โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรื่อง

ระบบตรวจสอบสถานะและควบคุมอาคารสถานที่ผ่านเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีบนสมาร์ทโฟน

Personalized Monitoring and Control of Office Buildings Using NFC on Smartphones

โดย

นางสาวกฤตา ปัทมสิริวัฒน์
5310503943

พ.ศ. 2556

ระบบตรวจสอบสถานะและควบคุมอาคารสถานที่
ผ่านเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีบนสมาร์ทโฟน

Personalized Monitoring and Control of Office Buildings
Using NFC on Smartphones

โดย

นางสาวกฤตา ปัทมสิริวัฒน์ 5310503943

โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา ..... **วันที่** ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....
(ผศ.ดร.ชัยพร ใจแก้ว)

..... **วันที่** ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....
(รศ.ดร.อนันต์ ผลเพิ่ม)

..... **วันที่** ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....
(อ.ดร.อภิรักษ์ จันทร์สร้าง)

หัวหน้าภาควิชา ..... **วันที่** ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....
(ผศ.ดร.ภุชงค์ อุทโยภาศ)

นางสาวกฤตา ปัทมสิริวัฒน์ ปีการศึกษา 2556
ระบบตรวจสอบสถานะและควบคุมอาคารสถานที่ผ่านเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีบนสมาร์ทโฟน
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์) ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

อาคารสถานที่ในปัจจุบันมีอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ติดตั้งอยู่เป็นจำนวนมาก อาทิเช่น หลอดไฟ เครื่องปรับอากาศ โทรทัศน์ ซึ่งผู้ที่เข้ามาใช้งานอาจเกิดความไม่สะดวกและสิ้นเปลืองเวลา หากผู้ใช้จำเป็นต้องควบคุมอุปกรณ์ที่มีแผงควบคุมติดตั้งอยู่ห่างไกลจากบริเวณที่ผู้ใช้อยู่บ่อยครั้ง บทความนี้นำเสนอระบบตรวจสอบสถานะและควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านทางสมาร์ทโฟน เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้ที่เข้ามาใช้อาคาร โดยโปรแกรมประยุกต์จะแสดงแผนผังจำลองและตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้อง เพื่อให้ผู้ใช้ควบคุมอุปกรณ์เหล่านั้นได้สะดวก รวมถึงสามารถจดจำการตั้งค่าเปิดอุปกรณ์อัตโนมัติส่วนบุคคล โปรแกรมประยุกต์จะใช้เทคโนโลยีเอ็นเอฟซีในการรับส่งข้อมูลระหว่างสมาร์ทโฟนและสถานีเอ็นเอฟซีที่ติดตั้งอยู่บริเวณต่างๆภายในห้อง เพื่อส่งข้อมูลไปยังส่วนควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้สามารถใช้สมาร์ทโฟนแทนแผงควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถปรับเปลี่ยนตามสภาพห้องที่ต้องการใช้งานได้อย่างสะดวก จากการทดสอบระบบพบว่าผู้ใช้สามารถใช้สมาร์ทโฟนแทนแผงควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จริง และตั้งค่าเปิดอุปกรณ์อัตโนมัติล่วงหน้าได้ โดยการใช้โปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นมีผลต่อการใช้พลังงานแบตเตอรีสมาร์ทโฟนเพียงเล็กน้อย

คำสำคัญ: เทคโนโลยีเอ็นเอฟซี, โปรแกรมประยุกต์สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่, เครือข่ายตรวจวัดไร้สาย, ระบบควบคุม

เลขที่เอกสารอ้างอิงภาควิชา E9021-CPJ-1-2556

Krita Pattamasiriwat Academic Year 2013

Personalized Monitoring and Control of Office Buildings Using NFC on Smartphones

Bachelor Degree in Computer Engineering. Department of Computer Engineering. Faculty of Engineering, Kasetsart University.

Abstract

Buildings are typically equipped with many appliances, e.g., bulbs, air-conditioners, televisions. Residents or employees may face some inconvenience and waste time when trying to control appliances through control panels located far away. This project presents the Personalized Monitoring and Control of Office Buildings Using NFC on Smartphones, developed to aid those users. The Android-based application displays the floor plan for each room and appliances' positions in the room, allowing users to control them. In addition, users' personalized settings can also be preconfigured. The application employs the NFC technology to connect a smartphone to appliance controllers, so users can use their smartphones as universal remote controls that adapt to each room's environment. Evaluation shows that the users are able to use their phones as appliances' controllers and preconfigure their personalized settings. In addition, battery consumption of smartphones increases very little while running the application.

Keywords: NFC, mobile application, wireless sensor network, control system

Department Reference No. E9021-CPJ-1-2556

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ.ดร.ชัยพร ใจแก้ว รศ.ดร.อนันต์ ผลเพิ่ม และ อ.ดร.อภิรักษ์ จันทร์สร้าง อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานทั้งสามท่านที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ และแนวคิด ตลอดจนช่วยแก้ไขข้อบกพร่องและปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงการมาโดยตลอด ผู้พัฒนาจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการจัดทำโครงการ รวมถึงทุนช่วยสนับสนุนในการทำโครงการ

ขอขอบคุณบริษัท ซิลิคอน คราฟท์ เทคโนโลยี จำกัด (Silicon Craft Technology Co.,Ltd) ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และไลบรารีในการจัดทำโครงการ รวมไปถึงคำแนะนำในการพัฒนาโครงการ และขอขอบคุณโครงการการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 16 จากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนในการทำโครงการ

ขอขอบคุณผู้ที่ให้ความช่วยเหลือท่านอื่น ๆ ทั้งคุณวสันต์ ลิ่วลมไพศาล สมาชิกห้องปฏิบัติการวิจัยเครือข่ายไร้สาย (IWING) ทุกท่าน รวมไปถึงเพื่อนนิสิตและอาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือจนโครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และสุดท้ายนี้ ขอขอบคุณครอบครัวของผู้พัฒนาโครงการสำหรับคำแนะนำและกำลังใจที่มีให้เสมอมา

นางสาวกฤตา ปัทมสิริวัฒน์
ผู้จัดทำ

สารบัญ

บทคัดย่อ iii
ABSTRACT iv
กิตติกรรมประกาศ v
สารบัญภาพ ix
สารบัญตาราง xi

1 บทนำ **1**
1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2
1.2 ขอบเขตของโครงงาน 2
1.2.1 ขอบเขตของโครงงาน 2
1.2.2 ข้อจำกัดของโครงงาน 3
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ 3

2 ทฤษฎีและงานที่เกี่ยวข้อง **4**
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4
2.1.1 เครื่อข่ายไร้สายระยะบุคคล 4
2.1.2 เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายระยะสั้น (เอ็นเอฟซี) 5
2.1.3 NDEF 5
2.1.4 มาตรฐาน IEEE 802.15.4 6
2.1.5 JSON 6
2.2 งานที่เกี่ยวข้อง 7
2.2.1 การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี 7
2.2.2 ระบบบ้านอัจฉริยะ 8

3 เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงงาน **10**
3.1 ระบบปฏิบัติการ 10
3.1.1 Android 4.1 Jelly Bean 10
3.1.2 Ubuntu 12.04 10

3.2 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา 10
3.2.1 ภาษาซี (C) 10
3.2.2 ภาษาจาวา (Java) 10
3.3 ซอร์ฟแวร์และไลบรารี 10
3.3.1 Eclipse IDE with Java Development Kit (JDK) 10
3.3.2 Android Development Tools (ADT) 10
3.3.3 Android Software Development Kit (Android SDK) 10
3.3.4 Tortoise hg 11
3.3.5 Sweet Home 3D 11
3.3.6 IWING Motelib 11
3.3.7 Protothreads 11
3.3.8 SICLibrary 11
3.3.9 Google Gson 11
3.4 ฮาร์ดแวร์ 11
3.4.1 สมาร์ทโฟนที่รองรับเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี 11
3.4.2 แผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซี SIC4310-HV 13
3.4.3 เอ็นเอฟซีแท็ก 14
3.4.4 โหนดสื่อสารไร้สาย 14
3.4.5 USB-to-UART Bridge 15
3.4.6 โมดูลรีเลย์ 17
3.4.7 อุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ 17

4 วิธีการดำเนินโครงงาน **18**

4.1 ภาพรวมของระบบ 18
4.2 รายละเอียดของระบบที่พัฒนา 23
4.2.1 Input / Output Specification 23
4.2.2 Functional Specification 23
4.2.3 กลุ่มผู้ใช้งาน 24
4.3 องค์ประกอบโดยรวมของระบบ 24
4.3.1 โปรแกรมประยุกต์ NFC Touch บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 24
4.3.2 เอ็นเอฟซีแท็ก 25
4.3.3 สถานีเอ็นเอฟซี 26
4.3.4 ส่วนควบคุมหลัก 26
4.4 ขั้นตอนการทำงานของระบบ 27
4.4.1 การเพิ่มข้อมูลห้องในโปรแกรมประยุกต์ 27

4.4.2 การควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ 28
4.4.3 การตั้งค่าเปิดอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ล่วงหน้า 29
4.5 ขั้นตอนการพัฒนา 29

5 ผลการดำเนินโครงงานและวิจารณ์ 31
5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ 31
5.1.1 การทดสอบความสามารถในการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์จริง . . 31
5.1.2 การทดสอบความถูกต้องในการควบคุมและแสดงสถานะปัจจุบันของอุปกรณ์ . . 32
5.1.3 การทดสอบระบบจำกัดสิทธิ์การใช้งานของผู้ใช้ 32
5.1.4 การทดสอบอัตราการสูญหายของข้อมูล 33
5.1.5 การทดสอบการใช้พลังงานแบตเตอรีสมาร์ทโฟนเมื่อใช้งานโปรแกรมประยุกต์ . 33
5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล 33

6 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ 36
6.1 ข้อสรุป 36
6.2 ปัญหาและอุปสรรค 36
6.3 แนวทางการพัฒนาต่อ 37
6.4 ข้อเสนอแนะ 38

บรรณานุกรม 39

7 ภาคผนวก 41
7.1 คู่มือการติดตั้ง 41
7.1.1 การติดตั้งโปรแกรมประยุกต์ NFC Touch บนสมาร์ทโฟน 41
7.1.2 การติดตั้งโปรแกรมบนโหนดสื่อสารไร้สาย 44
7.1.3 การเตรียมแผนผังห้องและข้อมูลอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้อง . . 46
7.1.4 การติดตั้งระบบ 49
7.2 คู่มือการใช้งาน 50

8 ประวัตินิสิต 58

สารบัญภาพ

รูปที่ 1.1 การติดตั้งแผงวงจรควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในอาคาร 2
รูปที่ 2.1 ระยะการสื่อสารของเครือข่ายไร้สายระยะบุคคลเทียบกับเครือข่ายไร้สายอื่น . . . 4
รูปที่ 2.2 โครงสร้าง NDEF Message 5
รูปที่ 2.3 การใช้งานสมาร์ทโปสเตอร์ 8
รูปที่ 3.1 Samsung Galaxy Note 2 12
รูปที่ 3.2 แผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซี SIC4310-HV 13
รูปที่ 3.3 เอ็นเอฟซีแท็ก 14
รูปที่ 3.4 โหนดไร้สายที่ได้รับการพัฒนาโดยห้องปฏิบัติการวิจัยเครือข่ายไร้สาย (IWING) . . 14
รูปที่ 3.5 USB-to-UART Bridge 16
รูปที่ 3.6 4-channel relay 17
รูปที่ 3.7 แบบจำลองห้อง 17
รูปที่ 4.1 ภาพรวมของระบบ 18
รูปที่ 4.2 โครงสร้างของระบบ 19
รูปที่ 4.3 โครงสร้างอินเตอร์เฟสหลักของโปรแกรมประยุกต์ 20
รูปที่ 4.4 อินเตอร์เฟสส่วนควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ของโปรแกรมประยุกต์ . . 20
รูปที่ 4.5 อินเตอร์เฟสการตั้งค่าควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ส่วนบุคคลล่วงหน้า . 21
รูปที่ 4.6 สถานีเอ็นเอฟซี 21
รูปที่ 4.7 ส่วนควบคุมหลัก 22
รูปที่ 4.8 องค์ประกอบโดยรวมของระบบ 24
รูปที่ 4.9 โครงสร้าง NDEF Message ในเอ็นเอฟซีแท็ก 26
รูปที่ 4.10 ขั้นตอนการเพิ่มข้อมูลห้องในโปรแกรมประยุกต์ 27
รูปที่ 4.11 ขั้นตอนการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ 28
รูปที่ 4.12 ขั้นตอนการตั้งค่าเปิดอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ล่วงหน้า 29
รูปที่ 5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบควบคุมหลอดไฟ 31
รูปที่ 5.2 สภาพแวดล้อมในการทดสอบควบคุมแบบจำลองห้อง 33
รูปที่ 5.3 อัตราการสูญหายของข้อมูลที่ระยะต่าง ๆ จากส่วนควบคุมหลัก 35
รูปที่ 5.4 พลังงานแบตเตอรีสมาร์ทโฟนที่ใช้เมื่อตั้งค่าคาบการสื่อสารผ่านเอ็นเอฟซีต่างกัน . 35
รูปที่ 7.1 การตั้งค่าสมาร์ทโฟนให้อนุญาตการติดตั้งโปรแกรมประยุกต์จากแหล่งอื่น 41

รูปที่ 7.2 ข้อความแจ้งเตือนเกี่ยวกับความปลอดภัย 42
รูปที่ 7.3 การตรวจสอบการตั้งค่าอนุญาตการติดตั้งโปรแกรมประยุกต์จากแหล่งอื่น 42
รูปที่ 7.4 การติดตั้งโปรแกรมประยุกต์ลงบนสมาร์ทโฟนผ่านทาง Package Installer . . . 43
รูปที่ 7.5 ไอคอนของโปรแกรมประยุกต์ NFC Touch บนสมาร์ทโฟน 43
รูปที่ 7.6 การเชื่อมต่อโหนดสื่อสารไร้สายเข้ากับคอมพิวเตอร์ 45
รูปที่ 7.7 ปุ่มบนโหนดสื่อสารไร้สายที่ใช้ในการเข้าสู่ boot loader 46
รูปที่ 7.8 ภาพแผนผังห้องที่สร้างจากโปรแกรม Sweet Home 3D 47
รูปที่ 7.9 อินเตอร์เฟสการเขียนข้อมูลลงบนเอ็นเอฟซีแท็ก 48
รูปที่ 7.10 การติดตั้งส่วนควบคุมหลัก 49
รูปที่ 7.11 การติดตั้งสถานีเอ็นเอฟซี 49
รูปที่ 7.12 การเปิดใช้งานเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีบนสมาร์ทโฟน 50
รูปที่ 7.13 ไอคอนโปรแกรมประยุกต์ NFC Touch 50
รูปที่ 7.14 อินเตอร์เฟสสำหรับลงทะเบียนชื่อและรหัสประจำตัวของผู้ใช้ 51
รูปที่ 7.15 อินเตอร์เฟสหลักของโปรแกรมประยุกต์ 52
รูปที่ 7.16 อินเตอร์เฟสแสดงรายชื่อห้องที่มีข้อมูลจัดเก็บอยู่ในเครื่อง 52
รูปที่ 7.17 อินเตอร์เฟสการเลือกแท็บเพื่อควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ 53
รูปที่ 7.18 อินเตอร์เฟสแจ้งผู้ใช้ให้นำสมาร์ทโฟนไปสัมผัสบริเวณแผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซี . . 53
รูปที่ 7.19 การใช้สมาร์ทโฟนควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้อง 54
รูปที่ 7.20 อินเตอร์เฟสการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้อง 54
รูปที่ 7.21 อินเตอร์เฟสการควบคุมความสว่างของหลอดไฟ 55
รูปที่ 7.22 อินเตอร์เฟสการเลือกแท็บเพื่อตั้งค่าสถานะอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ล่วงหน้า 55
รูปที่ 7.23 อินเตอร์เฟสการตั้งค่าสถานะอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ล่วงหน้า 56
รูปที่ 7.24 อินเตอร์เฟสการเลือกแท็บเพื่อตั้งค่าโปรแกรมประยุกต์ 56
รูปที่ 7.25 อินเตอร์เฟสการตั้งค่าบัญชีผู้ใช้ 57
รูปที่ 7.26 อินเตอร์เฟสแจ้งการลบข้อมูลห้อง 57

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของสมาร์ทโฟน Samsung Galaxy Note 2 12
ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติของแผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซี SIC4310-HV 13
ตารางที่ 3.3 คุณสมบัติของโมดูลไมโครคอนโทรลเลอร์ไร้สาย JN5168 15
ตารางที่ 3.4 คุณสมบัติของ USB-to-UART Bridge 16
ตารางที่ 5.1 ผลการทดสอบอัตราการสูญหายของข้อมูล 34

1 บทนำ

เนื่องจากอาคารสถานที่ในปัจจุบัน มีการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์เป็นจำนวนมาก อาทิเช่น หลอดไฟ เครื่องปรับอากาศ โทรทัศน์ เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ที่เข้ามาใช้อาคาร ซึ่งการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์เหล่านั้น มักใช้ซึ่งแผงควบคุมอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่บริเวณทางเข้าห้องเพียงจุดเดียวดังรูปที่ 1.1 หรือติดตั้งแยกกันใกล้กับบริเวณที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็ก-ทรอนิกส์ ทำให้เกิดความไม่สะดวกในการใช้งานหากผู้ใช้อยู่ห่างไกลจากบริเวณดังกล่าว และเป็นการเสียเวลาหากผู้ใช้จะต้องเปิดอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์จำนวนมากเป็นประจำ นอกจากนี้ การจะติดตั้งแผงควบคุมไว้หลายจุดนั้น เป็นการสิ้นเปลืองเวลาในการเดินสายไฟและใช้พื้นที่ในการติดตั้งมาก หากแผงควบคุมมีขนาดใหญ่ อีกทั้งยังเกิดความไม่สะดวกหากมีการเพิ่มหรือโยกย้ายแผงควบคุมเพื่อรองรับจำนวนผู้ใช้ที่เพิ่มขึ้น

จากปัญหาที่เกิดขึ้น จึงเกิดแนวคิดที่จะพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟนเพื่อตรวจสอบสถานะและควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในอาคาร ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ที่เข้ามาใช้อาคารสถานที่ โดยโปรแกรมประยุกต์ที่จะทำการพัฒนานั้น จะต้องสามารถใช้งานได้ง่าย สะดวกและเป็นมิตรต่อผู้ใช้ จึงมีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายระยะสั้นหรือเอ็นเอฟซี (Near Field Communication; NFC) [11] มาประยุกต์ใช้งาน เนื่องจากเทคโนโลยีดังกล่าวมีจุดเด่นด้านความสะดวกและความปลอดภัยในการใช้งาน อีกทั้งยังมีสมาร์ทโฟนจำนวนมากในท้องตลาดปัจจุบันที่รองรับการใช้งานเอ็นเอฟซี

การจัดทำระบบตรวจสอบสถานะและควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในอาคารจะช่วยให้ผู้ที่เข้ามาใช้อาคารสามารถตรวจสอบสถานะและควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้องผ่านทางสมาร์ทโฟนของผู้ใช้ ทำให้ผู้ใช้ได้รับความสะดวกสบายมากขึ้น

รูปที่ 1.1: การติดตั้งแผงวงจรควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในอาคาร

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทราบสถานะและควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานภายในอาคารผ่านทางสมาร์ทโฟนโดยใช้เทคโนโลยีเอ็นเอฟซี
2. เพื่อใช้ผู้ใช้สามารถทราบข้อมูลเบื้องต้นและสถานะปัจจุบันของอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในอาคารผ่านทางสมาร์ทโฟน
3. โปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นสามารถจดจำสถานะการตั้งค่าเปิดอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์โดยอัตโนมัติของผู้ใช้แต่ละคนได้
4. ระบบที่พัฒนามีความปลอดภัยในการเรียกดูสถานะและควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในอาคาร

