

รายงานการวิจัย

การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีบลูทูธบนโทรศัพท์มือถือ

Controlling Electrical Appliances using Bluetooth Technology on a Mobile Phone



ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2549

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการวิจัย

การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีบลูทูธบนโทรศัพท์มือถือ

Controlling Electrical Appliances using Bluetooth Technology on a Mobile Phone



ผศ. ธนิตา เครือไวศยวรรณ

12266152

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2549

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

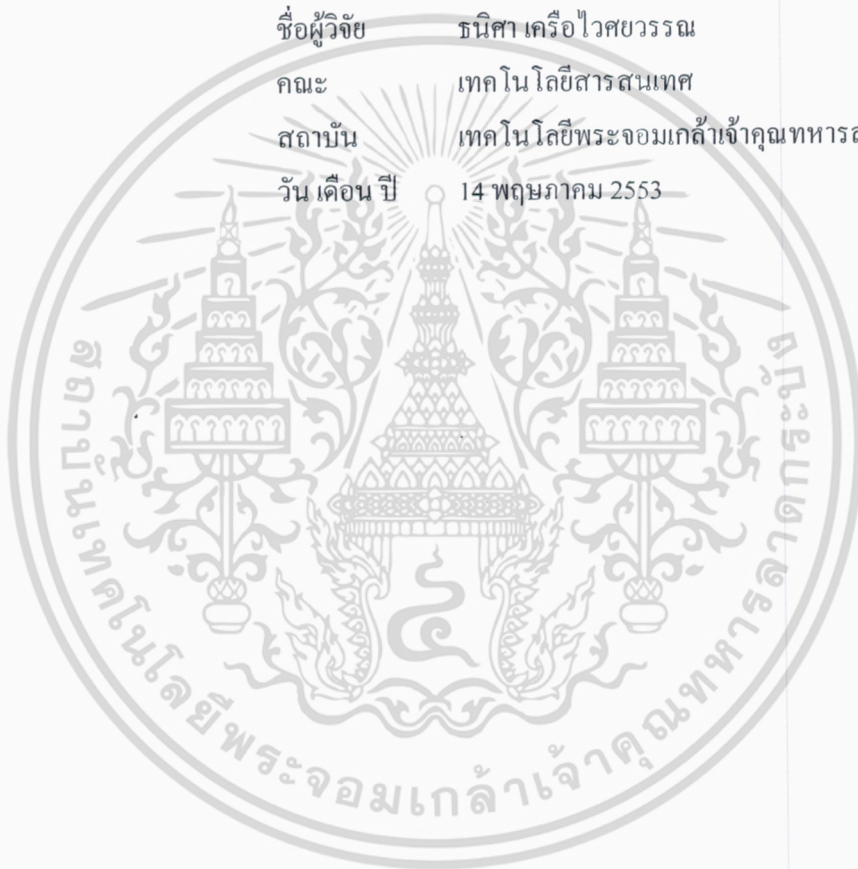
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ทางผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณต่อคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้การสนับสนุนในด้านของทุนวิจัย สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้

ชื่อผู้วิจัย ธนิตา เครือไวศยวรรณ
คณะ เทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วัน เดือน ปี 14 พฤษภาคม 2553



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการ

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย).....การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีบลูทูธบนโทรศัพท์มือถือ.....

(ภาษาอังกฤษ)... Controlling Electrical Appliances using Bluetooth Technology on a Mobile Phone....

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก.....เงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2549 คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ.....

.....สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....

ประจำปี.....2549..... จำนวนเงิน.....50,000 บาท.....

ระยะเวลาทำการวิจัย.....2..... ปี ตั้งแต่.....2548.....ถึง.....2550.....

หน่วยงานและผู้ดำเนินการวิจัยพร้อมหน่วยงานที่สังกัดและเลขหมายโทรศัพท์

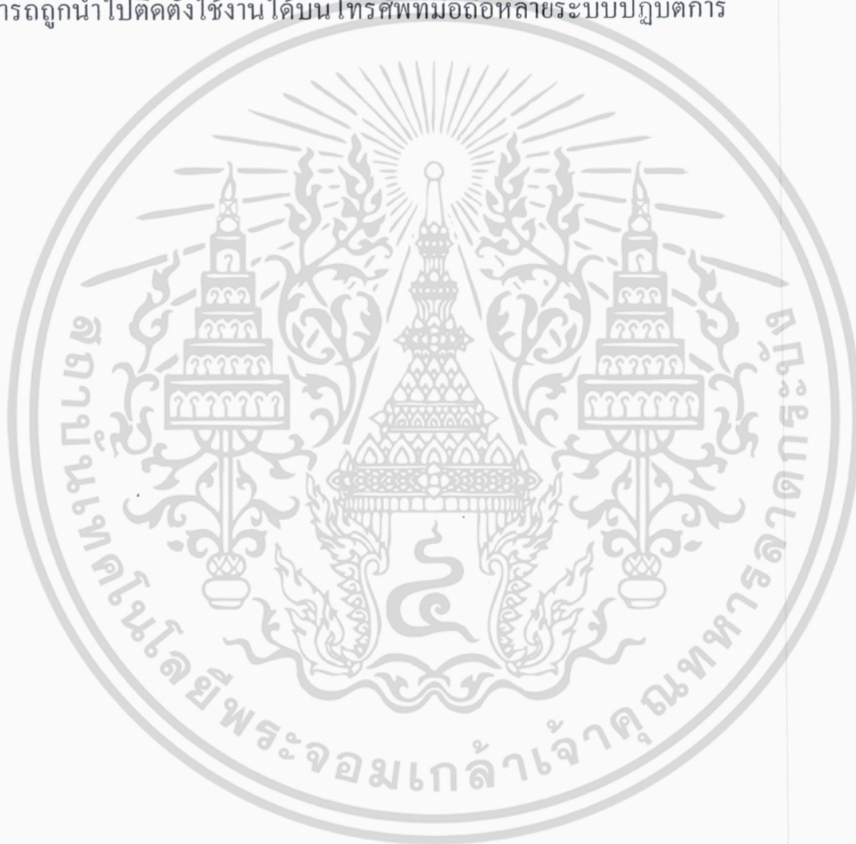
.....ธนิศา เครือไวศยวรรณ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ.....

.....สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (02) 723-4968.....



บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการติดต่อสื่อสารแบบไร้สายระหว่างโทรศัพท์มือถือที่มีเทคโนโลยีบลูทูธ กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีบลูทูธ ไม่ถูกนำมาใช้งานมากนัก โครงการวิจัยนี้จึงได้มีการนำเสนอการประยุกต์ใช้งานของเทคโนโลยีบลูทูธบนโทรศัพท์มือถือ โดยใช้ Java ME และ JSR 82 เพื่อให้โทรศัพท์มือถือที่มีเทคโนโลยีบลูทูธ สามารถเป็นเสมือนอุปกรณ์ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบระยะไกลได้ การใช้เทคโนโลยีบลูทูธบนโทรศัพท์มือถือทำให้โทรศัพท์มือถือสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ที่อยู่ในรัศมี 10 เมตรรอบโทรศัพท์มือถือได้ ข้อมูลเชิงเทคนิคต่างๆ รวมทั้งแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อพิสูจน์หลักการได้ถูกนำเสนอในโครงการวิจัยนี้ ซึ่งผลของการวิจัยสรุปได้ว่าโปรแกรมสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ นอกเหนือจากนั้นการใช้เทคโนโลยีจาวาในการพัฒนา ทำให้โปรแกรมนี้สามารถถูกนำไปติดตั้งใช้งานได้บนโทรศัพท์มือถือหลายระบบปฏิบัติการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

Nowadays, wireless communication between a mobile phone with the Bluetooth technology and electrical appliances attached with Bluetooth chip is not commonly used. This paper proposes applications of the Bluetooth technology on a mobile phone with the use of Java ME and JSR 82 in order to act the mobile phone as a remote controller to electrical appliances. By using the Bluetooth technology on a mobile phone, data can be exchanged from a mobile phone to electrical appliances in range of 10 meters from the mobile phone. Technique details including an implementation of software to proof of the concept are presented in this paper. The result shows that the software can work successfully as expected. Furthermore by using Java Technology, this software can be used on mobile phones with various operating systems.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนของการดำเนินงานวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 เทคโนโลยีบลูทูธ (Bluetooth Technology).....	3
2.1.1 Bluetooth Stack.....	3
2.1.2 Bluetooth Profiles	4
2.1.3 Piconet และ Scatternet	4
2.2 Java ME (Java Micro Edition).....	5
2.3 JSR 82 (Java API for Bluetooth)	6
2.3.1 การเริ่มต้นสแต็ก (Stack Initialization)	7
2.3.2 การจัดการอุปกรณ์ (Device Management).....	7
2.3.3 การค้นหาอุปกรณ์ (Device Discovery).....	8
2.3.4 การค้นหาบริการ (Service Discovery).....	9
2.3.5 การลงทะเบียนบริการ (Service Registration)	10
2.3.6 การสื่อสาร (Communication).....	10
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	12
3.1 ส่วนโปรแกรมควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าบนโทรศัพท์มือถือ.....	12
3.1.1 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน	12
3.1.2 ส่วนการเชื่อมต่อด้วยเทคโนโลยีบลูทูธ	13
3.1.3 ส่วนการเลือกรหัสคำสั่ง	14
3.2 ส่วนโปรแกรมจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้าบนเครื่องคอมพิวเตอร์.....	16
3.2.1 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน	17
3.2.2 ส่วนการแปลรหัสคำสั่ง.....	18
3.2.3 ส่วนการเชื่อมต่อด้วยเทคโนโลยีบลูทูธ	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	21
4.1 โปรแกรมควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าบนโทรศัพท์มือถือ	21
4.2 โปรแกรมจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้าบนเครื่องคอมพิวเตอร์	23
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	26
บรรณานุกรม.....	27



สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 แสดงตัวอย่างการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีบลูทูธบนโทรศัพท์มือถือ	1
รูปที่ 2.1 แสดง Bluetooth Stack	3
รูปที่ 2.2 แสดง Bluetooth Profiles	4
รูปที่ 2.3 แสดง Piconet ที่อยู่ในระบบเครือข่าย	5
รูปที่ 2.4 แสดง Scatternet ที่อยู่ในระบบเครือข่าย	5
รูปที่ 2.5 แสดงชุดคำสั่งในแพลตฟอร์ม Java ME.....	6
รูปที่ 3.1 แสดงการทำงานโดยรวมของระบบจำลองการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเทคโนโลยีบลูทูธ	12
รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของส่วนการค้นหาอุปกรณ์.....	13
รูปที่ 3.3 แสดงขั้นตอนการทำงานของส่วนการค้นหาคำสั่ง.....	14
รูปที่ 3.4 แสดงขั้นตอนการทำงานของส่วนการเลือกรหัสคำสั่ง.....	15
รูปที่ 3.5 แสดงคลาสไคอะแกรมของโปรแกรมควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าบนโทรศัพท์มือถือ	16
รูปที่ 3.6 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้า.....	17
รูปที่ 3.7 แสดงขั้นตอนการทำงานของส่วนแสดงเครื่องใช้ไฟฟ้าและผลของการแปลคำสั่ง.....	18
รูปที่ 3.8 แสดงขั้นตอนการทำงานของส่วนการแปลรหัสคำสั่ง.....	18
รูปที่ 3.9 แสดงขั้นตอนการทำงานของส่วนการเชื่อมต่อกับเทคโนโลยีบลูทูธ.....	19
รูปที่ 3.10 แสดงคลาสไคอะแกรมของแพ็คเกจ TV	20
รูปที่ 4.1 แสดงการเข้าสู่โปรแกรมบนโทรศัพท์มือถือ	21
รูปที่ 4.2 แสดงภาพหน้าจอโทรศัพท์มือถือขณะค้นหาอุปกรณ์บลูทูธ.....	21
รูปที่ 4.3 แสดงรายการของอุปกรณ์บลูทูธ ที่อยู่ในรัศมีทำการ	22
รูปที่ 4.4 แสดงภาพหน้าจอโทรศัพท์มือถือเมื่อผู้ใช้เลือกอุปกรณ์บลูทูธอื่นๆ ที่ไม่ใช่เครื่องใช้ไฟฟ้า	22
รูปที่ 4.5 แสดงรายการเครื่องใช้ไฟฟ้าที่โปรแกรมสามารถควบคุมได้	22
รูปที่ 4.6 แสดงรายการชื่อของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ผู้ใช้เลือก.....	23
รูปที่ 4.7 แสดงรายการคำสั่งที่โปรแกรมสามารถส่งเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เลือกได้	23
รูปที่ 4.8 แสดงรายการรวมของโปรแกรมจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้า.....	24
รูปที่ 4.9 แสดงโปรแกรมจำลองการรับคำสั่งของโทรทัศน์.....	24
รูปที่ 4.10 แสดงโปรแกรมจำลองการรับคำสั่งของเครื่องเล่นเทป	24
รูปที่ 4.11 แสดงโปรแกรมจำลองการรับคำสั่งของเครื่องเล่นวิดีโอ.....	24
รูปที่ 4.12 แสดงโปรแกรมจำลองการรับคำสั่งของเครื่องเล่นซีดี	24
รูปที่ 4.13 แสดงโปรแกรมจำลองการรับคำสั่งของเครื่องรับวิทยุ.....	25
รูปที่ 4.14 แสดงโปรแกรมจำลองการรับคำสั่งของเครื่องขยายเสียง.....	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

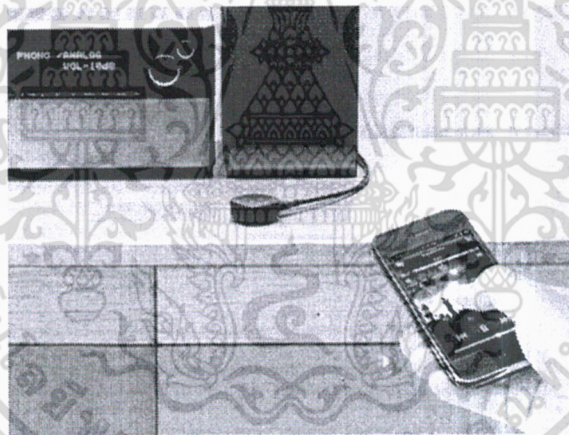
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันโทรศัพท์มือถือ (Mobile Phone) ที่รองรับเทคโนโลยีบลูทูธ (Bluetooth Technology) มีอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งปกติเทคโนโลยีบลูทูธบนโทรศัพท์มือถือถูกใช้สำหรับส่งข้อมูลระหว่างโทรศัพท์มือถือด้วยกันเป็นส่วนใหญ่ แต่จริงๆ แล้วด้วยคลื่นความถี่ของเทคโนโลยีบลูทูธบนโทรศัพท์มือถือ ทำให้โทรศัพท์มือถือสามารถติดต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีเทคโนโลยีบลูทูธ ซึ่งอยู่รอบๆ ในรัศมีทำการ (In-Range) ได้ [1]

โครงการวิจัยนี้จึงนำเสนอการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีบลูทูธบนโทรศัพท์มือถือกับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ที่มีบลูทูธ โดยการทำให้โทรศัพท์มือถือสามารถเป็นเสมือนอุปกรณ์ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบระยะไกลได้ ดังแสดงตัวอย่างการใช้งานในรูปที่ 1.1 ซึ่งจะสามารถนำไปใช้ในการอำนวยความสะดวกให้กับบุคคลที่ไม่สามารถเคลื่อนไหวร่างกายได้สะดวกนัก ให้สามารถสั่งการอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ จากโทรศัพท์มือถือที่อยู่ติดตัวได้ [2]



รูปที่ 1.1 แสดงตัวอย่างการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีบลูทูธบนโทรศัพท์มือถือ

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

เนื่องจากโทรศัพท์มือถือในปัจจุบันมีความหลากหลายในแง่ของระบบปฏิบัติการ เช่น Symbian, Windows Mobile, iPhone และ Android เป็นต้น จึงทำให้การพัฒนาโปรแกรมที่สามารถใช้งานกับโทรศัพท์มือถือทุกรุ่นเป็นไปได้ยาก ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาโปรแกรมภาษาจาวา โดยใช้เทคโนโลยี Java ME (Java Micro Edition) และการใช้ JSR 82 (Java API for Bluetooth) ซึ่งเป็นชุดคำสั่งมาตรฐานสำหรับเทคโนโลยี Java ME เพื่อให้สามารถใช้งานได้บนโทรศัพท์มือถือส่วนใหญ่ และเพื่อให้การติดต่อกับอุปกรณ์ที่มีบลูทูธเป็นไปได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. โทรศัพท์มือถือที่จะนำมาใช้ในการทดสอบสำหรับงานวิจัยนี้ จะต้องสามารถรันโปรแกรมภาษาจาวาบนแพลตฟอร์ม Java ME และจะต้องรองรับมาตรฐาน JSR 82 ได้
2. โปรแกรมจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้าบนเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับงานวิจัยนี้ ใช้ในการทดสอบเพื่อทดแทนเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จำเป็นต้องมีบลูทูธจริง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้โปรแกรมบนโทรศัพท์มือถือที่สามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเทคโนโลยีบลูทูธ
2. ได้เรียนรู้การทำงานพื้นฐานของเทคโนโลยีบลูทูธ
3. ได้องค์ความรู้ใหม่ในการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีบลูทูธ

1.5 ขั้นตอนของการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีบลูทูธ
2. ศึกษาความรู้พื้นฐานของแพลตฟอร์ม Java ME และมาตรฐาน JSR 82
3. ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมสำหรับการรับ/ส่งสัญญาณ โดยใช้เทคโนโลยีบลูทูธ
4. พัฒนาโปรแกรมภาษาจาวาบนแพลตฟอร์ม Java ME สำหรับติดตั้งใช้งานบนโทรศัพท์มือถือ
5. พัฒนาโปรแกรมจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้า สำหรับติดตั้งใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์
6. ทดสอบและปรับปรุงโปรแกรม
7. สรุปผลการวิจัย
8. จัดทำรายงานการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยีบลูทูธ (Bluetooth Technology)

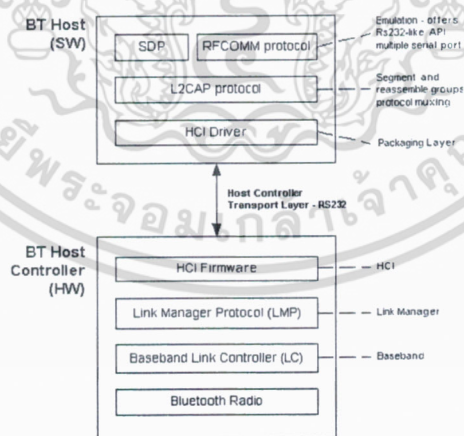
เทคโนโลยีบลูทูธเป็นเทคโนโลยีที่สามารถใช้ในการส่งข้อมูลแบบไร้สายได้ในระยะสั้น ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท Ericsson ในปี ค.ศ. 1994 ความสามารถในการส่งข้อมูลนั้นขึ้นกับแต่ละคลาส (Class) ที่ใช้ ซึ่งมี 3 คลาสดังนี้

- คลาส 1 กำลังส่ง 100 มิลลิวัตต์ ระยะประมาณ 100 เมตร
- คลาส 2 กำลังส่ง 2.5 มิลลิวัตต์ ระยะประมาณ 10 เมตร
- คลาส 3 กำลังส่ง 1 มิลลิวัตต์ ระยะประมาณ 1 เมตร

โดยการใช้คลื่นความถี่ 2.4 GHz ทำให้อุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีบลูทูธภายใน 10 เมตร (สำหรับคลาส 2) สามารถส่งข้อมูลเช่น ภาพ เสียง หรือแม้กระทั่งวิดีโอ ขนาดไม่เกิน 720 Kbps ให้แก่กันได้ สำหรับมาตรฐานบลูทูธนั้นประกอบด้วย Bluetooth Stack และ Bluetooth Profiles

2.1.1 Bluetooth Stack

Bluetooth Stack คือมาตรฐานที่เป็นเสมือน Driver ซึ่งจะทำให้โปรแกรมสามารถเข้าถึงอุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีบลูทูธได้ โดยแบ่งองค์ประกอบออกเป็นหลาย ๆ ชั้น ซึ่งแต่ละชั้นของ Bluetooth Stack จะมีการทำงานเฉพาะด้าน ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดง Bluetooth Stack [3]

โดยมีชั้นหลักๆ ซึ่งถูกพัฒนาในอุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีบลูทูธ ส่วนใหญ่ดังนี้ [4]

