แอปพลิเคชันแจ้งเตือนสถานีรถไฟฟ้าสำหรับผู้โดยสาร
COMMUTER STATION ALERT APPLICATION FOR PASSENGERS

จารุวิทย์ ธาตุอาภารณ์
จิรายุส สมเจริญวัฒนา
ชัชชัย แทนวันดี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่งทางราง
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

แอปพลิเคชันแจ้งเตือนสถานีรถไฟฟ้าสำหรับผู้โดยสาร

COMMUTER STATION ALERT APPLICATION FOR PASSENGERS

จารุวิทย์ ธาตุอาภารณ์
จิรายุส สมเจริญวัฒนา
ชัชชัย แทนวันดี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่งทางราง
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMMUTER STATION ALERT APPLICATION FOR PASSENGERS

JARUWITH THARTARPORN
JIRAYUS SOMCHAROENWATTANA
CHATCHAI TANWANDEE

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN RAIL TRANSPORTATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2560

สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่งทางราง คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง แอปพลิเคชันแจ้งเตือนสถานีรถไฟฟ้าสำหรับผู้โดยสาร

COMMUTER STATION ALERT APPLICATION FOR PASSENGERS

ผู้จัดทำ

1. นาย จารุวิทย์ ธาตุอาภรณ์ รหัสประจำตัว 57010173
2. นาย จิรายุส สมเจริญวัฒนา รหัสประจำตัว 57010204
3. นาย ชัชชัย แทนวันดี รหัสประจำตัว 57010290

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.มนต์ศักดิ์ พิมสาร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอปพลิเคชันแจ้งเตือนสถานีรถไฟฟ้าสำหรับผู้โดยสาร

นายจารุวิทย์ ธาตุอาภรณ์ 57010173
นายจิรายุส สมเจริญวัฒนา 57010204
นายชัชชัย แทนวันดี 57010290
ผศ.ดร.มนต์ศักดิ์ พิมสาร อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

ปัจจุบันกรุงเทพมหานครมีการสร้างรถไฟฟ้าเพิ่มขึ้นหลายสาย ระยะทางของรถไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น จำนวนสถานีมากขึ้น ระยะเวลาในการเดินทางยาวนานขึ้น ส่งผลให้เกิดปัญหาคือผู้โดยสารลงรถไฟฟ้าผิดสถานี แม้รถไฟฟ้าจะมีระบบแจ้งเตือนทั้งระบบเสียงประกาศและจอแสดงข้อมูลก็ยังสามารถเกิดปัญหานี้ได้ ปริญญานิพนธ์นี้จึงได้ทำการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการ iOS เพื่อช่วยในการแจ้งเตือนสถานีรถไฟฟ้าแก่ผู้โดยสารก่อนถึงสถานีจุดหมาย โดยแอปพลิเคชันจะแจ้งเตือนผู้ใช้งานผ่านแอปพลิเคชันก่อนที่ผู้ใช้จะถึงจุดหมายปลายทางโดยอัตโนมัติเพียงแค่ผู้ใช้งานกำหนดตำแหน่งสถานีที่ต้องการจะไปลงในแอปพลิเคชัน ระบบนี้แบ่งเป็นสองส่วน ส่วนแรกเป็นส่วนอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธที่จะถูกติดไว้ที่สถานี ทำหน้าที่ปล่อยสัญญาณบลูทูธ ส่วนที่สองเป็นส่วนของแอปพลิเคชันที่จะรับสัญญาณของบลูทูธที่ได้เพื่อแสดงผลและทำการแจ้งเตือนบนสมาร์ทโฟนของผู้ใช้งาน ซึ่งจากการทดสอบแอปพลิเคชันโดยการนั่งรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์ ไปกลับจากสถานีพญาไทถึงสถานีมักกะสันเป็นจำนวน 10 รอบ พบว่าแอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้ มีการแจ้งเตือนขึ้นบนสมาร์ทโฟนก่อนถึงสถานีปลายทางได้ 1 สถานี ตามวัตถุประสงค์และทำให้ผู้ใช้งานสามารถลงสถานีที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMMUTER STATION ALERT APPLICATION FOR PASSENGERS

Jaruwith	Thartarporn	57010173
Jirayus	Somcharoenwattana	57010204
Chatchai	Tanwandee	57010290
Asst.Prof. Dr.Monsak	Pimsarn	Advisor

Year 2017

ABSTRACT

Today, Thailand is served by multiple transport systems. The distance and the number of stations increase all the time which causes the passengers to take off at the wrong station. Even though there are the alerts both by sound and display on the screen, some passengers still miss their destination. This project is aimed to develop an Application on iPhone Operating system. This application is utilized to remind the passengers before they reach their destinations. The passengers just have to set the destination and turn on the notification. This working system is divided into two parts. The first part is the application which will convert the received Bluetooth signal and display the notification on the smart phone screen. And the second part is the Bluetooth transmitter which will be attached to the station. It will transmit the signal to every passenger's whom using our application. After having developed the application the test was carried out by taking the train from Phayathai station to Makkasan station for ten times, It was found that the application can notify the passengers which results in passengers get off the train at their target station.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะความอนุเคราะห์ และความเอาใจใส่จาก ผศ.ดร.มนต์ศักดิ์ พิมสาร อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางรวมทั้งปรับปรุงแก้ไขปัญหาข้อบกพร้องต่างๆ ทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างมาก

ขอขอบคุณนายกิตติคม แสงฤทธิ์และเพื่อนร่วมทำวิจัยทุกคนที่คอยให้กำลังใจและให้คำปรึกษาเมื่อมีปัญหาช่วยกันคิดแก้ไขร่วมกัน

ขอขอบคุณนายสุรภัส เจริญยิ่ง นายจิรศักดิ์ อินทโชติและพี่ๆจากบริษัทรถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด ที่คอยช่วยเหลือแนะนำเกี่ยวกับการดำเนินเรื่องการติดตั้งและทดสอบอุปกรณ์

ท้ายสุดขอขอบพระคุณบิดามารดา ผู้ที่คอยให้โอกาสทางการศึกษา ให้การสนับสนุน เป็นกำลังใจอันสำคัญยิ่งและให้ความช่วยเหลือจนทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี ข้าพเจ้าระลึกในพระคุณอันมากล้น และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นายจารุวิทย์ ธาตุอาภรณ์
นายจิรายุส สมเจริญวัฒนา
นายชัชชัย แทนวันดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูป.....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ที่มาและความสำคัญ.....1

1.2 วัตถุประสงค์.....1

1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

1.5 วิธีการดำเนินงาน.....2

บทที่ 2 งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....3

2.1 บทนำ.....3

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....3

2.3 ทฤษฎี.....4

2.3.1 ระบบสื่อสารในโครงการรถไฟฟ้า.....4

2.3.2 บลูทูธ (Bluetooth).....7

2.3.3 บีคอน (Beacon).....9

2.3.4 ระบบปฏิบัติการ iOS.....10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.3.5 โปรแกรมเอ็กซ์โค้ด (Xcode).....11

2.3.6 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา.....12

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน.....14

3.1 บทนำ.....14

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....14

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....20

3.3.1 สมาร์ทโฟน.....20

3.3.2 บลูทูธพลังงานต่ำ.....20

3.3.3 แมคบุ๊ค (Macbook).....21

3.4 การออกแบบและการทดสอบระบบ.....22

3.4.1 การสำรวจความต้องการ.....22

3.4.2 การทำงานของระบบ.....24

3.4.3 การออกแบบหน้าจอแสดงผล (User Interface, UI).....26

3.4.4 การทดสอบระบบ.....27

บทที่ 4 วิธีการทดลองและผลลัพธ์.....29

4.1 บทนำ.....29

4.2 วิธีการทดลอง.....29

4.2.1 การทดสอบระยะการปล่อยสัญญาณบลูทูธของอุปกรณ์.....29

4.2.2 การทดสอบแอปพลิเคชันที่สถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์.....30

4.3 ผลการทดลอง.....32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.3.1 หน้าจอแสดงผลและการใช้งานแอปพลิเคชัน.....32

4.3.2 ผลการทดสอบวัดระยะส่งสัญญาณ.....36

4.3.3 ผลการทดสอบแอปพลิเคชันที่สถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์.....38

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....40

5.1 บทนำ.....40

5.2 สรุปผลการทดลอง.....40

5.3 ปัญหาจากการศึกษา.....41

5.4 ข้อเสนอแนะ.....41

เอกสารอ้างอิง.....42

ภาคผนวก.....43

ภาคผนวก ก เอกสารขออนุญาตติดตั้งอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธ.....44

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแบบสอบถามสำรวจปัญหาในการรับข้อมูลบนรถไฟฟ้า.....46

ภาคผนวก ค สเปกของบีคอน (Specification of Beacon).....49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 แสดงคุณสมบัติของบีคอน.....20

4.1 แสดงข้อมูลของรถไฟฟ้า Desiro Class 360.....36

4.2 ข้อมูลการทดสอบแอปพลิเคชันที่สถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์.....38

4.3 อัตราการสะท้อนสัญญาณของวัตถุแต่ละชนิด.....39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ป้ายบอกตำแหน่งรถไฟฟ้าของบีทีเอส 5

2.2 ป้ายบอกตำแหน่งรถไฟฟ้าของรถไฟฟ้าสายสีม่วง 6

2.3 โครงสร้างภายในของบีคอน 9

2.4 การส่งสัญญาณและค้นหาสัญญาณบีคอน 10

2.5 อุปกรณ์บนระบบปฏิบัติการ iOS 10

2.6 โปรแกรมเอ็กซ์โค้ด (Xcode) 11

2.7 ภาษาสวิฟ (Swift) 12

3.1 หน้าจอของโปรแกรมเอ็กซ์โค้ด (Xcode) 15

3.2 หน้าต่างตั้งค่าโปรเจค 16

3.3 หน้าต่างเจเนอรัล 17

3.4 การเขียนอัลกอริทึม 18

3.5 การสร้างหน้าจอแสดงผล 19

3.6 ไฟล์เก็บโค้ดประมวลผลการเลือกสถานี 19

3.7 โทรศัพท์มือถือไอโฟนเอสอี 20

3.8 อุปกรณ์บีคอน 21

3.9 แมคบุ๊ค (Macboook) 21

3.10 แผนภาพการทำงานของระบบ 24

3.11 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานของระบบ 25

3.12 คอนเซ็ปต์ในการออกแบบหน้าจอแสดงผล 26

3.13 โลโก้ของแอปพลิเคชันที่ออกแบบไว้ 26

3.14 เอกสารขออนุญาตทดสอบอุปกรณ์ 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.15 ติดตั้งอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธ ณ บริเวณเทสแทรคแอร์พอร์ต เรล ลิงค์....28

3.16 ทดสอบวิ่งรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์เพื่อดูการรบกวนของสัญญาณ....28

4.1 ติดตั้งบีคอน....30

4.2 ดูผลดีบักจากโปรแกรมเอ็กซ์โค้ด....30

4.3 ติดตั้งอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธที่สถานีรถไฟฟ้ามักกะสัน....30

4.4 อุปกรณ์ที่ติดตั้งเสร็จสมบูรณ์....30

4.5 แผนภาพการทดสอบแอปพลิเคชันบนรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์....31

4.6 การทดสอบแอปพลิเคชันบนรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์....31

4.7 ไอคอนแอปพลิเคชัน....32

4.8 หน้าจอหลักของแอปพลิเคชัน....33

4.9 แอปพลิเคชันตรวจจับสถานีปัจจุบัน....33

4.10 หน้าจอเลือกสถานีปลายทาง....34

4.11 หน้าจอแจ้งเตือน....34

4.12 หน้าจอการกดรับทราบการแจ้งเตือน....35

4.13 แสดงความสัมพันธ์ของหน้าจอแสดงผล (User Interface)....35

4.14 เปรียบเทียบระหว่างความยาวขบวนรถไฟฟ้ากับการปล่อยสัญญาณบลูทูธ....36

4.15 จุดติดตั้งอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธที่สถานีมักกะสัน....37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันกรุงเทพมหานครมีระบบขนส่งมวลชนที่มีความหลากหลาย รถไฟฟ้าเป็นทางเลือกหนึ่งที่เป็นที่นิยมเพราะมีความปลอดภัย รวดเร็วและมีความสะดวกสบาย เนื่องด้วยการขยายตัวของเมืองทำให้มีการสร้างรถไฟฟ้าเพิ่มขึ้นหลายสาย เช่น รถไฟฟ้าสายสีแดง รถไฟฟ้าสายสีเขียว เป็นต้น ส่งผลให้ระยะทางของรถไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น จำนวนสถานีมากขึ้น เวลาที่ใช้ในการเดินทางจึงยาวนานตามไปด้วย ปัญหาที่ตามมาคือ ผู้โดยสารอาจพลาดการลงสถานีจุดหมาย ผู้โดยสารนั่งเลยสถานี ถึงแม้รถไฟฟ้าจะมีระบบแจ้งเตือนทั้งระบบเสียงประกาศและจอแสดงข้อมูล แต่ก็ยังสามารถเกิดปัญหานี้ได้ เพราะผู้โดยสารไม่สามารถจดจ่ออยู่กับระบบแจ้งเตือนทั้งสองนี้ได้ตลอดหรือในชั่วโมงเร่งด่วนที่มีผู้ใช้บริการรถไฟฟ้าหนาแน่น ทำให้ผู้โดยสารลงสถานีที่ต้องการไม่ทันเนื่องจากไม่ได้มีการเตรียมตัวที่จะลงไว้ล่วงหน้านั่นเอง ประกอบกับทุกวันนี้มีความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยี โทรศัพท์มือถือหรือสมาร์ทโฟนได้เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวัน ด้วยคามสามารถที่หลากหลายทั้งในเรื่องการติดต่อสื่อสาร การแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร การเล่นโซเชียลเน็ตเวิร์ก รวมทั้งในส่วนของแอปพลิเคชันต่างๆที่เข้ามาเพิ่มความสามารถของสมาร์ทโฟน จึงทำให้ทุกคนจะต้องพกสมาร์ทโฟนติดตัวไปไหนมาไหนตลอดเวลา

จากที่กล่าวมาข้างต้นทางคณะผู้จัดทำจึงสนใจออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันในการแจ้งเตือนผู้โดยสารก่อนถึงสถานีจุดหมายเพื่อแก้ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น โดยระบบการแจ้งเตือนจะดำเนินการผ่านแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ iOS โดยใช้ภาษาสวิฟในการเขียนแอปพลิเคชัน ซึ่งแอปพลิเคชันจะทำการแจ้งเตือนล่วงหน้าก่อนถึงสถานีจุดหมาย 1 สถานี ในโครงงานนี้จะดำเนินการเฉพาะระบบรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์ซึ่งสามารถพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อใช้งานจริงในระบบรถไฟฟ้าอื่นๆได้ในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาวิธีการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์โดยใช้เทคโนโลยีบลูทูธ
2. ออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์ในการแจ้งเตือนสถานีสำหรับผู้โดยสารเพื่อให้ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันสามารถลงสถานีที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. ดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธและการแจ้งเตือนเฉพาะระบบรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์
2. ออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับระบบปฏิบัติการ iOS
3. แอปพลิเคชันนี้สามารถทำงานได้ก็ต่อเมื่อมีการเปิดบลูทูธบนมือถือเท่านั้น
4. สามารถบอกตำแหน่งสถานีปัจจุบันได้
5. สามารถแจ้งเตือนสถานีล่วงหน้าก่อนสถานีจุดหมายได้ 1 สถานี

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้เกี่ยวกับการเขียนแอปพลิเคชัน
2. สามารถแจ้งเตือนและอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน
3. สามารถนำไปพัฒนาเพื่อใช้งานจริงกับระบบรถไฟฟ้า

1.5 วิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาเทคโนโลยีบลูทูธ
2. ศึกษาภาษาสวิฟเพื่อใช้ในการเขียนแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ iOS
3. ออกแบบแอปพลิเคชัน
4. เขียนแอปพลิเคชัน
5. ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์กับแอปพลิเคชัน
6. วิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น
7. ติดตั้งอุปกรณ์และทดสอบ ณ สถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิ้ง
8. วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล
9. ทำรูปเล่มโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

ในการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันในการแจ้งเตือนผู้โดยสารก่อนถึงสถานีจุดหมาย จำเป็นต้องมีความรู้เบื้องต้นเรื่องเทคโนโลยีบลูทูธ การเขียนแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ iOS โปรแกรมและภาษาที่ใช้ในการพัฒนา ซึ่งจะกล่าวในบทนี้

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษางานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น

Phanuwat และ Pudsadee [1] ได้นำเสนอต้นแบบการค้นหารถยนต์อัตโนมัติโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยี iBeacon ที่เป็นบลูทูธพลังงานต่ำ นำไปใช้พัฒนาแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน เพื่อรองรับสัญญาณบลูทูธจาก iBeacon และหาตำแหน่งปัจจุบันของรถยนต์จากระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกหรือจีพีเอส (Global Positioning System, GPS) เพื่อส่งข้อมูลให้เจ้าของรถยนต์ทราบตำแหน่งรถยนต์ของตนเองที่สูญหาย พบว่ากระจกหน้ารถยนต์เป็นตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดในการติดตั้ง iBeacon บนรถยนต์เนื่องจากบริเวณที่ติดตั้งเป็นกระจกทำ ให้มีอัตราการสะท้อนสัญญาณต่ำ

Burns [2] ได้สร้างแอปพลิเคชันมือถือ WakeApp บนระบบปฏิบัติการ iOS เพื่อช่วยให้คนขับรถระยะไกลตื่นตัวและเดินทางถึงจุดหมายปลายทางอย่างปลอดภัย ช่วยลดอุบัติเหตุทางจราจรที่อาจจะเกิดขึ้น โดยใช้ภาษา swift ในการเขียนแอปพลิเคชัน โดยที่แอปพลิเคชันจะตอบสนองต่ออัตราการเต้นของหัวใจจากสายรัดข้อมือของผู้ใช้ หากอัตราการเต้นของหัวใจต่ำกว่าช่วงที่กำหนดก็จะมีการแจ้งเตือน เพื่อให้คนขับรถสามารถตัดสินใจที่จะขับรถต่อหรือจอดพัก

