

โปรแกรมประยุกต์การวัดความเข้มสัญญาณของบีคอน  
สำหรับการหาตำแหน่งแบบฟิงเกอร์พริ้นติง  
APPLICATION OF RECEIVED SIGNAL STRENGTH OF BEACON  
FOR FINGERPRINTING LOCATIONS



ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



โปรแกรมประยุกต์การวัดความเข้มสัญญาณของบีคอน  
สำหรับการหาตำแหน่งแบบฟิงเกอร์พริ้นติง  
APPLICATION OF RECEIVED SIGNAL STRENGTH OF BEACON  
FOR FINGERPRINTING LOCATIONS



ปฏิญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2563

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โปรแกรมประยุกต์การวัดความเข้มสัญญาณของบีคอนสำหรับการหาตำแหน่ง  
แบบฟิงเกอร์พริ้นติง

APPLICATION OF RECEIVED SIGNAL STRENGTH OF BEACON FOR  
FINGERPRINTING LOCATIONS

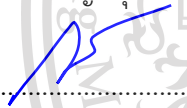
ผู้จัดทำ

1. นางสาวธนีสร ร่มโพธิ์ 60010439
2. นายปริญญากร การจุลศรี 60010588



อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.พิชญ์ สุพรรณกุล)



อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผศ.มนต์ชัย แซ่ม้อย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินปริญญาานิพนธ์เรื่อง “โปรแกรมประยุกต์การวัดความเข้มข้นของปีคอนสำหรับการหาตำแหน่งแบบฟิงเกอร์พริ้นติง” จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจาก ผศ.ดร.พิชญ์ สุพรรณกุล อาจารย์ที่ปรึกษา และ ผศ.มนต์ชัย แซ่มซ้อย อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษา และแนวทางการแก้ไข ปัญหาที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษา ค้นคว้าวิจัยให้โครงการนี้สำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมถึงสนับสนุนสถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ระหว่างการจัดทำปริญญาานิพนธ์

ขอขอบคุณรุ่นพี่ ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการจัดทำปริญญาานิพนธ์

ขอขอบคุณ นายรัชพงษ์ พรวิริยางกูร กรรมการ บริษัท โฟคอล โซลูชั่น จำกัด สำหรับการให้ยืมอุปกรณ์ปีคอน เพื่อใช้ในการทดลองและวิจัย

ขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านเป็นอย่างสูงที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้ความรู้เพิ่มเติมแก่ผู้จัดทำและขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ครอบครัวและเพื่อนที่เป็นกำลังใจที่สำคัญให้แก่ผู้จัดทำ ให้สามารถทำงานลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวณิสร รมโพธิ์  
นายปริญญาการ การจุลศรี  
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โปรแกรมประยุกต์การวัดความเข้มสัญญาณของบีคอน  
สำหรับการหาตำแหน่งแบบฟิงเกอร์พริ้นติง  
APPLICATION OF RECEIVED SIGNAL STRENGTH OF  
BEACON FOR FINGERPRINTING LOCATIONS

โดย นางสาวธนีสร ร่มโพธิ์ 60010439  
นายปริญญากร การจุลศรี 60010588

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.พิชญ์ สุพรรณกุล  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.มนต์ชัย แซ่ม้อย

### บทคัดย่อ

ระบบระบุพิกัดตำแหน่งภายในอาคารที่ใช้งานร่วมกับบีคอน ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายโดยใช้มาตรฐานบลูทูธที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และใช้พลังงานต่ำ วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับฐานข้อมูลแบบฟิงเกอร์พริ้นติง โดยใช้โทรศัพท์วัดความเข้มสัญญาณที่รับได้ของบีคอนที่กำหนดเมื่อผู้ใช้เดินไปที่แต่ละตำแหน่ง หลังจากนั้นจัดเก็บข้อมูลความเข้มสัญญาณที่รับได้และตำแหน่งที่ทำการวัดลงฐานข้อมูลและใช้ทำแบบจำลองช่องสัญญาณ โดยศึกษาแบบจำลองรีเกรสชันเชิงเส้นและแบบจำลองเชิงสถิติ สำหรับการหาตำแหน่งแบบฟิงเกอร์พริ้นติง ความเข้มสัญญาณที่วัดได้จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลเพื่อประมาณหาตำแหน่งของผู้ใช้