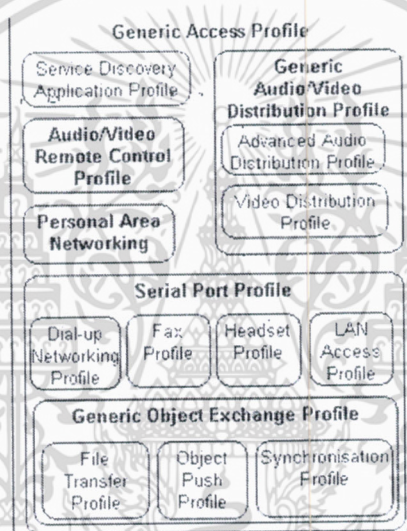
- SDP (Service Discovery Protocol) เป็นชั้นที่จะช่วยในการค้นหาบริการของอุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีบลูทูธ ที่อยู่ใกล้ตัว (In-Range)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- RFCOMM (Radio Frequency Communication) เป็นชั้นโปรโตคอลสำหรับพอร์ตอนุกรม (Serial Port)
- L2CAP (Logical Link Control and Adaptation Protocol) เป็นชั้นที่ทำหน้าที่เป็น Multiplexer ในการส่งข้อมูลทั้งหมด
- HCI (Host Controller Interface) เป็นชั้นสำหรับส่วนติดต่อระหว่างคลื่นวิทยุกับเครื่องคอมพิวเตอร์

2.1.2 Bluetooth Profiles

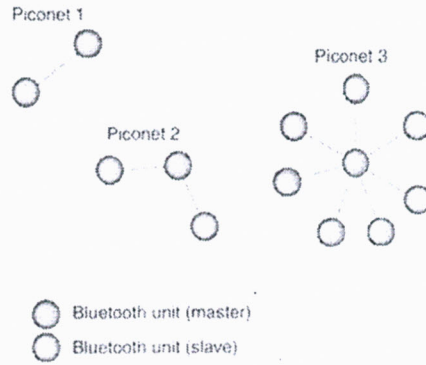
Bluetooth Profiles ถูกกำหนดขึ้นเพื่อเป็นมาตรฐานทำให้อุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีบลูทูธสามารถติดต่อกันได้ โดย Bluetooth Profiles จะมีชุดฟังก์ชันสำหรับการใช้งาน เช่น Synchronization Profile เพื่อใช้สำหรับการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีบลูทูธสองเครื่องเข้าด้วยกัน ชุดฟังก์ชันที่สำคัญของ Bluetooth Profiles ถูกแสดงดังตัวอย่างในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดง Bluetooth Profiles [5]

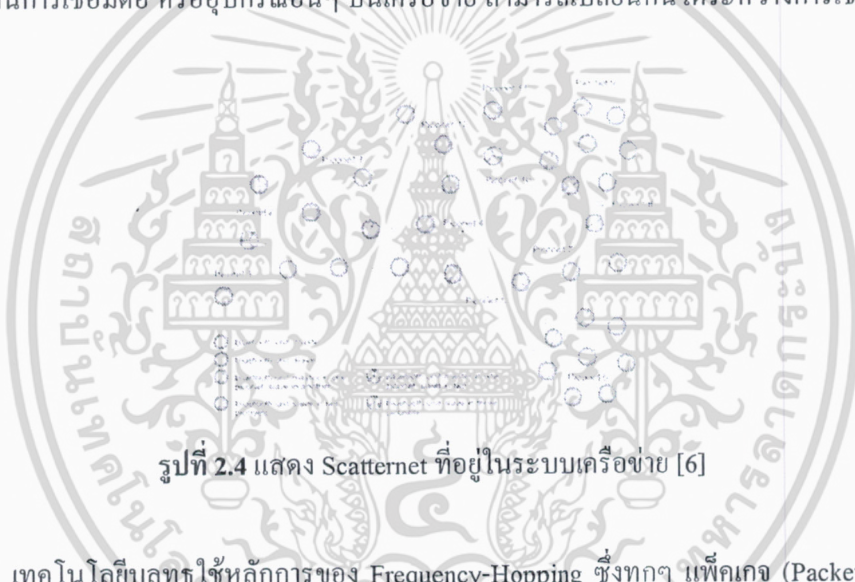
2.1.3 Piconet และ Scatternet

หน่วยพื้นฐานของเทคโนโลยีบลูทูธในระบบเครือข่าย (Network) คือ Piconet ซึ่งจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่เป็นตัวเริ่มต้นการเชื่อมต่อ (Master) และอุปกรณ์อื่นๆ บนเครือข่าย (Slave) ซึ่งมีได้ตั้งแต่ 1 จนถึง 7 ตัว โดยจะมีการเข้าใช้งานของสัญญาณเดียวกันร่วมกัน และแต่ละเครือข่าย Piconet จะต้องมิตัวเริ่มต้นการเชื่อมต่อหนึ่งเครื่องเสมอ ดังแสดงในรูปที่ 2.3 โดยเครือข่ายจะถูกสร้างขึ้นสำหรับงานปัจจุบันเท่านั้น การเชื่อมต่อจะสิ้นสุดลงเมื่อการส่งข้อมูลเสร็จสมบูรณ์



รูปที่ 2.3 แสดง Piconet ที่อยู่ในระบบเครือข่าย [6]

อุปกรณ์หนึ่งสามารถเชื่อมต่อกับ Piconet อื่นๆ ได้อีก เรียกว่า Scatternet ดังแสดงในรูปที่ 2.4 แต่อุปกรณ์นั้นจะสามารถเป็นตัวเริ่มต้นการเชื่อมต่อ ได้ที่ละหนึ่ง Piconet ในช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น การเป็นตัวเริ่มต้นการเชื่อมต่อ หรืออุปกรณ์อื่นๆ บนเครือข่าย สามารถเปลี่ยนกันได้ระหว่างการเชื่อมต่อ



รูปที่ 2.4 แสดง Scatternet ที่อยู่ในระบบเครือข่าย [6]

เทคโนโลยีบลูทูธใช้หลักการของ Frequency-Hopping ซึ่งทุกๆ แพ็คเกต (Packet) จะถูกส่งไปในช่องความถี่ที่แตกต่างกัน เมื่อมีอุปกรณ์อื่นมารบกวนการส่งแพ็คเกตนั้นๆ จะถูกส่งใหม่ในอีกช่องสัญญาณโดยปกติแล้ว แพ็คเกตหนึ่งๆ สามารถอยู่ในช่องเดียวได้ แต่แพ็คเกตบางอันสามารถขยายได้ถึง 3 หรือ 5 ช่อง ในกรณีที่มีการส่งข้อมูลมีความหนาแน่น และแพ็คเกตที่มีความยาวมาก จะมีโอกาสสูญเสียมาก

2.2 Java ME (Java Micro Edition)

การพัฒนาโปรแกรมในโครงการวิจัยนี้จะใช้เทคโนโลยี Java ME และ JSR 82 ในที่นี้จึงขออธิบายหลักการของเทคโนโลยีทั้งสองพอสังเขปดังนี้

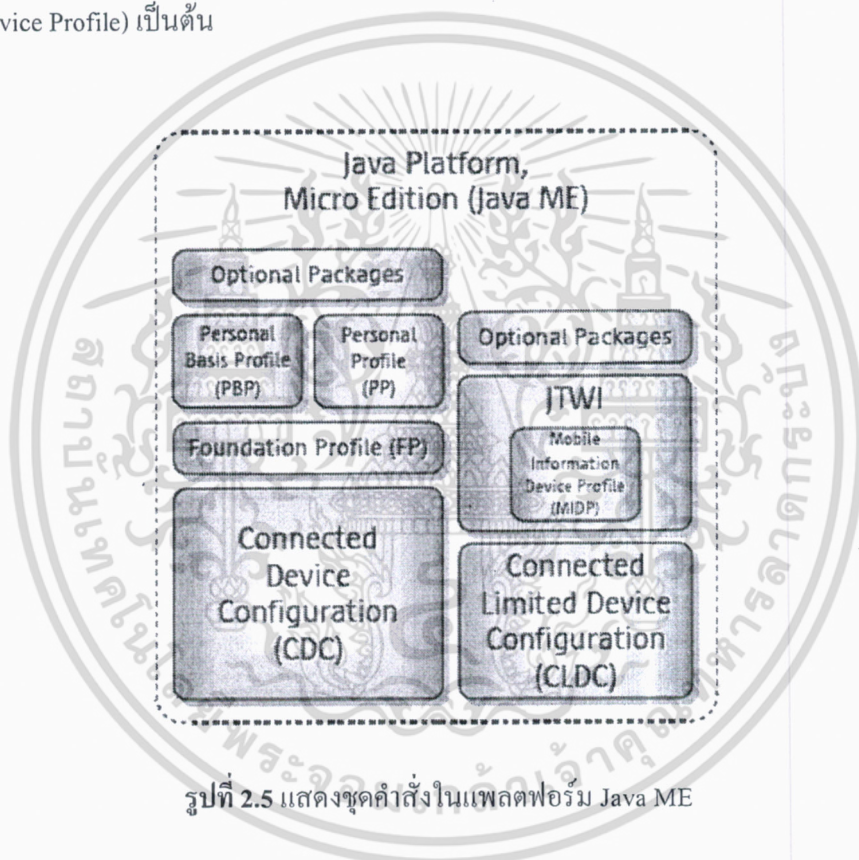
แพลตฟอร์มของเทคโนโลยีจาวา (Java Platform) สามารถแบ่งออกได้เป็นทั้งหมดสามรูปแบบดังนี้

1. Java 2 Platform, Enterprise Edition (Java EE) ถูกออกแบบมาให้ใช้กับเครื่องแม่ข่าย (Server)
2. Java 2 Platform, Standard Edition (Java SE) ถูกออกแบบมาให้ใช้กับเครื่องลูกข่าย (Client)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Java 2 Platform, Micro Edition (Java ME) ถูกออกแบบมาให้ใช้กับอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก เช่น โทรศัพท์มือถือ และพีดีเอ (PDA; Personal Digital Assistant)

แพลตฟอร์ม Java ME จะแบ่งออกเป็น Configuration และ Profile ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่จะนำโปรแกรมภาษาจาวาไปใช้งานดังแสดงในรูปที่ 2.5 โดย Configuration เป็นตัวกำหนดไลบรารีมาตรฐาน (Standard Library) ซึ่งจะมีเหมือนกันในทุกอุปกรณ์ที่จัดอยู่ในประเภทเดียวกัน การจัดแบ่งกลุ่ม Configuration ในปัจจุบันมี 2 ประเภทคือ CDC (Connected Device Configuration) และ CLDC (Connected Limited Device Configuration) โดยแต่ละตัวจะใช้ VM (Virtual Machine) ที่ต่างกันด้วย ส่วน Profile เป็นตัวกำหนดฟังก์ชันในการทำงานเพิ่มขึ้นจากที่ถูกกำหนดอยู่ใน Configuration ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับคุณลักษณะทางด้านฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์แต่ละตัว เช่น Profile ของอุปกรณ์ประเภทมือถือที่มีหน่วยประมวลผล (CPU) ต่ำและมีหน่วยความจำ (Memory) น้อย คือ MIDP (Mobile Information Device Profile) เป็นต้น