1.2 ขอบเขตของโครงงาน

การพัฒนาระบบตรวจสอบสถานะและควบคุมอาคารสถานที่ผ่านเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีบนสมาร์ทโฟนมีขอบเขตและข้อจำกัดในการพัฒนาดังต่อไปนี้

1.2.1 ขอบเขตของโครงงาน

- สามารถตรวจสอบสถานะปัจจุบันและควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ในแบบจำลองห้องและอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์จริงบางชนิดผ่านทางโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟน เมื่อนำสมาร์ทโฟนสัมผัสบริเวณแผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซี
- ผู้ใช้แต่ละคนจะถูกกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูล ทำให้ผู้ใช้แต่ละคนมีสิทธ์ในการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ต่างกัน

- สามารถตั้งค่าเปิดอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เป็นประจำโดยอัตโนมัติเมื่อเข้าไปใช้งานบริเวณนั้นๆของอาคาร

1.2.2 ข้อจำกัดของโครงงาน

- โปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 4.0 Ice Cream Sandwich ขึ้นไป
- โปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นทำงานได้เฉพาะบนสมาร์ทโฟนที่รองรับเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี ตัวอย่างเช่น Samsung Galaxy Note 2, Samsung Galaxy Note 3, Samsung Galaxy S4, Sony Xperia T, Sony Xperia Z, Google Nexus S

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

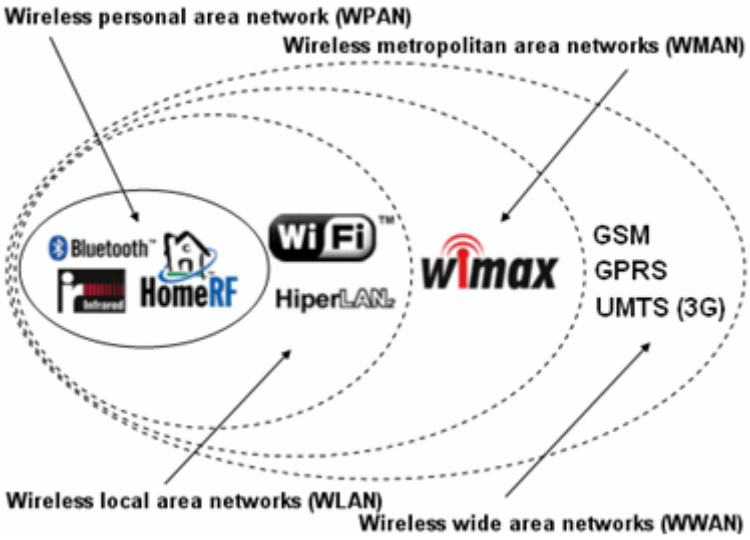
1. ผู้ใช้ได้รับความสะดวกสบายจากการใช้สมาร์ทโฟนเป็นแผงควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถปรับเปลี่ยนตามสภาพห้องที่ผู้ใช้ต้องการใช้งานได้
2. ผู้ใช้สามารถสามารถตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นและสถานะปัจจุบันของอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในอาคารผ่านทางสมาร์ทโฟน
3. ช่วยลดระยะเวลาในการเปิดอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ของผู้ใช้หากผู้ใช้มีการควบคุมอุปกรณ์จำนวนมากเป็นประจำ เนื่องจากผู้ใช้สามารถตั้งค่าควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ที่ล่วงหน้าเพื่อทำการเปิดอุปกรณ์เหล่านั้นอัตโนมัติเมื่อนำสมาร์ทโฟนสัมผัสบริเวณแผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซี
4. ผู้ใช้สามารถใช้สมาร์ทโฟนในการระบุตัวตนของผู้ใช้ทำให้ระบบที่พัฒนามีความปลอดภัยในการใช้งาน

2 ทฤษฎีและงานที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 เครือข่ายไร้สายระยะบุคคล

เครือข่ายไร้สายระยะบุคคล (Wireless Personal Area Network; WPAN) [22] เป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ส่วนบุคคลในระยะใกล้ หรือเชื่อมต่ออุปกรณ์ส่วนบุคคลไปยังเครือข่ายที่มีระดับสูงขึ้นหรืออินเทอร์เน็ต โดยมีระยะการสื่อสารตั้งแต่ระดับเซนติเมตรไปจนถึงระดับเมตรเทียบกับเครือข่ายประเภทอื่นได้ดังรูปที่ 2.1 การเชื่อมต่อในเครือข่ายไร้สายระยะบุคคลจะอยู่บนมาตรฐาน IEEE 802.15 เทคโนโลยีที่ใช้ในเครือข่ายไร้สายระยะบุคคล ยกตัวอย่างเช่น บลูทูธ IrDA ยูเอสบีไร้สาย Z-Wave Zigbee รวมไปถึงเครือข่ายระยะร่างกาย (Body Area Network; BAN) เครือข่ายไร้สายระยะบุคคลได้รับความสนใจอย่างมากในปัจจุบัน และมีการนำไปประยุกต์ใช้หลากหลายมากขึ้น โดยในการพัฒนาจะมุ่งเน้นในการใช้อุปกรณ์ที่มีราคาถูก และใช้กำลังไฟฟ้าต่ำ เพื่อให้อุปกรณ์มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน



รูปที่ 2.1: ระยะการสื่อสารของเครือข่ายไร้สายระยะบุคคลเทียบกับเครือข่ายไร้สายประเภทอื่น

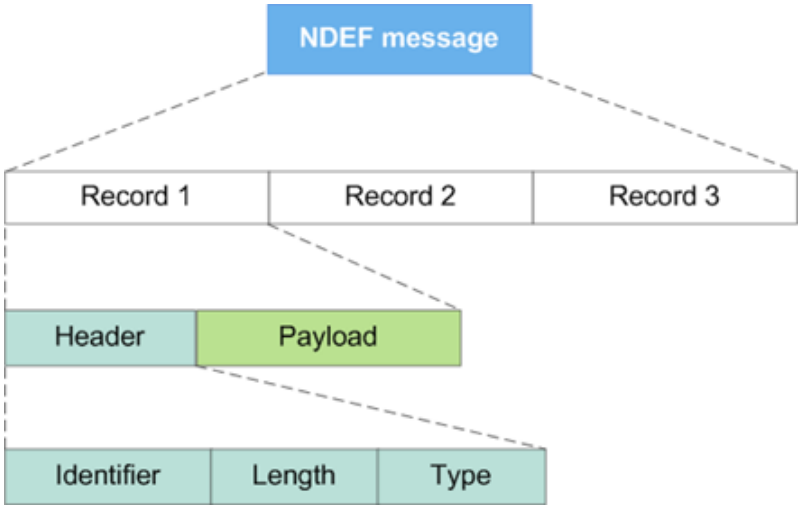
[ที่มา: https://sites.google.com/site/322462wirelesspan/wireless-personal-area-network/wireless-personal-area-network]

2.1.2 เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายระยะสั้น (เอ็นเอฟซี)

เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายระยะสั้นหรือเอ็นเอฟซี (Near Field Communication; NFC) เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาต่อยอดมาจากเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (Radio-Frequency Identification; RFID) [29] ครอบคลุมทั้งมาตรฐานโพรโทคอลในการติดต่อสื่อสาร และรูปแบบข้อมูล อาทิเช่น มาตรฐาน ISO/IEC 14443 [6] และ Felica ใช้ในการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระยะสั้นไม่เกิน 10 เซนติเมตร โดยใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ 13.56 MHz ทำให้มีความปลอดภัยสูง อีกทั้งยังสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วและใช้พลังงานต่ำในการทำงาน ลักษณะการใช้งานเพื่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลมีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลได้ทันทีโดยการนำอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานเทคโนโลยีเอ็น-เอฟซีมาอยู่ในระยะที่ใกล้กัน

2.1.3 NDEF

NFC Data Exchange Format (NDEF) [13] เป็นรูปแบบการเอ็นแคปซูเลชันข้อมูลเพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีในรูปแบบข้อมูลไบนารี NDEF แมสเสจ (NDEF Message) จะประกอบด้วย NDEF เร็คคอร์ด (NDEF Record) ตั้งแต่ 1 เร็คคอร์ดขึ้นไป โดยมีโครงสร้างดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2: โครงสร้าง NDEF Message

[ที่มา: http://developer.nokia.com/community/wiki/File:Ndefrecod.png]

2.1.4 มาตรฐาน IEEE 802.15.4

มาตรฐาน IEEE 802.15.4 [23] เป็นมาตรฐานการสื่อสารระยะใกล้ในระดับชั้นฟิสิคัล (Physical layer) และระดับชั้นดาต้าลิงค์ (Data link layer) ซึ่งใช้พลังงานต่ำในการสื่อสาร เหมาะกับอุปกรณ์ที่ต้องการประหยัดพลังงาน ไม่ต้องการความเร็วสูงในการรับส่งข้อมูล และมีระยะการสื่อสารใกล้ เพื่อยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ให้สามารถใช้งานได้นาน จึงเหมาะแก่การนำมาใช้ในการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ที่มีลักษณะการเชื่อมต่อเป็นเครือข่ายไร้สายระยะบุคคลโดยสามารถเชื่อมต่อในลักษณะเพียร์ทูเพียร์ (peer-to-peer) หรือแบบสตาร์ (Star network)

คลื่นความถี่ที่ใช้ในการสื่อสารจะแตกต่างกันไปตามแต่ละภูมิภาคของโลก โดยมีการใช้งานทั้งหมด 3 ย่านความถี่คือ

- **868.0 - 868.6 MHz** ใช้ในภูมิภาคยุโรป ไม่มีการแบ่งช่องสัญญาณ มีความเร็วในการรับส่งข้อมูล 20, 100 และ 250 Kbps
- **902.0 - 928.0 MHz** ใช้ในสหรัฐอเมริกา มีการแบ่งช่องสัญญาณออกเป็น 10 ช่องสัญญาณ มีความเร็วในการรับส่งข้อมูล 40 และ 250 Kbps
- **2.4 - 2.48 GHz** ใช้ทั่วไปในภูมิภาคอื่น มีการแบ่งช่องสัญญาณออกเป็น 16 ช่องสัญญาณ มีความเร็วในการรับส่งข้อมูล 250 Kbps

โดยในประเทศไทยจะใช้คลื่นความถี่ 2.4 GHz ในการติดต่อสื่อสารผ่านมาตรฐาน IEEE 802.15.4

2.1.5 JSON

JSON (JavaScript Object Notation) [8] คือรูปแบบข้อมูลสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลคอมพิวเตอร์ โดยอยู่ในรูปแบบข้อความธรรมดา (plain text) ที่ง่ายต่อการอ่านเขียนของคน รวมถึงง่ายต่อการสร้างและตีความโดยคอมพิวเตอร์ เป็นรูปแบบข้อมูลที่มีความเป็นอิสระไม่ขึ้นอยู่กับโครงสร้างภาษาโปรแกรมใด โดยจะมีรูปแบบการเขียนที่ผู้เขียนโปรแกรมภาษาต่าง ๆ คุ้นเคย ไม่ว่าจะเป็น ภาษา C, C++, C#, Java, Javascript, Perl, Python และอื่นๆ โดยมีรูปแบบโครงสร้าง 2 รูปแบบคือ

- การจัดเก็บชุดข้อมูลที่มีลักษณะเป็นคู่ของชื่อข้อมูลและค่าของข้อมูล เช่น ข้อมูลในรูปแบบของ object, record, struct, dictionary, hash table, keyed list, assosiative array
- การจัดเก็บชุดข้อมูลที่มีลักษณะเป็นลำดับของค่าข้อมูล เช่น ข้อมูลในรูปแบบของ array, vector, list, sequence

ตัวอย่างข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบ JSON มีลักษณะดังนี้

```
{
        "firstName": "John",
        "lastName": "Smith",
        "address": {
                "streetAddress": "21 2nd Street",
                "city": "New York",
                "state": "NY",
                "postalCode": 10021
        },
        "phoneNumbers": [
                "212 555-1234",
                "646 555-4567"
        ]
}
```

2.2 งานที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี

ในปัจจุบันมีระบบงานที่นำเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้น เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายและช่องทางการใช้งานใหม่ให้แก่ผู้ใช้ อาทิเช่น

- **การชำระเงินผ่านอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย (Mobile Payment)** [5] โดยการใช้สมาร์ทโฟนแทนกระเป๋าเงินเสมือน (Virtual Wallet) และใช้การแตะสมาร์ทโฟนกับเครื่องอ่านเอ็นเอฟซีเพื่อชำระเงิน

- **สมาร์ทโปสเตอร์ (Smart Posters)** [20] ใช้ในการโฆษณาประชาสัมพันธ์โดยการให้ผู้ใช้นำสมาร์ท-โฟนอ่านเอ็นเอฟซีแท็กบริเวณแผ่นปิดโฆษณาดังรูปที่ 2.3 เพื่อแสดงรายละเอียดรวมถึงลูกเล่นอื่น ๆ ของโฆษณา

รูปที่ 2.3: การใช้งานสมาร์ทโปสเตอร์

[ที่มา: http://www.smartposter.co.uk/uploaded/L4e7768d97b892.jpg]

- **การใช้แทนบัตรอนุญาตเดินทาง (Transit Ticket)** [14] อาจใช้ในรูปแบบบัตรเดินทางลักษณะเดียวกับบัตรเดินทางที่ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี หรือในรูปแบบการใช้สมาร์ทโฟนแทนบัตรเดินทางโดยตรง
- **การแลกเปลี่ยนนามบัตร (Business-Card Exchange)** [12] ใช้ในรูปแบบของการทำเป็นนามบัตรเอ็นเอฟซีแจกให้ผู้อื่นโดยการใช้สมาร์ทโฟนอ่านนามบัตร หรือในรูปแบบการแลกเปลี่ยนนามบัตรอิเล็กทรอนิกส์ระหว่างสมาร์ทโฟนโดยการนำสมาร์ทโฟนมาอยู่ในระยะใกล้กัน

2.2.2 ระบบบ้านอัจฉริยะ

ระบบบ้านอัจฉริยะ (Smart Home / Home Automation) [24] [25] คือการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในบ้าน เพื่ออำนวยความสะดวกและเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้อยู่อาศัย โดยจะมีระดับการใช้งานแตกต่างกันออกไปตั้งแต่การใช้รีโมทควบคุมในระยะใกล้ การใช้แผงควบคุมส่วนกลาง ไปจนถึงการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการควบคุมผ่านอินเทอร์เน็ตโดยใช้เครื่องแม่ข่ายให้ผู้ใช้สามารถควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในบ้านผ่านทางเว็บอินเตอร์เฟสหรือโปรแกรมประยุกต์โดยใช้คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ต

ระบบบ้านอัจฉริยะมีความสามารถในการควบคุมระบบต่าง ๆ ภายในบ้าน อาทิเช่น

- **ระบบควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์** เพื่อใช้ในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน เช่น หลอดไฟ พัดลม เครื่องปรับอากาศ

- **ระบบความบันเทิง** เพื่อใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ด้านความบันเทิง เช่น การเปลี่ยนช่องโทรทัศน์ การเปิด-ปิดเครื่องเสียง การกระจายสัญญาณอินเทอร์เน็ต

- **ระบบควบคุมสภาพแวดล้อม** จะมีการใช้อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อมภายในบ้าน เช่น อุณหภูมิ ความสว่าง เพื่อทำการปรับสภาพบ้านให้เหมาะสมต่อผู้อยู่อาศัยอัตโนมัติ เช่น การเปิดไฟสนามอัตโนมัติในเวลากลางคืน

- **ระบบรักษาความปลอดภัย** จะมีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับผู้บุกรุก เช่น อุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหว อุปกรณ์ตรวจจับการเปิดประตู-หน้าต่าง หรืออุปกรณ์ตรวจจับควันไฟ และมีส่วนการแจ้งเตือนโดยอาจอยู่ในรูปแบบสัญญาณเตือนภัย หรือการแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่

- **ระบบอำนวยความสะดวกอื่น ๆ** เช่น ระบบประตูรั้วอัตโนมัติ ระบบรดน้ำต้นไม้ ระบบให้อาหารสัตว์

การรับส่งข้อมูลของระบบบ้านอัจฉริยะในปัจจุบัน อาจใช้การเชื่อมต่อสายโดยตรง หรือใช้เทคโนโลยีสื่อสารอื่น ๆ เช่น การสื่อสารผ่านสายไฟฟ้า (Power Line Communication; PLC) โดยใช้โพรโทคอล X10 [15] การสั่งงานผ่านเทคโนโลยีวายฟาย [21] หรือบลูทูธ [9]

3 เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงงาน

3.1 ระบบปฏิบัติการ

3.1.1 Android 4.1 Jelly Bean

Android 4.1 เป็นระบบปฏิบัติการที่มีพื้นฐานอยู่บนลินุกซ์เคอร์เนล สำหรับใช้งานบนสมาร์ทโฟน

3.1.2 Ubuntu 12.04

เป็นระบบปฏิบัติการที่มีพื้นฐานอยู่บนลินุกซ์เคอร์เนล ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับตรวจสอบสถานะและควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์บนโหนดสื่อสารไร้สายและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟน

3.2 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา

3.2.1 ภาษาซี (C)

ภาษาซี ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับตรวจสอบสถานะและควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์บนโหนดสื่อสารไร้สาย

3.2.2 ภาษาจาวา (Java)

ภาษาจาวา เป็นภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟน

3.3 ซอร์ฟแวร์และไลบรารี

3.3.1 Eclipse IDE with Java Development Kit (JDK)

Eclipse IDE เป็น editor ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมประยุกต์ภาษาจาวา

3.3.2 Android Development Tools (ADT)

ADT เป็นปลั๊กอินสำหรับ Eclipse IDE เพื่อเพิ่มความสามารถและเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

3.3.3 Android Software Development Kit (Android SDK)

Android SDK เป็นชุดพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ประกอบด้วยไลบรารี (API Libraries) และเครื่องมือพัฒนา (Development Tools) รวมถึงอีมูเลเตอร์ (Android Virtual Device Manager; AVD) สำหรับใช้ในการจำลองอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อใช้ทดสอบใช้งานโปรแกรมประยุกต์ระหว่างการพัฒนา

3.3.4 Tortoise hg

Tortoise hg เป็นโปรแกรมสำหรับใช้ทำเวอร์ชันคอนโทรลในการพัฒนาโครงงาน

3.3.5 Sweet Home 3D

Sweet Home 3D เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างแผนผังห้องเพื่อใช้ในระบบตรวจสอบสถานะและควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์

3.3.6 IWING Motelib

IWING Motelib [7] เป็นไลบรารีที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยห้องปฏิบัติการวิจัยเครือข่ายไร้สาย (IWING) เพื่อใช้ในการควบคุมโหนดสื่อสารไร้สาย

3.3.7 Protothreads

Protothreads [16] เป็นไลบรารีที่ช่วยให้สามารถใช้งานเทรดได้ในระบบที่มีหน่วยความจำขนาดจำกัด เช่นในระบบสมองกลฝังตัวขนาดเล็กหรือในโหนดตรวจวัดไร้สาย

3.3.8 SICLibrary

เป็นไลบรารีที่พัฒนาโดยบริษัท ซิลิคอน คราฟท์ เทคโนโลยี จำกัด ใช้สำหรับควบคุมการรับส่งข้อมูลผ่านทางเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีมาตรฐาน ISO14443A ในโปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

3.3.9 Google Gson

Google Gson [4] เป็นไลบรารีของภาษา Java สำหรับใช้ในการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปการเก็บข้อมูลแบบ JSON

3.4 ฮาร์ดแวร์

3.4.1 สมาร์ทโฟนที่รองรับเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี

ในการพัฒนาโครงงานนี้ ใช้สมาร์ทโฟน Samsung Galaxy Note 2 ดังรูปที่ 3.1 ในการพัฒนาโดยมีคุณสมบัติดังตารางที่ 3.1