Jon et al. [3] ได้จัดทำแอปพลิเคชันแสดงข้อมูลผลงานศิลปะในพิพิธภัณฑ์ ใช้อุปกรณ์บีคอนในการส่งสัญญาณบลูทูธ เพื่อแสดงข้อมูลโดยจัดทำแอปพลิเคชัน 2 รูปแบบ แบบแรกเป็นแบบอัตโนมัติ เมื่อผู้ใช้งานเข้าใกล้งานศิลปะก็จะแสดงข้อมูลงานชินนั้นขึ้นที่มือถือ ส่วนอีกแบบเมื่อเข้าใกล้งานศิลปะจะสามารถเลือกได้ว่าจะให้แสดงข้อมูลงานชิ้นไหน พบว่า แอปพลิเคชันแบบอัตโนมัติไม่เป็นที่พึงปรารถนาสำหรับผู้ใช้งานเพราะว่าทำให้ผู้ใช้งานรู้สึกถึงการสูญเสียความควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ทฤษฎี

2.3.1 ระบบสื่อสารในโครงการรถไฟฟ้า

ระบบสื่อสารในโครงการรถไฟฟ้าในปัจจุบันมี 2 ระบบ ดังต่อไปนี้

1.) ระบบเสียงประกาศสาธารณะ (Public address system, PA) เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ประกอบด้วยไมโครโฟน, เครื่องขยายเสียง, ลำโพงและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง มันจะเพิ่มความชัดเจนปริมาณ (เสียงดัง) ของเสียงมนุษย์, เครื่องดนตรีหรือแหล่งกำเนิดอื่น ๆ หรือเครื่องบันทึกเสียงรวมถึงเพลง ระบบเสียงประกาศสาธารณะถูกนำมาใช้ในสถานที่สาธารณะ เพื่อให้สามารถได้ยินเสียงได้อย่างเพียงพอในระยะทางหรือในพื้นที่ขนาดใหญ่ การใช้งานทั่วไป ได้แก่ สนามกีฬา อาคาร ระบบขนส่งสาธารณะและสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ระบบเสียงประกาศสาธารณะอาจประกอบด้วยไมโครโฟนหลายตัวหรือแหล่งกำเนิดเสียงอื่น ๆ คอนโซลแบบผสม เพื่อรวมและปรับเปลี่ยนแหล่งสัญญาณหลายแหล่งรวมถึงเครื่องขยายเสียงและลำโพงหลายตัวเพื่อให้มีขนาดใหญ่ขึ้นหรือกระจายตัวได้กว้างขึ้น ระบบเสียงประกาศสาธารณะแบบธรรมดามักใช้ในสถานที่เล็ก ๆ เช่น หอประชุม โรงเรียน โบสถ์และ พื้นที่ขนาดเล็ก ๆ ระบบเสียงประกาศสาธารณะกับลำโพงจำนวนมากมีการใช้กันอย่างแพร่หลายเพื่อให้ประกาศในที่สาธารณะสถาบันและอาคารพาณิชย์และสถานที่ เช่น โรงเรียน, สนามกีฬา, เรือโดยสาร, รถไฟฟ้าและเครื่องบิน

ในส่วนของโครงการรถไฟฟ้าประเทศไทย บีทีเอส เอ็มอาร์ทีและแอร์พอร์ต เรล ลิงค์มีการใช้ระบบนี้ เพื่อแจ้งข้อมูลข่าวสารแก่ผู้โดยสารและพนักงาน อีกทั้งแจ้งเตือนภัยในกรณีฉุกเฉิน รวมถึงใช้ในการรักษาความปลอดภัยในพื้นที่รถไฟฟ้า ผ่านเสียงประกาศ โดยภาษาที่ใช้เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ซึ่งข้อมูลที่ประกาศเกี่ยวข้องโดยตรงกับผู้โดยสาร เช่น การประกาศบอกเส้นทางการเดินรถ การประกาศบอกชื่อสถานีปลายทาง การประกาศบอกชื่อสถานีแก่ผู้โดยสารเมื่อหยุดรถ การประกาศแจ้งผู้โดยสารเมื่อมีเหตุขัดข้องและเตือนภัยในกรณีฉุกเฉิน รวมทั้งให้ข้อมูลข่าวสารแก่ผู้โดยสารผ่านเสียงประกาศ

ข้อดีของระบบ

- ระบบไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย และเข้าถึงผู้โดยสารได้ง่าย

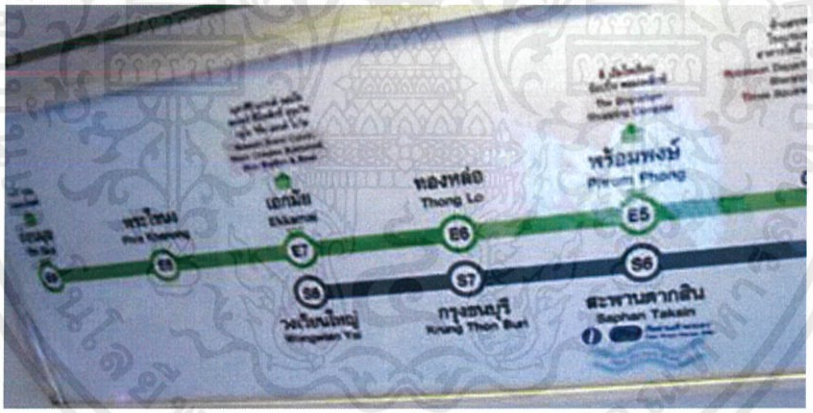
ข้อเสียของระบบ

- ใช้ไม่ได้กับคนพิการทางหูที่ไม่สารารถได้ยินเสียง ใช้ไม่ได้กับผู้โดยสารที่ไม่เข้าใจภาษาไทยและอังกฤษหรือมีทักษะ 2 ภาษานี้น้อยอาจฟังแล้วไม่เข้าใจ การประกาศอาจไม่ชัดเจนทำให้ผู้โดยสารไม่ได้ยิน รวมถึงความถี่ของการประกาศน้อยครั้งหากผู้โดยสารไม่ได้ยินและต้องการฟังเสียงประกาศซ้ำอีกจะไม่ทำสามารถได้ หรือหากผู้โดยสารไม่สนใจเสียงประกาศจะทำให้ผู้โดยสารไม่ทราบข้อมูลที่ประกาศได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

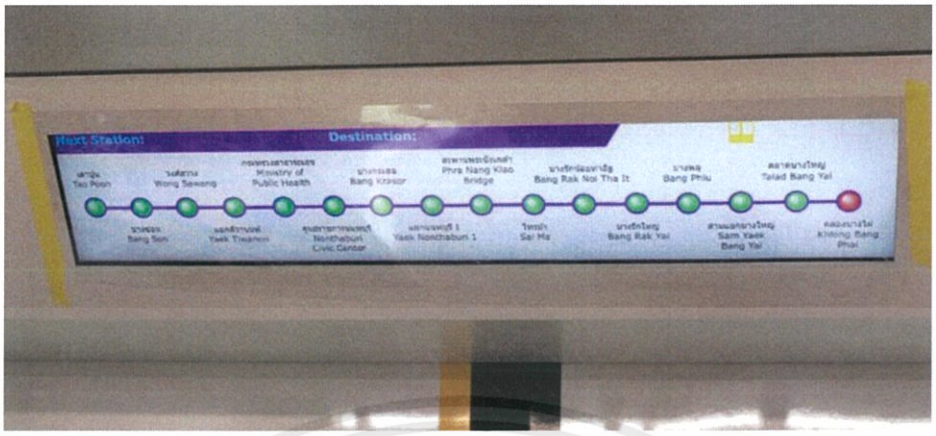
2.) ระบบข้อมูลผู้โดยสาร (Passenger information system, PIS) เป็นระบบอัตโนมัติสำหรับผู้ใช้ระบบขนส่งสาธารณะ จะบอกข้อมูลต่างๆ ในการให้บริการระบบขนส่งสาธารณะผ่านภาพเสียงหรือสื่ออื่น ๆ ในข้อมูลที่ได้จากระบบดังกล่าวสามารถแยกความแตกต่างระหว่าง ข้อมูลแบบคงที่หรือกำหนดเวลาซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงเฉพาะในบางโอกาสและมักใช้สำหรับการวางแผนการเดินทางก่อนออกเดินทาง ข้อมูลเรียลไทม์มาจากระบบตำแหน่งยานยนต์โดยอัตโนมัติซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องอันเป็นผลมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามเวลาขณะนั้น และมักใช้ในระหว่างการเดินทาง ข้อมูลแบบเรียลไทม์มีให้กับผู้โดยสารในหลายวิธีที่แตกต่างกันรวมทั้งการใช้งานโทรศัพท์มือถือแพลตฟอร์มแบบป้ายและจอแสดงผลอัตโนมัติ อาจรวมถึงการคาดการณ์ทั้งสองเกี่ยวกับเวลาเดินทางมาถึงและออกเดินทางเช่นเดียวกับข้อมูลเกี่ยวกับธรรมชาติและสาเหตุของการหยุดชะงัก

ในส่วนของโครงการรถไฟฟ้าประเทศไทย บีทีเอส เอ็มอาร์ทีและรถไฟฟ้าสายสีม่วง มีการใช้ระบบนี้ เพื่อแจ้งข้อมูลข่าวสารแก่ผู้โดยสารและพนักงาน ในส่วนข้อมูลที่ให้จะแสดงผ่านจอแสดงผล โดยระบบนี้จะรวมไปถึงป้ายบอกสถานีบนตัวรถดังรูปที่ 2.1 และ รูปที่ 2.2



รูปที่ 2.1 ป้ายบอกตำแหน่งรถไฟฟ้าของบีทีเอส
(อ้างอิง http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1087871&page=98)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ป้ายบอกตำแหน่งรถไฟฟ้าของรถไฟฟ้าสายสีม่วง
(อ้างอิง https://pantip.com/topic/35230430)

ข้อดีของระบบ
- ระบบไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย และเข้าถึงผู้โดยสารได้ง่าย

ข้อเสียของระบบ
- ใช้ไม่ได้กับคนพิการทางตาที่ไม่สารารถได้มองเห็นได้ ใช้ไม่ได้กับผู้โดยสารที่ไม่เข้าใจภาษาไทยและอังกฤษหรือมีทักษะ 2 ภาษานี้น้อยอาจอ่านแล้วไม่เข้าใจ ป้ายประกาศอาจไม่ชัดเจนทำให้ผู้โดยสารไม่ได้อ่านได้ รวมถึงจุดที่มีป้ายมีน้อยหากผู้โดยสารไม่ได้อยู่ใกล้หรืออยู่ไกลจุดที่มีป้ายจะไม่สามารถทราบข้อมูลบนป้ายได้ หากชั่วโมงเร่งด่วนที่มีผู้โดยสารหนาแน่นจะทำให้ผู้โดยสารไม่ทราบข้อมูลที่ประกาศบนป้ายประกาศได้เนื่องจากมองไม่เห็นและไม่สามารถเข้าใกล้ป้ายได้เพราะผู้โดยสารคนอื่นยืนขวางอยู่
- ต้องนำเอาข้อมูลจากระบบซิกแนลลิ่ง (Signalling) มาใช้อยู่ตลอด

ซึ่งจากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าระบบทั้งสองแบบนั้นยังมีข้อจำกัดอยู่ที่สามารถทำให้เกิดปัญหากับผู้โดยสารได้ และอีกประการหนึ่งคือ ในปัจจุบันระบบรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์นั้นยังไม่มีระบบข้อมูลผู้โดยสาร (PIS) หรือป้ายแสดงข้อมูลรถไฟฟ้า จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีระบบอื่นๆ เพิ่มเติมมารองรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 บลูทูธ (Bluetooth)

บลูทูธ [4] คือ ระบบสื่อสารของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบสองทาง ด้วยคลื่นวิทยุระยะสั้น (Short-Range Radio Links) โดยปราศจากการใช้สายเคเบิ้ล หรือ สายสัญญาณเชื่อมต่อ และไม่จำเป็นจะต้องใช้การเดินทางแบบเส้นตรงเหมือนกับอินฟราเรด ซึ่งถือว่าเพิ่มความสะดวกมากกว่าการเชื่อมต่อแบบอินฟราเรด ที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์มือถือ กับอุปกรณ์ ในโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นก่อนๆ บลูทูธได้เข้ามาช่วยทำให้การส่งถ่ายข้อมูลที่เป็นภาพ เสียง สะดวกยิ่งขึ้น

หลักการทำงาน

บลูทูธใช้สัญญาณวิทยุความถี่สูง 2.4 GHz. แต่จะแยกย่อยออกไป ตามแต่ละประเทศ อย่างในแถบยุโรปและอเมริกา จะใช้ช่วง 2.400 ถึง 2.4835 GHz. แบ่งออกเป็น 79 ช่องสัญญาณ และจะใช้ช่องสัญญาณที่แบ่งนี้ เพื่อส่งข้อมูลสลับช่องไปมา 1,600 ครั้งต่อ 1 วินาที ส่วนที่ญี่ปุ่นจะใช้ความถี่ 2.402 ถึง 2.480 GHz. แบ่งออกเป็น 23 ช่อง ระยะทำการของบลูทูธจะอยู่ที่ 5-10 เมตร โดยมีระบบป้องกันโดยใช้การป้อนรหัสก่อนการเชื่อมต่อ และ ป้องกันการดักสัญญาณระหว่างสื่อสาร โดยระบบจะสลับช่องสัญญาณไปมา จะมีความสามารถในการเลือกเปลี่ยนความถี่ที่ใช้ในการติดต่อเองอัตโนมัติ โดยที่ไม่จำเป็นต้องเรียงตามหมายเลขช่อง ทำให้การดักฟังหรือลักลอบขโมยข้อมูลทำได้ยากขึ้น โดยหลักของบลูทูธจะถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากใช้การขนส่งข้อมูลในจำนวนที่ไม่มาก อย่างเช่น ไฟล์ภาพ, เสียง, แอพพลิเคชั่นต่างๆ และสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ขอให้อยู่ในระยะที่กำหนดไว้เท่านั้น (ประมาณ 5-10 เมตร) นอกจากนี้ยังใช้พลังงานต่ำ กินไฟน้อย และสามารถใช้งานได้นาน โดยไม่ต้องนำไปชาร์จไฟบ่อยๆด้วย ส่วนความสามารถการส่งถ่ายข้อมูลของ บลูทูธจะอยู่ที่ 1 Mbps (1 เมกกะบิตต่อวินาที) และคงจะไม่มีปัญหาอะไรมากกับขนาดของไฟล์ที่ใช้กันบนโทรศัพท์มือถือหรือการใช้งานแบบทั่วไป ซึ่งถือว่าเหลือเฟือมาก

วิวัฒนาการของเทคโนโลยีบลูทูธ

ปัจจุบันบลูทูธได้มีการพัฒนามาแล้วหลายเวอร์ชันดังนี้

1. บลูทูธ 1.0

- เวอร์ชัน 1.0 และ 1.0B เดไวส์ แอดเดรส ในการส่งข้อมูลผ่านการเชื่อมต่อ (โดยการส่งข้อมูลแบบนี้ยังมีปัญหาอยู่)
- เวอร์ชัน 1.1 เป็นการแก้ปัญหาที่พบในเวอร์ชัน 1.0B การวัดความแรงหรือความเข้มของสัญญาณตัวรับ (Received Signal Strength Indicator, RSSI)
- เวอร์ชัน 1.2 มีการเชื่อมต่อและตรวจพบได้เร็วขึ้น มีการดัดแปลงการแบ่งข้อมูลเป็นชุดเล็ก ๆ แล้วส่งข้อมูลไปที่ช่วงความถี่ที่แตกต่างกัน มีการกระโดดไปมา (Hopping) ของช่วงความถี่แต่ละชุด เพื่อหลีกเลี่ยงสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นในช่วงความถี่นั้น ๆ (Frequency-Hopping Spread Spectrum, FHSS) โดยการปรับปรุงอุปสรรคของคลื่นความถี่วิทยุและยังเพิ่มความเร็วในการสื่อสารสูงถึง 721 กิโลบิตต่อวินาที ซึ่งสูงกว่าเวอร์ชัน 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. บลูทูธ 2.0

- เวอร์ชัน 2.0+อีดีอาร์ ลักษณะโดดเด่นของเวอร์ชันนี้เหมือนกับเวอร์ชัน 1.2 ต่างกันคือ การปรับปรุงความเร็วให้เพิ่มขึ้น (Enhanced Data Rate, EDR) เพื่อให้การเคลื่อนย้ายข้อมูลทำได้เร็วขึ้น อัตราความเร็วของอีดีอาร์อยู่ที่ 3 เมกกะบิตต่อวินาที โดยที่อัตราความเร็วของการส่งข้อมูลจะอยู่ที่ 2.1 เมกกะบิตต่อวินาที อัตราของการส่งไปยังปลายทางถูกใช้โดยการใช้ความแตกต่างของเทคโนโลยีเรดิโอ ประโยชน์ที่ได้จากลักษณะโดดเด่นของ อีดีอาร์ คือความเร็วในการขนส่งข้อมูล 3 เท่า (2.1 เมกกะบิตต่อวินาที) ในกรณีเดียวกันลดความซับซ้อนของการติดต่อพร้อมๆกันในกรณีที่มีการเพิ่มปริมาณการรับและการส่งข้อมูล (Data-Transfer) ของอินเทอร์เน็ต การบริโภคพลังงานน้อยกว่าผ่าน รีดิวซ์ดิวตี้ไซเคิล

- เวอร์ชัน 2.1+อีดีอาร์ ลักษณะโดดเด่นของเวอร์ชันนี้รองรับและเข้ากันได้กับเวอร์ชัน 1.2 อย่างเต็มที่และถูกดัดแปลงโดยกลุ่มบลูทูธเอสไอจีต่อมา เวอร์ชันนี้รองรับความเร็วในการโอนย้ายข้อมูลตามหลักวิชาการสูงสุดถึง 3 เมกกะบิตต่อวินาที ลักษณะโดดเด่นเหล่านี้รวมไปถึง การตอบกลับของการสืบค้นแบบยืดยาว (Extended Inquiry Response, EIR) มีการตระเตรียมข้อมูลมากขึ้นขณะทำการสืบค้นเพื่ออนุญาตให้อุปกรณ์ทำการกรองได้ดีขึ้นก่อนการติดต่อข้อมูลดังกล่าวคือ ชื่อของอุปกรณ์, รายการการให้บริการต่างๆที่รองรับอุปกรณ์นั้นๆ, ระดับของพลังงานที่ใช้ในการสื่อสารที่ใช้สำหรับการตอบการสืบค้นและข้อมูลที่ถูกกำหนดไว้ก่อนแล้วโดยโรงงานผู้ผลิต