รูปที่ 2.5 แสดงชุดคำสั่งในแพลตฟอร์ม Java ME

2.3 JSR 82 (Java API for Bluetooth)

JSR 82 เป็นชุดคำสั่งมาตรฐานที่ถูกกำหนดขึ้นโดย JCP (Java Community Process) ในปี ค.ศ. 2002 ซึ่งจะสามารถถูกใช้กับ Configuration และ Profile แบบใดก็ได้ของ Java ME โดย JSR-82 จะประกอบไปด้วยแพ็คเกจจำนวน 2 แพ็คเกจคือ [7]

1. แพ็คเกจ `javax.bluetooth` ประกอบไปด้วยคลาส (Class) ทั้งหมด 13 คลาส เพื่อใช้สำหรับสร้างการสื่อสารไร้สายด้วยเทคโนโลยีบลูทูธ (Bluetooth Wireless Communication)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แพ็คเกจ `javax.obex` ประกอบไปด้วยคลาสทั้งหมด 8 คลาส เพื่อใช้สำหรับการส่งผ่านอ็อบเจกต์ (Object) ระหว่างอุปกรณ์

Bluetooth SDK ที่ใช้ JSR-82 จะต้องมีชั้นของ Bluetooth Stack มาตรฐานดังต่อไปนี้

- SDP
- RFCOMM
- L2CAP
- HCI

และจะต้องมี Profile ดังต่อไปนี้

- Generic Access Profile
- Service Discovery Application Profile
- Serial Port Profile
- Generic Object Exchange Profile

ส่วนประกอบพื้นฐานสำหรับ โปรแกรมบลูทูธ (Bluetooth Application) จะต้องประกอบไปด้วย

2.3.1 การเริ่มต้นสแต็ก (Stack Initialization)

เป็นการเตรียมอุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีบลูทูธ ให้พร้อมสำหรับการสื่อสารไร้สาย ลำดับในการตั้งค่าเริ่มต้นให้กับสแต็ก (Stack) จะไม่แน่นอน อาจขึ้นอยู่กับระบบปฏิบัติการ ในบางกรณีอาจไม่ต้องเขียนโปรแกรมในการตั้งค่าเริ่มต้นเลย หรือในอีกกรณีอาจจะต้องเขียนโปรแกรมบ้างเล็กน้อยในการติดตั้งระบบ baud rate สำหรับการติดต่อผ่าน RS-232

2.3.2 การจัดการอุปกรณ์ (Device Management)

เป็นคลาสในชุดคำสั่งมาตรฐานของจาวาสำหรับติดต่อกับเทคโนโลยีบลูทูธ (Java Bluetooth Specification) ซึ่งมาจาก Generic Access Profile โดยจะอนุญาตให้สามารถทำการจัดการอุปกรณ์บลูทูธได้ ซึ่งประกอบไปด้วยคลาสจำนวน 3 คลาสคือ

2.3.2.1 `javax.bluetooth.LocalDevice`

เป็นคลาสที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับตัวมันเอง (Local Bluetooth Device)

- `getBluetoothAddress()` ใช้สำหรับนำเอาที่อยู่ของบลูทูธ (Bluetooth Address) ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับที่อยู่ของ MAC (MAC Address) ออกมา ซึ่งจะเป็นอักขระจำนวน 12 หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- `setDiscoverable(int mode)` ใช้สำหรับตั้งให้อุปกรณ์อื่นๆ มองเห็นตัวมัน โดยจะมี 3 โหมด (Mode) คือ
 - `NOT_DISCOVERABLE` ไม่มีอุปกรณ์ใดมองเห็น
 - `GIAC` อนุญาตให้ทุกๆ อุปกรณ์มองเห็น
 - `LIAC` จะมองเห็นแบบชั่วคราวเป็นเวลา 1 นาทีแล้วจะกลับไปเป็นสถานะก่อนหน้านั้น
- `getDiscoverable()` ใช้สำหรับเรียกโหมดการค้นหา (Discovery Mode) ปัจจุบันออกมา

2.3.2.2 `javax.bluetooth.RemoteDevice`

เป็นคลาสที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์บลูทูธเครื่องอื่นๆ ในรัศมีทำการ

- `getBluetoothAddress()` ใช้เรียกที่อยู่ของอุปกรณ์ระยะไกล (Remote Device)
- `getFriendlyName(Boolean alwaysAsk)` ใช้เรียกชื่อของอุปกรณ์ระยะไกลเช่น "Andrew's PDA" เป็นต้น

2.3.2.3 `javax.bluetooth.DeviceClass`

เป็นคลาสที่ใช้ในการแยกแยะประเภทของอุปกรณ์ในรัศมีทำการ ซึ่งจะแบ่งเป็น 2 ระดับคือ คลาสประเภท Major และคลาสประเภท Minor

- `getMajorDeviceClass()` ใช้เรียกคลาสประเภท Major ของอุปกรณ์
- `getMinorDeviceClass()` ใช้เรียกคลาสประเภท Minor ของอุปกรณ์

2.3.3 การค้นหาอุปกรณ์ (Device Discovery)

ใช้สำหรับค้นหาว่ามีอุปกรณ์ชนิดใดที่อยู่ในรัศมีทำการบ้าง ในการใช้งานการค้นหาอุปกรณ์ ถ้าเป็นการติดต่อแบบ peer-to-peer ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งจะเป็นผู้ใช้งาน แต่ถ้าเป็นแบบเครื่องลูกข่าย-เครื่องแม่ข่าย (Client-Server) ฝ่ายเครื่องลูกข่ายจะเป็นผู้เรียกใช้งาน

2.3.3.1 `javax.bluetooth.DiscoveryAgent`

- `startInquiry(int accessCode, DiscoveryListener listener)` ใช้สั่งให้ค้นหาอุปกรณ์อื่นๆ ในรัศมีทำการ
- `retrieveDevices(int option)` ใช้ในการเรียกดูรายการของอุปกรณ์ที่ได้จากคำสั่งค้นหาอุปกรณ์ตัวอื่น (Inquiry)

2.3.3.2 `javax.bluetooth.DiscoveryLisener` ถูกเรียกใช้โดย JVM (Java Virtual Machine)

เมื่อมีเหตุการณ์เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- `deviceDiscovered(RemoteDevice btDevice, DeviceClass cod)` ถูกเรียกโดย JVM เมื่อพบอุปกรณ์บลูทูธจากการค้นหาอุปกรณ์ตัวอื่น

2.3.4 การค้นหาบริการ (Service Discovery)

ใช้ในการค้นหาบริการของอุปกรณ์ระยะไกล โดยการใช้งานชั้น SDP ใน Bluetooth Stack เพื่อค้นหาบริการต่างๆ ของแต่ละอุปกรณ์

2.3.4.1 `javax.bluetooth.UUID`

โดยที่ UUID (Universal Unique Identifier) เป็นคลาสที่ทำการระบุบริการในโพรโทคอลบลูทูธ (Bluetooth Protocol) เช่น L2CAP จะมี UUID เป็น 0x0001 เป็นต้น

2.3.4.2 `javax.bluetooth.DiscoveryAgent`

การใช้งานคลาสนี้ มีทั้งในการค้นหาอุปกรณ์และในการค้นหาบริการ

- `searchServices(int[] attrSet, UUID[] uuidSet, RemoteDevice btDev, DiscoveryListener discListener)` ใช้ในการค้นหาบริการของอุปกรณ์ระยะไกล
- `selectService(UUID uuid, int security, Boolean master)` ใช้ในการค้นหาบริการของอุปกรณ์ระยะไกลตัวใดก็ได้ในรัศมีทำการ

2.3.4.3 `javax.bluetooth.DiscoveryListener`

- `servicesDiscovered(int transID, ServiceRecord[] servRecord[])` ถูกเรียกโดย JVM เมื่อพบบริการในอุปกรณ์ระยะไกล

2.3.4.4 `javax.bluetooth.ServiceRecord`

- อ็อบเจกต์ของคลาสนี้จะแสดงค่าของสมาชิกแต่ละสมาชิกใน SDDB (Service Discovery Database) ซึ่งรวมถึงข้อมูลของการบริการ (Service Record) ด้วย

2.3.4.5 `javax.bluetooth.DataElement`

- ข้อมูลของการบริการที่ถูกจัดเก็บอยู่ใน SDDB จะมีคุณลักษณะ (Attribute) เป็นอ็อบเจกต์ของคลาสนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 การลงทะเบียนบริการ (Service Registration)

ก่อนที่เครื่องลูกข่ายจะสามารถใช้งานการค้นหบริการจากบลูทูธของเครื่องแม่ข่าย (Bluetooth Server) ได้นั้น ทางฝั่งเครื่องแม่ข่ายจะต้องลงทะเบียนบริการ (Register Service) ก่อน ซึ่งขั้นตอนในการลงทะเบียนบริการมีดังนี้

1. เรียกใช้เมธอด `Connector.open()` ซึ่งจะช่วยให้ได้อ็อบเจกต์ประเภท `L2CAPConnectionNotifier` ขึ้นมา
2. จากนั้นให้ทำการเรียกใช้เมธอด `acceptAndOpen()` ของอ็อบเจกต์ประเภท `L2CAPConnectionNotifier` ซึ่งจะช่วยให้ได้อ็อบเจกต์ประเภท `L2CAPConnection` ขึ้นมา
3. รอจนกระทั่งเครื่องลูกข่ายพบเครื่องแม่ข่าย และทำการเชื่อมต่อ แล้วจึงเรียกใช้เมธอด `receive()` ของอ็อบเจกต์ประเภท `L2CAPConnection`
4. เมื่อเครื่องแม่ข่ายได้รับข้อมูลครบแล้ว และพร้อมที่จะออกจากการทำงาน ให้เรียกใช้เมธอด `close()` ของอ็อบเจกต์ประเภท `L2CAPConnection` และเมธอด `close()` ของอ็อบเจกต์ประเภท `L2CAPConnectorNotifier` เพื่อปิดการเชื่อมต่อ

2.3.6 การสื่อสาร (Communication)

2.3.6.1 การเชื่อมต่อแบบ RFCOMM (RFCOMM Connection)