รูปที่ 3.1: Samsung Galaxy Note 2

[ที่มา: http://www.samsung.com/us/register/galaxy-note-2-smartphone/galaxynote2.jpg]

ตารางที่ 3.1: คุณสมบัติของสมาร์ทโฟน Samsung Galaxy Note 2

หน่วยประมวลผลกลาง	1.6 GHz quad-core Cortex-A9
หน่วยประมวลผลกราฟิก	ARM Mali-400MP
SoC	Samsung Exynos 4412 Quad
หน่วยความจำ	2 GiB RAM
หน่วยเก็บข้อมูลในตัวเครื่อง	16 GiB Flash Memory
หน่วยเก็บข้อมูลเสริม	การ์ดหน่วยความจำ microSD สูงสุด 64 GiB
ระบบปฏิบัติการ	Android 4.1.1 Jelly bean
แบตเตอรี	Li-ion 3,100 mAh
การรองรับการเชื่อมต่อ	- GPS, A-GPS, - Wi-Fi 802.11b/g/n/a (2.4, 5 GHz), Wi-Fi Direct - Bluetooth 4.0 LE, NFC, Micro USB 2.0, MHL

3.4.2 แผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซี SIC4310-HV

แผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซี SIC4310-HV [27] เป็นโมดูลที่ทำงานโดยใช้มาตรฐานการสื่อสารผ่านเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีแบบเอ็นเอฟซีแท็กประเภทที่ 2 (NFC Tag Type 2: ISO14443A) ดังรูปที่ 3.2 ซึ่งสามารถรับส่งข้อมูลผ่านอินเตอร์เฟส UART ผลิตโดยบริษัท ซิลิคอน คราฟท์ เทคโนโลยี จำกัด โดยใช้วงจรรวม SIC4310 ซึ่งมีคุณสมบัติดังตารางที่ 3.2

รูปที่ 3.2: แผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซี SIC4310-HV

ตารางที่ 3.2: คุณสมบัติของแผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซี SIC4310-HV

วงจรรวมที่ใช้	SIC4310
หน่วยความจำ	- EEPROM ขนาด 228 bytes - หน่วยความจำสำหรับผู้ใช้ 196 bytes
ระยะสื่อสาร	< 8 เซนติเมตร
โพรโทคอลที่รองรับ	ISO14443A @106kbps
อินเตอร์เฟส	- RF (ISO14443A - 106kbps) - UART 115.2 kbps
อุณหภูมิขณะปฏิบัติการ	-40 °C ~ 85 °C
แหล่งพลังงาน	- การเก็บเกี่ยวพลังงานจากสิ่งแวดล้อม (Energy Harvesting) - แหล่งจ่ายไฟภายนอก 3.3 V

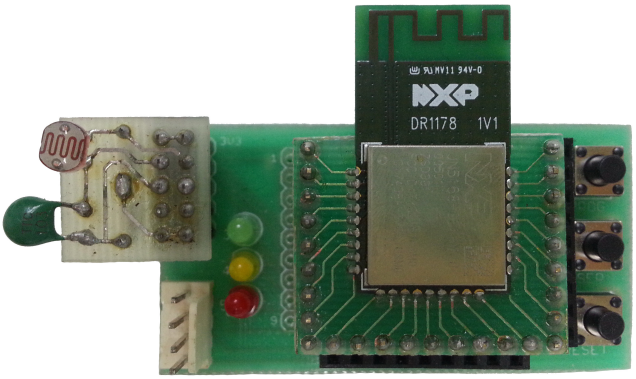
3.4.3 เอ็นเอฟซีแท็ก

เอ็นเอฟซีแท็ก เป็นชิปแบบฝังตัว สามารถเก็บข้อมูลและสื่อสารผ่านเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี อาจอยู่ในรูปของสติกเกอร์ แผ่นการ์ด พวงกุญแจ ริสต์แบนด์ หรือรูปแบบอื่น ๆ ตัวอย่างดังรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3: เอ็นเอฟซีแท็ก

3.4.4 โหนดสื่อสารไร้สาย

โหนดสื่อสารไร้สาย แสดงดังรูปที่ 3.4 พัฒนาโดยห้องปฏิบัติการวิจัยเครือข่ายไร้สาย (IWING) ประกอบด้วยโมดูลไมโครคอนโทรลเลอร์ไร้สาย JN5168 [28] ซึ่งมีคุณสมบัติดังตารางที่ 3.3 และอุปกรณ์ตรวจวัดสำหรับใช้ตรวจวัดความเข้มแสงและอุณหภูมิ



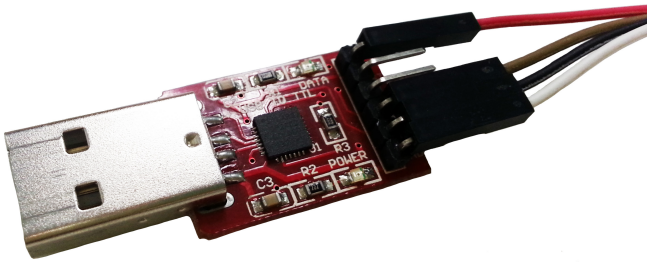
รูปที่ 3.4: โหนดไร้สายที่ได้รับการพัฒนาโดยห้องปฏิบัติการวิจัยเครือข่ายไร้สาย (IWING)

ตารางที่ 3.3: คุณสมบัติของโมดูลไมโครคอนโทรลเลอร์ไร้สาย JN5168

หน่วยประมวลผลกลาง	32-bit RISC CPU, up to 32 MIPs with low power
หน่วยความจำ	- Flash ขนาด 256 kB - RAM ขนาด 32 kB - EEPROM ขนาด 4 kB
โพรโทคอลที่รองรับ	- 2.4 GHz IEEE 802.15.4 - JenNet-IP - ZigBee Light Link - ZigBee Smart Energy - RF4CE
อินเตอร์เฟส	RF, UART, SPI, 2-Wire Serial, JTAG
อุณหภูมิขณะปฏิบัติการ	-40 °C ∼ 85 °C
แรงดันไฟฟ้า (VDD)	2.0 - 3.6 V
กำลังส่ง (Tx Power)	+2.5 dBm
ความสามารถในการรับสัญญาณ (Receiver sensitivity)	-95 dBm
กระแสไฟฟ้าที่ใช้ขณะส่งสัญญาณ (TX current)	15.3 mA
กระแสที่ใช้ขณะรับสัญญาณ (RX current)	17 mA

3.4.5 USB-to-UART Bridge

USB-to-UART Bridge เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อโหนดสื่อสารไร้สาย ผ่านอินเตอร์เฟส UART เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนา เพื่อใช้ในการโปรแกรมโหนดสื่อสารไร้สาย แสดงดังรูปที่ 3.5 โดยใช้วงจรรวม CP2102 [26] มีคุณสมบัติดังตารางที่ 3.4



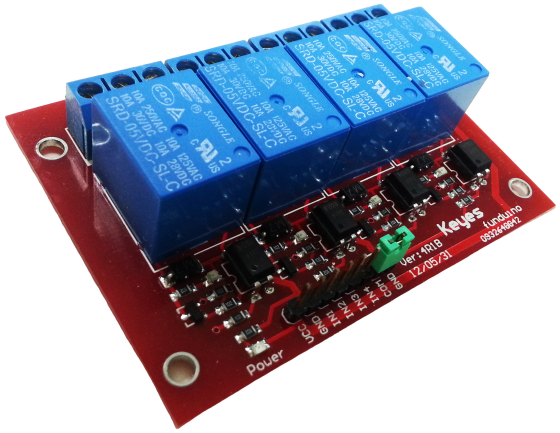
รูปที่ 3.5: USB-to-UART Bridge

ตารางที่ 3.4: คุณสมบัติของ USB-to-UART Bridge

วงจรรวมที่ใช้	CP2102
หน่วยความจำ	- EEPROM - หน่วยความจำภายใน 1,024 bytes
อินเตอร์เฟส USB	USB 2.0 ความเร็วสูงสุด 12 Mbps
อินเตอร์เฟส UART	- Baud rate 300 bps - 1 Mbps - Receive buffer ขนาด 576 bytes - Transmit buffer ขนาด 604 bytes
อุณหภูมิขณะปฏิบัติการ	-40 °C ~ 85 °C
แหล่งพลังงาน	- แหล่งจ่ายไฟภายนอก 3.0 - 3.6 V - แหล่งจ่ายไฟจาก USB 4.0 - 5.25 V

3.4.6 โมดูลรีเลย์

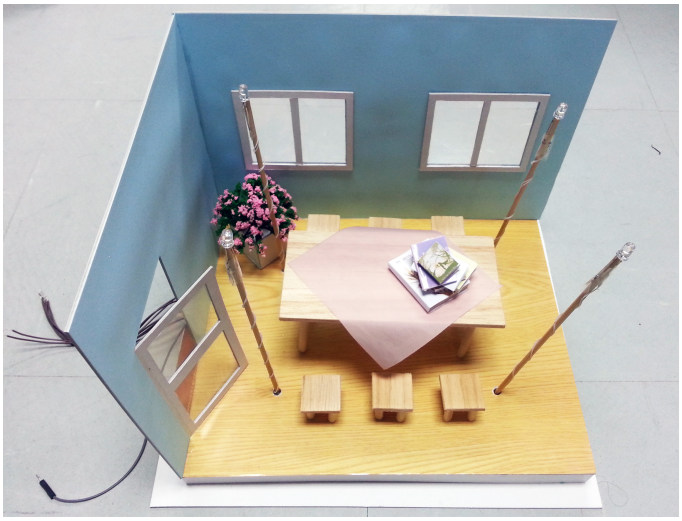
รีเลย์ [19] คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการเปิด-ปิดวงจรไฟฟ้าคล้ายกับสวิตซ์ โดยทำการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสเมื่อมีการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด แสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6: 4-channel relay

3.4.7 อุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์

ในการพัฒนาโครงงานนี้ ใช้แบบจำลองห้องที่มีการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์จำลอง โดยในที่นี้ใช้หลอด LED ในการจำลองการทำงานของหลอดไฟ ดังรูปที่ 3.7 และใช้หลอดไฟที่เชื่อมต่อกับวงจรไฟฟ้าในอาคารจริงในการพัฒนาและทดสอบการใช้งานของระบบ

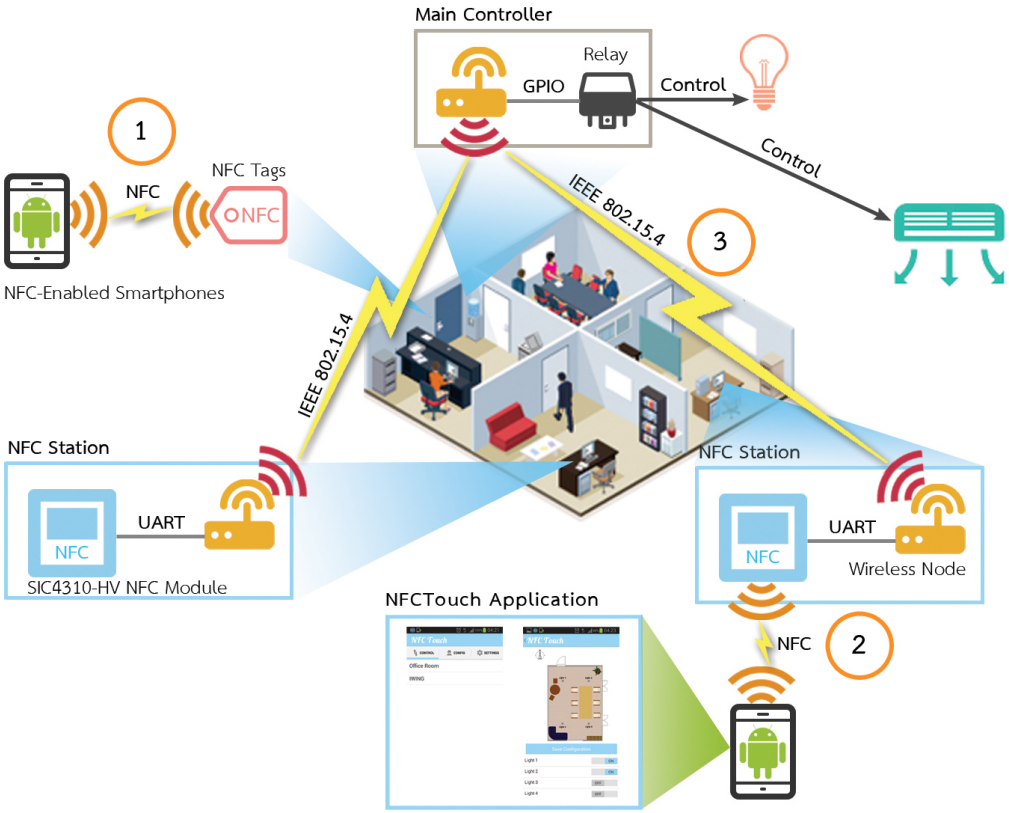


รูปที่ 3.7: แบบจำลองห้อง

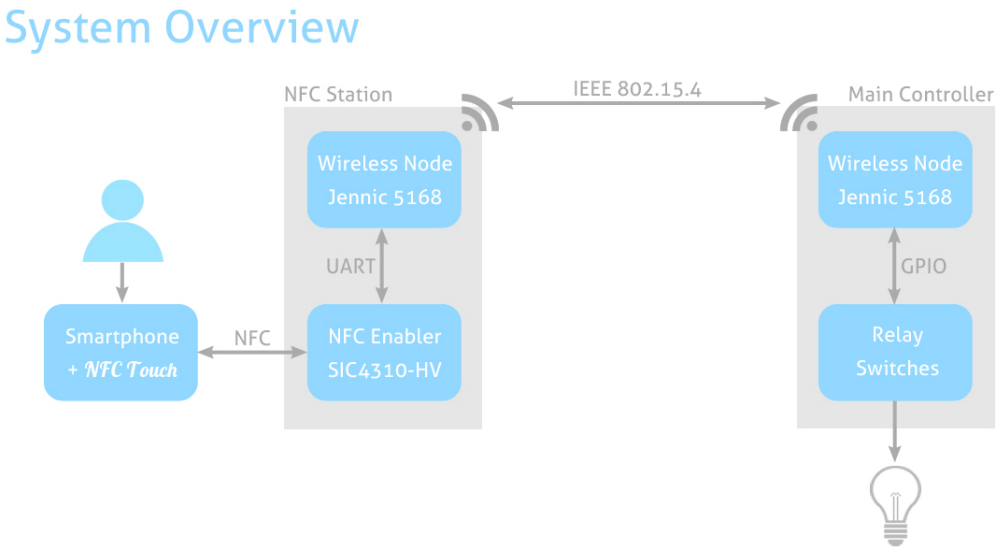
4 วิธีการดำเนินโครงงาน

4.1 ภาพรวมของระบบ

ภาพรวมของระบบตรวจสอบสถานะและควบคุมอาคารสถานที่ผ่านเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีบนสมาร์ทโฟน แสดงดังรูปที่ 4.1 โดยมีโครงสร้างของระบบแสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1: ภาพรวมของระบบ



รูปที่ 4.2: โครงสร้างของระบบ

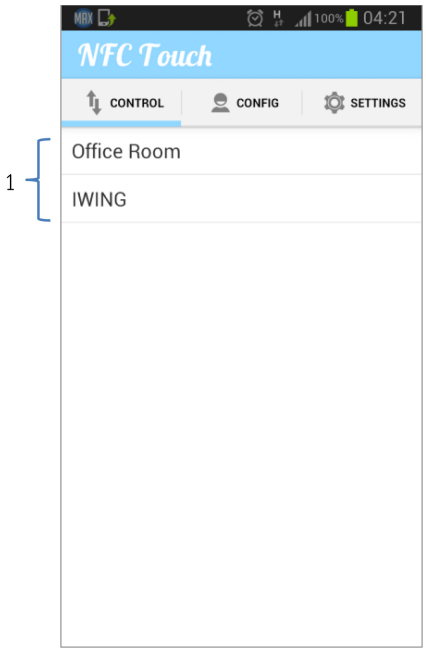
ระบบตรวจสอบสถานะและควบคุมอาคารสถานที่ผ่านเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีบนสมาร์ทโฟน ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ

1. โปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟน

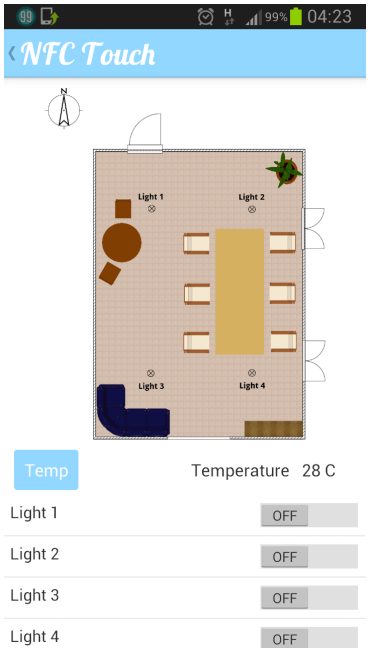
โปรแกรมประยุกต์ถูกพัฒนาให้สามารถทำงานได้ในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สามารถแบ่งโครงสร้างอินเตอร์เฟสออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนของการควบคุมเปิด-ปิดอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ ส่วนของการตั้งค่าอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ส่วนบุคคลล่วงหน้าตามความต้องการของผู้ใช้ และส่วนของการตั้งค่าโปรแกรมประยุกต์ แสดงดังรูปที่ 4.3 ในการเริ่มใช้งานโปรแกรมประยุกต์ ผู้ใช้จะต้องทำการเพิ่มข้อมูลห้องที่ต้องการใช้งานโดยการนำสมาร์ทโฟนไปสัมผัสบริเวณเอ็นเอฟซีแท็ก (ตำแหน่งที่ 1 ในภาพรวมของระบบ) เพื่อดาวน์โหลดข้อมูลแผนผังห้องและอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้องจากเซิร์ฟเวอร์มาเก็บไว้ในหน่วยความจำบนสมาร์ทโฟน โดยห้องที่มีข้อมูลอยู่ในสมาร์ทโฟนแล้ว จะแสดงให้ผู้ใช้เลือกใช้งานบริเวณตำแหน่งที่ 1 ในรูปที่ 4.3 จากนั้นผู้ใช้จะสามารถควบคุมเปิด-ปิดและปรับค่าอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ รวมถึงสามารถทราบสถานะปัจจุบันของอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์และอุณหภูมิปัจจุบันของห้องผ่านทางโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟน ซึ่งมีอินเตอร์เฟสดังรูปที่ 4.4

ผู้ใช้จะสามารถส่งผ่านข้อมูลการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์โดยการนำสมาร์ทโฟนไปสัมผัสบริเวณแผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซี (ตำแหน่งที่ 2 ในภาพรวมของระบบ) เพื่อทำการรับส่งข้อมูลควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์และข้อมูลสถานะปัจจุบันของห้องระหว่างโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟนและสถานีเอ็นเอฟซีผ่านเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี นอกจากนี้ผู้ใช้แต่ละคนยังสามารถตั้งค่าการ

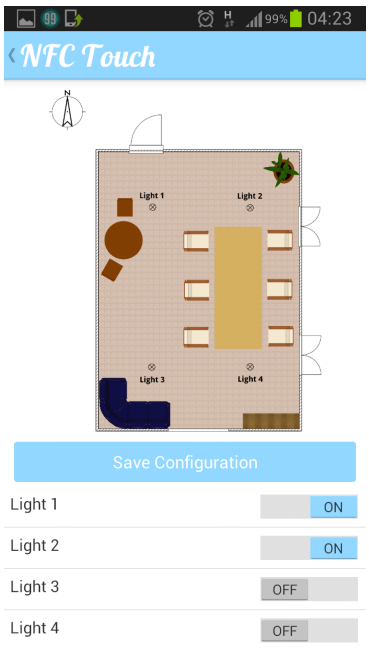
ควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ส่วนบุคคลล่วงหน้า โดยมีอินเตอร์เฟสดังรูปที่ 4.5 เพื่อเปิดอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติทันทีที่ผู้ใช้นำสมาร์ทโฟนไปสัมผัสบริเวณแผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซีที่สถานีเอ็นเอฟซี