3. บลูทูธ 3.0

- เวอร์ชัน 3.0+เอชเอส เวอร์ชันนี้ถูกปรับปรุงโดยบลูทูธเอสไอจี อีกทั้งยังมีการรองรับการขนส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูงสุด 24 เมกกะบิตต่อวินาที แม้ว่าจะไม่เร็วเกินกว่าบลูทูธลิงค์ในตัวเอง แทนที่ บลูทูธลิงค์จะถูกใช้สำหรับการเจรจาและตั้งฐาน และอัตราการการขนส่งข้อมูลที่สูงถูกส่งด้วยฐานไวไฟลิงค์ทั้งสอง (รับ-ส่ง) เครื่องรับส่งวิทยุของบลูทูธยังคงใช้สำหรับการค้นหาอุปกรณ์ การเริ่มต้นการติดต่อและติดตั้งข้อมูลของบลูทูธและถ้าหากข้อมูลที่ต้องการส่งมีขนาดใหญ่ เทคโนโลยีความเร็วสูงจะถูกนำมาใช้ในการส่งข้อมูล นั่นหมายถึงการพิสูจน์ว่ารูปแบบของการติดต่อของบลูทูธใช้พลังงานน้อยและจะถูกใช้เมื่อระบบอยู่ในสภาวะว่างเปล่า

4. บลูทูธ 4.0

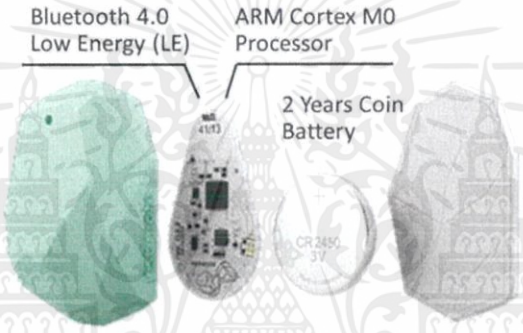
- เวอร์ชัน 4.0 (โปรโตคอลที่ใช้พลังงานต่ำ) ในเวอร์ชัน 4.0 บลูทูธเอสไอจีได้ปรับปรุงบลูทูธพลังงานต่ำ (Bluetooth Low Energy, BLE) ซึ่งเป็นลักษณะที่โดดเด่นมากของเวอร์ชันนี้โดยใช้ชื่อชั่วคราวว่าไวบรีและบลูทูธพลังงานต่ำ และคุณลักษณะที่โดดเด่นของบลูทูธ เวอร์ชันนี้ คือ การนำเทคโนโลยีอัลตราโลว์พาวเวอร์บลูทูธเข้ามาใช้ ยกตัวอย่างกรณีที่มีการใช้เทคโนโลยีนี้ เช่น การแสดงแสดงหมายเลขผู้โทรศัพท์, อุปกรณ์ที่นักกีฬาสวมใส่เพื่อการตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจขณะกำลังออกกำลัง และ อุปกรณ์ทางการแพทย์ เป็นต้น เทคโนโลยีบลูทูธพลังงานต่ำถูกออกแบบสำหรับอุปกรณ์ที่มีอายุการใช้แบตเตอรี่สูงสุด 1 ปี และจะมีอัตราการส่งผ่านข้อมูลอยู่ที่ 1 เมกกะบิตต่อวินาทีและใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเข้ารหัส ในการเชื่อมต่อและส่งผ่านข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ โดยอุปกรณ์ที่ติดตั้งบลูทูธ 4.0 นั้นจะสามารถเลือกใช้ได้ทั้งโหมดประหยัดพลังงานและโหมดธรรมดา

2.3.3 บีคอน (Beacon)

บีคอน [5] เป็นอุปกรณ์ส่งสัญญาณบลูทูธ ช่วยในการแจ้งตำแหน่งให้กับอุปกรณ์ข้างเคียง เช่น โทรศัพท์ เพื่อทดแทนระบบจีพีเอส ซึ่งไม่สามารถใช้ภายในอาคารได้ เทคโนโลยีบีคอนทำงานโดยใช้บลูทูธพลังงานต่ำ (Bluetooth Low Energy, BLE) ถูกพัฒนาโดยบริษัท Apple เพื่อระบบปฏิบัติการ iOS โดยโครงสร้างภายในอุปกรณ์ ประกอบด้วยแผงวงจรของบลูทูธพลังงานต่ำและแบตเตอรี่ขนาดเล็กซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.3



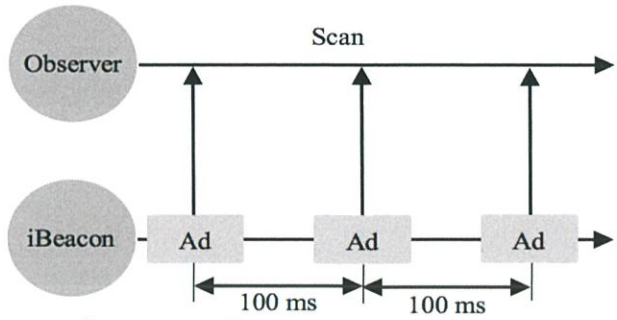
รูปที่ 2.3 โครงสร้างภายในของบีคอน
(อ้างอิง http://startitup.in.th/beacon-internet-of-thing-hardware-startup/)

บีคอนจะส่งข้อมูลเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย

1. ยูยูไอดี (Universally unique identifier, UUID) 16 bytes เป็นค่าที่ใช้ระบุตัวตนของบีคอน เช่น D9B9EC1F-3925-43D0-80A9-1E39D4CEA95C
2. เมเจอร์ (Major) 2 bytes เป็นค่าที่ใช้ระบุกลุ่มหลักของตัวบีคอน
3. ไมเนอร์ (Minor) 2 bytes เป็นค่าที่ใช้ระบุเพื่อเติมในกลุ่มย่อยของตัวบีคอน

รูปแบบการรับส่งสัญญาณบลูทูธของบีคอน ซึ่งบีคอนเป็นรูปแบบหนึ่งของบลูทูธพลังงานต่ำที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเพียงอย่างเดียว โดยทำการส่งสัญญาณแบบมีช่วงเวลา ดังรูปที่ 2.4 แสดงการส่งสัญญาณบีคอนด้วยความถี่ 100 มิลลิวินาทีต่อ 1 ครั้ง ซึ่งทาง ฝั่งผู้รับสัญญาณ (Observer) จะทำการค้นหาสัญญาณ (Scan) เพื่อรับข้อมูลจากบีคอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 การส่งสัญญาณและค้นหาสัญญาณบีคอน

2.3.4 ระบบปฏิบัติการ iOS

iOS มีชื่อเดิมว่า iPhone OS คือระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์พกพา (Smartphone, Tablet) พัฒนาและจำหน่ายโดยบริษัท Apple เปิดตัวครั้งแรกในปี 2007 เพื่อใช้บน iPhone และได้มีการพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อใช้บนอุปกรณ์พกพาอื่นๆ ของ Apple เช่น iPod touch, iPad, iPadmini และ Apple TV ดังรูปที่ 2.5 iOS แตกต่างจาก Windows Phone ของ Microsoft และ Android ตรงที่ Apple ไม่อนุญาตให้นำ iOS ไปติดตั้งบนอุปกรณ์ที่ไม่ใช่อุปกรณ์ของ Apple โดยระบบปฏิบัติการนี้สามารถเชื่อมต่อไปยัง App Store สำหรับการเข้าถึงแอปพลิเคชันมากกว่า 300,000 ตัว ซึ่งมีการดาวน์โหลดไปมากกว่าห้าพันล้านครั้ง Apple ได้มีการพัฒนาปรับปรุงสำหรับ iPhone, iPad และ iPod Touch ผ่านทางระบบ iTunes คือโปรแกรมฟรี สำหรับ Mac และ PC ใช้ดูหนังฟังเพลงบนคอมพิวเตอร์ รวมทั้งจัดระเบียบและซิงค์ทุกๆอย่าง และเป็นร้านขายความบันเทิงบนคอมพิวเตอร์, บน iPod touch, iPhone และ iPad ที่มีทุกๆอย่างสำหรับคุณในทุกที่และทุกเวลา พัฒนาระบบรักษาความปลอดภัยให้มีความเป็นเลิศ ซึ่งนี้คือข้อได้เปรียบ เมื่อเทียบกับคู่แข่ง

ข้อดีของระบบปฏิบัติการ iOS คือ มีแอปพลิเคชันหลากหลาย มีบริการ App Store และโปรแกรม iTunes สนับสนุนการจัดการอุปกรณ์มีเมนูการใช้งาน รวดเร็วและเข้าใจง่าย โปรแกรม เว็บบราวเซอร์ (Safari) ตอบสนองได้รวดเร็ว

รูปที่ 2.5 อุปกรณ์บนระบบปฏิบัติการ iOS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 โปรแกรมเอ็กซ์โค้ด (Xcode)

เอ็กซ์โค้ดเป็นเครื่องมือของนักพัฒนาของบริษัท Apple เอาไว้สร้างแอปพลิเคชันสำหรับเครื่อง iOS, Mac, Apple TV และ Apple Watch โดยเอ็กซ์โค้ดต้องติดตั้งลงบนเครื่องที่มี OS เป็น Mac OS X และ Xcode รองรับโค้ดต้นฉบับสำหรับภาษาโปรแกรม C, C ++, Objective-C, Objective-C ++, Java, AppleScript, Python, Ruby, ResEdit (Rez) และ Swift โดยมีรูปแบบการเขียนโปรแกรมมากมายเป็นอิสระ

เอ็กซ์โค้ดไอดีอี คือ สภาพแวดล้อมในการพัฒนาแอปพลิเคชัน ประกอบด้วยพื้นที่ทำงานสำหรับเขียนโค้ด, พื้นที่สำหรับออกแบบหน้าจอแสดงผลเรียกว่า Interface builder, มีคอมไพล์เลอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง ชื่อว่า LLVM Compiler 2.0 สามารถประมวลผลได้เร็วกว่า GCC ถึง 2 เท่า สร้างแอปพลิเคชันให้ทำงานได้เร็วขึ้น มีระบบตรวจสอบโค้ดที่มีประสิทธิภาพ แก้ไขโค้ดที่ผิดให้อัตโนมัติ, มี เวอร์ชันอิดิเตอร์ที่ตรวจสอบซอสโค้ดทั้ง 2 เวอร์ชันแบบเทียบกันหน้าต่อหน้าให้เห็นบรรทัดที่แตกต่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ, มีดีบักเกอร์เอ็นจินที่ชื่อว่า LLDB สามารถแทรคโค้ดได้ขณะที่โปรแกรมกำลังรันทดสอบอยู่, มีซอสคอนโทรลในการควบคุมเวอร์ชันของโปรเจคได้

Instruments เป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันที่พัฒนาเสร็จแล้ว โดยวัดการใช้งาน memory, CPU Time, Overhead ต่างๆ

SDK สำหรับ Mac OS X และ iOS คือ Class Library สำหรับใช้พัฒนาแอปพลิเคชันแบ่งเป็น Mac OS X และ iOS

รูปที่ 2.6 โปรแกรมเอ็กซ์โค้ด (Xcode)

(อ้างอิง https://itunes.apple.com/bn/app/xcode/id497799835?mt=12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา

สวิฟ (Swift) [6] คือภาษาการเขียนโปรแกรมที่ใช้งานง่าย ซึ่งได้รับการพัฒนาโดยบริษัท Apple เพื่อใช้ในการสร้างแอปพลิเคชันสำหรับ iOS, Mac, Apple TVและ Apple Watch เรียกได้ว่าเป็นภาษาที่ออกแบบมาเพื่อให้นักพัฒนา นอกจากนี้ Swift ยังใช้งานง่ายและเป็น Open source ภาษาสวิฟเป็นภาษาที่ทำงานได้เร็ว มีประสิทธิภาพและง่ายต่อการพัฒนาโดยนำข้อดีของภาษาสมัยใหม่เข้ามามากมาย เช่น Type Inference, Clean Syntax, No semicolons, Closures, Generics ซึ่งคุณสมบัติที่กล่าวมานั้นบางอย่างก็มีอยู่แล้วในภาษา Objective-C แต่ในสวิฟนั้นจะพัฒนาให้น่าใช้มากยิ่งขึ้นและภาษา Swift ยังถูกออกแบบให้มีความปลอดภัยในการเขียนโปรแกรมมากขึ้น ทำให้ลดข้อผิดพลาดของโปรแกรมที่พัฒนา ตัวอย่างเช่น

1. ไม่อนุญาตให้มีตัวแปรที่ไม่ได้ถูกกำหนดค่าในโปรแกรม
2. ไม่ต้องเขียนสัญลักษณ์ *(Asterisk) ขณะประกาศตัวแปร
3. ตรวจสอบการใช้งานค่าต่ำสุดและสูงสุดของตัวเลขจำนวนเต็ม
4. จะต้องเขียนวงเล็บปีกกาครอบส่วนของโปรแกรมที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขใดๆ

รูปที่ 2.7 ภาษาสวิฟ (Swift)
(อ้างอิง http://webcascade.com/category/tips/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติของภาษาสวิฟ

สวิฟ เริ่มพัฒนาขึ้นในเดือนกรกฎาคม 2010 โดย Chris Lattner และนักโปรแกรมเมอร์คนอื่น ๆ ในบริษัท Apple โดยนำแนวคิดมาจากภาษา Objective-C, Rust, Haskell, Ruby, Python, C#, CLU และอื่น ๆ ในวันที่ 2 มิถุนายน 2014 ในงาน Apple Worldwide Developers Conference (WWDC) ได้เปิดเผยต่อผู้คนทั่วไปเป็นครั้งแรกรุ่นของภาษาสวิฟ

สวิฟ 1.0 เปิดตัววันที่ 9 กันยายน 2014 ในโปรแกรมเอ็กซ์โค้ดเวอร์ชัน 6.0 สำหรับ iOS

สวิฟ 1.1 เปิดตัวในวันที่ 22 ตุลาคม 2014 ในโปรแกรมเอ็กซ์โค้ดเวอร์ชัน 6.1

สวิฟ 1.2 เปิดตัวในวันที่ 8 เมษายน 2015 ในโปรแกรมเอ็กซ์โค้ดเวอร์ชัน 6.3

สวิฟ 2.0 เปิดตัวในวันที่ 21 กันยายน 2015 ในงาน WWDC 2015

สวิฟ 3.0 เปิดตัวในวันที่ 13 กันยายน 2016 ในงาน WWDC 2016

สวิฟ 4.0 เปิดตัวในวันที่ 19 กันยายน 2017 ในงาน WWDC 2017

อนาคตของสวิฟและการเขียนแอปพลิเคชันบน iOS

1. Apple ต้องการให้สวิฟเป็นภาษาที่จะมา “แทนที่” Objective-C แทนที่จะเป็น “ทางเลือก”
2. คิดว่ายังคงต้องใช้เวลาเปลี่ยนผ่านและการพัฒนาสักระยะใหญ่ๆ ทั้งเรื่องของความสามารถของภาษาและ Community
3. Objective-C เป็นภาษาเก่าแก่ที่ถูกพัฒนามากว่า 20 ปี คาดว่าหลายต่อหลายคนยังคงจะใช้ Objective-C ไปก่อนอีกนาน
4. Apple ต้องพยายามลดช่องว่างความยากของตัวภาษาในการเรียนรู้การพัฒนาโปรแกรมบน Mac OS X และ iOS เพื่อดึงดูดนักพัฒนาใหม่ๆ
5. หลายคนที่ปรับตัวเองมาจากภาษาสคริปต์สมัยใหม่อย่าง Python, Ruby, JavaScript ก็น่าจะเป็นอีกกลุ่มที่สนใจใช้สวิฟในการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 บทนำ

ขั้นตอนการดำเนินงานจะเริ่มตั้งแต่การออกแบบหน้าจอแสดงผลจนกระทั่งการเขียนแอปพลิเคชัน ซึ่งประกอบไปด้วย การออกแบบการทำงานของแอปพลิเคชัน การออกแบบและเขียนโค้ดโดยใช้โปรแกรมเอ็กซ์โค้ด เป็นต้น

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ทำการศึกษาโปรแกรมเอ็กซ์โค้ดและการใช้งาน
2. ศึกษาโค้ดภาษาสวิฟ
3. ทำการออกแบบหลักการทำงานของแอปพลิเคชัน
4. เขียนโค้ดตามที่ได้ออกแบบไว้
5. ทดสอบรันโค้ด
6. ออกแบบหน้าจอแสดงผล (User Interface, UI)
7. ติดตั้งแอปพลิเคชันลงในสมาร์ทโฟน
8. ทดสอบแอปพลิเคชันกับอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธ
9. ทดสอบแอปพลิเคชันที่สถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์
10. วิเคราะห์ผลการทดสอบและสรุปผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการเปิดโปรแกรม Xcode จากนั้นคลิก Create a new Xcode project ดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 หน้าจอของโปรแกรมเอ็กซ์โค้ด (Xcode)