รู้จักโดยทั่วไปเป็นแบบพอร์ตอนุกรมไร้สาย (Wireless Serial Port) ซึ่งเป็นโพรโทคอลที่ใช้แทนการใช้สายเคเบิล (Cable) ซึ่ง RFCOMM จะจำลองฟังก์ชันการทำงานต่างๆ ของพอร์ตอนุกรมมาตรฐาน เนื่องจาก Bluetooth Profile ส่วนมากใช้ Serial Port Profile เป็นขั้นพื้นฐาน ทำให้โปรแกรมเดิมที่เคยถูกออกแบบให้ใช้พอร์ตอนุกรมในการเชื่อมต่อ สามารถใช้บลูทูธเชื่อมต่อแทนได้ ตัวอย่างเช่นการที่พีดีเอทำการเชื่อมข้อมูลให้ตรงกัน (Synchronize) กับเครื่องคอมพิวเตอร์ สามารถใช้ RFCOMM แทนการใช้ผ่านสายเคเบิลได้

2.3.6.2 การเชื่อมต่อแบบ L2CAP (L2CAP Connection)

จะมีลักษณะการส่งเป็นแบบแพ็คเกจ (Packet-Oriented) ซึ่งจะแตกต่างจาก RFCOMM ที่จะส่งเป็นแบบกระแส (Stream-Oriented) โดยชุดคำสั่งของบลูทูธ (Bluetooth API) กำหนดให้สามารถที่จะกำหนดขนาดของแพ็คเกจตัวเอง โดยจะเรียกขนาดที่มากที่สุดว่า MTU (Maximum Transmission Unit) ซึ่งค่าเริ่มต้น (Default) ของ MTU คือ 672 bytes แต่ขนาดของ MTU ก็ยังสามารถขยายได้โดยการเจรจากันระหว่างฝ่ายรับและฝ่ายส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินเทอร์เฟซ (Interface) `javax.bluetooth.L2CAPConnection` สืบทอดมาจากอินเทอร์เฟซ `Connection` ซึ่งจะมีเมธอด (Method) เพิ่มเติมจากใน `Connection` ดังนี้

1. `getRecieveMTU()` ใช้ในการเรียกค่า `RecieveMTU`
2. `getTransmitMTU()` ใช้ในการเรียกค่า `TransmitMTU`
3. `ready()` จะให้ค่าเป็นจริงเมื่อข้อมูลพร้อมที่จะได้รับการอ่าน
4. `recieve(byte[] inBuf)` ใช้กำหนดขนาดของบัฟเฟอร์ (Buffer) ในการรับข้อมูล ซึ่งจะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า `RecieveMTU`
5. `send(byte[] data)` ใช้ส่งข้อมูลไปที่อุปกรณ์ที่มีบลูทูธทางไกล (Remote Bluetooth Device) โดยใช้โปรโตคอล `L2CAP`

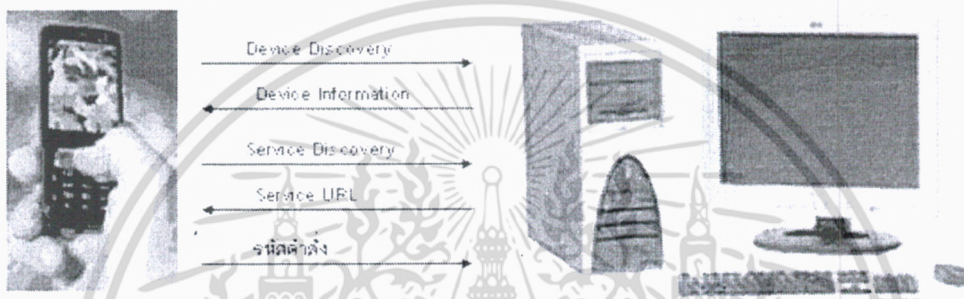
JSR 82 เป็นชุดคำสั่งจาวาสำหรับใช้งานกับ Bluetooth Stack โดยจะเน้นไปที่การใช้ชั้น `SDP` ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อแบบ `RFCOMM` เพื่อใช้ในการส่งข้อมูลแบบพอร์ตอนุกรม และ `L2CAP` เพื่อใช้ในการส่งแบบแพ็คเกจ โดยจะต้องมีการเชื่อมต่อก่อนเสมอ (Connection-Oriented) เนื่องจาก JSR 82 จะไม่รองรับ `L2CAP` แบบไม่มีการเชื่อมต่อ (Connectionless)



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

โครงการนี้ได้แบ่งการพัฒนาออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนโปรแกรมควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าบนโทรศัพท์มือถือ และส่วนโปรแกรมจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้าบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ในการพัฒนาทั้งสองส่วนใช้ภาษาจาวา และ JSR 82 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรม โปรแกรมทั้งสองรวมกันออกมาเป็นระบบจำลองการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเทคโนโลยีบลูทูธ ดังแสดงในรูปที่ 3.1 [10]



รูปที่ 3.1 แสดงการทำงานโดยรวมของระบบจำลองการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเทคโนโลยีบลูทูธ

3.1 ส่วนโปรแกรมควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าบนโทรศัพท์มือถือ

โปรแกรมส่วนนี้จะถูกพัฒนาโดยใช้เทคโนโลยี Java ME และ JSR 82 ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็นสามส่วนหลัก คือส่วนติดต่อกับผู้ใช้ งาน ส่วนการเชื่อมต่อด้วยเทคโนโลยีบลูทูธ และส่วนการเลือกรหัสคำสั่ง

3.1.1 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้

โปรแกรมส่วนนี้จะแสดงรายการต่างๆ เพื่อให้ผู้ใช้เลือก ซึ่งจะมีอยู่ 4 โหมดรายการคือ ชื่อของอุปกรณ์ที่มีบลูทูธที่ค้นเจอได้ทั้งหมดในรัศมีทำการ ชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้า ยี่ห้อของเครื่องใช้ไฟฟ้า และรายการคำสั่งสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยที่รายการยี่ห้อของเครื่องใช้ไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับทางเลือกชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้า และรายการคำสั่งจะขึ้นอยู่กับทางเลือกชนิดและยี่ห้อของเครื่องใช้ไฟฟ้า ทั้งนี้สืบเนื่องจากในปัจจุบัน ยังไม่มีการตั้งชื่อเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เป็นมาตรฐานที่แน่นอน จึงไม่สามารถพัฒนาโปรแกรมให้ตรวจจับชนิดและยี่ห้อของเครื่องใช้ไฟฟ้าเองได้ ผู้ใช้จึงต้องเลือกชนิดและยี่ห้อของเครื่องใช้ไฟฟ้าเองทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ส่วนการเชื่อมต่อด้วยเทคโนโลยีบลูทูธ

ส่วนนี้จะแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนย่อย คือ

3.1.2.1 ส่วนการค้นหาอุปกรณ์ (Device Discovery)

ส่วนนี้จะเริ่มทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อโปรแกรมถูกเรียกขึ้นมา ระบบจะทำการตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์บลูทูธในเครื่อง จากนั้นจะทำการค้นหาเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีเทคโนโลยีบลูทูธอื่นๆ ที่อยู่ในรัศมีทำการ (10 เมตร) และแสดงรายชื่อของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ค้นพบ เพื่อให้ผู้ใช้งานเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการที่จะทำการเชื่อมต่อด้วย ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของส่วนการค้นหาอุปกรณ์

3.1.2.2 ส่วนการค้นหบริการ (Service Discovery)

ส่วนนี้จะทำงานโดยอัตโนมัติเช่นกัน แต่จะทำงานต่อจากการค้นหาอุปกรณ์ ซึ่งทำการค้นหาโดยการเรียกดูบริการที่มี UUID (Universal Unique Identifier) ตรงกับที่กำหนดในอุปกรณ์ที่ค้นพบ จากส่วนการค้นหาอุปกรณ์ โดย UUID คือเลขรหัสซึ่งระบุถึงบริการในอุปกรณ์บลูทูธใดๆ บริการทุกบริการจะมี UUID เป็นของตนเอง [7] แต่เนื่องจากโปรแกรมการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า ยังไม่มีการกำหนด UUID มาตรฐานขึ้นมา จึงใช้ UUID ซึ่งตั้งขึ้นมาเอง ซึ่งเป็น 0x7C3434CC

เมื่อโปรแกรมเข้ามาทำการค้นหบริการที่มี UUID ดังกล่าวในอุปกรณ์ที่มีบลูทูธแล้ว ถ้าค้นพบจะได้ค่า URL ซึ่งใช้ในการเชื่อมต่อกลับมา แต่ถ้าอุปกรณ์ไม่ได้มีบริการที่มี UUID ดังกล่าวอยู่ค่าที่ได้กลับมาก็จะเป็น “NoService” ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 3.3



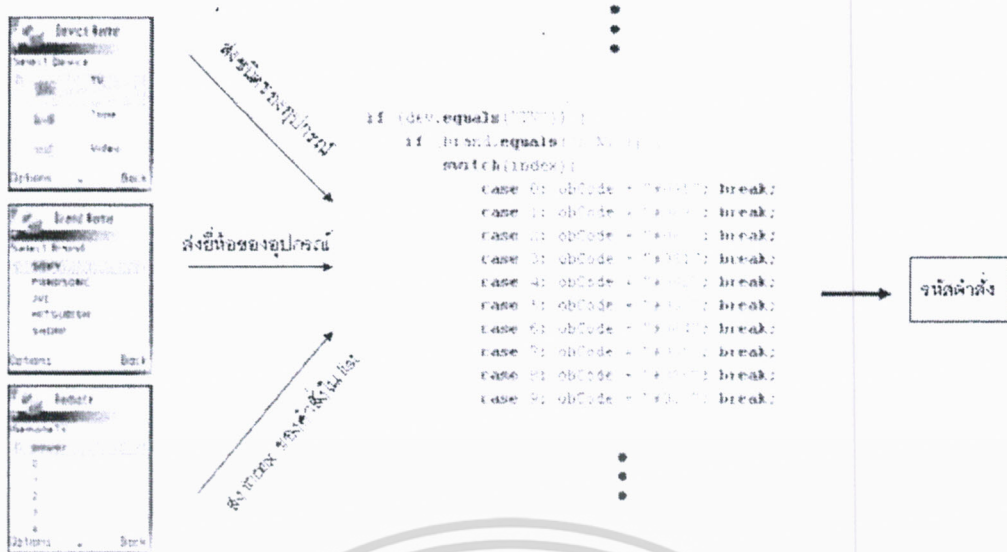
รูปที่ 3.3 แสดงขั้นตอนการทำงานของส่วนการค้นหบริการ

3.1.2.3 ส่วนการส่งรหัสคำสั่ง

ส่วนนี้จะทำงานเมื่อผู้ใช้งานกดเลือกคำสั่งที่จะส่งไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าปลายทาง รหัสคำสั่งที่เป็นข้อความ (String) จะถูกส่งมาจากส่วนการเลือกรหัสคำสั่ง รหัสคำสั่งที่รับมานี้จะถูกแปลงเป็น byte array และส่งออกไปเป็นแบบแพ็คเกจในโปรโตคอล L2CAP