รูปที่ 4.3: โครงสร้างอินเตอร์เฟสหลักของโปรแกรมประยุกต์



รูปที่ 4.4: อินเตอร์เฟสส่วนควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ของโปรแกรมประยุกต์

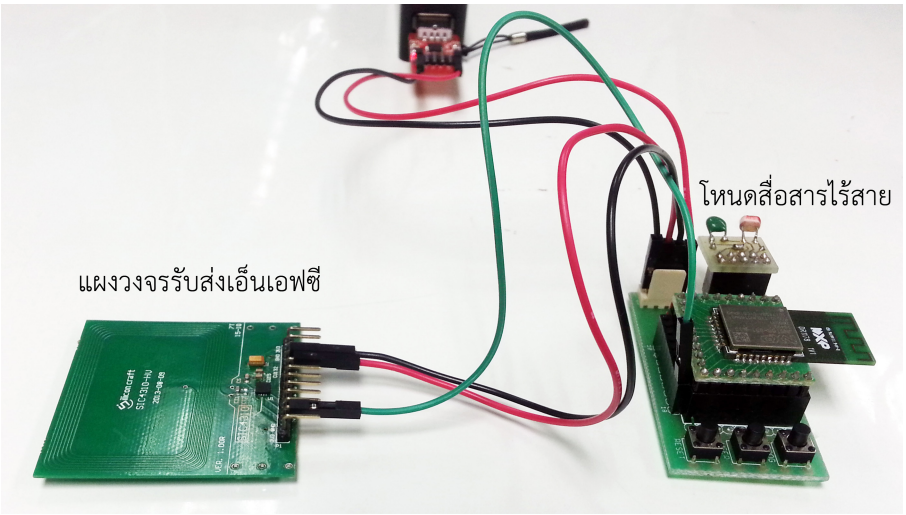


รูปที่ 4.5: อินเตอร์เฟสการตั้งค่าควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ส่วนบุคคลล่วงหน้า

2. สถานีเอ็นเอฟซี

สถานีเอ็นเอฟซีแสดงดังรูปที่ 4.6 ประกอบด้วย

- แผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซี SIC4310-HV
- โหนดสื่อสารไร้สาย JN5168



รูปที่ 4.6: สถานีเอ็นเอฟซี

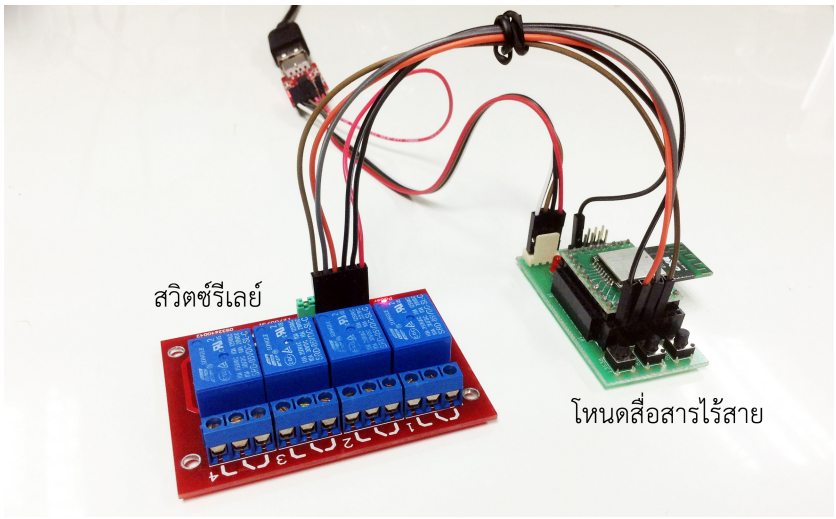
สถานีเอ็นเอฟซีจะรับคำสั่งควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์จากสมาร์ทโฟนผ่านทางแผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซีที่เชื่อมต่อกับโหนดไร้สายผ่านทางอินเตอร์เฟส UART จากนั้นโหนดไร้สายจะส่งคำสั่งควบคุมดังกล่าวไปยังส่วนควบคุมหลักโดยใช้เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.15.4 (ตำแหน่งที่ 3 ในภาพรวมของระบบ) และสามารถรับข้อมูลสถานะปัจจุบันของอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้องจากส่วนควบคุมหลัก เพื่อส่งต่อไปยังโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟน นอกจากนี้สถานีเอ็นเอฟซียังสามารถวัดค่าอุณภูมิปัจจุบันของห้องโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิที่เชื่อมต่ออยู่กับโหนดสื่อสารไร้สาย แล้วส่งค่าผ่านเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีไปยังโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟนเพื่อแจ้งค่าอุณหภูมิปัจจุบันให้แก่ผู้ใช้

การติดตั้งสถานีเอ็นเอฟซีภายในห้อง จะทำการติดตั้งบริเวณที่ผู้ใช้นั่งทำงาน หรือบริเวณที่ผู้ใช้สามารถเข้าถึงได้สะดวก เช่น บริเวณโต๊ะทำงาน โดยอาจทำการติดตั้งมากกว่า 1 สถานีภายในห้องหนึ่งเพื่อให้ผู้ใช้หลายคนสามารถใช้งานระบบได้พร้อมกัน

2. ส่วนควบคุมหลัก

ส่วนควบคุมหลักแสดงดังรูปที่ 4.7 ประกอบด้วย

- โหนดสื่อสารไร้สาย JN5168
- สวิตซ์รีเลย์



รูปที่ 4.7: ส่วนควบคุมหลัก

เมื่อส่วนควบคุมหลักได้รับคำสั่งควบคุมจากสถานีเอ็นเอฟซีแห่งใดแห่งหนึ่งจะทำการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านพอร์ท GPIO ที่เชื่อมต่อกับรีเลย์ โดยที่รีเลย์นั้นจะเชื่อมต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าภายในห้องเพื่อทำการควบคุมเปิด-ปิดและปรับค่าอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ จากนั้นจึงส่งข้อมูลสถานะปัจจุบันของอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์แบบบรอดคาสต์ไปยังสถานีเอ็นเอฟซีทุกสถานีภาย

ในห้อง เพื่อให้สถานีเอ็นเอฟซีรายงานสถานะปัจจุบันของอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้องไปยังโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟน

การติดตั้งส่วนควบคุมหลัก จะติดตั้งไว้บริเวณที่มีการติดตั้งแผงควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้องเพื่อให้สะดวกแก่การนำส่วนควบคุมหลักไปเชื่อมต่อกับวงจรไฟฟ้าเดิมของห้อง

4.2 รายละเอียดของระบบที่พัฒนา

4.2.1 Input / Output Specification

Input Specification

- ผู้ใช้ควบคุมสถานะอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านทางการสัมผัสหน้าจอสมาร์ทโฟน บริเวณปุ่มเปิด-ปิดของอุปกรณ์ดังกล่าวในโปรแกรมประยุกต์
- ผู้ใช้ปรับค่าความสว่างของอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ประเภทหลอดไฟผ่านการเลื่อนแถบควบคุมความสว่างของอุปกรณ์ดังกล่าวในโปรแกรมประยุกต์
- ผู้ใช้บันทึกการตั้งค่าเปิดอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติเมื่อนำสมาร์ทโฟนสัมผัสบริเวณสถานีเอ็นเอฟซีไว้ในโปรแกรมประยุกต์

Output Specification

- อุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์มีการเปลี่ยนแปลงสถานะตามที่ผู้ใช้ควบคุมผ่านทางโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟน ขณะที่สมาร์ทโฟนสัมผัสบริเวณสถานีเอ็นเอฟซี
- โปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟนรายงานค่าอุณหภูมิและสถานะปัจจุบันของอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้องเมื่อเปิดการเปลี่ยนแปลงสถานะของอุปกรณ์ ขณะที่สมาร์ทโฟนสัมผัสบริเวณสถานีเอ็นเอฟซี

4.2.2 Functional Specification

- โปรแกรมประยุกต์สามารถอ่าน-เขียนเอ็นเอฟซีแท็ก และสามารถสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยใช้เทคโนโลยีเอ็นเอฟซีมาตรฐาน ISO14443A
- โปรแกรมประยุกต์สามารถดาวน์โหลดข้อมูลภาพแผนผังห้องจำลอง และข้อมูลอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้อง มาแสดงผลบนหน้าจอสมาร์ทโฟน
- โปรแกรมประยุกต์สามารถแสดงสถานะอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ปัจจุบัน ขณะที่สมาร์ทโฟนสัมผัสบริเวณสถานีเอ็นเอฟซี
- โปรแกรมประยุกต์สามารถจดจำการตั้งค่าอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ส่วนบุคคล สำหรับใช้เปิดอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ เมื่อมีการนำสมาร์ทโฟนไปสัมผัสบริเวณสถานีเอ็นเอฟซีในครั้งต่อไปได้

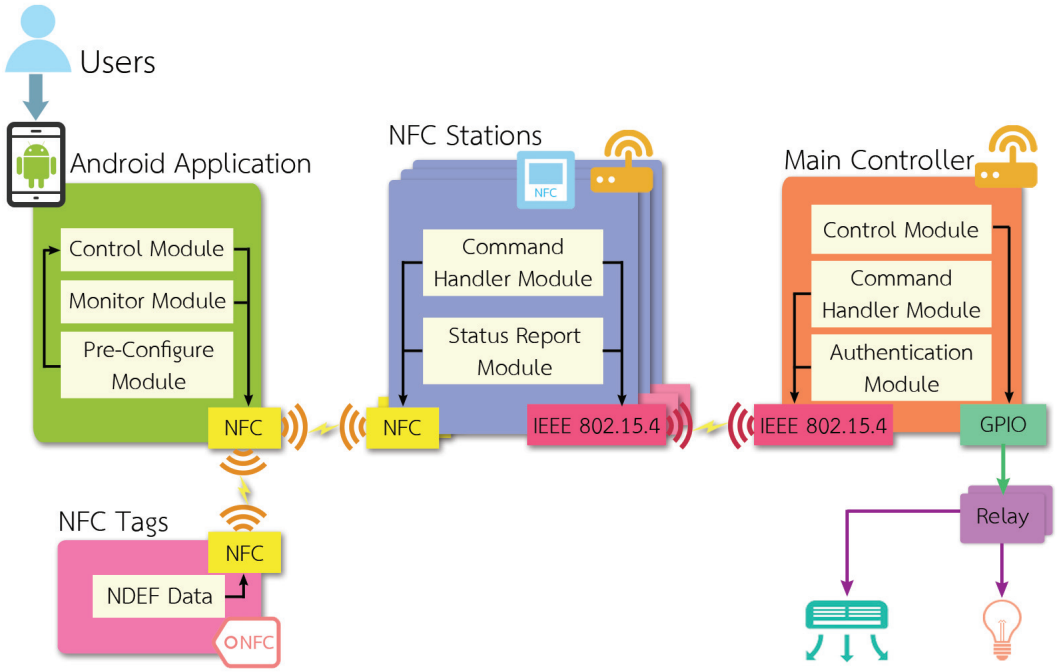
- โปรแกรมประยุกต์มีส่วนของการระบุตัวตนผู้ใช้ เพื่อใช้กำหนดสิทธิ์ในการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์

4.2.3 กลุ่มผู้ใช้งาน

บุคคลทั่วไปที่ต้องการความสะดวกในการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในอาคาร

4.3 องค์ประกอบโดยรวมของระบบ

องค์ประกอบโดยรวมของระบบตรวจสอบสถานะและควบคุมอาคารสถานที่ผ่านเทคโนโลยีเอ็น-เอฟซีบนสมาร์ทโฟน แสดงดังรูปที่ 4.8 ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก คือ



รูปที่ 4.8: องค์ประกอบโดยรวมของระบบ

4.3.1 โปรแกรมประยุกต์ NFC Touch บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

เป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้ มีการใช้สิทธิ์ที่ต้องขออนุญาตจากผู้ใช้ คือ สิทธิ์ในการใช้งานเอ็นเอฟซี (NFC) สิทธิ์ในการใช้งานอินเตอร์เน็ท (INTERNET) สิทธิ์ในการเข้าถึงสถานะของเครือข่าย (ACCESS_NETWORK_STATE) และสิทธิ์ในการเขียนข้อมูลลงบนพื้นที่เก็บข้อมูลภายนอก (WRITE_EXTERNAL_STORAGE)

ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์จะใช้ไลบรารี SICLibrary ในการจัดการเรื่องการสื่อสารผ่านเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีมาตรฐาน ISO14443A และใช้ไลบรารี Google Gson ในการแปลงข้อมูลเชิงวัตถุเป็นข้อมูลรูปแบบ JSON เพื่อจัดเก็บข้อมูลลงแฟ้มข้อมูล NFCTouch ในพื้นที่เก็บข้อมูลของสมาร์ทโฟน โปรแกรมประยุกต์ NFC Touch ประกอบด้วย 3 โมดูลหลัก คือ

1. **โมดูลควบคุม** เป็นส่วนที่ใช้ในการรับข้อมูลการควบคุมและปรับค่าอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์จากผู้ใช้ แล้วส่งไปยังสถานีเอ็นเอฟซีผ่านเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี
2. **โมดูลตรวจสอบสถานะ** เป็นส่วนที่ใช้แสดงสถานะปัจจุบันของอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้องและอุณหภูมิปัจจุบันของห้อง โดยรับข้อมูลจากสถานีเอ็นเอฟซีผ่านเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี
3. **โมดูลตั้งค่า** เป็นส่วนที่ใช้ในการตั้งค่าสถานะอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ส่วนบุคคลล่วงหน้า แล้วบันทึกค่าสถานะที่ตั้งไว้เป็นข้อมูลรูปแบบ JSON โดยส่วนควบคุมจะนำข้อมูลการตั้งค่าสถานะที่บันทึกไว้ส่งไปยังสถานีเอ็นเอฟซีทันทีที่นำสมาร์ทโฟนไปสัมผัสบริเวณแผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซี

ในส่วนของระบบจำกัดสิทธิ์ผู้ใช้ โปรแกรมประยุกต์จะบังคับให้ผู้ใช้ลงทะเบียนชื่อผู้ใช้และรหัสประจำตัวของผู้ใช้เพื่อใช้ในการระบุตัวตน โดยจะทำการเก็บค่าในรูปแบบของ Shared Preferences

ข้อมูลเชิงวัตถุที่ใช้ในโปรแกรมประยุกต์ มีทั้งหมด 3 รูปแบบ คือ

1. **คลาส RoomData** ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลห้องที่มีข้อมูลอยู่ในโปรแกรมประยุกต์ โดยจะจัดเก็บข้อมูลจำนวนห้อง รายการรหัสห้อง และรายการชื่อของห้อง เพื่อให้โปรแกรมประยุกต์นำไปแสดงผลรายการห้องให้ผู้ใช้เลือกใช้งาน
2. **คลาส Room** ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลรายอะเอียดของห้องแต่ละห้องภายในอาคาร โดยจะจัดเก็บข้อมูลรหัสห้อง ชื่อของห้อง สถานที่ตั้ง คำอธิบายเพิ่มเติม ชื่อไฟล์ภาพแผนผังจำลองของห้อง จำนวนอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมด และรายการอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์
3. **คลาส Appliance** ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลของอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์แต่ละอุปกรณ์ โดยจะจัดเก็บข้อมูลรหัสอุปกรณ์ ชื่อของอุปกรณ์ ประเภทของอุปกรณ์ สถานะของอุปกรณ์ และระดับความสว่าง

4.3.2 เอ็นเอฟซีแท็ก

เอ็นเอฟซีแท็กจะจัดเก็บข้อมูล URL ของเซิร์ฟเวอร์ รหัสห้อง และชื่อของห้องในรูปแบบ CSV [2] ข้อมูลแผนผังห้องจำลอง และอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้อง โดยเก็บข้อมูลในรูปแบบ NDEF แมสเสจ ที่ประกอบด้วย 3 NDEF เร็คคอร์ด ดังรูปที่ 4.9 คือ

- เร็คคอร์ดเก็บข้อมูลประเภท MIME [10] สำหรับใช้ในการฟิลเตอร์โปรแกรมประยุกต์ที่ต้องการเรียกใช้

- เร็คคอร์ดเก็บข้อมูลประเภท RTD [18] ใช้เก็บข้อมูล URL ของเซิร์ฟเวอร์ รหัสห้อง และชื่อของห้อง

- เร็คคอร์ดประเภท AAR [1] สำหรับให้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เรียกใช้งานโปรแกรมประยุกต์เมื่ออ่านเร็คคอร์ดดังกล่าว

MIME Type Record	RTD Type Record	ARR
application/com.kp.nfctouch	<URL>,<room_id>,<room_name>	com.kp.nfctouch

รูปที่ 4.9: โครงสร้าง NDEF Message ในเอ็นเอฟซีแท็ก

4.3.3 สถานีเอ็นเอฟซี

เป็นตัวกลางที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลระหว่างสมาร์ทโฟนและส่วนควบคุมหลัก ประกอบด้วย 2 โมดูลหลัก คือ

1. **โมดูลจัดการคำสั่ง** เป็นส่วนที่ใช้ในการรับข้อมูลการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ และข้อมูลรหัสประจำตัวจากผู้ใช้ผ่านทางอินเตอร์เฟส UART ที่เชื่อมต่อกับแผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซี และส่งข้อมูลดังกล่าวไปยังส่วนควบคุมหลักผ่านเทคโนโลยีไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.15.4

2. **โมดูลรายงานสถานะและอุณหภูมิ** เป็นส่วนที่ใช้รับค่าสถานะปัจจุบันของอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้องจากส่วนควบคุมหลัก และวัดค่าอุณหภูมิปัจจุบันของห้องโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิที่สถานีเอ็นเอฟซี จากนั้นจึงส่งข้อมูลไปยังสมาร์ทโฟนผ่านทางอินเตอร์เฟส UART ที่เชื่อมต่อกับแผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซี

4.3.4 ส่วนควบคุมหลัก

เป็นส่วนที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้อง โดยควบคุมผ่านสวิตซ์รีเลย์ ประกอบด้วย 3 โมดูลหลัก คือ

1. **โมดูลจัดการคำสั่ง** เป็นส่วนที่ใช้ในการรับข้อมูลการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์และข้อมูลรหัสประจำตัวจากสถานีเอ็นเอฟซีผ่านเทคโนโลยีไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.15.4