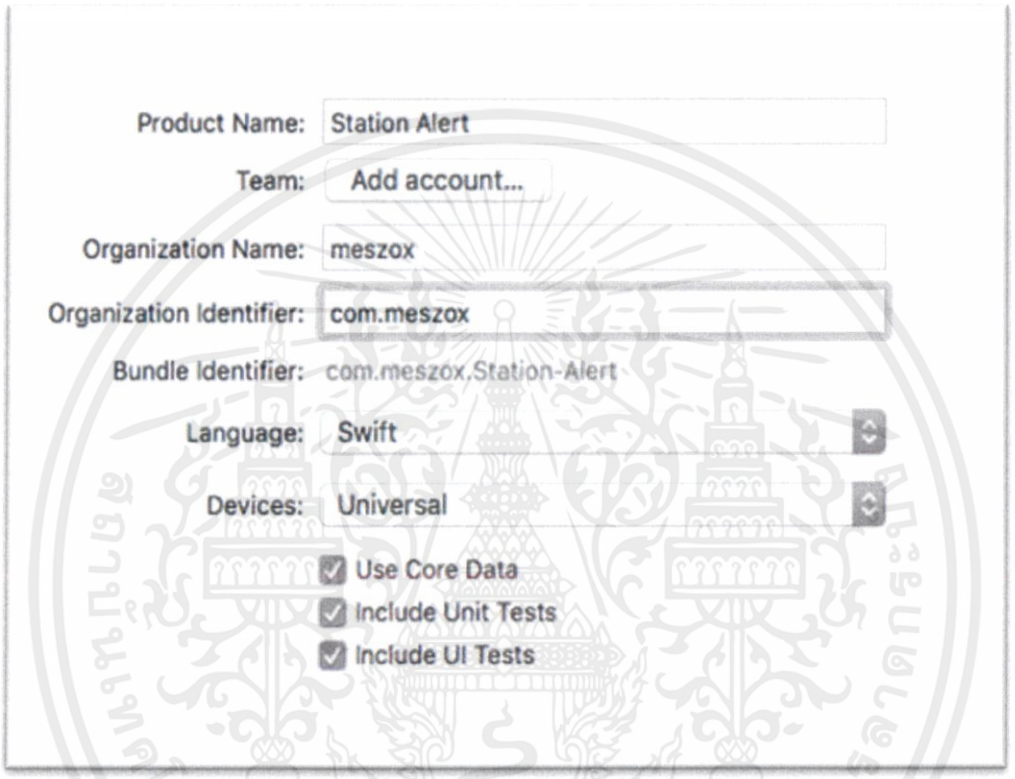
เลือก iOS และ Single View Application กด Next จะพบหน้าต่างดังรูปที่ 3.2

- Product Name – ตั้งชื่อโปรเจค
- Organization Name – ชื่อองค์กร
- Organization Identifier - reverse domain name ของหน่วยงาน
- Bundle Identifier - ข้อมูลส่วนนี้ XCode จะระบุให้เองอัตโนมัติ โดยนำค่าจาก Organization

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Identifier รวมกับ Product Name (จะเป็น ID ประจำตัว Application - เมื่อ Upload ขึ้น Store แล้วจะไม่สามารถเปลี่ยนค่านี้ได้)

- Language - Swift
- Devices - อุปกรณ์ที่รองรับ Application นี้ ประกอบด้วยตัวเลือก iPad, iPhone, Universal (สนับสนุนทั้ง iPad และ iPhone) ให้เลือก Universal



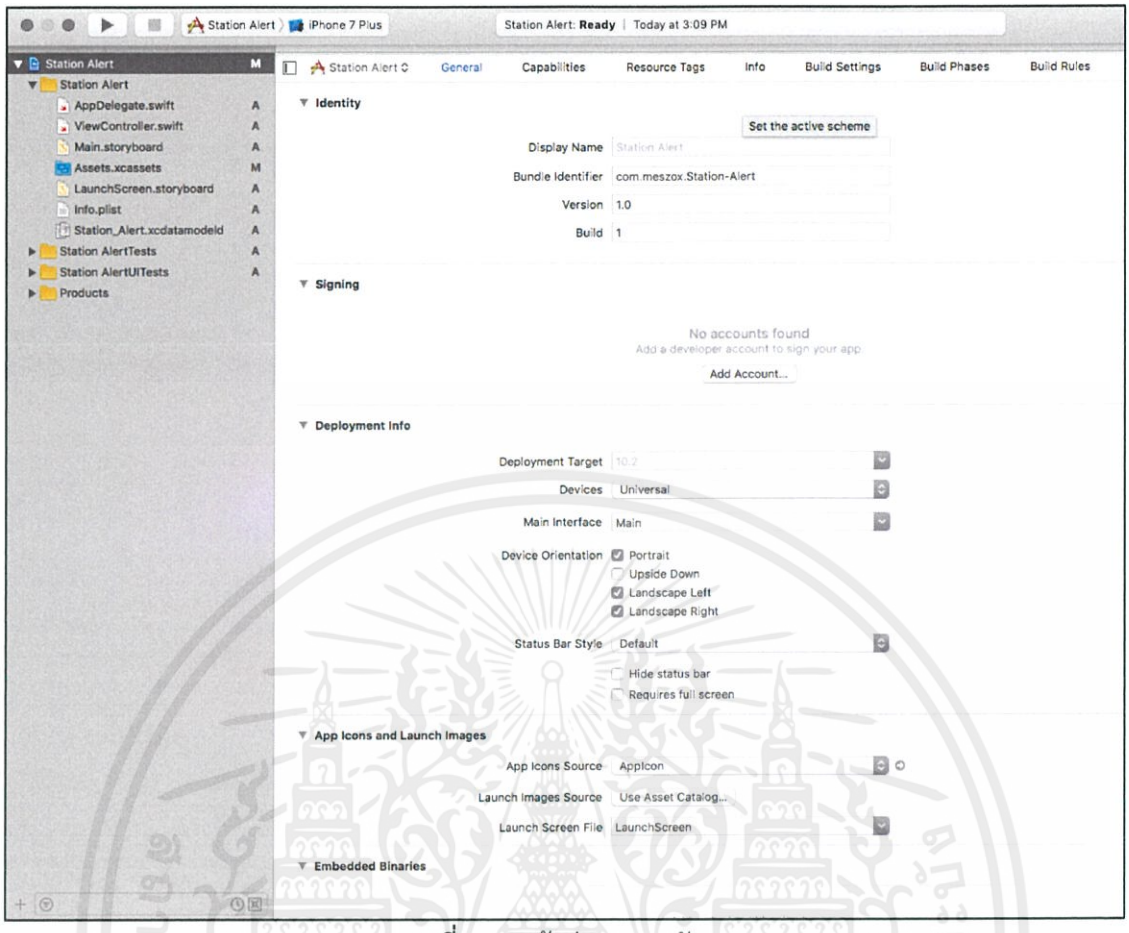
รูปที่ 3.2 หน้าต่างตั้งค่าโปรเจค

จากนั้นจะพบหน้าต่างดังรูปที่ 3.3

ViewControoler คือหน้าต่างสำหรับเขียน code

Main.storyboard คือหน้าต่างสำหรับ UI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 หน้าต่างเจเนอรัล

เพิ่ม Estimote SDK

ดาวโหลด SDK ที่ https://github.com/Estimote/iOS-SDK/archive/master.zip

จากนั้นลากเฉพาะไฟล์ EstimoteSDK.framework ลงในกลุ่มของ Project

แปลง SDK ผ่าน bridging header

เนื่องจาก Estimote SDK เขียนบนภาษา Objective-C ดังนั้นต้องติดตั้ง SDK ผ่าน bridging header คลิกขวาที่กลุ่มงาน เลือก New File_เลือก Header File ในหมวด iOS Source แล้วบันทึกชื่อ ObjCBridge.h_พิมพ์ #import <EstimoteSDK/EstimoteSDK.h> แล้ว save

คลิกที่ Build Settings ใน navigator หาหัวข้อ Objective-C Bridging Header แล้วตั้งค่าเป็น ${PROJECT_NAME}/ObjCBridge.h

เพิ่ม Beacon manager

ไปที่ไฟล์ AppDelegate ปรับ code เฉพาะส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

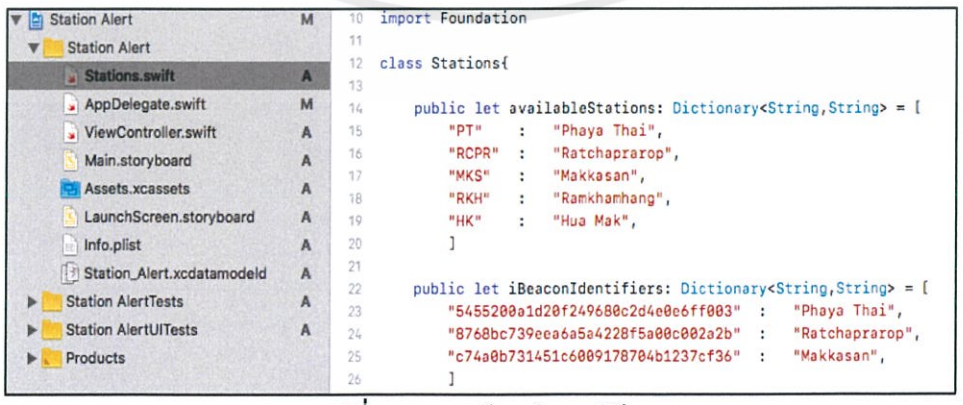
```
@UIApplicationMain
class AppDelegate: UIResponder, UIApplicationDelegate {
    var window: UIWindow?
    func application(_ application: UIApplication, didFinishLaunchingWithOptions
launchOptions: [UIApplicationLaunchOptionsKey: Any]?) -> Bool {
        // Override point for customization after application launch.
       return true
    }
```

เป็นดังนี้

```
@UIApplicationMain
class AppDelegate: UIResponder, UIApplicationDelegate, ESTBeaconManagerDelegate
{
    var window: UIWindow?
    // 2. Add a property to hold the beacon manager and instantiate it
    let beaconManager = ESTBeaconManager()
    func application(_ application: UIApplication, didFinishLaunchingWithOptions
launchOptions: [UIApplicationLaunchOptionsKey: Any]?) -> Bool
        // 3. Set the beacon manager's delegate
        self.beaconManager.delegate = self
        return true
  }
```

เขียนอัลกอริทึม

คลิก File > New > File > Swift File > ตั้งชื่อว่า “Station” จากนั้นเขียนอัลกอริทึมสำหรับการเลือกสถานี ดังรูปที่ 3.4

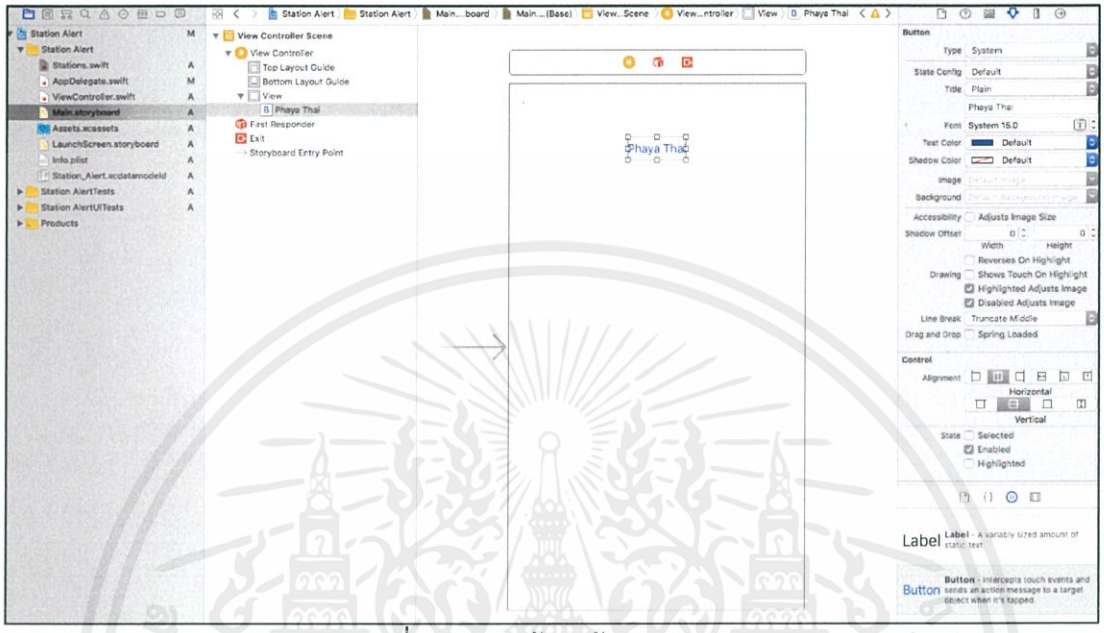


รูปที่ 3.4 การเขียนอัลกอริทึม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างหน้าจอแสดงผล (User Interface, UI)

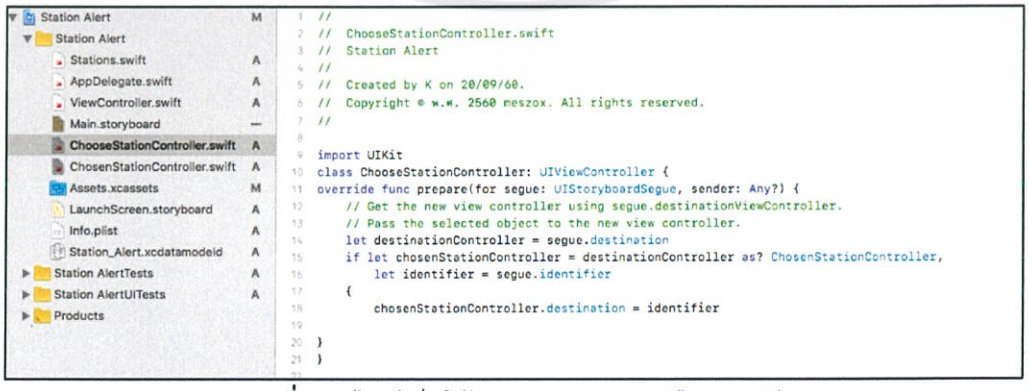
การสร้าง UI จะอยู่ในหน้า Main.storyboard ทั้งหมด คลิกที่ Show the object library เลือก Button จากนั้นลากไปบนหน้าจอตามจุดที่ต้องการ ดับเบิลคลิกเพื่อตั้งชื่อปุ่มตามที่ต้องการ ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การสร้างหน้าจอแสดงผล

ทำการสร้าง View Controller อีกอันเพื่อเป็นหน้าจอแสดงผล โดยตั้ง Class เป็น ChosenStationController จากนั้น ส่งต่อหน้าจอแสดงผลโดยจากกดปุ่ม control ลากจากปุ่ม Phaya Thai ไป ChosenStationController ด้วยการเลือก Action Segue เป็น Show และกำหนด Identifier ของแต่ปุ่มต่างกันตามสถานีปลายทาง

ทำการสร้างไฟล์ Swift โดยตั้งชื่อว่า ChooseStationController เพื่อรับค่าจากผู้ใช้ที่เลือกสถานีปลายทาง โดยจะรับค่า Identifier จาก Action Segue ที่รับ จากนั้นจะส่งไปยังไฟล์ ChosenStationController เพื่อประมวลผล ดังรูปที่ 3.6



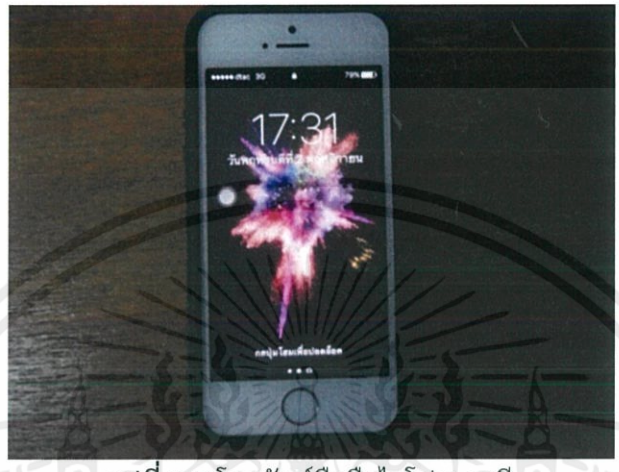
รูปที่ 3.6 ไฟล์เก็บโค้ดประมวลผลการเลือกสถานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.3.1 สมาร์ทโฟน

ในโครงงานนี้ใช้โทรศัพท์มือถือไอโฟนเอสอี (IphoneSE) โดยมีระบบปฏิบัติการ iOS เวอร์ชัน 11 โดยมีลักษณะดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 โทรศัพท์มือถือไอโฟนเอสอี

3.3.2 บลูทูธพลังงานต่ำ

ในโครงงานนี้ใช้อุปกรณ์บีคอน Estimote เป็นอุปกรณ์บลูทูธเวอร์ชัน 4.0 ซึ่งมีคุณสมบัติดังตารางที่ 3.1 ช่วงความถี่ตั้งแต่ 2400 MHz ถึง 2483.5 MHz, ระยะ: 200 เมตร(650 ฟุต), อายุการใช้งานแบตเตอรี่: 5 ปี โดยมีลักษณะดังรูปที่ 3.8

ผู้ผลิต (Manufacturer)	Estimote
ช่วงความถี่ (Frequency Range)	2400-2483.5 MHz
ระยะ (Range)	Up to 200 meter
อายุการใช้งาน (Battery Life)	5 years

ตารางที่ 3.1 แสดงคุณสมบัติของบีคอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.8 อุปกรณ์บีคอน

3.3.3 แมคบุ๊ค (Macbook)

ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แมคบุ๊คซึ่งมีระบบปฏิบัติการ MacOS ในการเขียนแอปพลิเคชัน เนื่องจากตัวโปรแกรมเอ็กซ์โค้ดสามารถทำงานได้เฉพาะระบบปฏิบัติการ MacOS โดยมีลักษณะดังรูปที่ 3.9

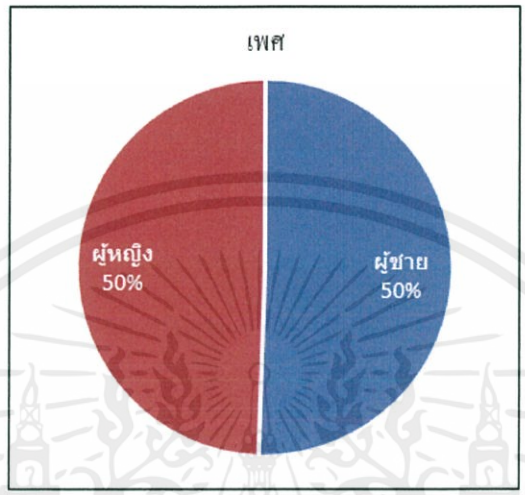
รูปที่ 3.9 แมคบุ๊ค (Macbook)

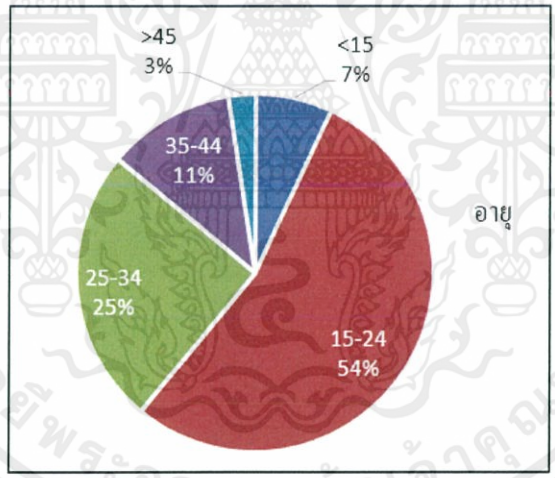
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