3.1.3 ส่วนการเลือกรหัสคำสั่ง

ส่วนนี้เป็นส่วนที่ใช้ในการค้นหารหัสคำสั่งที่จะส่งไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าปลายทาง ส่วนนี้จะรอรับชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้า ยี่ห้อ และคำสั่งที่จะส่งไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าปลายทางจากส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบค้นหา ในการค้นหารหัสคำสั่งจะทำการตรวจสอบชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้าก่อน แล้วจึงรอรับยี่ห้อของเครื่องใช้ไฟฟ้าจากส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน จากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบคำสั่งที่รับมา และนำรหัสคำสั่งที่ได้ส่งไปยังส่วนการส่งรหัสคำสั่ง เพื่อส่งไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าปลายทาง ดังแสดงในรูปที่ 3.4

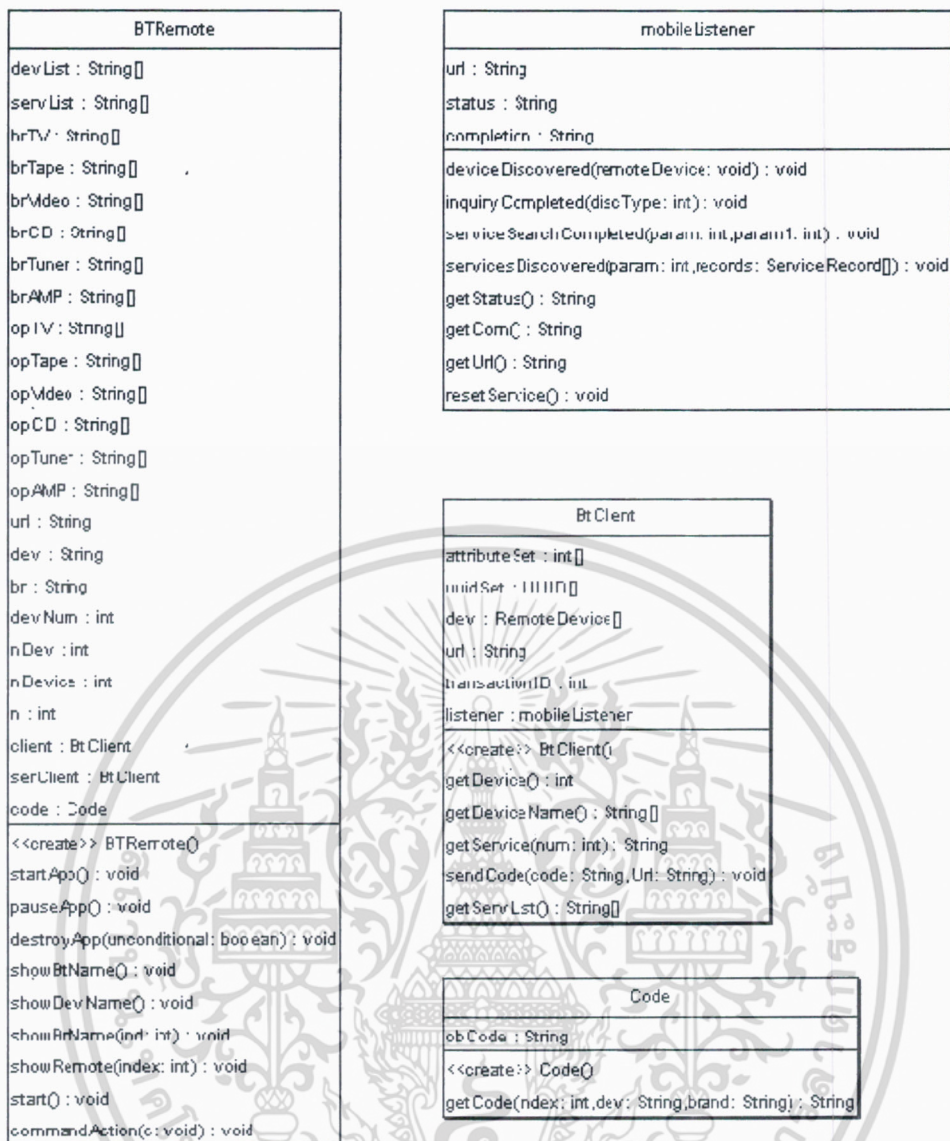


รูปที่ 3.4 แสดงขั้นตอนการทำงานของส่วนการเลือกรหัสคำสั่ง

ในขั้นตอนของการพัฒนาโปรแกรมส่วนนี้ จะประกอบไปด้วยคลาสทั้งหมด 4 คลาส ดังแสดงคลาสไดอะแกรม (Class Diagram) ในรูปที่ 3.5

- BTRemote เป็นคลาสที่ใช้ในการเริ่มต้น โปรแกรมการค้นหาเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีเทคโนโลยีบลูทูธที่อยู่ภายในรีโมททำการ จากนั้นจะแสดงรายการของเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดที่ค้นพบ เพื่อให้ผู้ใช้งานเลือก
- BtClient เป็นคลาสที่ใช้ในการเชื่อมต่อ ไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ผู้ใช้งานเลือก และค้นหาบริการที่มีอยู่ในเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น
- MobileListener เป็นคลาสที่สืบทอดมาจากคลาส DiscoveryListener ซึ่งจะมีเมธอด (Method) ที่จะถูกเรียกใช้ในการค้นหารหัสคำสั่ง จากชนิดและยี่ห้อของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ส่งเข้ามา
- Code เป็นคลาสที่มีไว้เพื่อเก็บรายละเอียดของรหัสคำสั่ง ชนิดและยี่ห้อของเครื่องใช้ไฟฟ้า

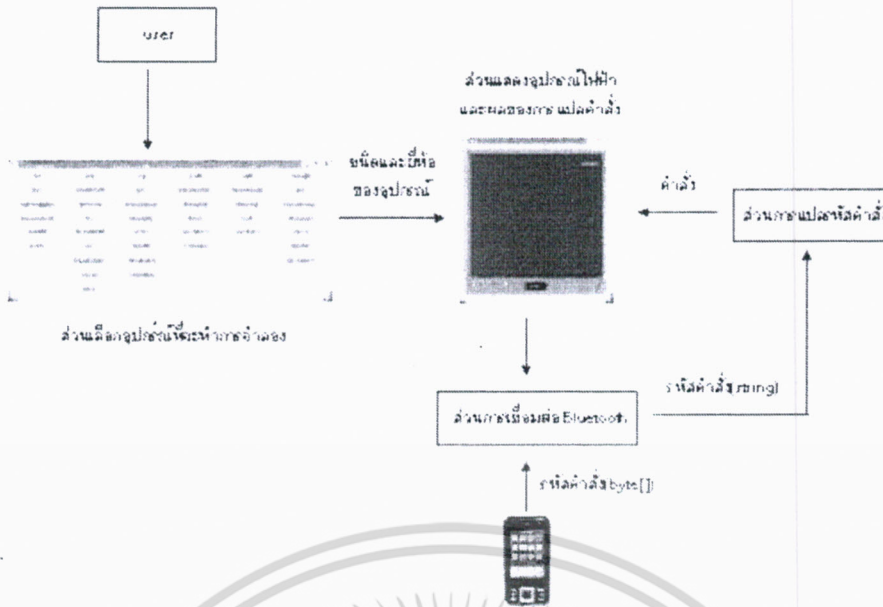
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แสดงคลาสโคดอะแกรมของโปรแกรมควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าบนโทรศัพท์มือถือ

3.2 ส่วนโปรแกรมจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้าบนเครื่องคอมพิวเตอร์

โปรแกรมส่วนนี้เป็นการจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้า เพื่อรับและแสดงคำสั่งที่ได้จากโทรศัพท์มือถือ ซึ่งโปรแกรมส่วนนี้จะถูกติดตั้งอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux) โดยการพัฒนาสามารถทำได้โดยใช้เทคโนโลยี Java SE (Java Standard Edition) ซึ่งโปรแกรมนี้แบ่งการทำงานออกเป็นสามส่วนคือ ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน ส่วนการแปลรหัสคำสั่ง และส่วนการเชื่อมต่อกับเทคโนโลยีบลูทูธ ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมทั้งสามส่วนนี้แสดงในรูปที่ 3.6



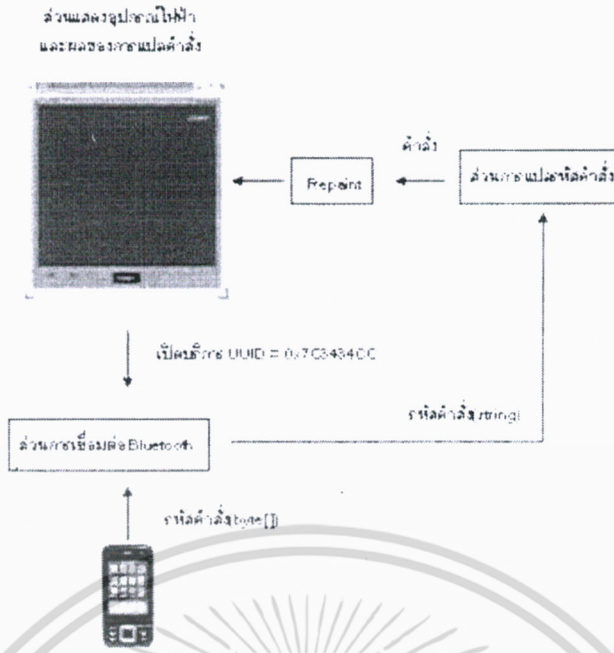
รูปที่ 3.6 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้า

3.2.1 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน

ส่วนนี้จะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนย่อย คือ

- ส่วนเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จะทำการจำลอง
ส่วนนี้จะทำการรองรับการเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จะทำการจำลองจากผู้ใช้งาน โดยเมื่อผู้ใช้งานเลือกแล้ว โปรแกรมจะเรียกการทำงานของส่วนแสดงเครื่องใช้ไฟฟ้าและส่วนการแปลค่าส่งมาแสดง
- ส่วนแสดงเครื่องใช้ไฟฟ้าและส่วนการแปลรหัสค่าส่ง
ส่วนนี้จะถูกเรียกโดยส่วนเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จะทำการจำลอง โดยโปรแกรมจะทำการวาดรูปของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นขึ้นมา และแสดงค่าส่งเบื้องต้นเป็น "power" จากนั้นจะทำการเรียกใช้การเปิดบริการเพื่อรับรหัสค่าส่งจากส่วนการเชื่อมต่อด้วยเทคโนโลยีบลูทูธ เพื่อรับค่าส่งจากโทรศัพท์มือถือ

