มผู้ใช้โปรแกรม

บุคคลทั่วไป ซึ่งต้องมีคุณสมบัติพื้นฐาน ดังนี้

1) มีความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถในการใช้งานอินเตอร์เน็ต หรือ โทรศัพท์มือถือ ได้ เพื่อให้สามารถใช้งานระบบได้

2) มีเครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer) หรือ โน้ตบุ๊ค (Notebook) ที่สามารถเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต และสามารถลงโปรแกรม Ozeki message server 6 ได้ เพื่อให้สามารถใช้ในการสั่งงานผ่านทางอินเตอร์เน็ตได้ หรือ มีโทรศัพท์มือถือที่รองรับโปรแกรม Ozeki message server 6 เพื่อให้สามารถใช้ในการสั่งงานผ่านทางโทรศัพท์มือถือได้

4. ผลของการทดสอบโปรแกรม

จากการทดสอบการทำงานของโปรแกรมทุกๆ ส่วนแล้ว ให้ผลออกมาเป็นที่น่าพอใจพอสมควร โดยในการทดสอบโปรแกรมนั้น จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1) ส่วนวงจรควบคุมไฟฟ้า

วิธีการทดสอบ คือ จะใช้การเขียนโปรแกรมในรูปแบบต่างๆ ลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อสั่งงานให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ไปควบคุมไฟฟ้าที่ Relay

ผลของการทดสอบ คือ หลังจากเขียนโปรแกรมในรูปแบบต่างๆ ลงในไมโครคอนโทรลเลอร์แล้ว พบว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถสั่งงานไปควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้า และตรวจสอบสถานะของไฟฟ้าที่ Relay ได้อย่างถูกต้อง ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า วงจรควบคุมไฟฟ้า จะทำงานได้ดีเพียงใด ก็ขึ้นอยู่กับว่า โปรแกรมที่ถูกเขียนลงในไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น มีประสิทธิภาพ และความถูกต้องมากน้อยเพียงใด

2) ส่วนการรับ-ส่งข้อมูล ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 กรณี ดังนี้

(1) กรณีใช้งานผ่านทางอินเตอร์เน็ต

จะมีการรับ-ส่งข้อมูลเกิดขึ้น 3 จุด ได้แก่

- ระหว่าง เครื่องคอมพิวเตอร์ กับ Zigbee (Base RF Module)
- ระหว่าง Zigbee (Base RF Module) กับ Zigbee (Remote RF Module)
- ระหว่าง Zigbee (Remote RF Module) กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์

วิธีการทดสอบ คือ จะใช้การเขียนโปรแกรมการรับ-ส่งข้อมูลลงในหน้าเวบ ซึ่งทำงานอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์ และใช้การ config ค่าต่างๆ ที่ Zigbee (Base RF Module) กับ ที่ Zigbee (Remote RF Module) ทั้งนี้ ในแต่ละจุดของการรับ-ส่งข้อมูลต้องมีการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

ผลของการทดสอบ คือ สามารถรับ-ส่งข้อมูลในจุดต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง แต่ก็สามารถมีข้อผิดพลาดได้ ในจุดของการรับ-ส่งข้อมูล ระหว่าง Zigbee (Base RF Module) กับ Zigbee (Remote RF Module) เนื่องจาก Zigbee เป็น Wireless Sensor Network จึงทำให้การรับ-ส่งข้อมูล ถูกจำกัดด้วยระยะทาง ความแรงของสัญญาณ และคุณสมบัติอื่นๆ ของ Zigbee เอง

(2) กรณีใช้งานผ่านทางโทรศัพท์มือถือ

จะมีการรับ-ส่งข้อมูลเกิดขึ้น 4 จุด ได้แก่

- ระหว่าง โทรศัพท์มือถือ กับ เครื่องคอมพิวเตอร์
- ระหว่าง เครื่องคอมพิวเตอร์ กับ Zigbee
- ระหว่าง Zigbee กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์

วิธีการทดสอบ คือ จะใช้การเขียนโปรแกรมการรับ-ส่งข้อมูลลงในหน้าเวบ ซึ่งทำงานอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์ รวมทั้งใช้การ config ค่าต่างๆ ในโปรแกรม Ozeki message server 6 และที่ Zigbee (Base RF Module) กับ ที่ Zigbee (Remote RF Module) ด้วย ทั้งนี้ ในแต่ละจุดของการรับ-ส่งข้อมูลต้องมีการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

ผลของการทดสอบ คือ สามารถรับ-ส่งข้อมูลในจุดต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง แต่ก็สามารถมีข้อผิดพลาดได้ ในจุดของการรับ-ส่งข้อมูล ระหว่าง Zigbee (Base RF Module) กับ Zigbee (Remote RF Module) เนื่องจาก Zigbee เป็น Wireless Sensor Network จึงทำให้การรับ-ส่งข้อมูล ถูกจำกัดด้วยระยะทาง ความแรงของสัญญาณ และคุณสมบัติอื่นๆ ของ Zigbee เอง และในจุดของการรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง โทรศัพท์มือถือ กับ เครื่องคอมพิวเตอร์ กรณีที่มีการใช้โทรศัพท์มือถือที่ไม่รองรับโปรแกรม Ozeki message server 6 ในการเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์