### ABSTRACT

Indoor positioning with beacons has gained more attention because it is wireless communication technology using Bluetooth standard with small size, lightweight and low power consumption. The aim of this thesis is to design and develop an application for fingerprinting database. The received signal strength of the specific beacons is measured by using mobile phone when the user walks to each position. After that, the received signal strength data and its position are stored in the database and used to model channel. The linear regression model and statistical model are studied. For fingerprinting positioning, the received signal strength is used to match the database for estimating the user position.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้เฉพาะเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	III
สารบัญรูป	V
สารบัญตาราง	VIII
<b>บทที่ 1</b>	<b>1</b>
<b>บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปริญญาานิพนธ์	1
<b>บทที่ 2</b>	<b>2</b>
<b>ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>2</b>
2.1 ปิคอน	2
2.2 ฐานข้อมูล	4
2.3 การหาตำแหน่งแบบฟังก์ชันปริ้นติง	6
2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความผิดพลาดระยะทาง	8
2.5 CLOUD FUNCTIONS	12
2.6 API	12
<b>บทที่ 3</b>	<b>15</b>
<b>การออกแบบและการจัดทำปริญญาานิพนธ์</b>	<b>15</b>
3.1 การออกแบบ	15
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	26
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	27
<b>บทที่ 4</b>	<b>31</b>
<b>ผลการทดลอง</b>	<b>31</b>
4.1 การทดสอบแอปพลิเคชัน	31
4.2 การทดสอบแอปพลิเคชันในส่วนการจัดเก็บข้อมูล	35
4.3 การทดสอบแอปพลิเคชันในส่วนการระบุตำแหน่ง	42
4.4 การทดสอบการทำงานรวมของแอปพลิเคชัน	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลจากฐานข้อมูล	52
4.6 การคำนวณค่าเฉลี่ยผิดพลาดระยะทาง	56
<b>บทที่ 5   สรุปผลและข้อเสนอแนะ</b>	<b>64</b>
5.1 สรุปผล	64
5.2 ข้อเสนอแนะ	65
<b>บรรณานุกรม</b>	<b>66</b>
<b>ภาคผนวก ก</b> คำสั่งการทำงานของโปรแกรมประยุกต์การวัดความเข้มสัญญาณของ ปีคอนสำหรับการหาตำแหน่งแบบฟิงเกอร์พรินติง	68
<b>ภาคผนวก ข</b> คำสั่งการทำงานของโปรแกรม MATLAB สำหรับการหาตำแหน่ง แบบฟิงเกอร์พรินติง	118



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	3
2.2	4
2.3	6
2.4	7
2.5	13
2.6	14
3.1	16
3.2	16
3.3	17
3.4	18
3.5	19
3.6	19
3.7	20
3.8	21
3.9	22
3.10	22
3.11	23
3.12	24
3.13	24
3.14	25
3.15	25
3.16	26
3.17	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.18 หน้าต่างแอปพลิเคชันหน้าความผิดพลาดของตำแหน่ง	30
4.1 การแจ้งเตือนเมื่อไม่ได้เปิดใช้งานบลูทูธ	31
4.2 แอปพลิเคชันขออนุญาตเปิดบลูทูธ	32
4.3 การแจ้งเตือนเมื่อไม่ได้เปิดใช้งานอินเทอร์เน็ต	32
4.4 การตั้งค่าการเชื่อมต่อ WI-FI	33
4.5 ป้อน UUID, MAJOR และ MINOR ของปีคอน 3 ตัว	34
4.6 การแสดงค่า UUID, ค่า MAJOR, ค่า MINOR และค่า RSSI ของปีคอนแต่ละตัว	34
4.7 ก่อนกดปุ่มทิศขึ้น	35
4.8 หลังกดปุ่มทิศขึ้น 1 ครั้ง	35
4.9 ก่อนกดปุ่มทิศลง	36
4.10 หลังกดปุ่มทิศลง 1 ครั้ง	36
4.11 ก่อนกดปุ่มทิศขวา	37
4.12 หลังกดปุ่มทิศขวา 1 ครั้ง	37
4.13 ก่อนกดปุ่มทิศซ้าย	38
4.14 หลังกดปุ่มทิศซ้าย 1 ครั้ง	38
4.15 หน้าจอแอปพลิเคชัน ค่าความแรงสัญญาณปีคอนที่ตำแหน่งเริ่มต้น	39
4.16 หน้าจอแอปพลิเคชัน ค่าความแรงสัญญาณปีคอนเมื่อเปลี่ยนตำแหน่ง	39
4.17 หน้าจอแอปพลิเคชัน ก่อนกดปุ่ม SAVE เพื่อบันทึกค่าความแรงสัญญาณปีคอน	40
4.18 หน้าจอแอปพลิเคชัน เมื่อกดปุ่ม SAVE เพื่อบันทึกค่าความแรงสัญญาณปีคอน	41
4.19 ฐานข้อมูล CLOUD FIRESTORE เมื่อทดลองกดปุ่ม SAVE ที่กระเบื้อง 301	41
4.20 ตัวอย่างข้อมูลในรูปแบบ JSON	42
4.21 ตัวอย่างไฟล์ CSV ที่เปิดด้วยโปรแกรม MICROSOFT EXCEL	42
4.22 ทดสอบ API ด้วย POSTMAN	43
4.23 LOG เมื่อส่ง RSSI และรับ POSITION	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
4.24	LOG เมื่อส่ง RSSI เฉลี่ย 3 ครั้ง และรับ POSITION	44
4.25	การทดสอบหน้าต่างแอปพลิเคชันการแสดงผลตำแหน่ง	44
4.26	แผนผังตำแหน่งการวัดและตำแหน่งปีคอนของเครื่องทางเดินชั้น 2 ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	45
4.27	ตั้งค่าปีคอน	46
4.28	หน้าปัดข้อมูล ป้อน UUID, MAJOR และ MINOR ของปีคอนแต่ละตัว	47
4.29	หน้าค้นหาปีคอนหลังจากกดปุ่ม FIND MY BEACONS	47
4.30	หน้าบันทึกค่าข้อมูล เมื่อเก็บค่าความแรงสัญญาณปีคอน	49
4.31	ตัวอย่างข้อมูลค่าความแรงสัญญาณปีคอน ครั้งที่ 1 ตำแหน่ง (1, 1)	50
4.32	ปุ่ม INDOOR LOCATION	51
4.33	ตำแหน่งผู้ใช้งาน หน้าระบุตำแหน่ง	51
4.34	RSS ที่วัดได้เปรียบเทียบกับแบบจำลองการจางหายหลายวิธี	52
4.35	PDF ของผลกระทบจากแบบจำลองการจางหายหลายวิธี	53
4.36	CDF ของผลกระทบจากแบบจำลองการจางหายหลายวิธี	53
4.37	$n$ และ $P_0$ เมื่อทำไคเวอร์ซิตีแบบใหม่	54
4.38	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเมื่อทำไคเวอร์ซิตีแบบใหม่	55
4.39	ระยะทางมากที่สุดระหว่างปีคอนกับโทรศัพท์มือถือเมื่อทำไคเวอร์ซิตีแบบใหม่	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ตำแหน่งที่ประมาณได้ เมื่อรับสัญญาณปีคอน 1 ครั้ง	56
4.2 ตำแหน่งที่ประมาณได้ เมื่อรับสัญญาณเฉลี่ยปีคอน 3 ครั้ง	60