คำสั่งที่รับเข้ามาจะถูกส่งมาจากส่วนการแปลรหัสค่าส่ง โปรแกรมจะทำการวาดรูปเครื่องใช้ไฟฟ้าขึ้นมาใหม่และแสดงค่าส่งที่รับเข้ามา จากนั้นจะทำการเรียกใช้การเปิดบริการเพื่อรับรหัสค่าส่งจากส่วนการเชื่อมต่อด้วยเทคโนโลยีบลูทูธ เพื่อรับค่าส่งจากโทรศัพท์มือถือใหม่ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แสดงขั้นตอนการทำงานของส่วนแสดงเครื่องใช้ไฟฟ้าและผลของการแปลค่าค้ำ

3.2.2 ส่วนการแปลรหัสค้ำ

ส่วนนี้จะรับรหัสค้ำซึ่งเป็นข้อความมาจากส่วนการเชื่อมต่อด้วยเทคโนโลยีบลูทูธ และรับชนิดและยี่ห้อของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จะทำการจำลองจากส่วนเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จะทำการจำลอง แล้วนำข้อความที่รับเข้ามาเปรียบเทียบเพื่อหาค่าค้ำที่เกิดจากรหัสค้ำ จากนั้นจึงส่งต่อไปยังส่วนแสดงเครื่องใช้ไฟฟ้า ดังแสดงขั้นตอนการแปลรหัสค้ำไว้ในรูปที่ 3.8

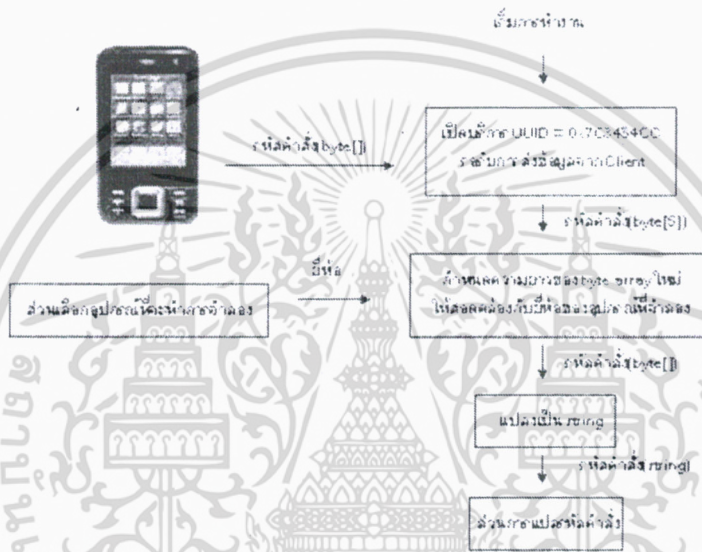


รูปที่ 3.8 แสดงขั้นตอนการทำงานของส่วนการแปลรหัสค้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ส่วนการเชื่อมต่อด้วยเทคโนโลยีบลูทูธ

ส่วนนี้จะทำงานโดยการสร้างบริการขึ้นมา ซึ่งมี UUID เป็น 0x7C3434CC และมีขนาดแพ็คเกจ (Packet) ที่รับได้สูงสุด 100 bytes โดยใช้โพรโทคอล L2CAP ซึ่งการทำงานส่วนนี้จะมึลักษณะเป็นเครื่องแม่ข่าย ซึ่งจะทำการเปิดการเชื่อมต่อรอไว้ เพื่อให้โทรศัพท์มือถือซึ่งมีลักษณะการทำงานเป็นเครื่องลูกข่าย ติดต่อมา ข้อมูลที่รับเข้ามาจะมีลักษณะเป็น byte array ขนาด 5 bytes แต่เนื่องจากรหัสคำสั่งของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละยี่ห้อที่มีความยาวไม่เท่ากัน จึงต้องมีส่วนของโปรแกรมเพิ่มเติมในการปรับขนาดของ byte array ใหม่ให้เท่ากับควมยาวของรหัสคำสั่งของยี่ห้อนั้นเสียก่อน แล้วจึงนำ byte array ไปแปลงกลับเป็นข้อความ เพื่อส่งต่อไปยังส่วนแปลรหัสคำสั่ง แสดงการทำงานไว้ในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แสดงขั้นตอนการทำงานของส่วนการเชื่อมต่อด้วยเทคโนโลยีบลูทูธ

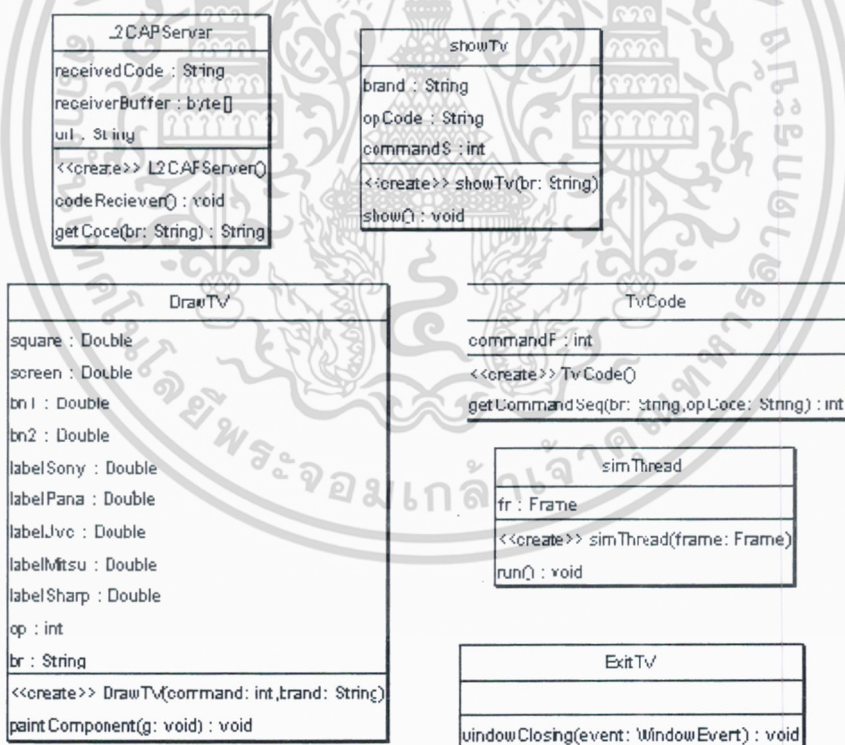
โปรแกรมในส่วนนี้จะประกอบด้วยคลาส 1 คลาส และแพ็คเกจ (Package) 6 แพ็คเกจ ดังนี้

- คลาส SimStart เป็นคลาสที่ทำหน้าที่เป็นส่วนติดต่อกับให้ผู้ใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้งานเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จะทำการจำลอง
- แพ็คเกจ TV เพื่อเก็บคลาสต่างๆ ที่ใช้ในการจำลองโทรทัศน์
- แพ็คเกจ Tape เพื่อเก็บคลาสต่างๆ ที่ใช้ในการจำลองเครื่องเล่นเทป
- แพ็คเกจ Video เพื่อเก็บคลาสต่างๆ ที่ใช้ในการจำลองเครื่องเล่นวิดีโอ
- แพ็คเกจ CD เพื่อเก็บคลาสต่างๆ ที่ใช้ในการจำลองเครื่องเล่นซีดี
- แพ็คเกจ Tuner เพื่อเก็บคลาสต่างๆ ที่ใช้ในการจำลองเครื่องรับวิทยุ
- แพ็คเกจ AMP เพื่อเก็บคลาสต่างๆ ที่ใช้ในการจำลองเครื่องขยายเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทุกแพ็คเกจจะมีการทำงานหลักที่เหมือนกัน ต่างกันเพียงแค่ว่าคลาสที่ทำหน้าที่วาดรูปให้ออกมาแตกต่างกันเท่านั้น ดังนั้นในที่นี้จึงขอกล่าวถึงรายละเอียดเฉพาะของแพ็คเกจ TV เท่านั้น ซึ่งในแพ็คเกจ TV ประกอบไปด้วยคลาสทั้งหมด 6 คลาส ดังแสดงคลาสไดอะแกรมในรูปที่ 3.10

1. showTv เป็นคลาสทำหน้าที่วาดรูปแสดงภาพจำลองโทรทัศน์
2. simThread เป็นคลาสที่วนคอยรับคำสั่งจากเทคโนโลยีบลูทูธ และแสดงผลบนภาพจำลองโทรทัศน์
3. TvCode เป็นคลาสที่ใช้ในการแปลคำสั่งจากรหัสคำสั่ง โดยจะส่งค่าออกมาเป็นลำดับที่จะถูกใช้ในการแสดงผลในคลาส DrawTV
4. DrawTV เป็นคลาสที่จะทำการแสดงสถานะปัจจุบันของแบบจำลองโทรทัศน์ตามรหัสคำสั่งที่ได้รับเข้ามา
5. L2CAPServer เป็นคลาสที่จะนำเอา byte array ที่รับมาได้จากช่องสัญญาณบลูทูธมาทำการกำหนดขนาดใหม่ให้สอดคล้องกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่กำลังจำลองอยู่ แล้วแปลง byte array นั้นเป็นข้อความเพื่อนำไปแปลคำสั่งต่อไป
6. ExitTV เป็นคลาสที่ใช้ในการปิดหน้าต่าง



รูปที่ 3.10 แสดงคลาสไดอะแกรมของแพ็คเกจ TV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

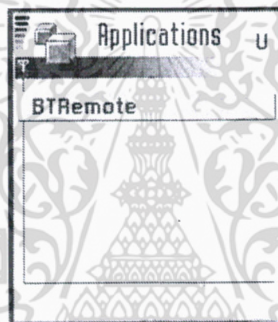
ผลการวิจัย

เมื่อได้พัฒนาโปรแกรมทั้งสองส่วนคือ ส่วนโปรแกรมบนโทรศัพท์มือถือสำหรับควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า และส่วนโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ พร้อมทั้งได้ทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างทั้งสองส่วนแล้ว ได้ผลลัพธ์ในการวิจัยเป็นดังต่อไปนี้

4.1 โปรแกรมควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าบนโทรศัพท์มือถือ

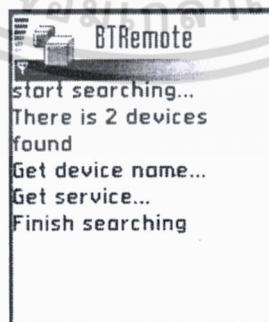
มีขั้นตอนในการทดลองของส่วนนี้เป็นดังต่อไปนี้