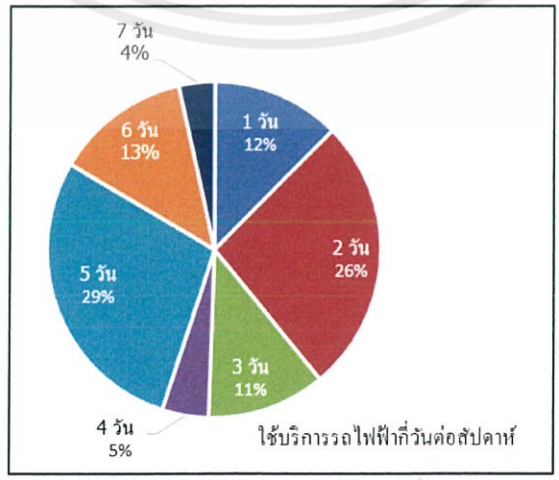
3.4 การออกแบบและการทดสอบระบบ

3.4.1 การสำรวจความต้องการ

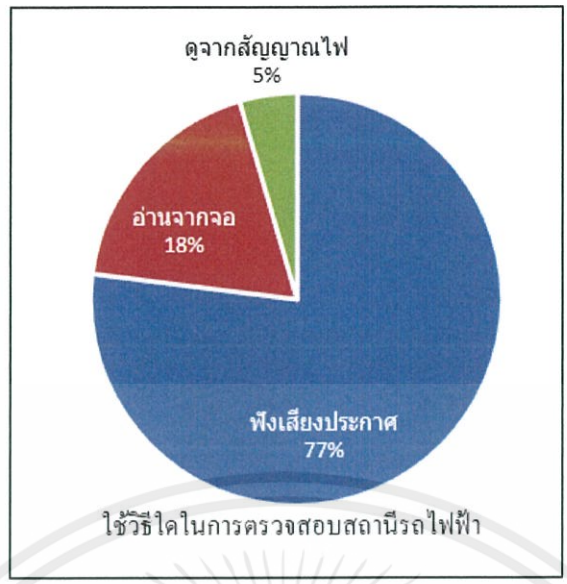
จากการทำแบบสอบถามโดยได้สอบถามผู้ใช้บริการรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์เมื่อช่วงเดือนพฤศจิกายน 2017 จำนวนทั้งสิ้น 200 คน โดยแบ่งเป็นผู้ใช้งานในวันธรรมดา 100 คนและผู้ใช้งานในวันหยุดเสาร์อาทิตย์ 100 คนได้ผลสรุปดังนี้



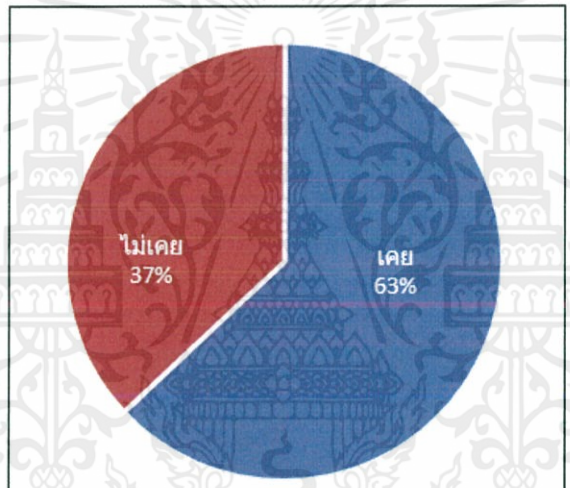




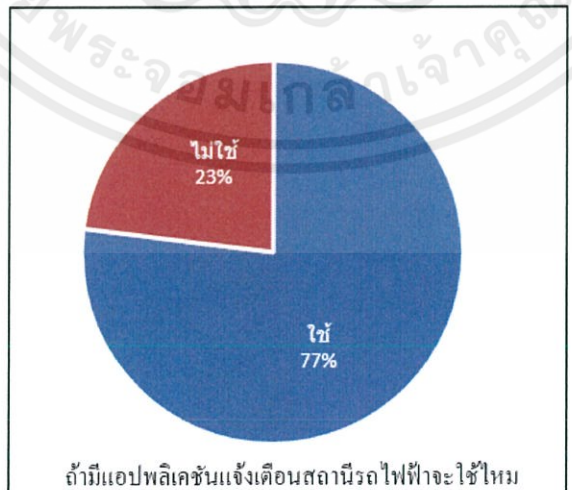
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใช้วิธีใดในการตรวจสอบสถานีรถไฟฟ้า



เคยลงรถไฟฟ้าผิดสถานีไหม

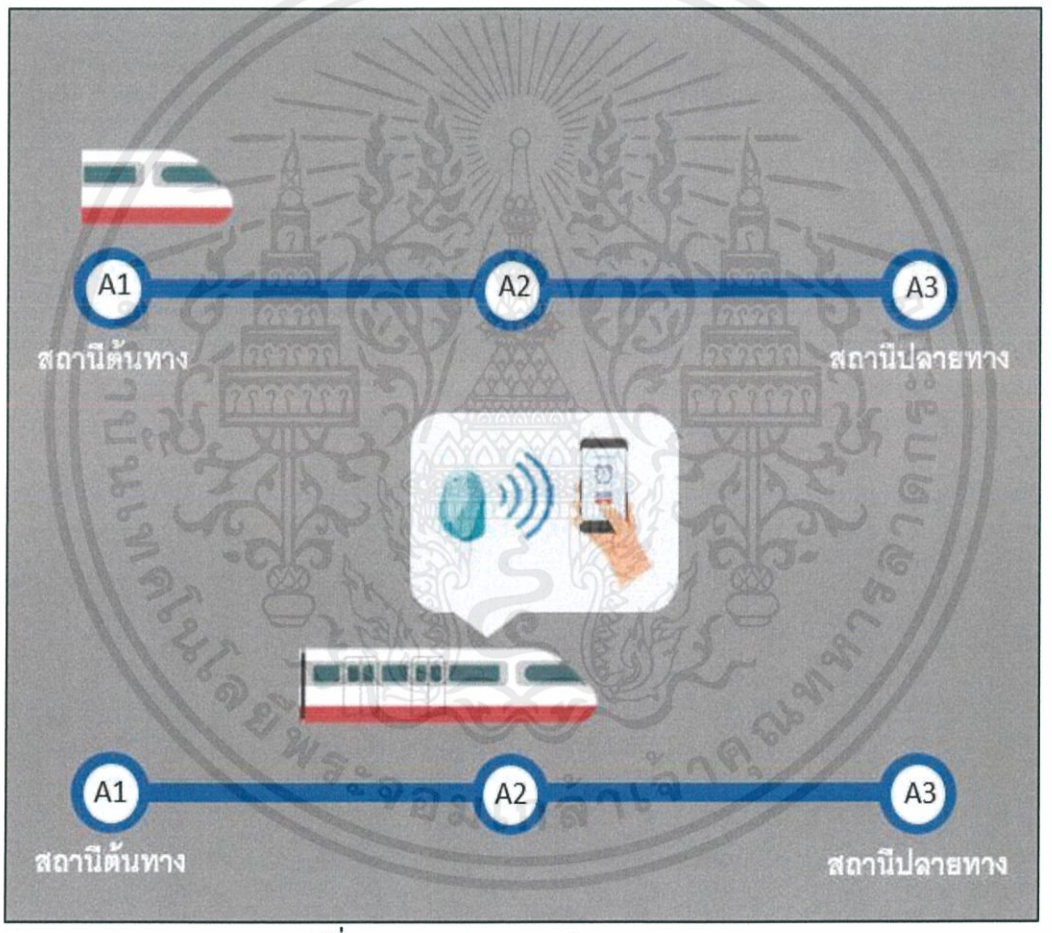


ถ้ามีแอปพลิเคชันแจ้งเตือนสถานีรถไฟฟ้าจะใช้ไหม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

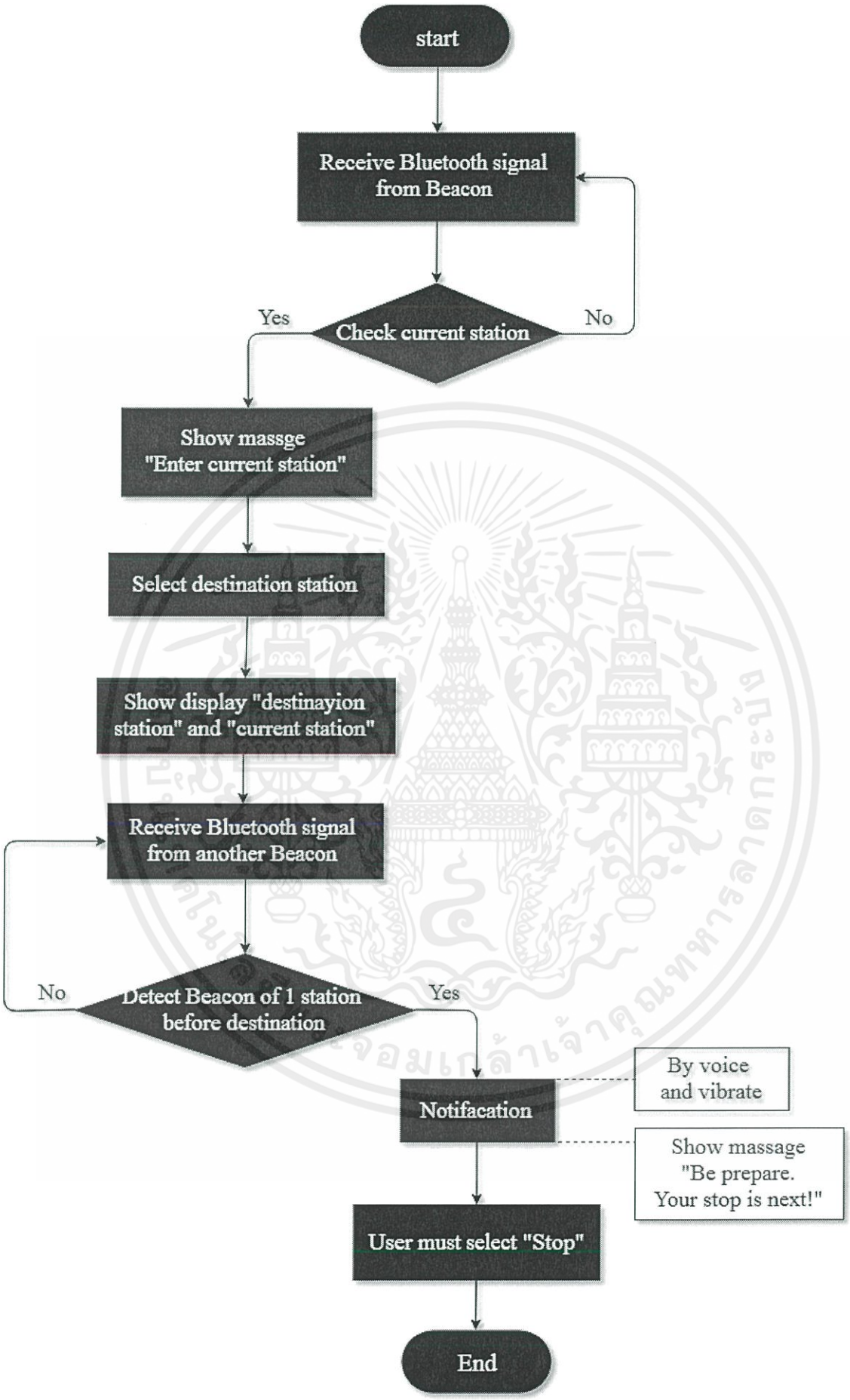
3.4.2 การทำงานของระบบ

ระบบที่ทำการออกแบบในโครงงานนี้ แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือ แอปพลิเคชัน และส่วนที่สองคือ บีคอน โดยระบบจะเริ่มทำงานเมื่อผู้ใช้งานทำการเปิดบลูทูธของสมาร์ทโฟน จากนั้นทำการเปิดแอปพลิเคชันและทำการกำหนดสถานีปลายทางที่ต้องการลง สมาร์ทโฟนจะทำการตรวจจับสัญญาณบลูทูธจากบีคอนของสถานีที่ผู้ใช้อยู่ ณ ตำแหน่งปัจจุบัน แอปพลิเคชันจะแสดงตำแหน่งสถานีปัจจุบันที่ผู้ใช้งานอยู่ และทำการพิจารณาข้อมูลของสถานีปลายทางตามเงื่อนไขที่กำหนดคือ เมื่อตรวจจับสัญญาณบลูทูธจากสถานีก่อนสถานีปลายทาง 1 สถานี แอปพลิเคชันจะทำการแจ้งเตือนผู้ใช้งานด้วยการสั่นและเสียงเพื่อให้เตรียมตัวลงที่สถานีต่อไป ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แผนภาพการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

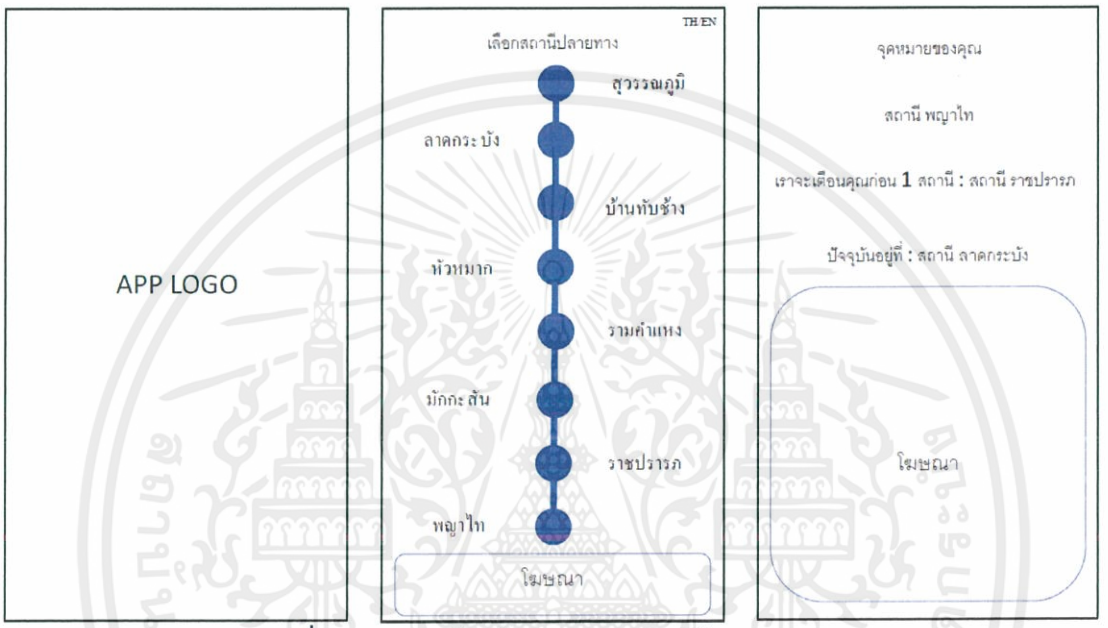


รูปที่ 3.11 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 การออกแบบหน้าจอแสดงผล (User Interface, UI)

หน้าจอแสดงผลมีคอนเซ็ปต์ในการออกแบบโดยเน้นการใช้งาน ให้ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันสามารถเข้าใจได้ง่าย ไม่ซับซ้อน แสดงดังรูปที่ 3.12 คอนเซปของหน้าจอแสดงผลโดยหน้าจอแรกจะเป็นโลโก้ของแอปพลิเคชัน หน้าจอที่สองจะเป็นหน้าจอหลักในการใช้งานเพื่อให้ผู้ใช้งานเลือกสถานีที่ต้องการ และหน้าจอสุดท้ายเป็นหน้าจอแจ้งเตือนสถานี รูปที่ 3.13 แสดงโลโก้ของแอปพลิเคชันที่ทำการออกแบบไว้โดยให้มีสีขาวสีแดงและสีน้ำเงินตามสีของรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์



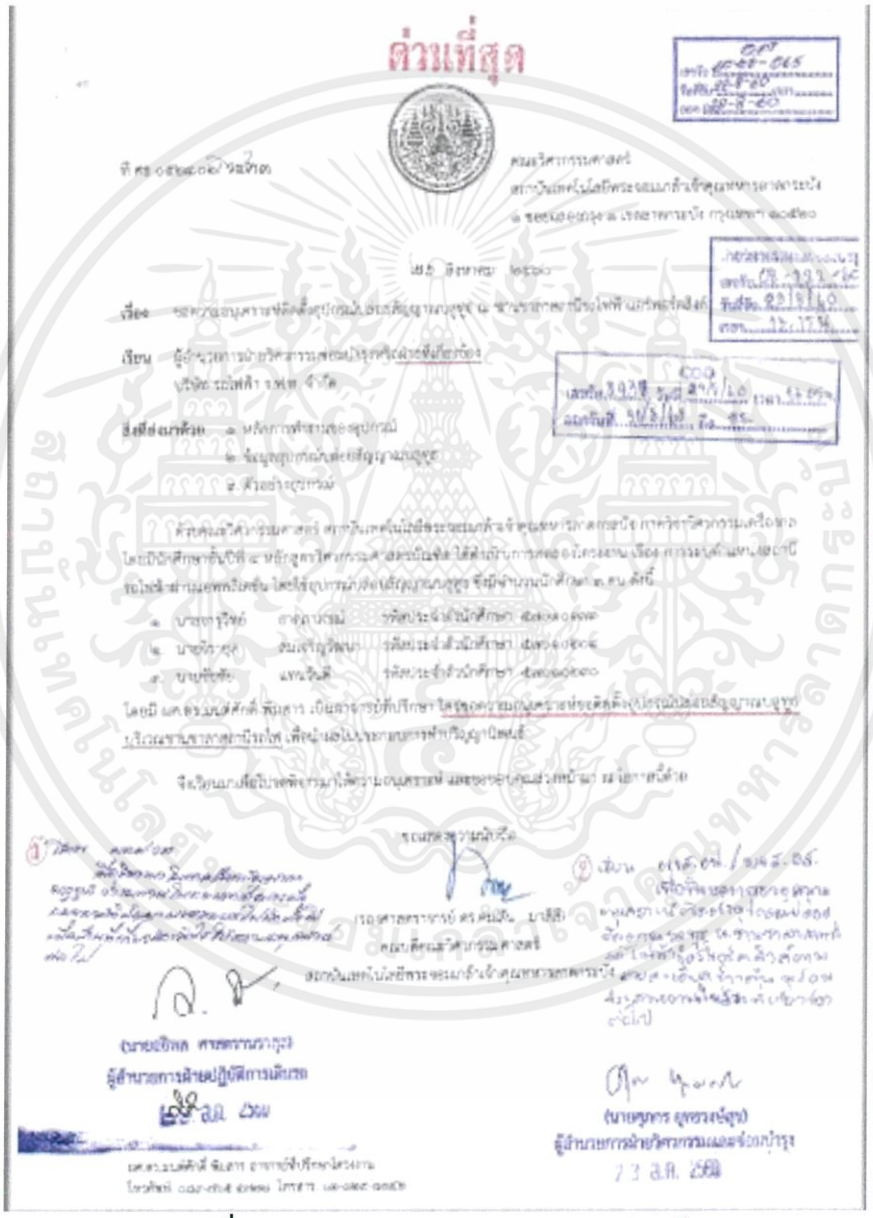
รูปที่ 3.12 คอนเซ็ปต์ในการออกแบบหน้าจอแสดงผล