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระบบระบุพิกัดตำแหน่งภายในอาคารที่ใช้งานร่วมกับปีคอน ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายโดยใช้มาตรฐานบลูทูธที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และใช้พลังงานต่ำ อีกทั้งในปัจจุบันเทคโนโลยีระบุพิกัดตำแหน่งแบบจีพีเอสนั้น ยังมีความละเอียดไม่เพียงพอและมีข้อจำกัดสำหรับการระบุพิกัดตำแหน่งภายในอาคาร เพราะมีสิ่งกีดขวางสัญญาณดาวเทียมทำให้ไม่สามารถระบุตำแหน่งได้ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งส่งผลต่อความถูกต้องของระบบการระบุตำแหน่งวัตถุภายในอาคาร ดังนั้น ปริญญาานิพนธ์นี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับการหาตำแหน่งแบบฟิงเกอร์พริ้นติง

ระบบการหาตำแหน่งแบบฟิงเกอร์พริ้นติง แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ ได้แก่ 1. ส่วนการจัดเก็บข้อมูล โดยใช้โทรศัพท์วัดความเข้มสัญญาณของปีคอนที่กำหนดเมื่อผู้ใช้เดินไปที่แต่ละตำแหน่ง จากนั้นจัดเก็บข้อมูลความเข้มสัญญาณที่วัดได้และตำแหน่งที่ทำการวัดลงฐานข้อมูลและทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการทำแบบจำลองช่องสัญญาณ 2. ส่วนการระบุตำแหน่ง โดยใช้ข้อมูลความเข้มของสัญญาณปีคอนที่วัดได้และความเข้มของสัญญาณแต่ละพิกัดตำแหน่งจากฐานข้อมูล เพื่อระบุพิกัดตำแหน่งด้วยวิธีการหาตำแหน่งแบบฟิงเกอร์พริ้นติง

#### 1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ปีคอน และการเขียนโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์มือถือ
- 2) เพื่อวัดข้อมูลความเข้มสัญญาณของปีคอนที่แต่ละพิกัดตำแหน่งโดยใช้โทรศัพท์มือถือ และจัดเก็บลงฐานข้อมูลพร้อมทั้งทำแบบจำลองช่องสัญญาณ
- 3) เพื่อนำความเข้มสัญญาณของปีคอนจากฐานข้อมูล มาใช้ในการระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้วิธีฟิงเกอร์พริ้นติง