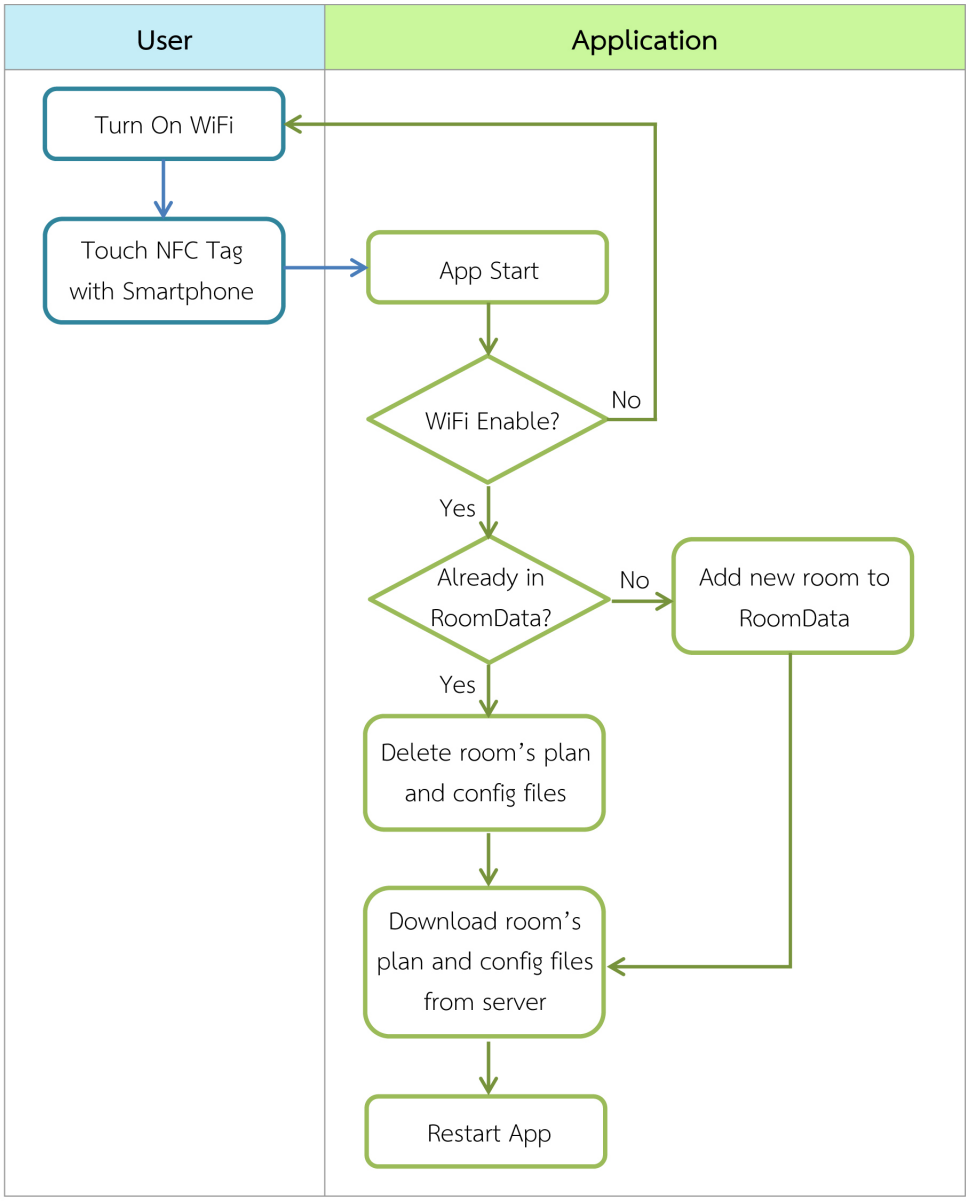
2. **โมดูลควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์** เป็นส่วนที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์โดยการสั่งเปิด-ปิดสวิตซ์รีเลย์ผ่านทางพอร์ท GPIO ที่เชื่อมต่อกับสวิตซ์รีเลย์แต่ละตัว โดยในส่วนของการควบคุมความสว่างของหลอดไฟ จะใช้การสร้างสัญญาณแบบ Pulse-Width Modulation (PWM) [17] ในการปรับค่าความสว่างของหลอด LED ที่ใช้ในการทดลอง

3. **โมดูลตรวจสอบสิทธิ์ในการควบคุม** เป็นส่วนที่ใช้ในการตรวจสอบรหัสประจำตัวที่ผู้ใช้ได้ทำการลงทะเบียนไว้ในโปรแกรมประยุกต์ว่ามีสิทธิ์ในการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้องนั้น ๆ หรือไม่ โดยสามารถเลือกเปิดหรือปิดการใช้งานระบบกำหนดสิทธิ์ของผู้ใช้ได้

4.4 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

4.4.1 การเพิ่มข้อมูลห้องในโปรแกรมประยุกต์

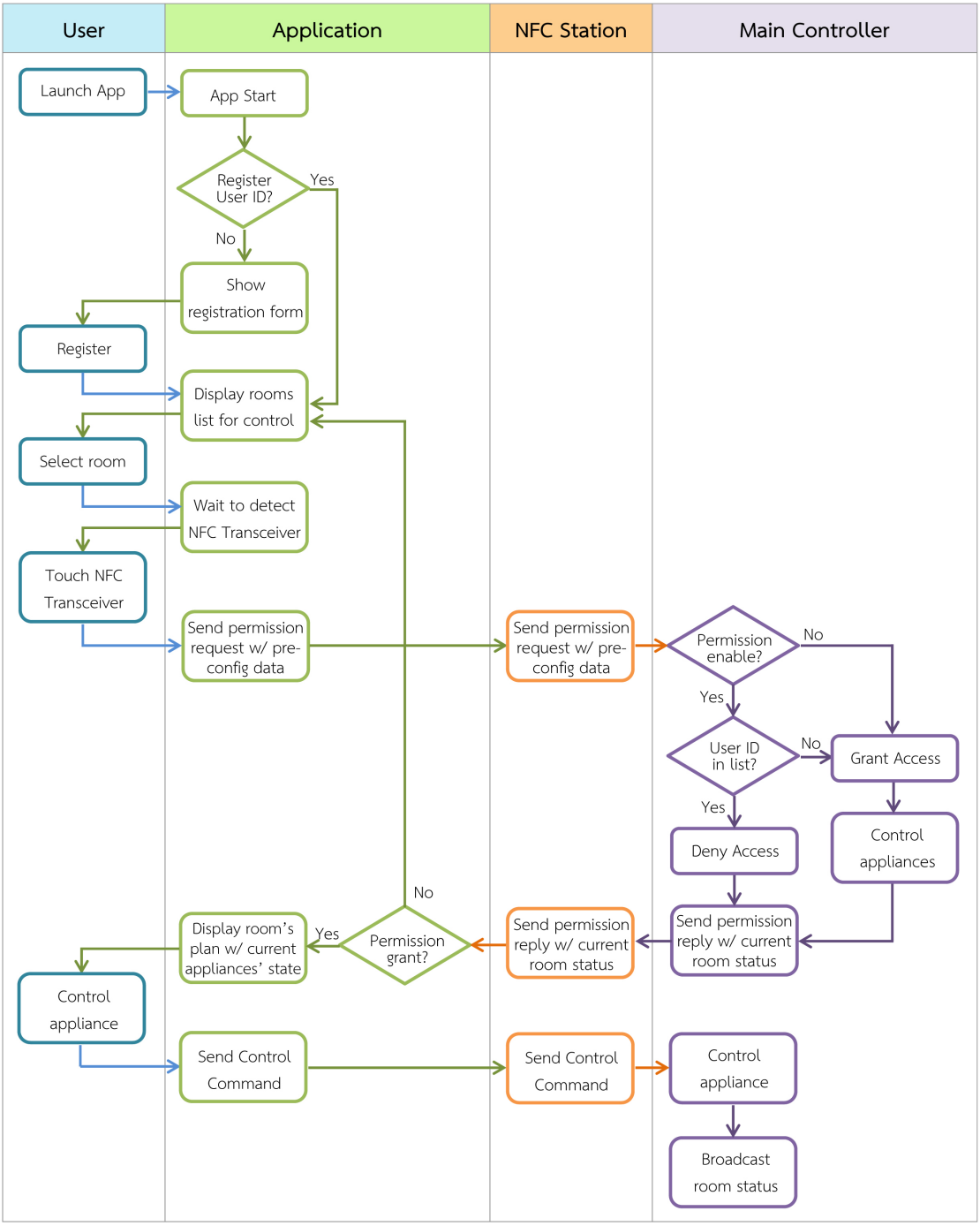
การเพิ่มข้อมูลห้องในโปรแกรมประยุกต์มีขั้นตอนการทำงานแสดงดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10: ขั้นตอนการเพิ่มข้อมูลห้องในโปรแกรมประยุกต์

4.4.2 การควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์

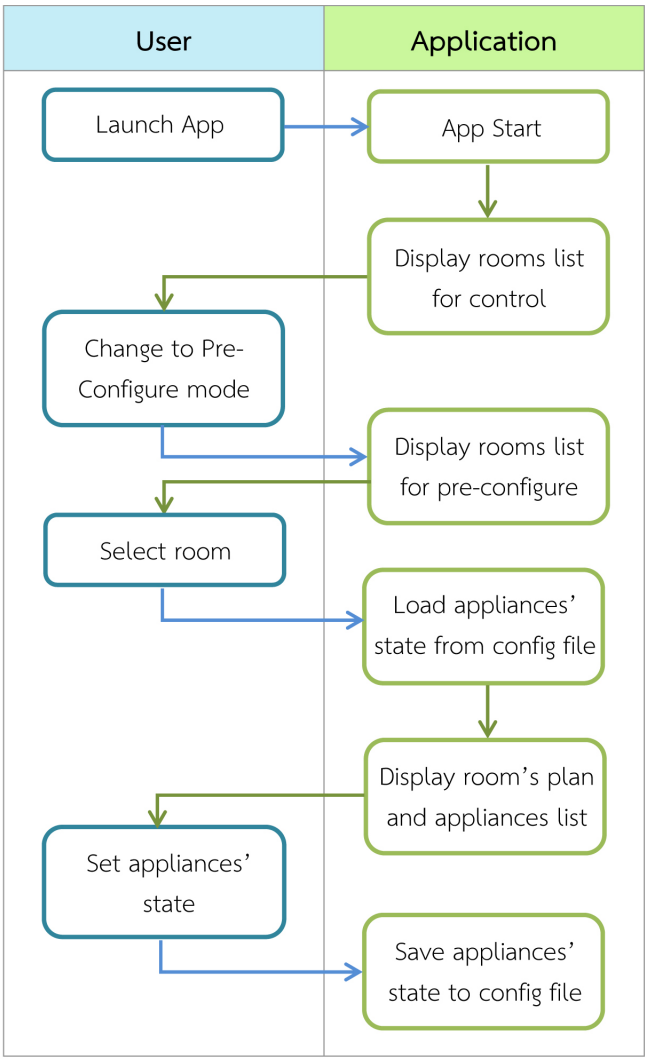
การควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์มีขั้นตอนการทำงานแสดงดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11: ขั้นตอนการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์

4.4.3 การตั้งค่าเปิดอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ล่วงหน้า

การตั้งค่าเปิดอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ล่วงหน้ามีขั้นตอนการทำงานแสดงดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12: ขั้นตอนการตั้งค่าเปิดอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ล่วงหน้า

4.5 ขั้นตอนการพัฒนา

1. เก็บรวบรวมความต้องการของระบบ
   - ศึกษาลักษณะพฤติกรรมการใช้งานอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ของผู้ใช้อาคาร
   - ศึกษาระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในอาคารในปัจจุบัน
2. ศึกษาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบ
   - ศึกษาเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สาย (Wireless Communication)

- ศึกษาฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบ
- ศึกษาการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
- ศึกษาการทำงานของไลบรารีที่เกี่ยวข้อง

3. ออกแบบระบบที่จะทำการพัฒนา

- ออกแบบส่วนของฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการสร้างระบบ
- ออกแบบส่วนของโปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับติดตั้งลงบนสมาร์ทโฟนของผู้ใช้
- ออกแบบส่วนของโปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานบนโหนดไร้สายสำหรับการสื่อสารและการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์

4. พัฒนาระบบ

- พัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
- พัฒนาส่วนการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์

5. ทดสอบใช้งานระบบ

- ทดสอบใช้กับวงจรอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์อย่างง่าย
- ทดสอบใช้กับแบบจำลองอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในอาคาร
- ทดสอบใช้กับอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานที่เชื่อมต่อกับวงจรไฟฟ้าจริงภายในอาคาร

6. จัดทำเอกสารโครงงาน

- จัดทำรูปเล่มรายงาน
- จัดทำเอกสารคู่มือการใช้งานระบบ

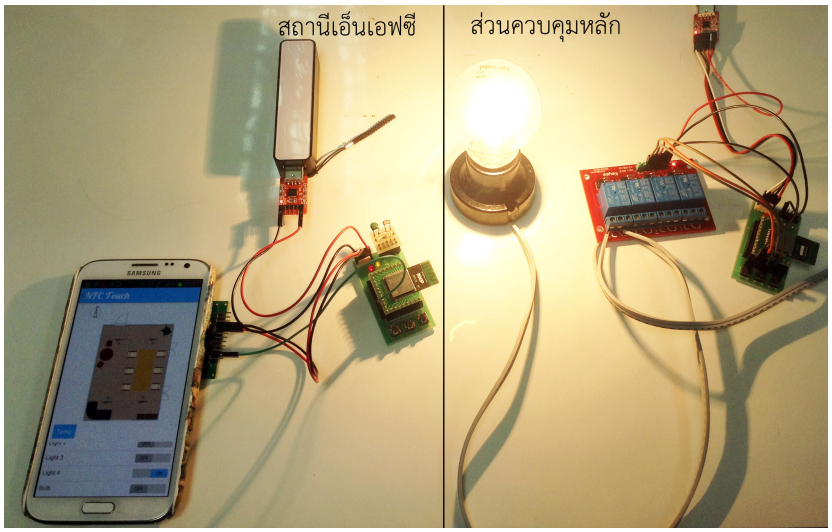
5 ผลการดำเนินโครงงานและวิจารณ์

การทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของระบบตรวจสอบสถานะและควบคุมอาคารสถานที่ผ่านเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีบนสมาร์ทโฟน จะทำการทดสอบโดยการติดตั้งโปรแกรมประยุกต์ลงบนสมาร์ทโฟน Samsung Galaxy Note 2 เพื่อใช้ในการทดสอบ และทำการทดสอบในส่วนของความความสามารถในการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์จริง ความถูกต้องในการควบคุมและแสดงสถานะปัจจุบันของอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ในแต่ละตำแหน่ง ระบบจำกัดสิทธิ์การใช้งานของผู้ใช้ อัตราการสูญหายของข้อมูลควบคุมที่ส่งจากสมาร์ทโฟนไปยังส่วนควบคุมหลักที่ระยะต่าง ๆ และการใช้พลังงานแบตเตอรีสมาร์ทโฟนเมื่อใช้งานโปรแกรมประยุกต์

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

5.1.1 การทดสอบความสามารถในการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์จริง

ทำการทดสอบโดยเชื่อมต่อวงจรหลอดไฟที่ใช้แหล่งจ่ายไฟ 220 โวลต์เข้ากับรีเลย์ที่ส่วนควบคุมหลักดังรูปที่ 5.1 จากนั้นทดสอบเปิด-ปิดหลอดไฟผ่านโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟนทั้งหมด 10 ครั้ง



รูปที่ 5.1: สภาพแวดล้อมในการทดสอบควบคุมหลอดไฟ

5.1.2 การทดสอบความถูกต้องในการควบคุมและแสดงสถานะปัจจุบันของอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ในแต่ละตำแหน่ง

ทำการทดสอบโดยเชื่อมต่อวงจรหลอด LED 4 ดวงที่จำลองเป็นหลอดไฟภายในแบบจำลองห้องเข้ากับรีเลย์ที่ส่วนควบคุมหลักดังรูปที่ 5.2 จากนั้นทดสอบความถูกต้องในการควบคุมและแสดงสถานะปัจจุบันของอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ในแต่ละตำแหน่งดังนี้

- **ทดสอบความถูกต้องของตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ที่ควบคุมจากโปรแกรมประยุกต์**

  โดยการเปิด-ปิดอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ที่ตำแหน่งต่าง ๆ กัน แล้วตรวจสอบว่าหลอด LED แต่ละตำแหน่งติดและดับตรงตามที่ทำการควบคุมหรือไม่ ในการทดสอบจะใช้คาบการสื่อสารผ่านเอ็นเอฟซีต่างกัน คือ 1, 3 และ 5 วินาที โดยจะทำการทดสอบ 20 ครั้งในแต่ละคาบการสื่อสาร

- **ทดสอบความถูกต้องในการตั้งค่าเปิดอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติล่วงหน้า**

  โดยการตั้งค่าเปิดอุปกรณ์ล่วงหน้าลักษณะต่าง ๆ กัน จากนั้นจึงนำสมาร์ทโฟนสัมผัสบริเวณแผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซี และตรวจสอบว่าหลอด LED แต่ละตำแหน่งติดตรงตามที่ตั้งค่าไว้ ในการทดสอบจะใช้คาบการสื่อสารผ่านเอ็นเอฟซีต่างกัน คือ 1, 3 และ 5 วินาที โดยจะทำการทดสอบ 5 ครั้งในแต่ละคาบการสื่อสาร

- **ทดสอบความถูกต้องในการแสดงค่าสถานะปัจจุบันของอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์**

  โดยการตั้งค่าเปิดอุปกรณ์ไว้ที่ลักษณะต่าง ๆ กัน จากนั้นจึงนำสมาร์ทโฟนออกจากบริเวณแผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซี และนำไปสัมผัสอีกครั้งเพื่อตรวจสอบว่าโปรแกรมประยุกต์สามารถแสดงสถานะของอุปกรณ์แต่ละตำแหน่งได้ถูกต้องหรือไม่ ในการทดสอบจะใช้คาบการสื่อสารผ่านเอ็นเอฟซีต่างกัน คือ 1, 3 และ 5 วินาที โดยจะทำการทดสอบ 5 ครั้งในแต่ละคาบการสื่อสาร

- **ทดสอบความถูกต้องในการอัปเดตสถานะของอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์บนโปรแกรมประยุกต์เมื่อทำการควบคุมจากส่วนควบคุมหลัก**

  โดยนำสมาร์ทโฟนสัมผัสบริเวณแผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซี จากนั้นจึงควบคุมเปิด-ปิดหลอด LED โดยใช้ปุ่มกดที่ส่วนควบคุมหลัก แล้วตรวจสอบว่าโปรแกรมประยุกต์สามารถอัปเดตสถานะของอุปกรณ์ได้ถูกต้องหรือไม่ ในการทดสอบจะใช้คาบการสื่อสารผ่านเอ็นเอฟซีต่างกัน คือ 1, 3 และ 5 วินาที โดยจะทำการทดสอบ 10 ครั้งในแต่ละคาบการสื่อสาร

5.1.3 การทดสอบระบบจำกัดสิทธิ์การใช้งานของผู้ใช้

ทำการทดสอบโดยการเปิดใช้งานระบบจำกัดสิทธิ์การใช้งานของผู้ใช้ และให้สิทธิ์การควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์แก่รหัสประจำตัวของผู้ใช้ 3 รหัส จากนั้นทำการทดสอบควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์โดยเปลี่ยนรหัสประจำตัวของผู้ใช้ที่ลงทะเบียนในโปรแกรมประยุกต์เป็นรหัสที่ได้รับสิทธิ์ 3 รหัส และรหัสที่ไม่ได้รับสิทธิ์ 3 รหัส

รูปที่ 5.2: สภาพแวดล้อมในการทดสอบควบคุมแบบจำลองห้อง

5.1.4 การทดสอบอัตราการสูญหายของข้อมูลควบคุมที่ส่งจากสถานีเอ็นเอฟซีไปยังส่วนควบคุมหลักที่ระยะต่าง ๆ

ทำการทดสอบที่พื้นที่ใต้อาคารวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในการทดสอบจะให้สถานีเอ็นเอฟซีและส่วนควบคุมหลักมีระยะห่างตั้งแต่ 0 - 70 เมตร โดยเพิ่มระยะขึ้นทุก 10 เมตร ในแต่ละระยะจะใช้โปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟนควบคุมการเปิดรีเลย์ทั้งหมด 20 ครั้ง โดยใช้คาบการสื่อสารผ่านเอ็นเอฟซี 1 วินาที และตรวจสอบการสูญหายของข้อมูลที่ส่งจากสถานีเอ็นเอฟซีไปยังส่วนควบคุมหลัก โดยการสังเกตสถานะการเปิดใช้งานของรีเลย์แต่ละตัวว่าตรงตามที่ควบคุมจากโปรแกรมประยุกต์หรือไม่

5.1.5 การทดสอบการใช้พลังงานแบตเตอรีสมาร์ทโฟนเมื่อใช้งานโปรแกรมประยุกต์

ทำการทดสอบโดยการเปิดใช้งานโปรแกรมประยุกต์อย่างต่อเนื่องขณะที่นำสมาร์ทโฟนไปสัมผัสบริเวณแผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซีเป็นระยะเวลา 30 นาที โดยมีการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์และบันทึกเปอร์เซ็นต์ของแบตเตอรีทุก 5 นาที โดยในการทดสอบจะใช้คาบการสื่อสารผ่านเอ็นเอฟซีต่างกัน คือ 1, 3 และ 5 วินาที