รูปที่ 3.13 โลโก้ของแอปพลิเคชันที่ออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 การทดสอบระบบ

เมื่อทำการสร้างแอปพลิเคชันเสร็จแล้วต้องมีการทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชันว่าสามารถทำงานได้จริงไหม โดยในโครงงานนี้ได้ทำการติดต่อขออนุญาตในการทดสอบแอปพลิเคชันด้วยการนำชุดอุปกรณ์ไปติดตั้งและทำการทดสอบกับผู้ให้บริการรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์โดยมีเอกสารอนุมัติให้ทำการทดสอบได้ ดังรูปที่ 3.14 และทำการทดสอบโดยดูว่าแอปพลิเคชันสามารถรับสัญญาณบลูทูธจากบีคอนได้ไหม มีการแจ้งเตือนในสถานีที่ต้องการได้รึเปล่า


ด่วนที่สุด

รูปที่ 3.14 เอกสารขออนุญาตทดสอบอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการขออนุญาตติดตั้งอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธแล้ว ทางบริษัทรถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด ได้ดำเนินเรื่องและให้ทำการทดสอบอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธ ณ บริเวณเทสแทรคเพื่อตรวจสอบว่า อุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธไม่ส่งคลื่นรบกวนต่อระบบอาณัติสัญญาณและการเดินรถเพื่อความปลอดภัย ดังรูปที่ 3.15 และ 3.16

รูปที่ 3.15 ติดตั้งอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธ ณ บริเวณเทสแทรคแอร์พอร์ต เรล ลิงค์

รูปที่ 3.16 ทดสอบวิ่งรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์เพื่อดูการรบกวนของสัญญาณ

จากการทดสอบพบว่า สัญญาณบลูทูธไม่ส่งผลกระทบต่อระบบอาณัติสัญญาณและการเดินรถ สามารถเดินรถไฟฟ้าได้ตามปกติ ดังนั้นจึงสามารถนำอุปกรณ์ไปติดตั้งที่สถานีได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
วิธีการทดลองและผลลัพธ์

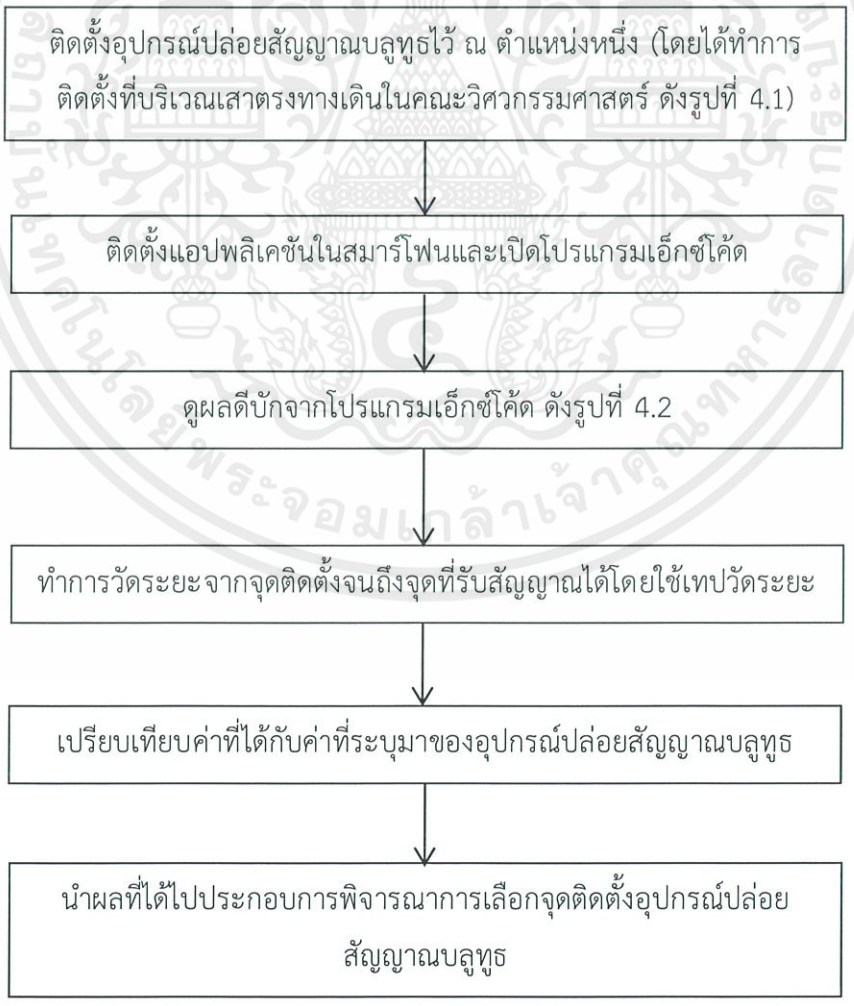
4.1 บทนำ

หลังจากที่ทราบวิธีการดำเนินงานและการออกแบบระบบไปแล้ว ในบทนี้จะทำวัดระยะการส่งสัญญาณบลูทูธของอุปกรณ์ จากนั้นติดตั้งอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธและทดสอบแอปพลิเคชันที่สถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์เพื่อดูผลว่าจะสามารถใช้งานจริงได้หรือไม่

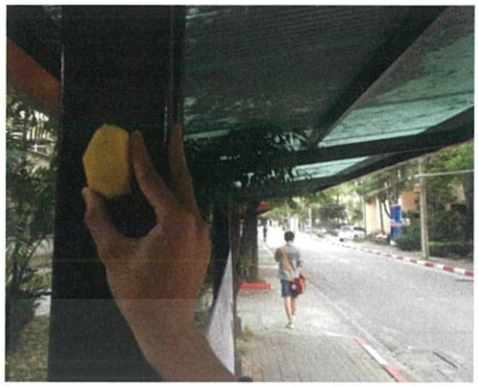
4.2 วิธีการทดลอง

วิธีการทดลองจะแบ่งเป็นการทดลองวัดระยะการส่งสัญญาณของอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธและการทดสอบแอปพลิเคชันที่สถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์

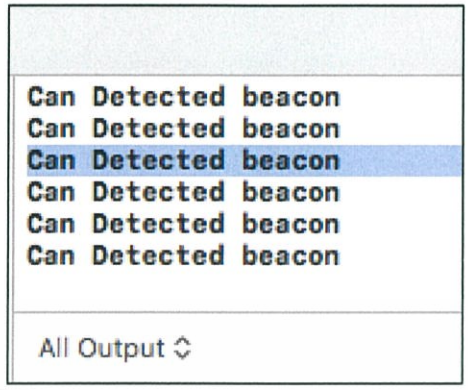
4.2.1 การทดสอบระยะการปล่อยสัญญาณบลูทูธของอุปกรณ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

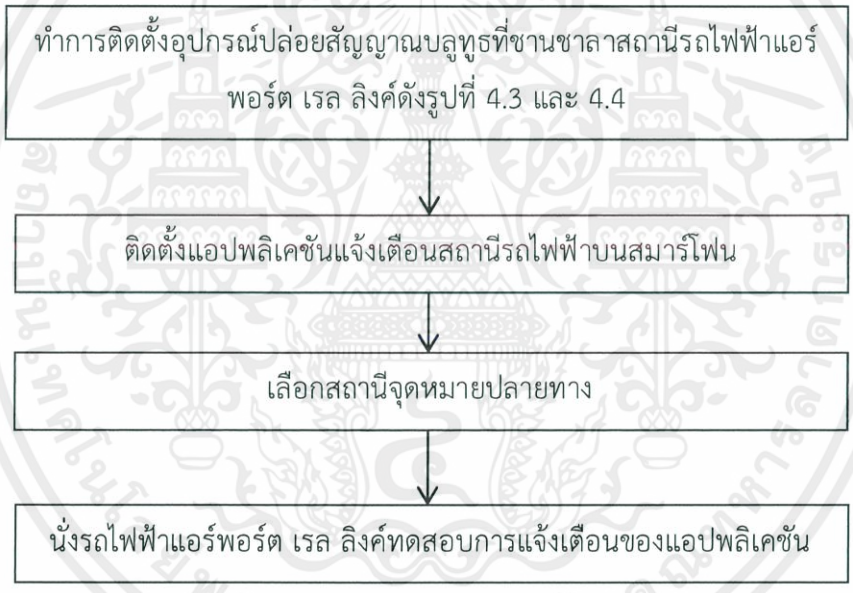


รูปที่ 4.1 ติดตั้งบีคอน



รูปที่ 4.2 ดูผลดีบักจากโปรแกรมเอ็กซ์โค้ด

4.2.2 การทดสอบแอปพลิเคชันที่สถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์

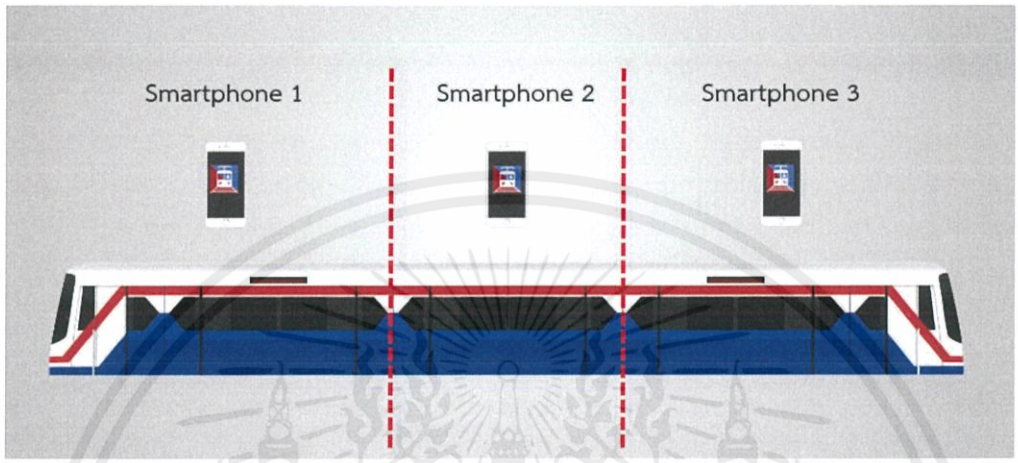


รูปที่ 4.3 ติดตั้งอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธที่สถานีรถไฟฟ้ามักกะสัน

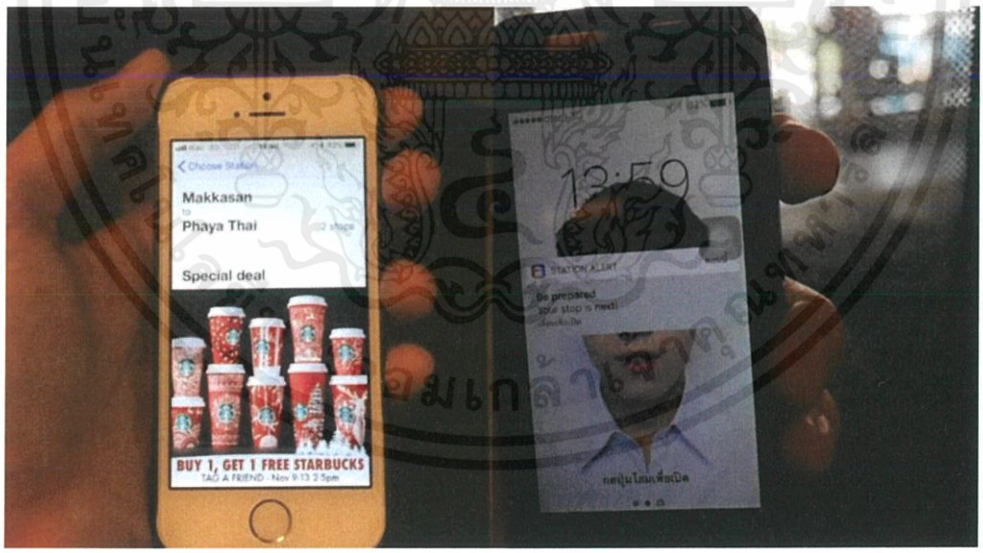
รูปที่ 4.4 อุปกรณ์ที่ติดตั้งเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดสอบแอปพลิเคชันด้วยการนั่งรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์ระหว่างสถานีพญาไทถึงสถานีมักกะสัน ได้มีการทดสอบโดยใช้ผู้ทดสอบทั้งหมด 3 คนและสมาร์ทโฟน 3 เครื่อง เนื่องจากรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์ 1 ขบวนมีตู้โดยสาร 3 ตู้ จึงออกแบบการทดสอบโดยให้ผู้ทดสอบแต่ละคนอยู่บนรถไฟฟ้าคนละตู้โดยสารและทำการใช้งานแอปพลิเคชันดังแสดงในรูปที่ 4.5 และ 4.6



รูปที่ 4.5 แผนภาพการทดสอบแอปพลิเคชันบนรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์



รูปที่ 4.6 การทดสอบแอปพลิเคชันบนรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์

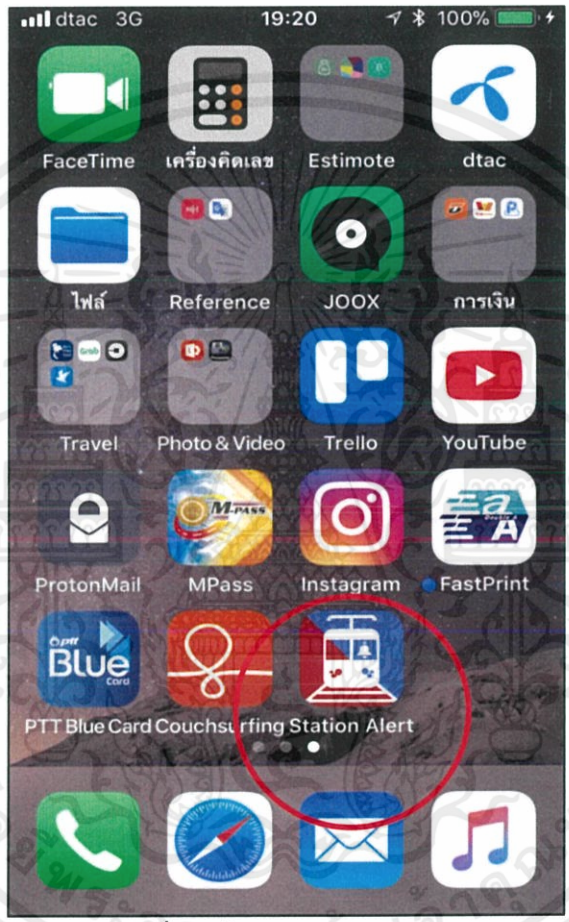
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดลอง

ผลการทดลองจะแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ หน้าจอแสดงผล (User Interface, UI) ของแอปพลิเคชันและการใช้งาน การทดสอบวัดระยะส่งสัญญาณของอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธและการทดสอบแอปพลิเคชันที่สถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์

4.3.1 หน้าจอแสดงผลและการใช้งานแอปพลิเคชัน

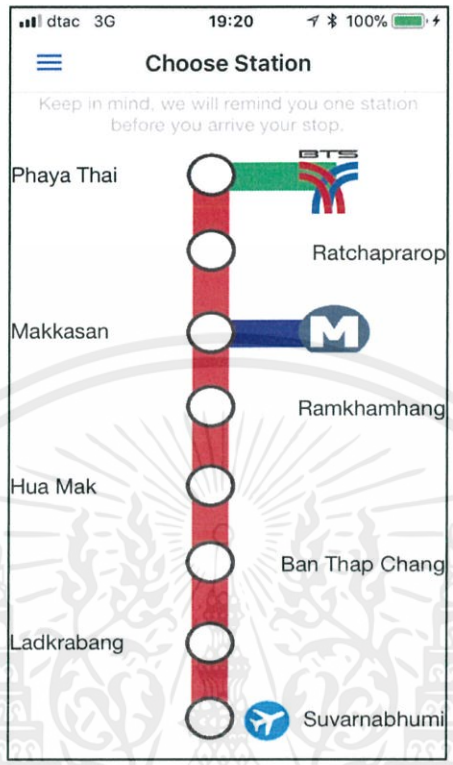
แสดงไอคอนของแอปพลิเคชัน Station Alert ดังรูปที่ 4.7



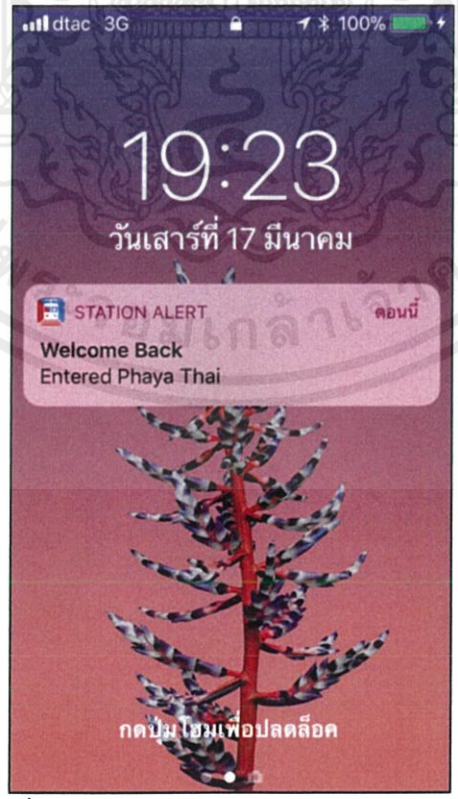
รูปที่ 4.7 ไอคอนแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 แสดงหน้าจอหลักของการใช้งานแอปพลิเคชัน โดยผู้ใช้งานต้องทำการเปิดบลูทูธบนสมาร์ทโฟนก่อน เพื่อให้สามารถตรวจจับได้ว่า ตอนนี้ผู้ใช้งานอยู่ที่สถานีใดดังรูปที่ 4.9