#### 1.3 ขอบเขตของปริญญาานิพนธ์

- 1) สามารถกำหนดให้โทรศัพท์มือถือเลือกเชื่อมต่อกับปีคอนที่กำหนด
- 2) สามารถวัดความเข้มสัญญาณของปีคอนเมื่อผู้ใช้เดินไปที่แต่ละพิกัดตำแหน่ง
- 3) จัดเก็บข้อมูลความเข้มสัญญาณที่วัดได้และพิกัดตำแหน่งที่ทำการวัดลงฐานข้อมูล และใช้ทำแบบจำลองช่องสัญญาณ โดยศึกษาแบบจำลองรีเกรสชันเชิงเส้นและแบบจำลองเชิงสถิติ
- 4) สามารถระบุพิกัดตำแหน่งภายในอาคารจากข้อมูลความเข้มสัญญาณปีคอนที่วัดได้และการคำนวณความเข้มของสัญญาณแต่ละพิกัดตำแหน่งจากฐานข้อมูลโดยใช้วิธีฟิงเกอร์พริ้นติง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดก็ตามสงวนลิขสิทธิ์และขอสงวนสิทธิ์ในชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ปฏิญญาฉบับเรื่อง “โปรแกรมประยุกต์การวัดความเข้มสัญญาณของบีคอน สำหรับการหาตำแหน่งแบบฟิงเกอร์พริตติง” ได้จัดทำขึ้นเพื่อ ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ สำหรับการหาตำแหน่งภายในอาคาร โดยใช้โทรศัพท์วัดความเข้มสัญญาณของบีคอนที่กำหนดเมื่อ ผู้ใช้เดินไปที่แต่ละตำแหน่ง จากนั้นจัดเก็บข้อมูลความเข้มสัญญาณที่วัดได้และตำแหน่งที่ทำการวัด ลงฐานข้อมูลพร้อมทั้งทำแบบจำลองช่องสัญญาณ และระบุพิกัดตำแหน่งภายในอาคารจากข้อมูล ความเข้มสัญญาณบีคอนที่วัดได้และความเข้มของสัญญาณแต่ละพิกัดตำแหน่งจากฐานข้อมูลโดยใช้วิธี ฟิงเกอร์พริตติง ดังนั้นปฏิญญาฉบับที่นำเสนอจึงมีหลักการที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

#### 2.1 บีคอน (Beacon)

บีคอน คือ อุปกรณ์ขนาดเล็กที่ถูกติดตั้งอยู่ในสมาร์ทโฟนรุ่นใหม่ ๆ หรือผลิตเป็น อุปกรณ์แยกออกมาในรูปแบบของ IoT ( Internet Of Thing ) การทำงานของบีคอนคือปล่อย สัญญาณผ่านบลูทูธพลังงานต่ำ (Bluetooth Low Energy: BLE) มีระยะส่งสัญญาณสูงสุด 200 เมตร ความสามารถเด่นของบีคอน คือ การให้ข้อมูลตำแหน่งระยะใกล้ที่แม่นยำ [1] เมื่อเปรียบเทียบ ระหว่างเทคโนโลยี BLE กับบลูทูธแบบดั้งเดิม บลูทูธแบบดั้งเดิมจะมีอัตราส่งข้อมูลมากกว่า คือ 1-3 Mbps เนื่องจากพัฒนามาสำหรับการสื่อสารระยะสั้น ส่วน BLE จะมีอัตราส่งข้อมูลเพียง 1 Mbps เนื่องจากออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์ IoT แต่จะมีข้อดีตรงที่ BLE ใช้พลังงานต่ำ คือใช้ กำลังงานส่งเพียง 0.01-0.5 W โดยที่บลูทูธแบบดั้งเดิมใช้กำลังงานส่งถึง 1 W ใช้งานที่ยานความถี่ สาธารณะสำหรับอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์และการแพทย์ (Industrial Sciences Medicine: ISM) เดียวกัน คือที่ 2.4 GHz ข้อแตกต่างด้านการส่งข้อมูลที่สำคัญระหว่าง BLE กับบลูทูธแบบดั้งเดิมมี ดังต่อไปนี้ [2]

- 1) บลูทูธแบบดั้งเดิมมีจุดประสงค์เพื่อใช้สำหรับการสื่อสารข้อมูลสื่อประสม (Multimedia) ในขณะที่ BLE มีจุดประสงค์เพื่อใช้สำหรับ IoT โดยที่ข้อมูลจะต้องถูกแพร่สัญญาณ บ่อยครั้ง
- 2) บลูทูธแบบดั้งเดิมมีการส่งข้อมูลต่อเนื่องจึงจำเป็นต้องจับคู่ระหว่างอุปกรณ์ ส่วนกลางกับอุปกรณ์ใช้งาน ส่วน BLE ไม่มีความจำเป็นในส่วนนี้
- 3) บลูทูธแบบดั้งเดิมเป็นการสื่อสารแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ส่วน BLE เป็นการสื่อสารแบบ หนึ่งต่อต่อกลุ่ม เมื่อหนึ่งคือบีคอน หรืออุปกรณ์ BLE และกลุ่มคือโทรศัพท์มือถือ หรืออุปกรณ์ของ ผู้ใช้ (User Equipment: UE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