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

จากการทดสอบพบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์จริงที่ใช้แหล่งจ่ายไฟ 220 โวลต์ได้ และสามารถควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ในแต่ละตำแหน่ง ตั้งค่าเปิดอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ล่วงหน้า และแสดงค่าสถานะปัจจุบันของอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ได้ถูกต้องทุกครั้งในทุกคาบการสื่อสารผ่านเอ็นเอฟซี แต่ในส่วนของการอัปเดตสถานะของอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์บนโปรแกรมประยุกต์เมื่อทำการควบคุมจากส่วนควบคุมหลัก พบว่ามีข้อมูลบางส่วนสูญหายหากมีการเปลี่ยนสถานะของอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์มากกว่า 1 ครั้งภายในคาบการสื่อสารผ่านเอ็นเอฟซีที่ทำการทดสอบ

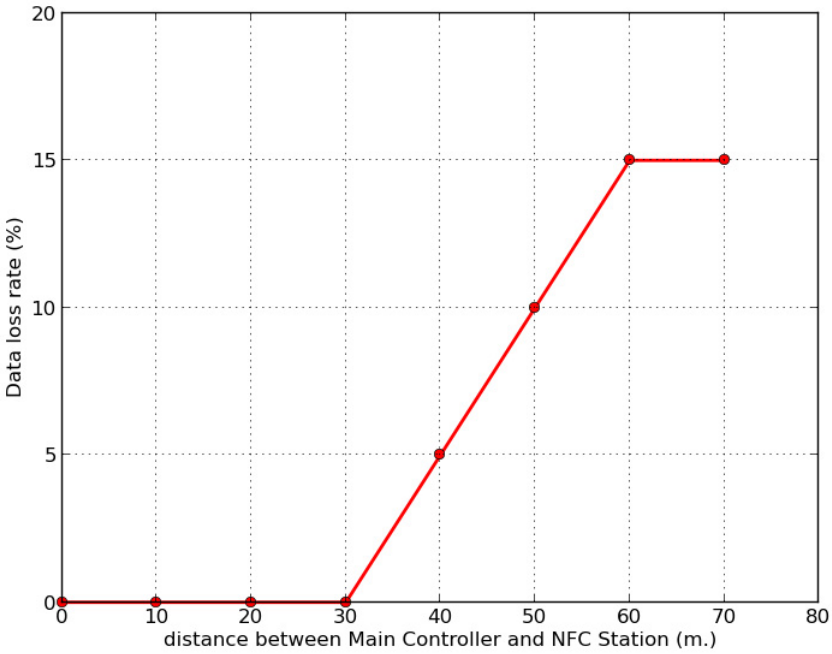
จากการทดสอบระบบจำกัดสิทธิ์ของผู้ใช้พบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง โดยจะสามารถควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ผ่านโปรแกรมประยุกต์ได้เมื่อลงทะเบียนในโปรแกรมประยุกต์ด้วยรหัสประจำตัวผู้ใช้ที่ได้รับสิทธิ์เท่านั้น

จากการทดสอบอัตราการสูญหายของข้อมูลที่ส่งจากสถานีเอ็นเอฟซีไปยังส่วนควบคุมหลักที่ระยะต่าง ๆ ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 5.1 โดยเมื่อนำผลการทดสอบมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างสถานีเอ็นเอฟซีกับส่วนควบคุมหลัก และอัตราการสูญหายของข้อมูลที่ระยะต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 5.3 พบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งข้อมูลได้ครบถ้วนเมื่อสถานีเอ็นเอฟซีและส่วนควบคุมหลักมีระยะห่างไม่เกิน 40 เมตร จากนั้นจะเกิดการสูญหายของข้อมูลบางส่วนและการสูญหายของข้อมูลจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะห่างที่เพิ่มขึ้น

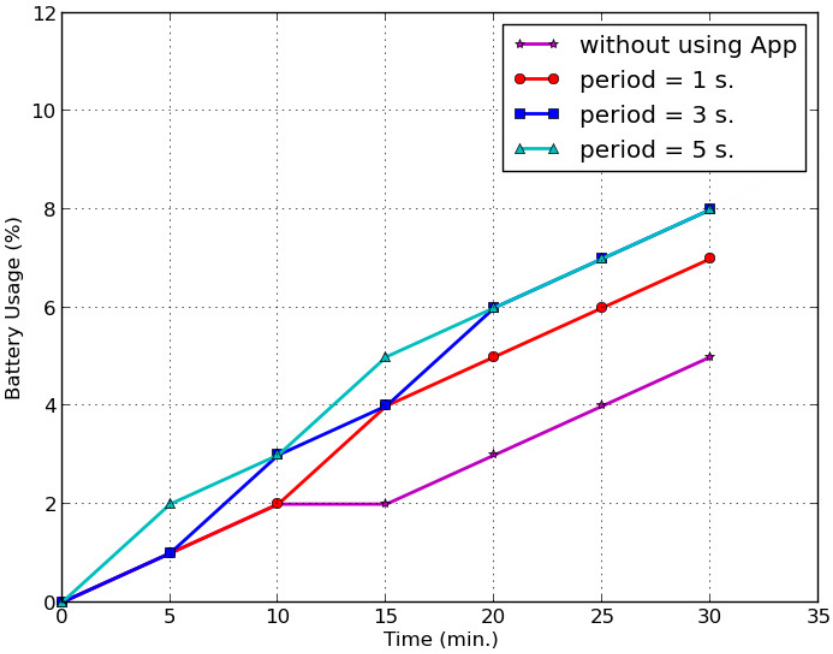
ตารางที่ 5.1: ผลการทดสอบอัตราการสูญหายของข้อมูล

ระยะห่างระหว่างสถานีเอ็นเอฟซีและส่วนควบคุมหลัก (เมตร)	จำนวนครั้งการสูญหายของข้อมูล
0	0
10	0
20	0
30	0
40	1
50	2
60	3
70	3

จากการทดสอบการใช้งานพลังงานแบตเตอรีสมาร์ทโฟนเมื่อใช้งานโปรแกรมประยุกต์ ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 5.4 พบว่าการใช้คาบการสื่อสารผ่านเอ็นเอฟซีที่ต่างกันของโปรแกรมประยุกต์ มีผลเพียงเล็กน้อยต่อการใช้พลังงานแบตเตอรี่ของสมาร์ทโฟน และการใช้งานเอ็นเอฟซีบนสมาร์ทโฟนมีผลต่อการใช้พลังงานแบตเตอรีเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย



รูปที่ 5.3: อัตราการสูญหายของข้อมูลที่ระยะต่าง ๆ จากส่วนควบคุมหลัก



รูปที่ 5.4: พลังงานแบตเตอรีสมาร์ทโฟนที่ใช้เมื่อตั้งค่าคาบการสื่อสารผ่านเอ็นเอฟซีต่างกัน

6 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อสรุป

ระบบตรวจสอบสถานะและควบคุมอาคารสถานที่ผ่านเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีบนสมาร์ทโฟนสามารถนำไปใช้ควบคุมและตรวจสอบสถานะอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในอาคารได้จริง โดยการเชื่อมต่อวงจรอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์กับสวิตซ์รีเลย์ โดยระบบดังกล่าวมีความเหมาะสมกับการใช้งานในห้องที่มีขนาดไม่เกิน 40 เมตร และโปรแกรมประยุกต์ควรใช้คาบการสื่อสารผ่านเอ็นเอฟซี 1 วินาที เพื่อให้การใช้งานมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยการใช้งานเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีผ่านโปรแกรมประยุกต์มีผลต่อการใช้พลังงานแบตเตอรีสมาร์ทโฟนเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ผู้ใช้จะได้รับความสะดวกสบายในการใช้งานอาคารสถานที่มากขึ้น เนื่องจากสามารถใช้สมาร์ทโฟนเป็นแผงควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถเปลี่ยนตามสภาพห้องแต่ละห้องได้ รวมถึงสามารถตั้งค่าเปิดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เป็นประจำอัตโนมัติเมื่อมาถึงบริเวณห้อง การเลือกใช้เทคโนโลยีเอ็นเอฟซีในการส่งข้อมูลทำให้สมาร์ทโฟนบางรุ่นที่ไม่รองรับการใช้งานเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีไม่สามารถใช้งานโปรแกรมประยุกต์ดังกล่าวได้ หากต้องการนำระบบไปใช้งานจริง จึงควรพิจารณาถึงจำนวนผู้ที่เข้ามาใช้อาคารสถานที่ซึ่งมีสมาร์ทโฟนที่สามารถรองรับเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีว่ามีจำนวนมากน้อยเพียงใดที่จะเพียงพอเหมาะสมกับการนำระบบดังกล่าวมาใช้

6.2 ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาและอุปสรรคที่พบระหว่างการพัฒนาโครงการระบบตรวจสอบสถานะและควบคุมอาคารสถานที่ผ่านเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีบนสมาร์ทโฟนมีดังนี้

1. เทคโนโลยีเอ็นเอฟซีเป็นเทคโนโลยีที่ค่อนข้างใหม่เมื่อเทียบกับเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายอื่น ๆ จึงเป็นเทคโนโลยีที่ยังไม่ถูกใช้อย่างแพร่หลายมากนัก ทำให้เกิดข้อจำกัดสำหรับโปรแกรมประยุกต์ที่ทำการพัฒนาเนื่องจากสามารถใช้งานได้บนสมาร์ทโฟนที่รองรับเอ็นเอฟซีเท่านั้น

2. เนื่องจากเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีมีหลายมาตรฐาน และยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานกลางในการใช้งานอย่างแน่ชัด ทำให้สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ในการพัฒนาโครงการได้อย่างค่อนข้างจำกัด เพราะต้องคำนึงถึงมาตรฐานของเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีของแต่ละอุปกรณ์ร่วมด้วย

3. อุปกรณ์ที่สามารถรับส่งข้อมูลผ่านเทคโนโลยีเอ็นเอฟซียังมีผู้ผลิตออกมาจำนวนไม่มาก เมื่อเทียบกับอุปกรณ์ที่สามารถรับส่งข้อมูลผ่านเทคโนโลยีไร้สายอื่น เช่น วายฟาย บลูทูธ และไม่สามารถหาซื้อได้อย่างสะดวก นอกจากนี้ อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาโครงงานเป็นอุปกรณ์ใหม่ที่มีการผลิตออกมาในระยะเวลาไม่นาน ทำให้ยากแก่การข้อมูลการใช้งาน

4. ข้อมูลและตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีและไลบรารีมีอยู่อย่างจำกัด ทำให้ต้องใช้เวลานานในการศึกษาหาข้อมูลและพัฒนาโครงการ

5. เวลาในการพัฒนาโครงการค่อนข้างจำกัด

6. ระบบที่ออกแบบมีความไม่แน่นอน และมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบบ่อยครั้ง ทำให้การพัฒนาโครงการล่าช้า เนื่องจากต้องใช้เวลาในการศึกษาหาข้อมูลใหม่

6.3 แนวทางการพัฒนาต่อ

แนวทางในการพัฒนาโครงการระบบตรวจสอบสถานะและควบคุมอาคารสถานที่ผ่านเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีบนสมาร์ทโฟนในขั้นต่อไปมีดังนี้

1. พัฒนาการแสดงผลแผนผังห้องโดยใช้แอนิเมชันแสดงสถานะอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์และตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้ เพื่อให้ผู้ใช้ทราบถึงตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนสีจุดที่แสดงถึงอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์เพื่อแสดงถึงสถานะการเปิด-ปิดอุปกรณ์ โดยในการพัฒนาจะใช้ไลบรารี d3.js [3] ในการแสดงแอนิเมชันบนแผนผังห้องที่แสดงผลในรูปแบบ SVG

2. พัฒนาส่วนของการควบคุมอุปกรณ์ให้รองรับการควบคุมที่หลากหลายขึ้น เช่น การปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศ การเปลี่ยนช่องโทรทัศน์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็ก-ทรอนิกส์ต่าง ๆ ได้หลากหลายและสะดวกมากขึ้น

3. พัฒนาในด้านความปลอดภัยของระบบควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ โดยทำการตรวจสอบรหัสประจำตัวของผู้ใช้กับพาสเวิร์ด ผ่านระบบตรวจสอบที่ทำงานอยู่บนเครื่องแม่ข่าย ทุกครั้งที่มีการลงทะเบียนใช้รหัสประจำตัวใหม่

4. พัฒนาส่วนการเก็บข้อมูลสถานะอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ของส่วนควบคุมหลัก เพื่อให้ส่วนควบคุมหลักสามารถจดจำค่าสถานะได้เมื่อมีการเปิดใช้งานใหม่ โดยไม่จำเป็นต้องใช้ค่าเริ่มต้นที่มีการกำหนดตายตัวทุกครั้ง

5. พัฒนาส่วนการตรวจสอบการทำงานของระบบเพื่อตรวจสอบผลของคำสั่งที่สั่งการไปยังอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ รวมถึงการตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ว่ายังอยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้ไม่ชำรุดเสียหาย

6. ปรับปรุงกระบวนการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ ให้สามารถลดจำนวนครั้งในการรับส่งข้อมูลผ่านเอ็นเอฟซี เพื่อลดการใช้พลังงานของสมาร์ทโฟน และลดพื้นที่หน่วยความจำที่โปรแกรมประ-ยุกต์ใช้ในการทำงาน เพื่อให้โปรแกรมประยุกต์มีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น และมีการใช้ทรัพยากรของสมาร์ทโฟนลดลง

7. นำเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายอื่นๆมาประยุกต์ใช้กับโปรแกรมประยุกต์ เช่น บลูทูธ เพื่อให้โปรแกรมประยุกต์สามารถรองรับการใช้งานบนสมาร์ทโฟนรุ่นอื่นที่ไม่รองรับการใช้งานเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีได้

6.4 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโครงการระบบตรวจสอบสถานะและควบคุมอาคารสถานที่ผ่านเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีบนสมาร์ทโฟนมีดังนี้

1. ศึกษาและฝึกพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อให้สามารถเข้าใจโครงสร้างของโปรแกรมประยุกต์ สามารถพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ได้อย่างรวดเร็ว
2. กำหนดโครงสร้างระบบให้มีความแน่นอนชัดเจน แบ่งส่วนการทำงานของระบบ และทำการเขียนขั้นตอนการทำงานล่วงหน้าก่อนลงมือพัฒนาระบบ
3. ศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของระบบฝังตัว และฝึกพัฒนาโปรแกรมสำหรับใช้งานในระบบฝังตัวเพื่อให้เกิดความเข้าใจและคุ้นเคยในการทำงาน
4. เพิ่มจำนวนครั้งในการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบ เพื่อให้ค่าเฉลี่ยที่ได้จากค่าที่ทำการทดสอบมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น
5. ควบคุมสภาพแวดล้อมในการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของระบบให้คงที่ เพื่อให้เกิดผลกระทบต่อผลการทดสอบให้น้อยที่สุด
6. ระมัดระวังและตรวจทานให้รอบคอบเมื่อทำการทดสอบระบบโดยใช้วงจรไฟฟ้าที่ใช้แหล่งจ่ายไฟ 220 โวลต์

บรรณานุกรม

[1] Android application record. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 20 มีนาคม 2557: http://support.gototags.com/hc/en-us/articles/200330296-Android-Application-AAR-NDEF-Record-Type.

[2] Comma-separated values. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 20 มีนาคม 2557: http://en.wikipedia.org/wiki/Comma-separated_values.

[3] Data-driven documents. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 14 มีนาคม 2557:http://d3js.org.

[4] Google gson. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 5 มกราคม 2557: https://code.google.com/p/google-gson/.

[5] Google wallet. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 17 กันยายน 2556: http://www.google.co.th/wallet/faq.html.

[6] Iso 14443 standards. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 17 กันยายน 2556: http://nfc-tools.org/index.php?title=ISO14443.

[7] Iwing motelib. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 22 พฤศจิกายน 2556: http://www.cpe.ku.ac.th/ cpj/motelib/index.html.

[8] Json. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 18 มกราคม 2557: http://www.json.org/.

[9] Led bluetooth bulb. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 8 สิงหาคม 2556: http://www.lumenbulb.net/.

[10] Multipurpose internet mail extensions. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 20 มีนาคม 2557: http://www.iana.org/assignments/media-types/media-types.xhtml.

[11] Near field communication. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 17 กันยายน 2556: http://nfc-forum.org/what-is-nfc/about-the-technology/.

[12] Nfc business cards. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 17 กันยายน 2556: http://rapidnfc.com/blog/87/the_ultimate_guide_to_nfc_business_cards.

[13] Nfc data exchange format. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 17 กันยายน 2556: http://developer.android.com/reference/android/nfc/tech/Ndef.html.

[14] Nfc transit ticketing. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 17 กันยายน 2556: http://www.nfcworld.com/category/applications/transit-ticketing/.

[15] Power line communication. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 8 สิงหาคม 2556: http://en.wikipedia.org/wiki/Power-line_communication.

[16] Protothreads. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 18 ตุลาคม 2556: http://dunkels.com/adam/pt/.

[17] Pulse-width modulation. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 20 มีนาคม 2557: http://en.wikipedia.org/wiki/Pulse-width_modulation.

[18] Real-time data. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 20 มีนาคม 2557: http://en.wikipedia.org/wiki/Real-time_data.

[19] Relay. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 2 กันยายน 2556: http://en.wikipedia.org/wiki/Relay.

[20] Smart poster. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 17 กันยายน 2556: http://rapidnfc.com/blog/61/smart_posters_and_nfc_explained_beginners_guide.

[21] Wi-fi connectivity in smart home. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 8 สิงหาคม 2556: http://www.wi-fi.org/news-events/newsroom/wi-fi-connectivity-increases-purchase-likelihood-for-smart-home-devices.

[22] Wireless personal area network. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 20 มีนาคม 2557: https://sites.google.com/site/322462wirelesspan/wireless-personal-area-network/wireless-personal-area-network.

[23] J.T. Adams. An introduction to ieee std 802.15.4. In *IEEE Conf. Aerospace*, 2006.

[24] James Gerhart. *Home Automation and Wiring*. McGraw-Hill Professional, Mar 1999.

[25] Richard Harper. *Inside the Smart Home*. Springer, Aug 2003.

[26] Silicon Laboratories. Single-chip usb to uart bridge. CP2102-9, 2013.

[27] Silicon Craft Technology. 228-bytes iso14443a rfid/nfc tag ic with uart interface. SIC4310-R1_3, 2013.

[28] NXP Laboratories UK. Datasheet: Jn516x ieee802.15.4 wireless microcontroller. JN-DS-JN516x, 2013.

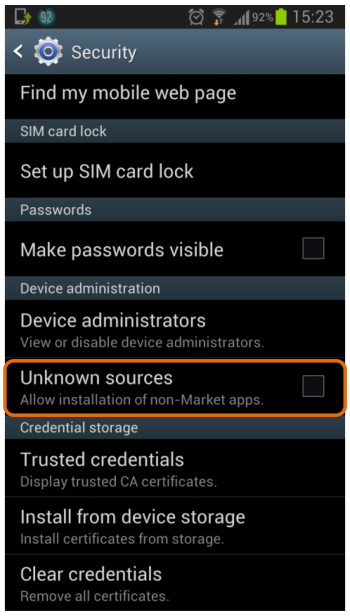
[29] S. A. Weis. Rfid (radio-frequency identification). Master's thesis, MIT, Jun 2003.