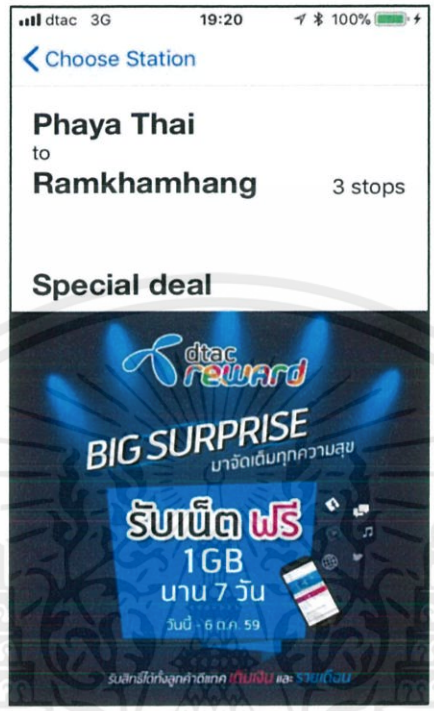
รูปที่ 4.8 หน้าจอหลักของแอปพลิเคชัน



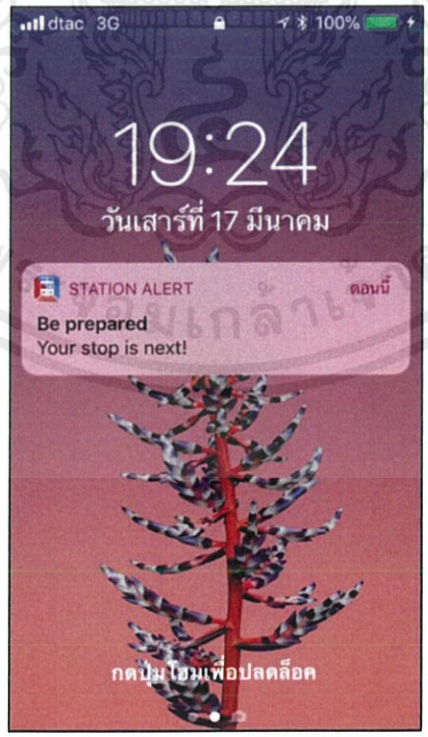
รูปที่ 4.9 แอปพลิเคชันตรวจจับสถานีปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นผู้ใช้งานทำการเลือกสถานีปลายทางที่จะลง แอปพลิเคชันจะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 4.10 จากนั้นผู้ใช้งานสามารถเล่นเกม, ดูหนัง, ฟังเพลง, เล่นโซเชียลมีเดียหรือทำอะไรอย่างอื่นก็ได้และเมื่อถึงสถานีก่อนสถานีปลายทาง 1 สถานี แอปพลิเคชันจะทำการแจ้งเตือนโดยอัตโนมัติด้วยการสั่น



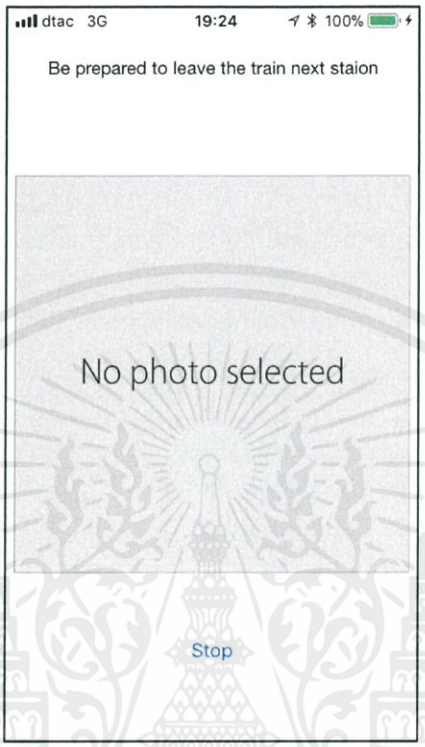
รูปที่ 4.10 หน้าจอเลือกสถานีปลายทาง



รูปที่ 4.11 หน้าจอแจ้งเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุดท้ายผู้ใช้งานแอปพลิเคชันต้องทำการกดยืนยันว่ารับทราบแล้วเพื่อให้สมาร์ทโฟนหยุดสั่น ดังรูปที่ 4.12 และเตรียมตัวพร้อมที่จะลงที่สถานีต่อไป ถ้าหากผู้ใช้งานไม่กดยืนยันแอปพลิเคชันก็จะทำการแจ้งเตือนต่อไปเรื่อยๆจนกว่าจะมีการกดยืนยัน



รูปที่ 4.12 หน้าจอการกดรับทราบการแจ้งเตือน

รูปที่ 4.13 แสดงความสัมพันธ์ของหน้าจอแสดงผล (User Interface)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ผลการทดสอบวัดระยะส่งสัญญาณ

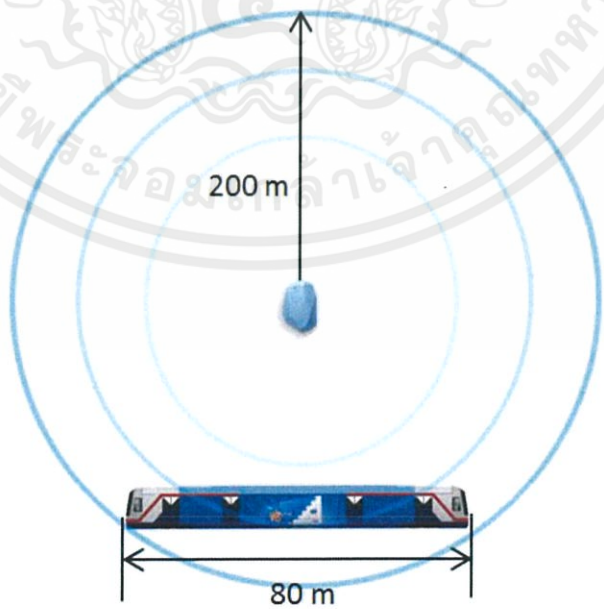
เมื่อทำการวัดระยะส่งสัญญาณของอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธ พบว่า สามารถส่งสัญญาณได้ที่ระยะ 200 เมตรตรงตามข้อมูลที่ระบุไว้กับอุปกรณ์ ทำให้สามารถนำไปใช้พิจารณาในการเลือกตำแหน่งติดตั้งบนสถานีได้ดังนี้

รถไฟฟ้าที่ใช้ในโครงการรถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิเป็นขบวนรถ Desiro UK Class 360 แสดงข้อมูลดังตารางที่ 4.1 รถไฟฟ้า 1 ตู้ยาว 20.34 เมตร รถไฟฟ้า 1 ขบวน มี 3-4 ตู้ จะมีความยาวโดยรวมประมาณ 61.02 ถึง 81.36 เมตร

ผู้ผลิต (Manufacturer)	Siemens
ความยาวของตู้โดยสาร (Car length)	20.34 เมตร
ความกว้างของตู้โดยสาร (Car width)	2.8 เมตร
ระบบไฟฟ้า (Electrical system)	ไฟฟ้ากระแสสลับ แรงดัน 25 kV
ความกว้างของราง (Gauge)	1,435 มม.

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลของรถไฟฟ้า Desiro Class 360
(อ้างอิง http://www.srtet.co.th/index.php/th/system-airport-expressline/system-airport-expressline/airport-city-line)

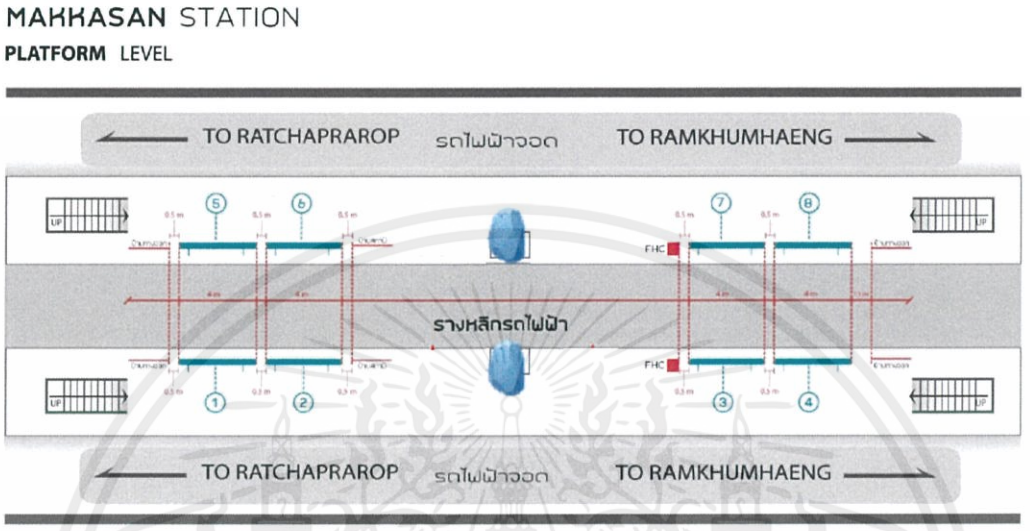
จากข้อมูลข้างต้น ทำให้สามารถประมาณการได้ว่า การติดตั้งอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธเพียงตัวเดียวต่อสถานี ก็เพียงพอแล้วกับรถไฟฟ้าที่วิ่งเข้ามา 1 ขบวนดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 เปรียบเทียบระหว่างความยาวขบวนรถไฟฟ้ากับการปล่อยสัญญาณบลูทูธ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแผนผังสถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์ (สถานีมักกะสัน) สามารถกำหนดจุดในการติดตั้งได้ดังรูปที่ 4.15 จุดที่ติดตั้งอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธ เป็นบริเวณที่รถไฟฟ้าจอดเพื่อให้ผู้ใช้งานสมาร์ทโฟนที่อยู่ภายในตัวรถสามารถรับสัญญาณบลูทูธได้อย่างทั่วถึงทั้งขบวน



รูปที่ 4.15 จุดติดตั้งอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธที่สถานีมักกะสัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ผลการทดสอบแอปพลิเคชันที่สถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์

จากการติดตั้งและทดสอบแอปพลิเคชันที่สถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์ โดยการนั่งรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์ไปกลับระหว่างสถานีพญาไทถึงสถานีมักกะสันเป็นจำนวน 10 รอบ พบว่าแอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้มีการแจ้งเตือนขึ้นบนสมาร์ทโฟนก่อนถึงสถานีปลายทาง 1 สถานี ดังข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 4.2

Test no.	Application Notification		
	Smartphone 1	Smartphone 2	Smartphone 3
1	Alert	Alert	Alert
2	Alert	Alert	Alert
3	Alert	Alert	Alert
4	Alert	Alert	Not alert
5	Alert	Alert	Alert
6	Alert	Alert	Alert
7	Alert	Alert	Alert
8	Alert	Alert	Alert
9	Not alert	Alert	Alert
10	Alert	Alert	Alert

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลการทดสอบแอปพลิเคชันที่สถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบแอปพลิเคชันที่สถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์ แอปพลิเคชันสามารถแจ้งเตือนผู้ใช้งานได้ จากการทดสอบนั่งรถไปกลับระหว่างสถานีพญาไทถึงสถานีมักกะสัน แอปพลิเคชันไม่ทำการแจ้งเตือนอยู่ 2 ครั้งจากทั้งหมด 30 ครั้ง เป็นเพราะมีวัตถุที่บดบังสัญญาณบลูทูธ ที่อาจทำให้ความแรงของสัญญาณนั้นอ่อนลง โดยตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นถึงอัตราการสะท้อนสัญญาณของวัตถุแต่ละชนิดในคลื่นความถี่ 2.4 GHz ซึ่งความแรงของสัญญาณจะแปรผันตามอัตราการสะท้อนสัญญาณ หากมีอัตราการสะท้อนสัญญาณต่ำ จะมีความแรงของสัญญาณมากกว่าอัตราการสะท้อนสัญญาณสูง

ชนิดของวัตถุ	อัตราการสะท้อนสัญญาณ
ไม้	ต่ำ
วัสดุสังเคราะห์	ต่ำ
กระจก	ต่ำ
น้ำ	ปานกลาง
อิฐ	ปานกลาง
หินอ่อน	ปานกลาง
ปูนปลาสเตอร์	สูง
คอนกรีต	สูง
กระจกกันกระสุน	สูง
โลหะ	สูงมาก

ตารางที่ 4.3 อัตราการสะท้อนสัญญาณของวัตถุแต่ละชนิด [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 บทนำ

จากการทดลองที่ผ่านมาผู้ทำการทดลองจะทราบถึงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น รวมถึงปัญหาและข้อเสนอแนะเพื่อทำการพัฒนาต่อไป ซึ่งจะกล่าวถึงในบทนี้

5.2 สรุปผลการทดลอง

1. อุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธที่ใช้ในโปรเจคนี้คือ บีคอน โดยบีคอนจะส่งข้อมูลเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย - ยูยูไอดี (Universally unique identifier, UUID) เป็นค่าที่ใช้ระบุตัวตนของบีคอน

- เมเจอร์ (Major) เป็นค่าที่ใช้ระบุกลุ่มหลักของตัวบีคอน
- ไมเนอร์ (Minor) เป็นค่าที่ใช้ระบุเพื่อเติมในกลุ่มย่อยของตัวบีคอน

เช่น บีคอน 5 ชิ้น มี UUID คือ D9B9EC1F-3925-43D0-80A9-1E39D4CEA95C กำหนดให้ 3 ชิ้นแรก อยู่ในห้องอาหาร จึงให้ Major เท่ากับ 1 โดยทั้งสามตัวมี Minor ตั้งแต่ 1 ถึง 3 ตามลำดับ อีก 2 ชิ้นอยู่ในห้องนั่งเล่น จึงให้ Major เท่ากับ 2 โดยให้ทั้งสองตัวมี Minor คือ 1 และ 2 ตามลำดับ

2. แอปพลิเคชันแจ้งเตือนสถานีรถไฟฟ้าสำหรับผู้โดยสารนี้มีหน้าจอแสดงผล (User interface, UI) ที่ไม่ซับซ้อนเข้าใจง่าย สามารถใช้งานได้สะดวก พบว่าสามารถแจ้งเตือนสถานีรถไฟฟ้าล่วงหน้าก่อนถึงสถานีปลายทางได้ 1 สถานีโดยการแจ้งเตือนด้วยการสั่นและแจ้งเตือนด้วยเสียง สามารถระบุตำแหน่งของสถานีปัจจุบันได้ จะสามารถทำให้ผู้ใช้งานลงสถานีรถไฟฟ้าที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง อีกเรื่องหนึ่งคือเป็นการเพิ่มความสะดวกสบายเพราะว่าเป็นแอปพลิเคชันที่อยู่บนมือถือสมาร์ทโฟน โดยปกติแล้วทุกคนต้องพกสมาร์ทโฟนไปไหนมาไหนอยู่เป็นประจำ ดังนั้นจึงทำให้แอปพลิเคชันนี้สามารถเข้าถึงผู้ใช้งานได้ตลอดเวลาทุกที่ที่มีสมาร์ทโฟน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ปัญหาจากการศึกษา

1. เกิดปัญหาจากการติดต่อเพื่อขออนุญาตติดตั้งอุปกรณ์ที่สถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์ เนื่องจากทางบริษัทกลัวว่าจะเกิดการสูญหายของอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธและกลัวว่าอุปกรณ์จะตกลงไปในรางรถไฟฟ้าทำให้เกิดอุบัติเหตุ จึงไม่สามารถติดตั้งอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธได้ครบทุกสถานี แอปพลิเคชันนี้จึงยังไม่สามารถเปิดให้ดาวน์โหลดเพื่อใช้งานจริงได้
2. แอปพลิเคชันที่พัฒนายังไม่เสถียรและเกิดความผิดพลาดอยู่ในบางครั้ง

5.4 ข้อเสนอแนะ

แอปพลิเคชันแจ้งเตือนสถานีรถไฟฟ้าสำหรับผู้โดยสารที่ทางผู้พัฒนาได้ทำการออกแบบและพัฒนาสามารถช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานและช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถลงสถานีจุดหมายที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ที่ชอบการเล่นโทรศัพท์มือถือหรือโซเชียลเน็ตเวิร์คขณะโดยสารรถไฟฟ้าได้ในระดับหนึ่ง โดยแอปพลิเคชันแจ้งเตือนสถานีรถไฟฟ้าสำหรับผู้โดยสารนี้สามารถปรับปรุงและพัฒนาให้เป็นระบบที่สมบูรณ์มากขึ้นได้ สามารถเพิ่มระบบต่างๆ เช่น ระบบอัพเดทตารางเวลารถไฟฟ้า ระบบโฆษณาประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวหรืออีเวนท์ต่างๆรอบสถานีรถไฟฟ้า อีกทั้งยังสามารถปรับปรุงให้ระบบแจ้งเตือนมีความแม่นยำมากขึ้น ซึ่งจะตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานให้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Phanuwat Yoksiri, Pudsadee Boonrawd. 2016. **An Automated Vehicle Location Prototyping Using iBeacon Technology**. The Twelfth National Conference on Computing and Information Technology, 2016: 521-526

[2] Dina Burns. 2016. **Mobile Application Detector for Drowsy Drivers**. Hofstra University, 2016

[3] Jon et al. 2016. **Using Bluetooth Beacons in a musuem**. University of Oslo, 2016

[4] http://www.uniserv.buu.ac.th/forum2/topic.asp?TOPIC_ID=1139

[5] estimote. **Developer Docs**. Accessed 10 Nov 2017. https://estimote.com/products/

[6] Apple Inc. **Swift4**. Accessed 10 Nov 2017. https://developer.apple.com/swift/