1. เข้าสู่โปรแกรมที่ชื่อ BTRemote จากในโทรศัพท์มือถือ ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงการเข้าสู่โปรแกรมบนโทรศัพท์มือถือ

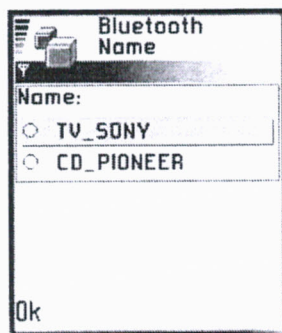
2. โปรแกรมจะค้นหาอุปกรณ์บลูทูธทุกเครื่องที่อยู่ในรัศมีทำการ จากนั้นจะแสดงจำนวนเครื่องที่สามารถค้นพบออกมาดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงภาพหน้าจอ โทรศัพท์มือถือขณะค้นหาอุปกรณ์บลูทูธ

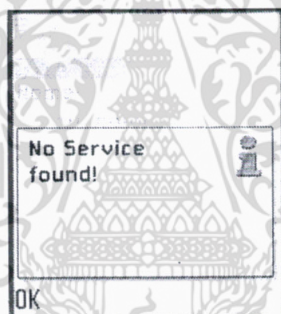
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผู้ใช้สามารถเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการได้จากรายการที่ปรากฏ ดังแสดงในรูปที่ 4.3



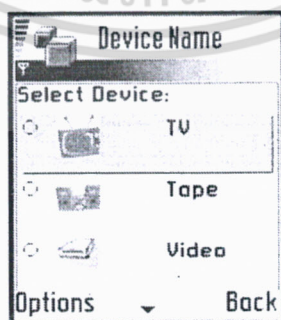
รูปที่ 4.3 แสดงรายการของอุปกรณ์ที่มีบลูทูธที่อยู่ในรีโมททำการ

4. อุปกรณ์ที่มีบลูทูธที่ค้นพบนั้น อาจเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออาจเป็นอุปกรณ์ที่มีบลูทูธอื่นๆ ก็ได้ โดยถ้าผู้ใช้เลือกอุปกรณ์ที่มีบลูทูธที่ไม่ใช่เครื่องใช้ไฟฟ้าแล้ว โปรแกรมจะแจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่าไม่สามารถเรียกใช้บริการของอุปกรณ์นั้นได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงภาพหน้าจอโทรศัพท์เมื่อผู้ใช้เลือกอุปกรณ์ที่มีบลูทูธอื่นๆ ที่ไม่ใช่เครื่องใช้ไฟฟ้า

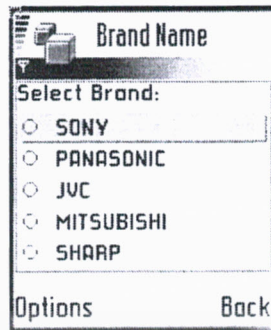
5. เมื่อเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้า ผู้ใช้จะต้องเลือกชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 แสดงรายการเครื่องใช้ไฟฟ้าที่โปรแกรมสามารถควบคุมได้

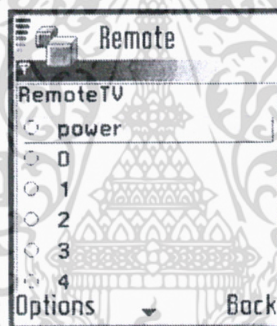
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เมื่อเลือกชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้าแล้ว โปรแกรมจะแสดงยี่ห้อของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดนั้นตามที่โปรแกรมสามารถควบคุมได้ให้ผู้ใช้งานเลือก ดังแสดงในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แสดงรายการยี่ห้อของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ผู้ใช้เลือก

7. ผู้ใช้สามารถเลือกคำสั่งที่ต้องการได้จากรายการที่ปรากฏ หรือสามารถกด Back เพื่อกลับไปรายการก่อนหน้าได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.7



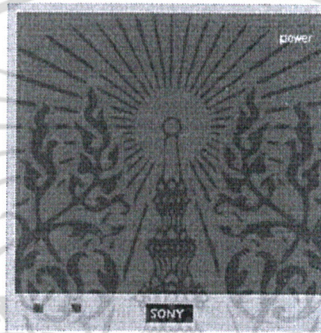
รูปที่ 4.7 แสดงรายการคำสั่งที่โปรแกรมสามารถส่งเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เลือกได้

4.2 โปรแกรมจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้าบนเครื่องคอมพิวเตอร์

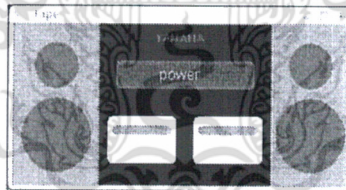
ผู้ใช้งานสามารถเลือกชนิดและยี่ห้อของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จะจำลองได้จากรายการรวม ดังแสดงในรูปที่ 4.8 โดยเมื่อผู้ใช้งานทำการเลือกเสร็จแล้ว โปรแกรมจะแสดงแบบจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้าตามที่ผู้ใช้งาน และจะรอรับรหัสคำสั่งจากโทรศัพท์มือถือ เมื่อได้รับรหัสคำสั่งแล้วจะนำไปแปลความหมาย และแสดงคำสั่งที่ได้จากรหัสนั้นออกมาดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 4.9 จนถึงรูปที่ 4.14

TV	VCR	CD	TAPE	AMP	TUNER
JVC	GOLDSTAR	JVC	PANASONIC	PANASONIC	JVC
MITSUBISHI	HITACHI	PANASONIC	PIONEER	PIONEER	PANASONIC
PANASONIC	JVC	PIONEER	SONY	SONY	PIONEER
SHARP	MITSUBISHI	SONY	TECHNICS	TECHNICS	SONY
SONY	NEC	SHARP	YAMAHA		SHARP
	PANASONIC	TECHNICS			TECHNICS
	SANYO	YAMAHA			
	SONY				

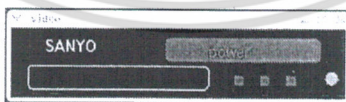
รูปที่ 4.8 แสดงรายการรวมของโปรแกรมจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้า



รูปที่ 4.9 แสดงโปรแกรมจำลองการรับคำสั่งของโทรทัศน์



รูปที่ 4.10 แสดงโปรแกรมจำลองการรับคำสั่งของเครื่องเล่นเทป

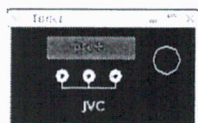


รูปที่ 4.11 แสดงโปรแกรมจำลองการรับคำสั่งของเครื่องเล่นวิดีโอ

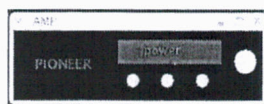


รูปที่ 4.12 แสดงโปรแกรมจำลองการรับคำสั่งของเครื่องเล่นซีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 แสดงโปรแกรมจำลองการรับคำสั่งของเครื่องรับวิทยุ



รูปที่ 4.14 แสดงโปรแกรมจำลองการรับคำสั่งของเครื่องขยายเสียง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ระบบจำลองการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านโทรศัพท์มือถือ โดยใช้เทคโนโลยีบลูทูธ ได้มีการพัฒนาโปรแกรมบนโทรศัพท์มือถือเพื่อใช้ในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า และพัฒนาโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ให้เป็นการจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการทำงานของเทคโนโลยีจาวาและมาตรฐาน JSR 82 ซึ่งถูกนำมาใช้งานทั้งบนเครื่องโทรศัพท์มือถือและบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ในการใช้งานโปรแกรมระบบจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้าจะต้องถูกเปิดทำงานไว้ก่อน ผู้ใช้จะสั่งเปิดโปรแกรมควบคุมการทำงานเครื่องใช้ไฟฟ้าบนเครื่องโทรศัพท์มือถือ เพื่อทำการค้นหาอุปกรณ์บลูทูธ และเลือกอุปกรณ์ที่จะทำการควบคุมผ่านโทรศัพท์มือถือ คำสั่งจะถูกส่งโดยใช้เทคโนโลยีบลูทูธบนโทรศัพท์มือถือไปยังระบบจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยที่ระบบจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้าจะทำการแปลคำสั่ง และแสดงผลของคำสั่งที่ได้รับนั้นออกมา

ซึ่งจากการทดลองใช้งานโปรแกรมควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าบนโทรศัพท์มือถือ ไปยังโปรแกรมจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้าบนเครื่องคอมพิวเตอร์ พบว่าโปรแกรมสามารถทำงานได้เป็นที่น่าพอใจ โดยโปรแกรมจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้าสามารถตอบสนองต่อคำสั่งที่ถูกส่งมาจากโทรศัพท์มือถือได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว แต่โปรแกรมบนโทรศัพท์มือถือจะทำงานนานขึ้นในขั้นตอนการทำงานค้นหาอุปกรณ์และการค้นหาบริการ เมื่อมีอุปกรณ์ที่มีบลูทูธอยู่ในรัศมีทำการเป็นจำนวนมาก

ระบบจำลองการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านโทรศัพท์มือถือนี้ เป็นเพียงการประยุกต์ใช้งานเบื้องต้นของการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ผ่านเทคโนโลยีบลูทูธ ซึ่งอาจสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบการควบคุมอื่นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- [1] S. Chakrabarti, L. Wu, S. Vuong, and V.C.M. Leung, “**A Remotely Controlled Bluetooth Enabled Environment**”, Proceedings of the IEEE CCNC’04, pp. 77-81, Jan. 2004.
- [2] J. C. Chien and C. C. Tai, “**The Information Home Appliance Control System –A Bluetooth Universal Type Remote Controller**”, Proceedings of the 2004 IEEE International Conference on Networking, Sensing & Control, pp.399-400, 2004.
- [3] http://wiki.forum.nokia.com/index.php/Bluetooth_Stack
- [4] B. Hopkins and R. Antony, “**Bluetooth for Java**”, Apress Inc., 2003, ch. 2.
- [5] <http://library.forum.nokia.com/>
- [6] <http://www.engineeringtoday.net/magazine/articledetail.asp?arid=1266&pid=124>
- [7] <http://jcp.org/aboutJava/communityprocess/mrel/jsr082/index2.html>
- [8] “**Introduction to Mobility Java Technology**”, [online] available: <http://developers.sun.com/techtopics/mobility/getstart>
- [9] E. Giguere, “**Getting Started with Bluetooth**”, retrieved October 2004, [online] available: <http://developers.sun.com/techtopics/mobility/midp/tips/BTintro/index.html>
- [10] T. Kruawaisayawan, 2006, “**A Bluetooth Remote Controller on a Mobile Phone Using Java Micro Edition**”, Proceedings of the 2006 Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI) International Conference, pp. 60-63.