7 ภาคผนวก

7.1 คู่มือการติดตั้ง

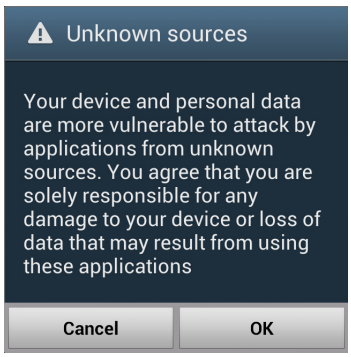
7.1.1 การติดตั้งโปรแกรมประยุกต์ NFC Touch บนสมาร์ทโฟน

1. ตั้งค่าสมาร์ทโฟนที่ต้องการติดตั้งโปรแกรมประยุกต์ให้สามารถติดตั้งโปรแกรมประยุกต์จากแหล่งอื่นนอกเหนือจากตลาดโปรแกรมประยุกต์ (Market Apps) โดยการเข้าไปยัง Settings จากนั้นเลือกตั้งค่า Security ในหัวข้อ Device administration ให้เลือกที่ Unknown sources ดังรูปที่ 7.1

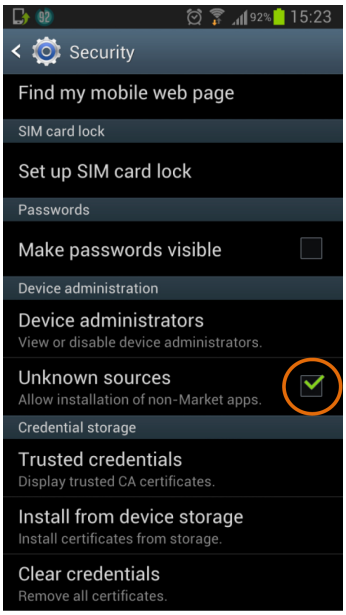


รูปที่ 7.1: การตั้งค่าสมาร์ทโฟนให้อนุญาตการติดตั้งโปรแกรมประยุกต์จากแหล่งอื่น

2. ระบบจะแสดงข้อความแจ้งเตือนเกี่ยวกับความปลอดภัย ดังรูปที่ 7.2 จากนั้นให้กด OK เพื่อยืนยันการตั้งค่าอนุญาตให้สมาร์ทโฟนสามารถติดตั้งโปรแกรมประยุกต์จากแหล่งอื่นนอกเหนือจากการติดตั้งผ่าน Play Store ได้ โดยสามารถตรวจสอบการตั้งค่าได้จากเครื่องหมายถูกในช่องสี่เหลี่ยมที่ Unknown sources ดังรูปที่ 7.3

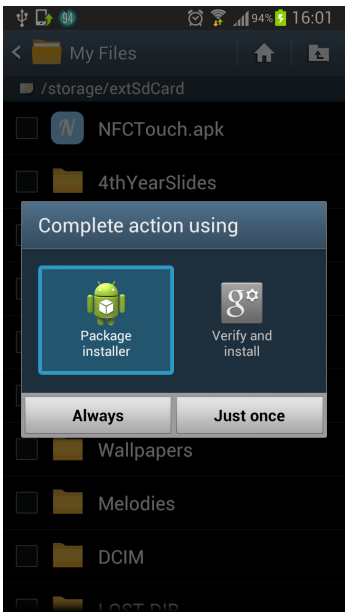


รูปที่ 7.2: ข้อความแจ้งเตือนเกี่ยวกับความปลอดภัย



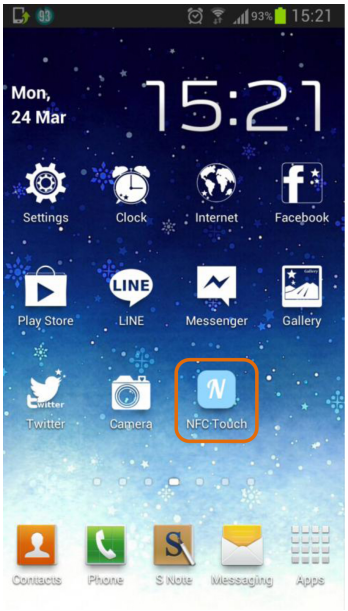
รูปที่ 7.3: การตรวจสอบการตั้งค่าอนุญาตการติดตั้งโปรแกรมประยุกต์จากแหล่งอื่น

3. คัดลอกไฟล์ NFCTouch.apk ลงในพื้นที่เก็บข้อมูลของสมาร์ทโฟน
4. ใช้โปรแกรมประยุกต์ประเภท file browser เพื่อเข้าถึงไฟล์ NFCTouch.apk ในพื้นที่เก็บข้อมูลของสมาร์ทโฟน จากนั้นเลือกที่ไฟล์ .apk เพื่อติดตั้งโปรแกรมประยุกต์ลงบนสมาร์ทโฟนผ่านทาง Package Installer ดังรูปที่ 7.4



รูปที่ 7.4: การติดตั้งโปรแกรมประยุกต์ลงบนสมาร์ทโฟนผ่านทาง Package Installer

5. เมื่อติดตั้งเสร็จสมบูรณ์จะปรากฏไอคอนของโปรแกรมประยุกต์ NFC Touch ดังรูปที่ 7.5



รูปที่ 7.5: ไอคอนของโปรแกรมประยุกต์ NFC Touch บนสมาร์ทโฟน

7.1.2 การติดตั้งโปรแกรมบนโหนดสื่อสารไร้สาย

ในการติดตั้งโปรแกรมลงบนโหนดสื่อสารไร้สาย จะทำในระบบปฏิบัติการ Ubuntu จึงต้องทำการลงระบบปฏิบัติการ Ubuntu ก่อน โดยสามารถดาวน์โหลดไฟล์สำหรับการติดตั้งได้จาก http://www.ubuntu.com/download/desktop

1. คัดลอกไฟล์ jennic_install.sh, jennic.tar.gz และ jenprog.tar.gz ลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์ จากนั้นติดตั้ง toolchain สำหรับการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ JN5168 ด้วยไฟล์เชลล์สคริปต์ jennic_install.sh โดยใช้คำสั่ง

```
sh jennic_install.sh
```

2. คัดลอกไฟล์ motelib_install.sh ลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์ เปิดการเชื่อมต่อกันอินเทอร์เน็ต จากนั้นดาวน์โหลดและติดตั้งไลบรารี Motelib ด้วยไฟล์เชลล์สคริปต์ motelib_install.sh โดยใช้คำสั่ง

```
sh motelib_install.sh
```

3. คัดลอกไฟล์ main_controller.c, nfc_station.c และ Makefile ลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์

4. เพิ่มข้อมูลรหัสประจำตัวของผู้ใช้ที่ต้องการอนุญาตให้ควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้อง โดยการแก้ไขค่าตัวแปร id ในไฟล์ main_controller.c ยกตัวอย่างเช่น การอนุญาตให้ผู้ใช้ที่มีรหัสประจำตัว 531050343 และ 5310500111 ควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้องได้ จะทำการแก้ไขค่าตัวแปรดังนี้

```
char id_list[30][ID_LENGTH+1] = {"5310503943", "5310500111"};
```

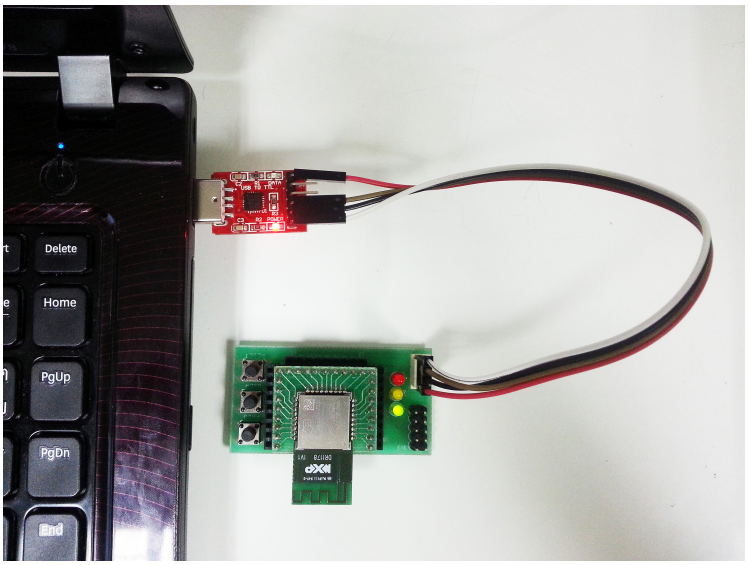
หากไม่ต้องการใช้งานการกำหนดสิทธิ์ในการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ ให้คอมเมนต์รหัสต้นฉบับส่วนของการกำหนดสิทธิ์

```
//////////////Authentication Mode//////////////
/*
for(i = 0; i < id_amt; i++)
{
   if(strncmp((char*)message, id_list[i], ID_LENGTH) == 0)
      permission = 1;
}
sendPermission(source, permission);
*/
/////////////////////////////////////////////
```

และเปิดใช้งานรหัสต้นฉบับส่วนที่ไม่มีการการกำหนดสิทธิ์

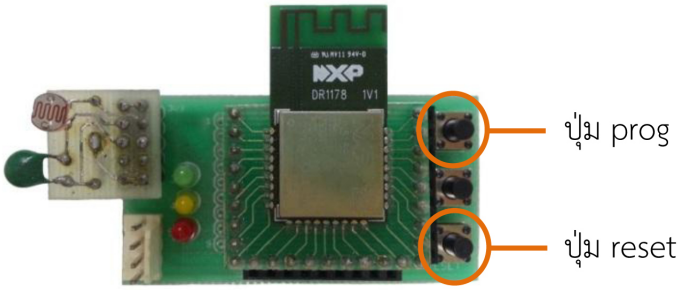
```
//////////////Open Security Mode//////////////
sendPermission(source, 1);
/////////////////////////////////////////////
```

5. เชื่อมต่อโหนดสื่อสารไร้สายเข้ากับคอมพิวเตอร์โดยใช้ USB-to-UART Bridge ดังรูปที่ 7.6



รูปที่ 7.6: การเชื่อมต่อโหนดสื่อสารไร้สายเข้ากับคอมพิวเตอร์

6. ให้โหนดสื่อสารไร้สายเข้าสู่ boot loader โดยการกดปุ่ม prog ค้างไว้ จากนั้นกดปุ่ม reset แล้วจึงปล่อยปุ่ม prog ดังรูปที่ 7.7



รูปที่ 7.7: ปุ่มบนโหนดสื่อสารไร้สายที่ใช้ในการเข้าสู่ boot loader

7. คอมไพล์และติดตั้งไฟล์ main_controller.c ลงบนโหนดสื่อสารไร้สายที่ใช้เป็นส่วนควบคุมหลัก โดยใช้คำสั่ง

```
make TARGET=main_controller DEFAULT_ADDR=0 flash
```

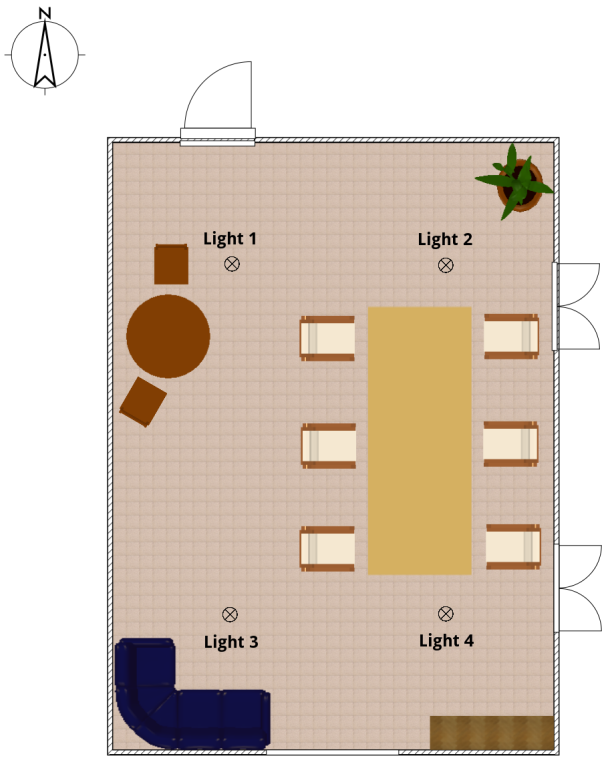
จากนั้นคอมไพล์และติดตั้งไฟล์ nfc_station.c ลงบนโหนดสื่อสารไร้สายที่ใช้เป็นส่วนสถานีเอ็น-เอฟซี โดยใช้คำสั่ง

```
make TARGET=nfc_station DEFAULT_ADDR=1 flash
```

โดยหากมีสถานีเอ็นเอฟซีมากกว่า 1 สถานี ให้ตั้งค่า DEFAULT_ADDR ของแต่ละสถานีอยู่ในช่วง 1 - 1000 โดยให้แต่ละสถานีมีค่า DEFAULT_ADDR ไม่ซ้ำกัน

7.1.3 การเตรียมแผนผังห้องและข้อมูลอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้อง

1. เตรียมภาพแผนผังห้องแสดงตำแหน่งอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้องเป็นไฟล์รูปภาพสกุล.jpg ดังรูปที่ 7.8 โดยตั้งชื่อเป็น plan_<รหัสห้อง>.jpg แผนผังห้องอาจสร้างโดยใช้โปรแกรมด้านกราฟิคหรือโปรแกรมสร้างแบบต่างๆ เช่น Adobe Photoshop, Sweet Home 3D



รูปที่ 7.8: ภาพแผนผังห้องที่สร้างจากโปรแกรม Sweet Home 3D

2. เตรียมข้อมูลอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้อง ให้อยู่ในรูปแบบข้อมูล JSON โดยตั้งชื่อเป็น <รหัสห้อง>.json โดยมีตัวอย่างดังนี้

```
{"plan_filename":"plan_204.jpg","appliances":
[{"name":"Light1","id":0,"brightness":100,
"state":false, "type":0},
{"name":"Light2","id":1,"brightness":100,
"state":false, "type":0},
{"name":"Light3","id":2,"brightness":100,
"state":false, "type":0},
{"name":"Light4","id":3,"brightness":100,
"state":false, "type":0},
{"name":"Bulb","id":4,"brightness":100,
"state":false, "type":1}],
"description":"","name":"OfficeRoom",
"location":"", "id":204,"app_amt":5}
```

3. คัดลอกไฟล์ภาพแผนผังห้องและไฟล์ข้อมูลอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้องเข้าไปเก็บที่เซิร์ฟเวอร์ เพื่อให้ผู้ใช้ดาวน์โหลดข้อมูลห้องเมื่อต้องการใช้งาน

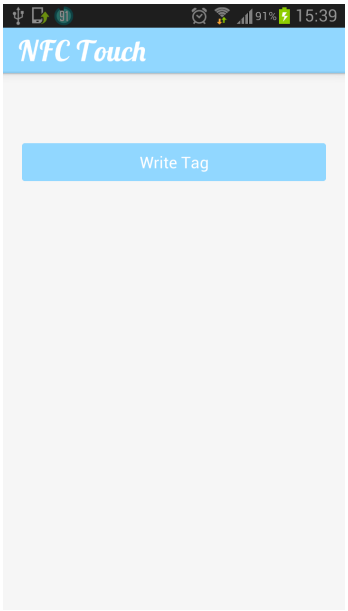
4. เขียนข้อมูลลิงค์สำหรับดาวน์โหลดไฟล์ข้อมูลห้องลงบนเอ็นเอฟซีแท็กโดยการแก้ไขค่าตัวแปรในไฟล์ AppTrigger.java ในรหัสต้นฉบับของโปรแกรมประยุกต์ ตัวอย่างเช่น

```
String server_url = "https://cloud3.cpe.ku.ac.th/krita/";
String room_id = "204";
String room_name = "Office Room";
```

5. แก้ไขให้โปรแกรมประยุกต์เรียกทำงานในส่วนของการเขียนเอ็นเอฟซีแท็กโดยการแก้ไขไฟล์ TitleActivity.java ทำการเอาคอมเมนต์รหัสต้นฉบับส่วนที่เรียกการทำงาน AppTrigger ออก

```
startActivity(new Intent(getApplicationContext(),
AppTrigger.class));
```

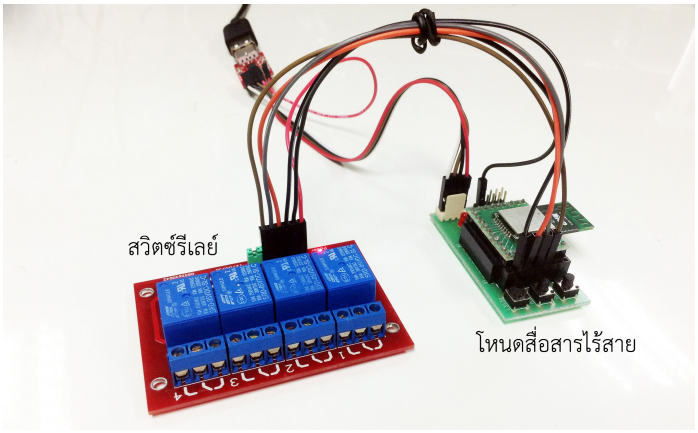
6. เรียกใช้งานโปรแกรมประยุกต์ โดยโปรแกรมประยุกต์จะเข้าสู่การทำงานในส่วนการเขียนเอ็นเอฟซีแท็กดังรูปที่ 7.9 นำเอ็นเอฟซีแท็กมาสัมผัสบริเวณด้านหลังของสมาร์ทโฟน เมื่อโปรแกรมประยุกต์แสดงข้อความว่าตรวจพบเอ็นเอฟซีแท็กแล้ว จึงกดปุ่ม Write Tag เพื่อเขียนข้อมูลลงเอ็นเอฟซีแท็ก



รูปที่ 7.9: อินเตอร์เฟสการเขียนข้อมูลลงบนเอ็นเอฟซีแท็ก

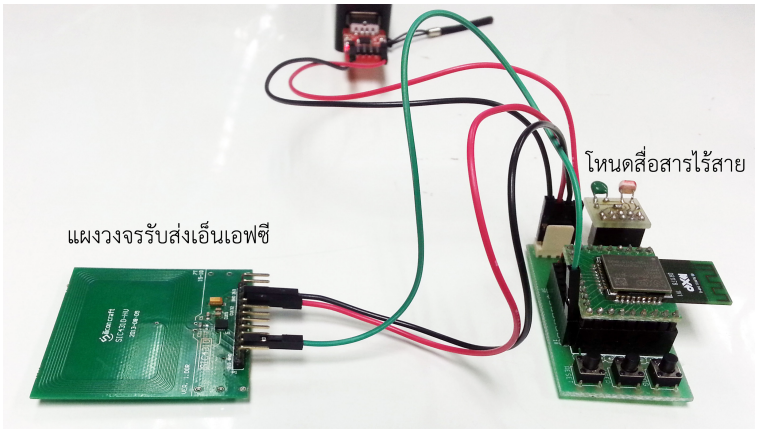
7.1.4 การติดตั้งระบบ

1. เชื่อมต่อโหนดสื่อสารไร้สายที่ใช้เป็นส่วนควบคุมหลักเข้ากับกับรีเลย์และแหล่งจ่ายไฟ ดังรูปที่ 7.10 จากนั้นจึงทำการเชื่อมต่อรีเลย์เข้ากับวงจรอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการควบคุม



รูปที่ 7.10: การติดตั้งส่วนควบคุมหลัก

2. เชื่อมต่อโหนดสื่อสารไร้สายที่ใช้เป็นสถานีเอ็นเอฟซีเข้ากับแผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซีและแหล่งจ่ายไฟ ดังรูปที่ 7.11 และนำสถานีเอ็นเอฟซีไปติดตั้งไว้บริเวณต่างๆในห้องตามต้องการ

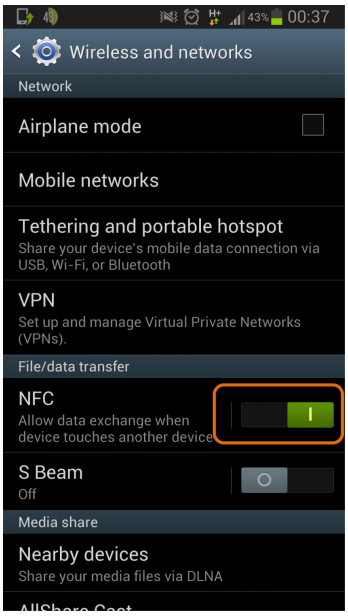


รูปที่ 7.11: การติดตั้งสถานีเอ็นเอฟซี

3. ติดตั้งเอ็นเอฟซีแท็กไว้บริเวณทางเข้าห้องเพื่อให้ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดข้อมูลห้องได้อย่างสะดวก