แถบความถี่ ISM ที่ 2.4 GHz ของบีคอน จะแบ่งออกเป็น 3 ช่องสัญญาณคือ 2.42 GHz, 2.426 GHz และ 2.48 GHz ใช้สำหรับแพร่สัญญาณ ช่องสัญญาณ 3 ช่องนี้มีช่องว่างความถี่ที่กว้างเพื่อลดการแทรกสอดของสัญญาณวิทยุที่ใช้งานในแถบความถี่ ISM เดียวกัน อุปกรณ์บีคอนไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อกับโทรศัพท์แต่จะแพร่สัญญาณเป็นระยะ ๆ ซึ่งเป็นข้อดีของกระบวนการนี้เนื่องจากไม่มีความจำเป็นต้องจับคู่ระหว่างบีคอน กับโทรศัพท์มือถือเพื่อรับสัญญาณที่แพร่ออกมาจากบีคอน สัญญาณที่แพร่ออกมานี้จะมีปริมาณน้อยและเรียกว่าหน่วยข้อมูลโปรโตคอล (Protocol Data Unit: PDU)

### 2.1.1 โครงสร้างภายในของบีคอน

มีโครงสร้างหลัก แสดงดังรูปที่ 2.1 [3]

- 1) Bluetooth 4.0 LE: ใช้สื่อสารข้อมูลระหว่างตัวบีคอนกับโปรแกรมประยุกต์บนมือถือ
- 2) ARM Cortex M0 Processor: CPU ที่ใช้ควบคุมการรับส่งข้อมูลของอุปกรณ์ รวมถึงการปรับแต่งค่าของตัวบีคอน เช่น ระยะเวลาในการส่งสัญญาณ (ให้ส่งครั้งละ 1 วินาทีหรือน้อยกว่านั้น) ระยะทางสูงสุดที่ส่งสัญญาณออกไป
- 3) Coin Battery: ถ่านแบบเม็ดกระดุม



รูปที่ 2.1 โครงสร้างภายในของบีคอน [3]

### 2.1.2 ชุดข้อมูลที่ถูส่งออกมาจากบีคอน

ทุกครั้งที่บีคอนส่งสัญญาณออกมา จะมีชุดข้อมูลเล็ก ๆ ถูส่งออกมาด้วยเสมอ ข้อมูลเหล่านั้น แสดงดังรูปที่ 2.2 [3]

- 1) Proximity UUID (string) ข้อมูลชุดตัวอักษรใช้บอกว่าผลิตจากบริษัทใด

2) Major (int) ข้อมูลตัวเลขใช้แทนกลุ่มของบีคอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3) Minor (int) ข้อมูลตัวเลขใช้ระบุตัวปีคอนแต่ละตัว

4) Tx-Power (int) ข้อมูลตัวเลขค่าความเข้มของสัญญาณที่ปีคอนปล่อยออกมา อยู่ในช่วง -30 ถึง 40 เดซิเบล ค่านี้อาจนำไปคำนวณด้วยสมการคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ระยะความใกล้ระหว่างมือถือกับตัวปีคอน



รูปที่ 2.2 ชุดข้อมูลที่ถูส่งออกมาจากปีคอน [3]

## 2.2 ฐานข้อมูล

ฐานข้อมูล หรือ Database คือ กลุ่มของข้อมูลที่ถูกเก็บรวบรวมไว้ โดยมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยไม่ได้บังคับว่าข้อมูลทั้งหมดนี้จะต้องเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลเดียวกันหรือแยกเก็บหลายๆ แฟ้มข้อมูล

ระบบฐานข้อมูล (Database System) คือ ระบบที่รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีระบบมีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ที่ชัดเจน ในระบบฐานข้อมูลจะประกอบด้วยแฟ้มข้อมูลหลายแฟ้มที่มีข้อมูล เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันเข้าไว้ด้วยกันอย่างเป็นระบบ และเปิดโอกาสให้ผู้ใช้สามารถใช้งานและดูแลรักษาป้องกันข้อมูลเหล่านี้ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 2.2.1 ประโยชน์ของฐานข้อมูล

1) ลดการเก็บข้อมูลที่ซ้ำซ้อน ข้อมูลบางชุดที่อยู่ในรูปของแฟ้มข้อมูลอาจมีปรากฏอยู่หลายแห่ง เพราะมีผู้ใช้ข้อมูลชุดนี้หลายคน เมื่อใช้ระบบฐานข้อมูลแล้วจะช่วยให้ความซ้ำซ้อนของข้อมูลลดน้อยลง

2) รักษาความถูกต้องของข้อมูล เนื่องจากฐานข้อมูลมีเพียงฐานข้อมูลเดียว ในกรณีที่มีข้อมูลชุดเดียวกันปรากฏอยู่หลายแห่งในฐานข้อมูล ข้อมูลเหล่านี้จะต้องตรงกัน ถ้ามีการแก้ไขข้อมูลนี้ทุกๆ แห่งที่ข้อมูลปรากฏอยู่จะแก้ไขให้ถูกต้องตามกันหมดโดยอัตโนมัติด้วยระบบจัดการฐานข้อมูล