3) ส่วน Web Application สำหรับให้ผู้ใช้ติดต่อกับระบบผ่านทางอินเตอร์เน็ต โดยจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

(1) ด้าน User interface ซึ่งเป็นหน้าจอต่างๆ ที่ผู้ใช้จะใช้ติดต่อกับระบบ

วิธีการทดสอบ คือ ให้ผู้ใช้ลองใช้งาน User interface ต่างๆ โดยผู้ใช้ที่เข้ามาทดลอง จะมีความหลากหลายในด้านต่างๆ เช่น อายุ การศึกษา ความชำนาญในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

ผลของการทดสอบ คือ ผู้ใช้ส่วนใหญ่ มีความเข้าใจ และสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้อง และมีความรู้สึกพึงพอใจการใช้งานอยู่พอสมควร แต่ก็มีผู้ใช้บางส่วนที่ไม่ค่อยเข้าใจ จึงใช้งานได้ไม่ค่อยถูกต้อง ส่งผลให้มีความพึงพอใจในการใช้งานน้อย ทั้งนี้ อาจเนื่องจาก ความหลากหลายของผู้ใช้งานในด้านต่างๆ ซึ่งผู้พัฒนาคิดว่า สามารถจะปรับปรุงส่วนนี้ได้ โดยอาจเพิ่มการเขียนคำอธิบายการทำงานให้มีความละเอียด และชัดเจนมากยิ่งขึ้นลงในหน้าเวบ เพื่อให้ผู้ใช้มีความเข้าใจ และมีความพึงพอใจมากขึ้น

(2) ด้านการติดต่อกับ database ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการจัดการข้อมูลต่างๆ ของผู้ใช้งาน เช่น การนำข้อมูลที่ผู้ใช้กรอกเข้ามาไปเก็บลงใน database การนำเอาข้อมูลจาก database

มาแสดงให้ผู้ใช้ดู เป็นต้น

วิธีการทดสอบ คือ ใช้การเขียนโปรแกรมการติดต่อกับ database ในรูปแบบต่างๆ เช่น insert select update เป็นต้น ลงในหน้าเวบ และให้ผู้ใช้ลองใช้งาน

ผลของการทดสอบ คือ สามารถติดต่อกับ database ได้อย่างถูกต้อง ทำให้การจัดการข้อมูลต่างๆ ทำงานได้อย่างถูกต้อง และรวดเร็ว ทั้งนี้ การทำงานติดต่อกับ database จะดีเพียงใด ก็ขึ้นอยู่กับ ความสามารถในการเขียนโปรแกรมติดต่อกับ database ใน Web Application ของผู้พัฒนาด้วย โดยหากเขียนโปรแกรมไม่ดี ก็อาจทำให้การติดต่อกับ database ทำได้ช้า และอาจเกิดข้อผิดพลาดขึ้นได้

5. ปัญหาและอุปสรรค

1) การจัดหาอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาสามารถทำได้ยาก เช่น โทรศัพท์รุ่นที่สามารถเชื่อมต่อกับเครื่อง Server ที่ติดตั้งโปรแกรม Ozeki message server 6 ได้ เพื่อใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างโทรศัพท์มือถือกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น
2) การพัฒนาโครงการบางส่วนที่ต้องมีการเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์กับไฟฟ้า ซึ่งต้องอาศัยความรู้และความระมัดระวังสูง
3) ขาดประสบการณ์ในการประกอบวงจร และออกแบบวงจร สำหรับเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ Relay และ Zigbee
4) ในการพัฒนาโครงการ ต้องมีการศึกษาจากแหล่งข้อมูลมากมายทั้งจากหนังสือและจากทางอินเตอร์เน็ต หรือ ในบางครั้งต้องมีการสอบทราบจากผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจ สามารถพัฒนาโครงการจนแล้วเสร็จได้ จึงต้องมีการใช้เวลาในการศึกษาค้นคว้าและทำความเข้าใจเป็นเวลานานมาก

6. แนวทางในการพัฒนาและประยุกต์ใช้ร่วมกับงานอื่น ๆ ในขั้นต่อไป

โครงการการพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าโดยใช้ Zigbee นี้ สามารถพัฒนาต่อไปให้สามารถควบคุมไฟฟ้าได้ในหลายๆ จุด โดยการใช้คุณสมบัติของ Zigbee ที่รองรับรูปแบบโครงข่ายแบบ Point–to–multiple และมีการเก็บข้อมูลลงไว้ database เพื่อใช้ในการควบคุมแต่ละจุด อีกทั้งยังสามารถพัฒนาเป็นผลงานออกสู่ตลาดได้ โดยการพัฒนาชิ้นงานให้มีขนาดเล็กลง เพื่อเพิ่มความสะดวกในการติดตั้งและการใช้งาน นอกจากนี้ยังสามารถนำโครงการนี้ไปประยุกต์ใช้ร่วมกับงานด้าน sensor ต่างๆ เพื่อให้มีความเป็น automatic มากยิ่งขึ้น

7. ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

1) ข้อสรุป

Zigbee ถูกสร้างขึ้นมา เพื่อนำมาใช้ในการทำระบบเครือข่ายไร้สายส่วนบุคคล (WPAN) ซึ่งอยู่ภายใต้มาตรฐาน IEEE802.15.4 อีกทั้งเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาถูก ใช้กำลังไฟฟ้าน้อย และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานร่วมกับ Sensor ชนิดต่างๆ หรือ นำไปใช้เป็นเครื่องมือในการรับ–ส่งข้อมูลระหว่าง เครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยกัน หรือ อุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์กับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ จึงทำให้มีการนำเทคโนโลยี Zigbee มาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น ระบบติดตามสำหรับความปลอดภัย ชีวะอนามัยและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

โดยโครงการการพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าโดยใช้ Zigbee นี้ ได้ถูกพัฒนาขึ้น โดยใช้เทคโนโลยี Zigbee เป็นอุปกรณ์ในการรับ-ส่งข้อมูลต่างๆ ได้แก่ คำสั่งที่ใช้ในการควบคุมการเปิด–ปิดไฟฟ้า หรือ คำสั่งที่ใช้ในการตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้า รวมทั้งข้อมูลการรายงานผลการตรวจสอบด้วย โดยข้อมูลนี้จะได้มาจากส่วนควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้า ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มาเป็นอุปกรณ์ในการควบคุม Relay และประมวลผลข้อมูลต่างๆ ส่งข้อมูลกลับมายังเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นเครื่อง Server ซึ่งมีการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต และมีการติดตั้งโปรแกรม Ozeki message server 6 อยู่ ทั้งนี้ในการใช้งานระบบ ผู้ใช้งานจะสามารถใช้งานระบบ เพื่อสั่งงานเปิด–ปิดไฟฟ้า และตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ โดยผู้ใช้สามารถใช้งานระบบผ่านได้ 2 ช่องทาง คือ ผ่านทางอินเตอร์เน็ต และ ผ่านทางโทรศัพท์มือถือในรูปแบบของ Short Message Service (SMS)

จากโครงการที่พัฒนาขึ้นนี้ จะช่วยเพิ่มความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้งานได้อย่างมาก เนื่องจากผู้ใช้งานมีวิธีในการเลือกใช้งานระบบได้ถึง 2 ช่องทาง ไม่ว่าจะทางอินเตอร์เน็ต หรือ ทางโทรศัพท์มือถือ และผู้ใช้งานยังสามารถควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้าได้จากระยะไกลด้วย ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้แม้ว่าจะอยู่นอกสถานที่ อีกทั้งยังจะช่วยให้ผู้ใช้งานประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้า และประหยัดค่าใช้จ่ายได้ นอกจากนี้ ยังมีผลช่วยให้ลดอัตราการเกิดอัคคีภัยได้อีกด้วย ดังนั้นโครงการการพัฒนาระบบควบคุมไฟฟ้าโดยใช้ Zigbee นี้ จึงเหมาะแก่การนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน หรือ นำไปพัฒนาต่อเพื่อเพิ่มประโยชน์ และประสิทธิภาพให้มีมากยิ่งขึ้น

2) ข้อเสนอแนะ

(1) สามารถพัฒนาระบบให้ควบคุมการเปิด–ปิดไฟฟ้าหลายๆ จุด จากเครื่อง Server พร้อมกันได้ เนื่องจาก Zigbee รองรับรูปแบบโครงข่ายแบบ Point–to–multiple

(2) สามารถพัฒนาชิ้นงานให้มีขนาดเล็กลง หรือ นำไปสร้างเป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้า

โดยตรงได้ เพื่อเพิ่มความสะดวกในการติดตั้งและใช้งาน รวมทั้งยังทำให้สามารถควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้าจากระยะไกลได้

(3) สามารถพัฒนาระบบให้นำไปใช้ควบคุมการเปิด–ปิดไฟฟ้าที่มีแรงดันเกินกว่า 220 VAC ได้

(4) สามารถพัฒนาและประยุกต์ใช้โครงการนี้ ร่วมกับ Sensor ชนิดต่างๆ แทน เพื่อลดการสั่งงานจากมนุษย์ เช่น การประยุกต์ใช้ Infrared Sensor ตรวจจับการเดินผ่านของมนุษย์ เพื่อควบคุมการเปิด – ปิดไฟ เป็นต้น