7.2 คู่มือการใช้งาน

1. เปิดใช้งานการสื่อสารผ่านเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีบนสมาร์ทโฟน โดยการเข้าไปยัง Settings ในหัวข้อ Wireless and network เลือก More Settings จากนั้นที่หัวข้อ File/Data transfer กดปุ่มเปิดใช้งาน NFC ดังรูปที่ 7.12

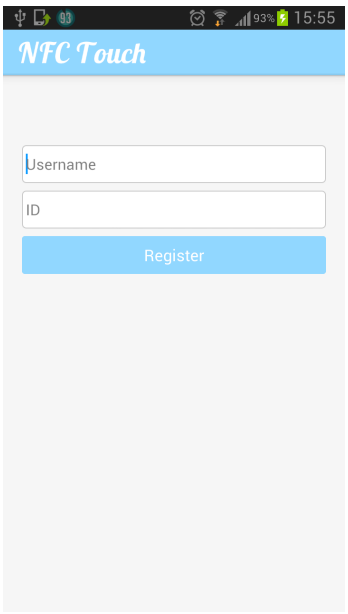


รูปที่ 7.12: การเปิดใช้งานเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีบนสมาร์ทโฟน

2. เปิดใช้งานโปรแกรมประยุกต์ NFC Touch บนสมาร์ทโฟน โดยการเลือกที่ไอคอนดังรูปที่ 7.13

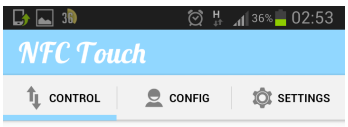
รูปที่ 7.13: ไอคอนโปรแกรมประยุกต์ NFC Touch

3. เมื่อเริ่มใช้งานครั้งแรกโปรแกรมประยุกต์จะให้ผู้ใช้ลงทะเบียนชื่อผู้ใช้และรหัสประจำตัวดังรูปที่ 7.14 โดยระบบจะใช้รหัสประจำตัวดังกล่าวกำหนดสิทธิ์ในการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์

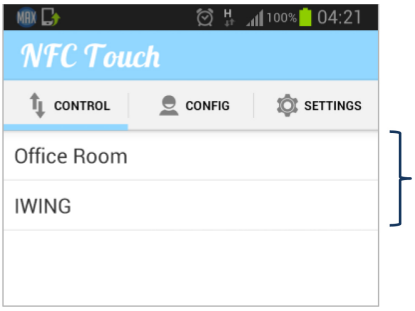


รูปที่ 7.14: อินเตอร์เฟสสำหรับลงทะเบียนชื่อและรหัสประจำตัวของผู้ใช้

เมื่อลงทะเบียนเสร็จแล้ว โปรแกรมประยุกต์จะเข้าสู่หน้าอินเตอร์เฟสหลักดังรูปที่ 7.15 จากนั้นจึงทำการเพิ่มข้อมูลห้องที่ต้องการใช้งานโดยเชื่อมต่อกับวายฟายและนำสมาร์ทโฟนไปสัมผัสบริเวณเอ็นเอฟซีแท็กที่จัดเตรียมไว้ เพื่อทำการดาวน์โหลดไฟล์ภาพแผนผังห้องและไฟล์ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้องจากเซิร์ฟเวอร์มาจัดเก็บในไว้ที่แฟ้มข้อมูล NFC-Touch ในหน่วยความจำภายในตัวเครื่อง จากนั้นชื่อของห้องที่ทำการดาวน์โหลดข้อมูลมา จะปรากฏขึ้นมาให้เลือกใช้งานดังรูปที่ 7.16



รูปที่ 7.15: อินเตอร์เฟสหลักของโปรแกรมประยุกต์

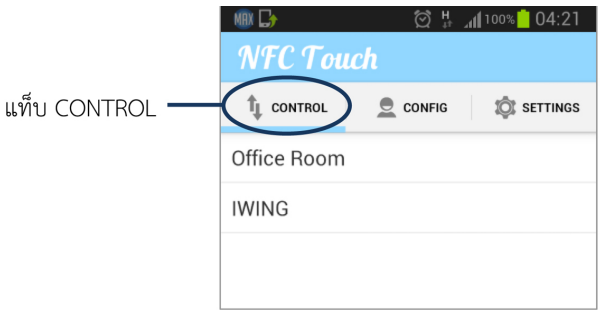


รูปที่ 7.16: อินเตอร์เฟสแสดงรายชื่อห้องที่มีข้อมูลจัดเก็บอยู่ในเครื่อง

4. เลือกใช้งานส่วนต่างๆ ของโปรแกรมประยุกต์ โดยจะมี 3 ส่วนหลักคือ ส่วนควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ ส่วนการตั้งค่าสถานะอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ล่วงหน้า และส่วนการตั้งค่าโปรแกรมประยุกต์

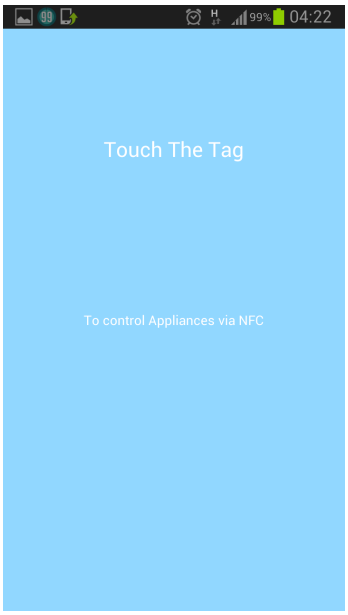
   (a) **การใช้งานส่วนควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์**

   - เลือกแท็บ CONTROL ดังรูปที่ 7.17 จากนั้นเลือกห้องที่ต้องการใช้งาน



รูปที่ 7.17: อินเตอร์เฟสการเลือกแท็บเพื่อควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์

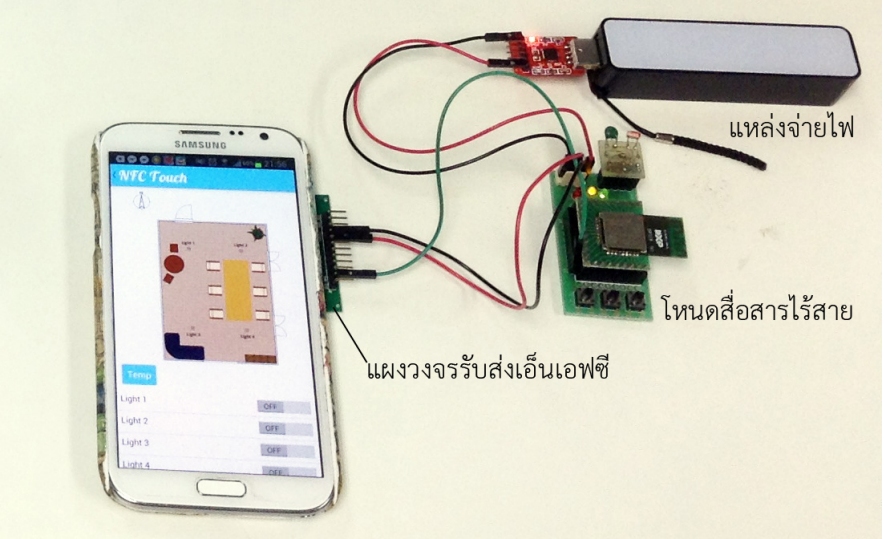
- โปรแกรมประยุกต์จะแจ้งให้ผู้ใช้นำสมาร์ทโฟนไปสัมผัสบริเวณแผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟ-ซีดังรูปที่ 7.18



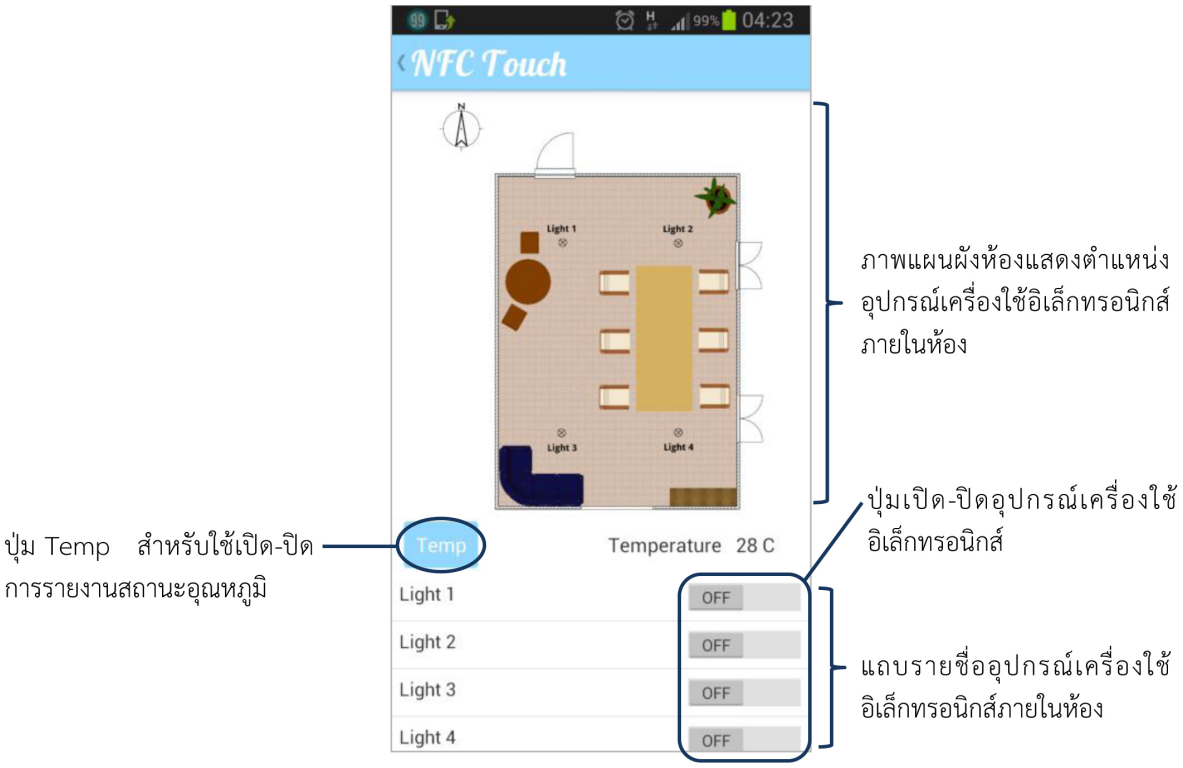
รูปที่ 7.18: อินเตอร์เฟสแจ้งผู้ใช้ให้นำสมาร์ทโฟนไปสัมผัสบริเวณแผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซี

- เมื่อผู้ใช้นำสมาร์ทโฟนไปสัมผัสบริเวณแผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซีดังรูปที่ 7.19 โปรแกรมประยุกต์จะเข้าสู่ส่วนการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ของห้องที่เลือกดังรูปที่ 7.20 ผู้ใช้จะสามารถเปิด-ปิดอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์โดยการกดปุ่ม ON-OFF ที่อยู่บริเวณแถบรายชื่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้อง และหากห้องดังกล่าวมีหลอด-ไฟที่สามารถปรับความสว่างได้ ผู้ใช้จะสามารถปรับค่าความสว่างของหลอดไฟได้โดยการกดเลือกที่แถบรายชื่อของหลอดไฟ เพื่อเรียกใช้งานอินเตอร์เฟสควบคุมความสว่างดังรูปที่ 7.21 จากนั้นจึงเลื่อนแถบระบุค่าความสว่างไปทางซ้ายหรือขวา เพื่อลดหรือเพิ่มความสว่างของหลอดไฟตามต้องการ จากนั้นจึงกดปุ่ม Done เพื่อสิ้นสุดการปรับ

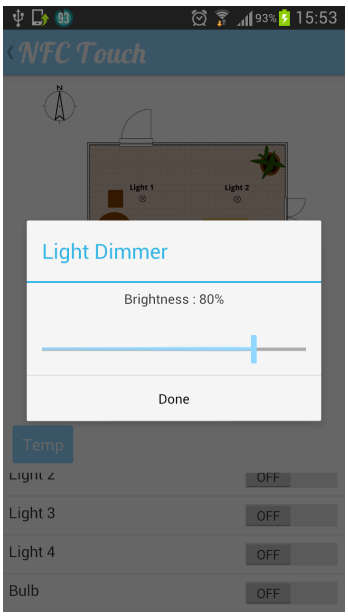
ค่าความสว่างของหลอดไฟ นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถเลือกเปิด-ปิดการรายงานสถานะอุณหภูมิปัจจุบันของห้องได้โดยการกดปุ่ม Temp



รูปที่ 7.19: การใช้สมาร์ทโฟนควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้อง



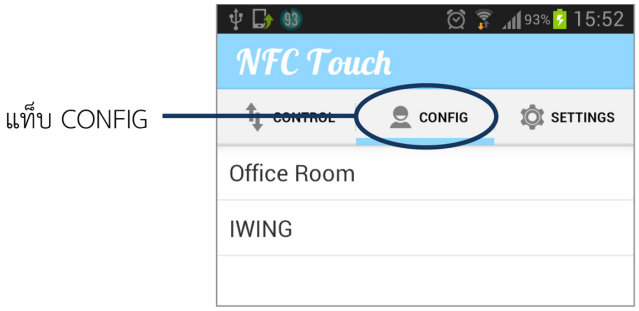
รูปที่ 7.20: อินเตอร์เฟสการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้อง



รูปที่ 7.21: อินเตอร์เฟสการควบคุมความสว่างของหลอดไฟ

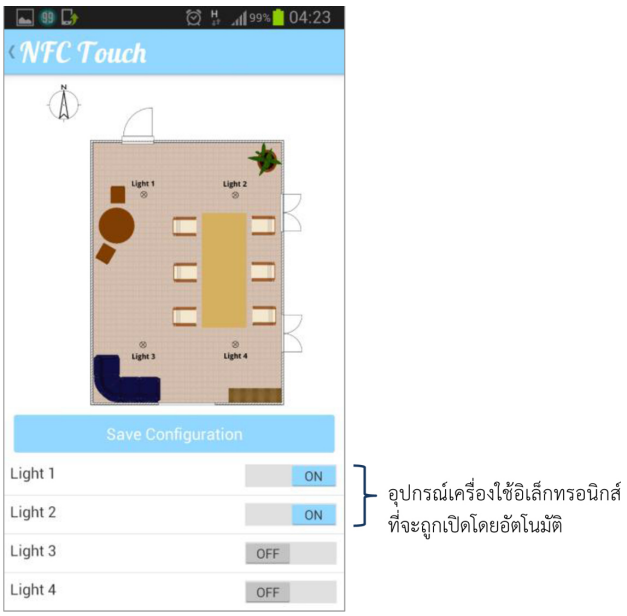
(b) **การใช้งานส่วนการตั้งค่าสถานะอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ล่วงหน้า**

- เลือกแท็บ CONFIG ดังรูปที่ 7.22 จากนั้นเลือกห้องที่ต้องการตั้งค่า



รูปที่ 7.22: อินเตอร์เฟสการเลือกแท็บเพื่อตั้งค่าสถานะอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ล่วงหน้า

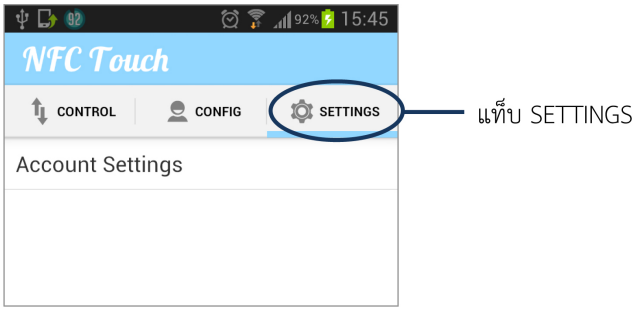
- ตั้งค่าอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการให้เปิดอัตโนมัติเมื่อนำสมาร์ทโฟนไปสัมผัสบริเวณแผงวงจรรับส่งเอ็นเอฟซีในครั้งต่อไป โดยการกดปุ่มเปิดที่แถบรายชื่ออุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าวดังรูปที่ 7.23 จากนั้นกดปุ่ม Save Configuration



รูปที่ 7.23: อินเตอร์เฟสการตั้งค่าสถานะอุปกรณ์เครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ล่วงหน้า

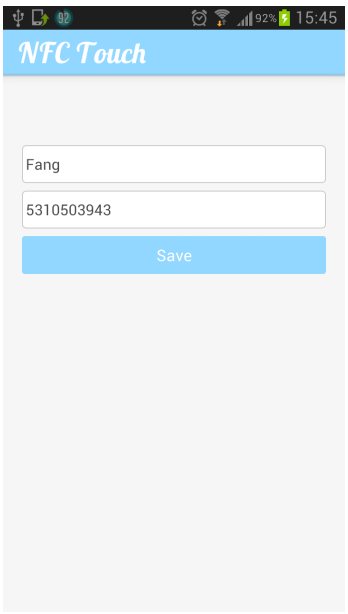
(c) **การใช้งานส่วนการตั้งค่าโปรแกรมประยุกต์**

- เลือกแท็บ SETTINGS ดังรูปที่ 7.24 โดยผู้ใช้จะสามารถเปลี่ยนชื่อผู้ใช้และรหัสประจำตัวได้โดยการเลือกเมนู Account Settings



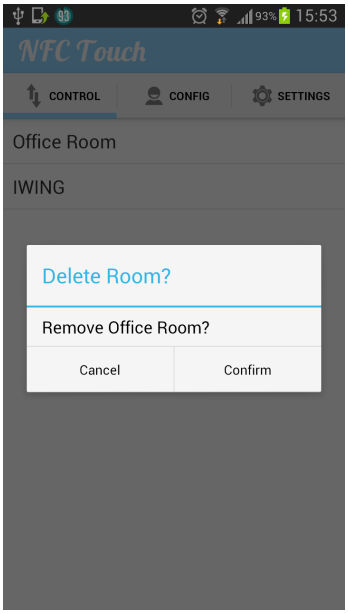
รูปที่ 7.24: อินเตอร์เฟสการเลือกแท็บเพื่อตั้งค่าโปรแกรมประยุกต์

- ป้อนข้อมูลชื่อผู้ใช้และรหัสประจำตัวใหม่ ดังรูปที่ 7.25 จากนั้นกดปุ่ม Save เพื่อบันทึกการเปลี่ยนแปลงข้อมูล



รูปที่ 7.25: อินเตอร์เฟสการตั้งค่าบัญชีผู้ใช้

5. หากผู้ใช้ต้องการลบข้อมูลห้องที่ไม่ต้องการใช้งาน สามารถทำได้โดยการเลือกที่แท็บ CONTROL จากนั้นกดที่รายชื่อห้องที่ต้องการลบค้างไว้ โปรแกรมประยุกต์จะแสดงไดอะล็อกเพื่อให้ผู้ใช้ยืนยันการลบอีกครั้งดังรูปที่ 7.26



รูปที่ 7.26: อินเตอร์เฟสแจ้งการลบข้อมูลห้อง

8 ประวัตินิสิต

นางสาวกฤตา ปัทมสิริวัฒน์ เลขประจำตัวนิสิต 5310503943
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ที่อยู่ปัจจุบัน 250/178 หมู่บ้าน โฮมอินปาร์ค ถ.เลียบคลองชลประทาน ต.หนองควาย อ.หางดง จ.เชียงใหม่ 50230
โทรศัพท์บ้าน 05-343-2314
โทรศัพท์มือถือ 08-1030-8000
E-mail krita_p@outlook.co.th
ระดับการศึกษา ปริญญาตรี

คุณวุฒิการศึกษา	**สถาบัน**	**ปีการศึกษาที่จบ**
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2552
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2549