3) การป้องกันและรักษาความปลอดภัยให้กับข้อมูลทำได้สะดวก การป้องกันและรักษาความปลอดภัยกับข้อมูลระบบฐานข้อมูลจะให้เฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องเท่านั้นซึ่งก่อให้เกิดความปลอดภัย (security) ของข้อมูลด้วย [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 2.2.2 Firebase

Firebase คือ แพลตฟอร์มที่รวบรวมเครื่องมือต่าง ๆ สำหรับการจัดการในส่วน Backend หรือ Server side ซึ่งทำให้สามารถสร้างโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์มือถือได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังคงเวลาและค่าใช้จ่ายของการทำ Server side หรือการวิเคราะห์ข้อมูลให้อีกด้วย โดยมีทั้งเครื่องมือที่ฟรี และเครื่องมือที่มีค่าใช้จ่าย [5] โดย Project ที่ถูกออกแบบมาให้เป็น API และ Cloud Storage สำหรับพัฒนา Realtime Application รองรับหลาย Platform ทั้ง iOS App, Android App และ Web App [6] โดยบริการของ Firebase มีดังนี้

1) Cloud Firestore คือ บริการทางด้านฐานข้อมูล (Database) ที่มีลักษณะเป็น NoSQL โดยเป็นการนำข้อดีของ Realtime Database ของ Firebase เช่นกัน มาต่อยอดอีกด้วย

2) Authentication คือ บริการที่จัดการ Authentication ให้เรา ซึ่งครอบคลุมทั้ง email-password, phone ไปจนถึง Facebook, Twitter, Github สำหรับการ Login อีกด้วย

3) Hosting คือ Hosting สำหรับ Single-page web app, Landing page website ซึ่งจัดการการ Deploy ให้ และในส่วนของ Custom Domain แบบมีค่าใช้จ่ายและก็มี การติดตั้ง SSL ให้ด้วย

4) Crashlytics ช่วยจัดการปัญหาต่าง ๆ และสามารถตรวจจับ Crash ได้ว่าเกิดขึ้นที่การทำงานไหนใน โปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์

5) Performance Monitoring โดยผู้พัฒนาสามารถทราบถึงประสิทธิภาพของโปรแกรมและเครือข่าย

6) Google Analytics คือ ตัวที่เก็บข้อมูลสถิติพฤติกรรมของผู้ใช้งาน ที่ใช้งานโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์ หรือ บนเว็บ โดยสามารถแบ่งพฤติกรรมให้เราดูได้อย่างละเอียด

7) Remote Config คือ ส่วนที่จัดการรูปแบบของ โปรแกรมประยุกต์บน โทรศัพท์ เช่น หากเราต้องการเปลี่ยนภาพพื้นหลังในหน้า Main เราก็สามารถเปลี่ยนได้ที่ Remote Config นี้ได้เลย โดยไม่จำเป็นต้องไปแก้โค้ด ในหน้าของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์

8) Cloud Messaging คือ ตัวที่จะทำให้โปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์ของเรานั้นรับการแจ้งเตือนได้ โดยการส่งข้อความไปหาได้ทุกแพลตฟอร์ม ทั้งระบบปฏิบัติการ iOS และ Android รวมไปถึงเว็บด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 2.2.3 ระบบการจัดการฐานข้อมูลด้วย Firebase

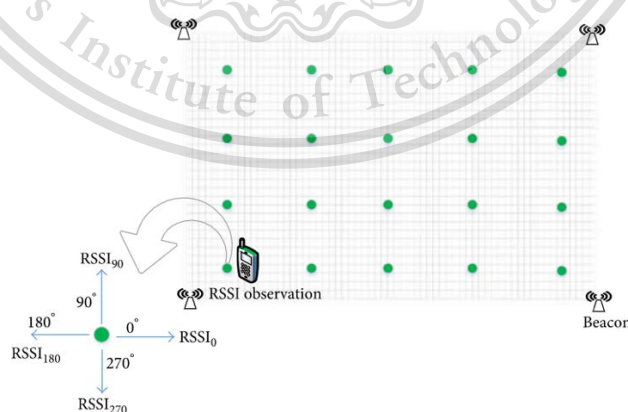
ในการจัดทำปฏิญานิพนธ์นี้ ข้อมูลส่วนใหญ่ภายในปฏิญานิพนธ์จะเป็นข้อมูลประเภทตัวอักษรและตัวเลข ที่ได้มาจากการรับค่าความเข้มของสัญญาณบิตคอน และเก็บข้อมูลแบบเรียลไทม์ จึงเลือกใช้งานบริการ Firebase ในส่วนของฟังก์ชัน Firebase Cloud Firestore ซึ่งเป็นบริการฐานข้อมูลแบบ NoSQL ที่จัดเก็บในรูปแบบ collection และ document มีการรองรับการทำงานแบบ offline mode ทั้ง Android, iOS และ Web และข้อมูลที่เก็บเป็นแบบ Realtime synchronous โดยทำการ Replicate ข้อมูลแบบ multi-region ให้แบบอัตโนมัติและมี SDK ให้ใช้พัฒนาทั้งภาษา Node, Python, Go และ Java