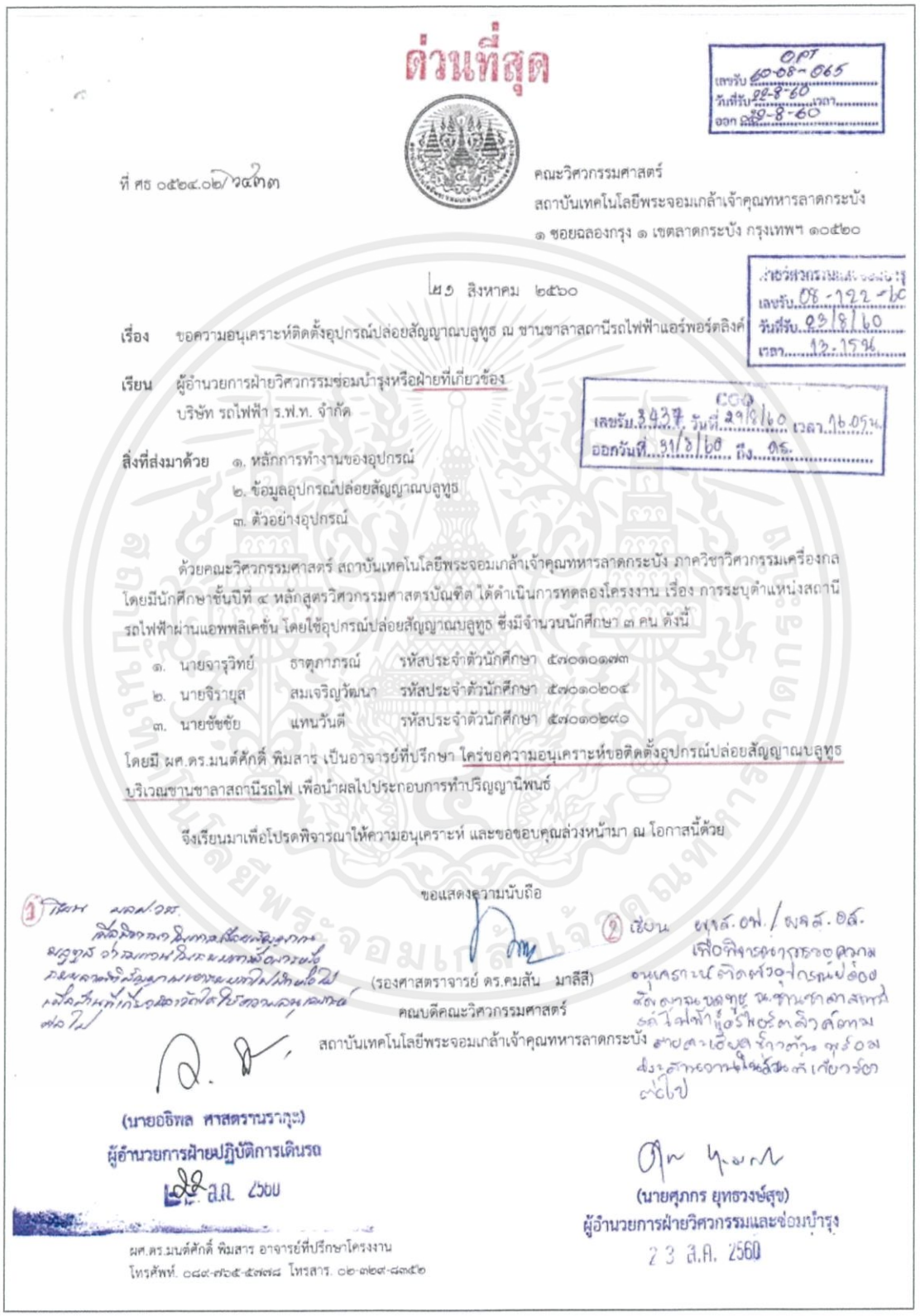
[7] Apple Inc. **Wi-Fi and Bluetooth: Potential sources of wireless interference**. Accessed 20 Apr 2018. http://support.apple.com/kb/HT1365

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เอกสารขออนุญาตติดตั้งอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธ



ด่วนที่สุด

OPT เลขรับ 60-08-065 วันที่รับ 22-8-60 เวลา 09-8-60

ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๒/๒๔๓๓

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
๑ ซอยฉลองกรุง ๑ เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๒๑ สิงหาคม ๒๕๖๐

คณะวิศวกรรมศาสตร์ เลขรับ 08-122-60 วันที่รับ 23/8/60 เวลา 13.15น.

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ติดตั้งอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธ ณ ชานชาลาสถานีรถไฟฟ้าแอร์พอร์ตลิงค์

เรียน ผู้อำนวยการฝ่ายวิศวกรรมซ่อมบำรุงหรือฝ่ายที่เกี่ยวข้อง
บริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด

COO เลขรับ 3437 วันที่ 23/8/60 เวลา 16.05น. ออกวันที่ 31/8/60 ถึง ...

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. หลักการทำงานของอุปกรณ์
๒. ข้อมูลอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธ
๓. ตัวอย่างอุปกรณ์

ด้วยคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล โดยมีนักศึกษาชั้นปีที่ ๔ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ได้ดำเนินการทดลองโครงงาน เรื่อง การระบุตำแหน่งสถานีรถไฟฟ้าผ่านแอพพลิเคชั่น โดยใช้อุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธ ซึ่งมีจำนวนนักศึกษา ๓ คน ดังนี้

๑. นายจารุวิทย์ ธาตุภาภรณ์ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๕๗๐๑๐๑๗๓
๒. นายจิรายุส สมเจริญวัฒนา รหัสประจำตัวนักศึกษา ๕๗๐๑๐๒๐๔
๓. นายชัชชัย แทนวันดี รหัสประจำตัวนักศึกษา ๕๗๐๑๐๒๙๐

โดยมี ผศ.ดร.มนต์ศักดิ์ พิมสาร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ใคร่ขอความอนุเคราะห์ขอติดตั้งอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณบลูทูธ บริเวณชานชาลาสถานีรถไฟ เพื่อนำผลไปประกอบการทำปริญญานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณล่วงหน้ามา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.คมสัน มาลีสี)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(นายอธิพล ศาสตรรนรากุะ)
ผู้อำนวยการฝ่ายปฏิบัติการเดินรถ
๒๒ ส.ค. ๒๕๖๐

ผศ.ดร.มนต์ศักดิ์ พิมสาร อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน
โทรศัพท์ ๐๘๙-๗๖๕-๕๗๗๘ โทรสาร. ๐๒-๓๒๙-๘๓๕๒

(นายศุภกร ยุทธวงษ์สุข)
ผู้อำนวยการฝ่ายวิศวกรรมและซ่อมบำรุง
23 ส.ค. 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SRTET S.R.T Electrified Train Company Limited บริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด	WORK PERMIT APPLICATION ใบขออนุญาตเข้าปฏิบัติงาน	WORK PERMIT (WP) NUMBER ใบอนุญาตเข้าปฏิบัติงานเลขที่ WP 2018W10 - 01

PART 1 - to be completed by the applicant and submitted to the Maintenance Management Centre of the SRTET by 1500 hours every Tuesday for the following work week (Sat to Fri). Late requests may be submitted the day before the work must be done.
ส่วนที่ 1 ผู้ขอกรอกข้อมูลให้สมบูรณ์และส่งให้ศูนย์จัดการงานซ่อมบำรุง บริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด ภายใน 15:00 น. ของทุกวันอังคารสำหรับสัปดาห์การทำงานถัดไป (จันทร์ถึงอาทิตย์) การขอที่ล่าช้าต้องถูกส่งภายใน 15.00 น. ของวันก่อนวันที่ต้องเข้าปฏิบัติงาน

Person in Charge of Work (PICOW) ชื่อผู้รับผิดชอบ	Description of Work รายละเอียดของงาน
Mr. Surapus Charoenying	Install Bulatooth at Platform (Ref:CRF-COM-2018-000)
Phone Number of PICOW หมายเลขโทรศัพท์ผู้รับผิดชอบ	Express Line
08-1843-6105	
Work Location สถานที่ปฏิบัติงาน	
MAS	

Equipment / System that must be de-energized / disabled during this work? อุปกรณ์ / ระบบที่ต้องถูกตัดไฟ / ไม่สามารถใช้งานได้ระหว่างการทำงานนี้?

No ไม่ใช่ ☒ Yes ใช่ ☐ If yes, please describe ถ้าใช่ โปรดอธิบาย

Heavy Equipment used during the work อุปกรณ์หนักที่ต้องใช้ระหว่างการทำงานนี้

No ไม่ใช่ ☒ Yes ใช่ ☐ If yes, please describe ถ้าใช่ โปรดอธิบาย

Method Statement / Procedure for Formal Testing or Outside Contractor attached?
คำชี้แจงวิธีการทำงาน / ขั้นตอนการทดสอบเฉพาะ หรือเอกสารผู้รับเหมาภายนอก แนบท้าย
No ไม่ใช่ ☒ Yes ใช่ ☐

No. of workers involved จำนวนคนงานที่เกี่ยวข้อง	Free Train Ride Needed ต้องการใช้รถไฟหรือไม่
5-8 persons	No ไม่ใช่ ☒ Yes ใช่ ☐ If yes, please describe ถ้าใช่ โปรดอธิบาย

Duration of Work (Maximum 30 Days) ระยะเวลาการปฏิบัติงาน (มากที่สุด 30 วัน)	From จาก		To ถึง	
	Date วันที่	5-Mar-18	Date วันที่	31-Mar-18
	Time เวลา	0:00	Time เวลา	23:59

WP Requested by ขออนุญาตปฏิบัติงานโดย	Mr. Surapus Charoenying	Signature & Date ลายมือชื่อและวันที่	Surapus / 26 Feb 18
Phone Number หมายเลขโทรศัพท์	08-1843-6105	Company บริษัท	SRTET/COM

PART 2 - APPROVAL FOR IMPLEMENRTATION ส่วนที่ 2 การอนุมัติการปฏิบัติงาน

Work shall be done under Constant Supervision of การปฏิบัติงานต้องอยู่ภายใต้การดูแลของ Surapus Ch.

Duration of Work (Maximum 30 Days) ระยะเวลาการปฏิบัติงาน (มากที่สุด 30 วัน)	From จาก		To ถึง	
	Date วันที่	5-Mar-18	Date วันที่	31-Mar-18
	Time เวลา	0:00	Time เวลา	23:59

Additional Safety Precautions and/or Restrictions การป้องกันด้านความปลอดภัย และ / หรือ ข้อจำกัดเพิ่มเติม

No ไม่ใช่ ☐ Yes ใช่ ☑ If yes, please describe ถ้าใช่ โปรดอธิบาย

Inform ATC & STM before start working.

Maintenance Manager or Authorised Delegate ผู้จัดการฝ่ายซ่อมบำรุงหรือผู้ที่ได้รับการแต่งตั้ง	Date วันที่	Time เวลา
Pinapong P.	2 - Mar - 18	9:00

PART 3 - SURRENDERING OF WORK PERMIT การส่งมอบคืนใบอนุญาตเข้าปฏิบัติงาน

Person in Charge of Work (PICOW) confirmation that work is Completed and system including security and alarm points are restored to normal condition except for the following (note if any) : การยืนยันของผู้รับผิดชอบว่างานเสร็จสิ้นและระบบรวมถึงการรักษาความปลอดภัยและจุดสัญญาณเตือนภัยได้คืนสู่สภาพปกติ ยกเว้นดังต่อไปนี้ (บันทึกรายละเอียด ถ้ามี) :

Person in Charge of Work (PICOW) ผู้รับผิดชอบ	Signature ลายมือชื่อ	Date วันที่	Time เวลา

หมายเลขเอกสาร : ENM-MMC-FEM-0001-B-A วันที่มีผลบังคับใช้ : 13 กรกฎาคม 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ตัวอย่างแบบสอบถามสำรวจปัญหาในการรับข้อมูลบนรถไฟฟ้า

ชุดที่ .....วันที่.....เวลา.....สถานี.....

แบบสอบถาม

เรื่อง พฤติกรรมและปัญหาในการรับข้อมูลบนรถไฟฟ้าของผู้ใช้บริการ

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อสอบถามถึงปัญหาในการรับข้อมูลเกี่ยวกับการรายงานสถานีในระบบรถไฟฟ้า และสอบถามเกี่ยวกับการแก้ไขโดยการนำ Application เข้ามาช่วยในการแจ้งเตือนผ่าน Smart Phone ของผู้ใช้บริการ เพื่อนำผลที่ได้ไปประกอบการทำปริญญาพิพนธ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาเครื่องกล สาขาวิศวกรรมขนส่งทางราง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทางด้านประชากรศาสตร์ของผู้ใช้บริการรถไฟฟ้า

คำชี้แจง กรุณาตอบแบบสอบถามโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ○ เพียง 1 ช่องตามความเป็นจริง

1. เพศ

○ 1. ชาย ○ 2. หญิง

2. อายุ

○ 1. อายุ ต่ำกว่า 15 ปี ○ 2. อายุ 15-24 ปี ○ 3. อายุ 25-34 ปี

○ 4. อายุ 35-44 ปี ○ 5. อายุ 45 ปีขึ้นไป

3. อาชีพ

○ 1. นักเรียน/นักศึกษา/นิสิต ○ 2. พนักงานเอกชน

○ 3. รับราชการ / รัฐวิสาหกิจ ○ 4. รับจ้างทั่วไป

○ 5. อาชีพอิสระ / ค้าขาย ○ 6. ไม่ประกอบอาชีพ/พ่อบ้าน/แม่บ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. รายได้

○ 1. น้อยกว่า 15,000 บาท/เดือน ○ 2. 15,001 - 25,000 บาท/เดือน

○ 3. 25,001 - 35,000บาท/เดือน ○ 4. 35,001 บาท/เดือน ขึ้นไป

<u>ส่วนที่ 2</u> ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานของผู้ใช้บริการรถไฟฟ้า

5. ท่านใช้บริการรถไฟฟ้า . . . . . กี่วันต่อสัปดาห์

6. ท่านใช้บริการรถไฟฟ้าผู้ให้บริการใดบ่อย (มากกว่า 1 ข้อได้)

○ 1. BTS ○ 2. MRT ○ 3. Airport Link

7. ท่านมักใช้บริการรถไฟฟ้าจากสถานีใดถึงสถานีใดมากที่สุด

. . . . . .

8. ขณะเดินทาง ท่านมีการตรวจสอบสถานีที่ท่านอยู่บ่อยขนาดไหน

○ 1. ตลอดเวลา ○ 2. ทุกครั้งที่รถหยุด

○ 3. ดูบ้าง ไม่ดูบ้าง ○ 4. ไม่ดูเลย

9. ท่านใช้วิธีใดในการตรวจสอบสถานีรถไฟฟ้า

○ 1. การฟังเสียงประกาศ ○ 2. อ่านจากจอโฆษณา

○ 3. ดูจากสัญญาณไฟ

10. ท่านได้ใช้บริการอินเตอร์เน็ตเคลื่อนที่หรือไม่ (3G หรือ 4G)

○ 1. ใช้ ○ 2. ไม่ใช้ ○ 3. เปิด ๆ ปิด ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ท่านทำกิจกรรมใดบ่อยที่สุดขณะเดินทางบนรถไฟฟ้า (มากกว่า 1 ข้อได้)

○ 1. Social Network (Facebook , Line , Instagram)

○ 2. ดูวิดีโอ / Youtube

○ 3. เล่นเกมส์ (Apps / PS vita / Nintendo)

○ 4. ฟังเพลง

○ 5. งีบ

○ 6. อ่านหนังสือ (ข่าว / นิยาย)

○ 7. พูดคุยกับเพื่อน

○ อื่น ๆ .....

12. กิจกรรมที่ท่านทำ ส่งผลให้รับข้อมูลจากรถไฟฟ้ายากขึ้นหรือไม่

○ 1. ไม่ยากขึ้นเลย ○ 2. ยากขึ้นบ้าง ○ 3. ยากขึ้นมาก

13. ท่านเคยลงรถไฟฟ้าผิดสถานีหรือไม่ (ลงก่อนหรือลงเลยสถานีรถไฟฟ้า)

○ 1. เคย ○ 2. ไม่เคย

14. ถ้ามี Application ที่สามารถแจ้งเตือนสถานีปลายทางของคุณได้ก่อน 1 สถานี คุณจะใช้หรือไม่

○ 1. ใช้ ○ 2. ไม่ใช้

15. ถ้ามี Application ที่สามารถแจ้งเตือนได้ ท่านอยากมีฟังก์ชั่นอะไรเพิ่มเติมอีกไหม

.....

16.ท่านใช้โทรศัพท์ระบบปฏิบัติการอะไร

○ 1. iOS ○ 2. Android ○ 3. อื่นๆ .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

สเปกของบีคอน (Specification of Beacon)

Identification (Hardware revision)	F3.3
MCU	Bluetooth® SoC ARM® Cortex®-M4 32-bit processor with FPU 64 MHz Core speed 512 kB Flash memory 64 kB RAM memory
Radio: 2.4 GHz transceiver	Bluetooth® 4.2 LE standard Range: up to 200 meters (650 feet) Output Power: -20 to +4 dBm in 4 dB steps, "Whisper mode" -40 dBm, "Long range mode" +10 dBm Sensitivity: -96 dBm Frequency range: 2400 MHz to 2483.5 MHz No. of channels: 40 Adjacent channel separation: 2 MHz Modulation: GFSK (FHSS) Antenna: PCB Meander, Monopole Antenna Gain: 0 dBi Over-the-air data rate: 1 Mbps (2 Mbps supported)
Sensors	Motion sensor (3-axis) Temperature sensor Ambient Light sensor Magnetometer (3-axis) Pressure sensor EEPROM Memory 1 Mb RTC clock
Additional features	GPIO NFC
Power Supply	4 x CR2477 – 3.0V lithium primary cell battery (replaceable) High efficient Step-Down DC-DC converter
Environmental Specification	Operating Temperature: 0°C to 60°C (32°F to 140°F) Storage Temperature (recommended): 15°C to 30°C (59°F to 86°F) Relative Humidity (operating): 20% to 80% relative humidity Relative Humidity (storage): 10% to 90% relative humidity, non-condensing Splash-proof
Materials	non-flammable enclosure: silicone adhesive layer: double-sided adhesive tape
Size and Weight	Length: 62.7 mm (2.47 inches) Width: 41.2 mm (1.62 inches) Height: 23.6 mm (0.93 inches) Weight: 67g (2.36 ounces)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้