## 2.3 การหาตำแหน่งแบบฟิงเกอร์พริ้นติง

Fingerprinting Localization เป็นวิธีการระบุตำแหน่งภายในอาคารที่ได้รับความนิยมมากที่สุดเนื่องจากมีความแม่นยำสูงเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ ไม่จำเป็นต้องมีการวัด Access Point แบบเส้นสายตา (line-of-sight) มีความซับซ้อนต่ำและสามารถใช้งานได้ดีในสภาพแวดล้อมภายในอาคารที่ซับซ้อน การระบุตำแหน่งแบบฟิงเกอร์พริ้นติงมักประกอบด้วยสองส่วน ได้แก่ ออฟไลน์ (เรียนรู้) และออนไลน์ (ทดสอบ) [7]

### 2.3.1 ส่วนออฟไลน์

ฟิงเกอร์พริ้นติงในส่วนออฟไลน์ได้รับการออกแบบมาเพื่อการเรียนรู้ RSSI ที่จุดอ้างอิงแต่ละจุด ในขั้นตอนนี้จะทำการรวบรวม RSSI จากบิตคอนทั้งหมด ในสี่ทิศทาง (0, 90, 180, และ 270) ณ ตำแหน่งการวัดแต่ละแห่งจะถูกรวบรวม ดังแสดงในรูปที่ 2.3 RSSI ที่รวบรวมได้เหล่านี้จะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลพร้อมกับพิกัดตำแหน่งซึ่งเรียกว่าจุดอ้างอิง (RPs)



รูปที่ 2.3 ส่วนออฟไลน์ของการระบุตำแหน่งแบบฟิงเกอร์พริ้นติง [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นใบใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

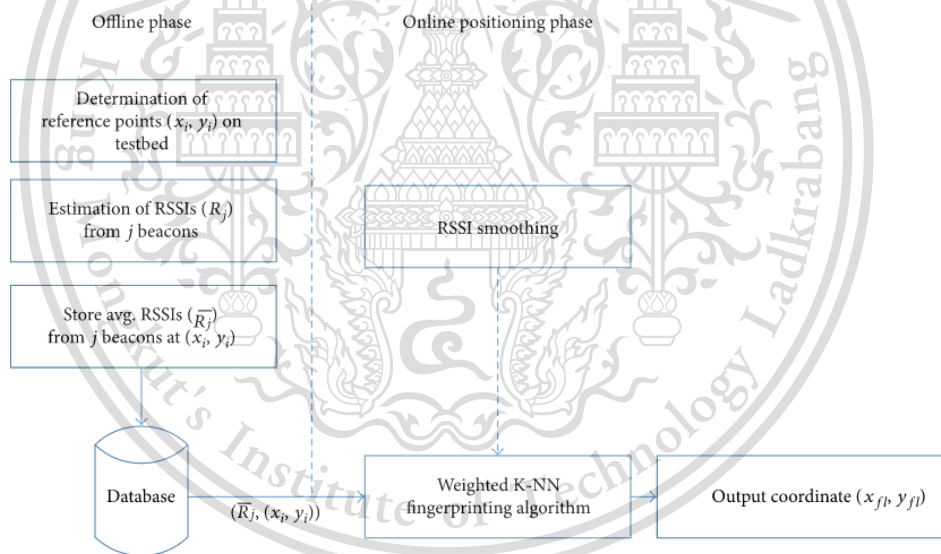
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 2.3.2 ส่วนออนไลน์

RSSI จากบีมคอนจะถูกวัดและเปรียบเทียบกับ RSSI ที่จัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล จากนั้นจึงประมาณตำแหน่งของอุปกรณ์ โดยใช้ขั้นตอนฟังก์ชันพริตติ้งที่อธิบายไว้ในรูปที่ 2.4 ระยะห่างของตำแหน่ง ( $D_j$ ) ระหว่างค่า RSSI ที่เก็บไว้ ( $RSSI_{offline}$ ) และค่า RSSI ที่รวบรวมแบบออนไลน์ ( $RSSI_{online}$ ) จุดอ้างอิงถูกกำหนดโดยสมการที่ (2.1)

$$D_j = \sum_{i=1}^m \sqrt{(RSSI_{i_{online}} - RSSI_{i_{offline}})^2} \quad (2.1)$$

โดยที่  $i$  คือ จำนวนบีมคอนตั้งแต่ 1 ถึง  $m$  ซึ่งเป็นจำนวนบีมคอนทั้งหมดรอบๆ แท็ก ในที่นี่สามารถใช้ Wk-NN เป็นอัลกอริทึมการจับคู่ตามค่า RSSI ที่จัดเก็บและค่า RSSI ออนไลน์ ในการกำหนดน้ำหนักของจุดอ้างอิงใดๆ  $D_j$  จะถูกเรียงลำดับจากน้อยไปมาก ความแตกต่างของตำแหน่ง  $k$  ที่น้อยที่สุดจะถูกเลือกและการผกผันของมันถูกกำหนดเป็นค่าถ่วงน้ำหนัก (weight) ให้กับจุดอ้างอิงตามลำดับ



รูปที่ 2.4 กระบวนการของการระบุตำแหน่งแบบฟังก์ชันพริตติ้ง [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ในการประมวลผลตำแหน่งของอุปกรณ์ยังสามารถใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง RMS (Root Mean Square) error น้อยที่สุด โดยหาผลต่างระหว่างค่าความเข้มสัญญาณที่รับค่าได้ กับค่าความเข้มสัญญาณในฐานข้อมูล เพื่อหาค่าผิดพลาดของแต่ละค่าตำแหน่งของปีคอนแต่ละตัว หลังจากนั้นคำนวณหาค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง ตามสมการที่ (2.2) ซึ่งตำแหน่งที่ประมาณได้ คือ ตำแหน่งที่มีค่าผิดพลาดน้อยที่สุด

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (\hat{Y}_i - Y_i)^2} \quad (2.2)$$

โดยที่  $N$  คือ จำนวนตัวอย่าง ส่วน  $\hat{Y}_i$  และ  $Y_i$  คือ ค่าความเข้มสัญญาณที่รับค่าได้ และค่าความเข้มสัญญาณในฐานข้อมูล ตามลำดับ

## 2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความผิดพลาดระยะทาง

### 2.4.1 แบบจำลองช่องสัญญาณ

ในสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร สัญญาณจากเครื่องส่งมาถึงเครื่องรับได้หลายเส้นทาง ทำให้ สัญญาณที่รับได้เกิดจากการรวมกันของสัญญาณแต่ละเส้นทาง จึงมีทั้งการรวมกันแบบเฟสเสริมกันทำให้ระดับสัญญาณสูงขึ้น และรวมกันแบบเฟสหักล้างกัน ทำให้ระดับสัญญาณต่ำลง ปรากฏการณ์นี้ทำให้สัญญาณที่รับได้เกิดการแกว่งขึ้นลงถึงแม้ว่าเครื่องส่งและเครื่องรับจะอยู่กับที่ เรียกว่า การจางหายหลายวิถี เมื่อเครื่องรับเคลื่อนที่ออกจากเครื่องส่ง ระดับสัญญาณที่รับได้จะมีแนวโน้มลดลงตาม ระยะทาง เรียกว่า การสูญเสียเชิงวิถี

ปัญหานี้พบกันบ่อยครั้งจึงได้กำหนดให้แบบจำลองช่องสัญญาณบลูทูธ BLE สำหรับใช้หาตำแหน่ง ภายในอาคารเป็นผลรวมระหว่างแบบจำลองการสูญเสียเชิงวิถีกับแบบจำลองเชิงสถิติแบบเกาส์ สามารถเขียนได้เป็น [8]

$$P_r = \bar{P}_r + p_r \quad (2.3)$$

เมื่อ  $\bar{P}_r$  เป็น RSS ที่เป็นผลมาจากแบบจำลองการสูญเสียเชิงวิถีเพียงอย่างเดียว ไม่มีผลกระทบจากแบบจำลองการจางหายหลายวิถี และมีหน่วยเป็น dBm ดังนั้น  $\bar{P}_r$  จึงเปรียบเสมือนเป็นค่ากลางของ RSS และ  $p_r$  เป็นผลกระทบจากแบบจำลองการจางหายหลายวิถีเพียงอย่างเดียว ไม่มีผลกระทบมาจากแบบจำลองการสูญเสียเชิงวิถีและเป็นตัวแปรสุ่มเชิงสถิติที่มีหน่วยเป็น dB ผลที่ได้ทำให้  $P_r$  เป็น RSS ที่วัดได้โดยตรงจากโทรศัพท์มือถือ มีผลกระทบมาจากทั้งแบบจำลองการสูญเสียเชิงวิถีและแบบจำลองการจางหายหลายวิถี และเป็นตัวแปรสุ่มทางสถิติที่มีหน่วยเป็น dBm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 2.4.2 แบบจำลองการสูญเสียเชิงวิถี

แบบจำลองการสูญเสียเชิงวิถีเป็นแบบจำลองที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง RSS ที่ลดลงตามระยะทาง โดยมีพื้นฐานอยู่บนสูตรการส่งผ่านของฟรีสเซียนได้เป็น [8]

$$\bar{P}_r = -10n \log(d) + P_0 \quad (2.4)$$

เมื่อ  $n$  เป็นเลขยกกำลังการสูญเสียเชิงวิถี (Path Loss Exponent)  $d$  เป็นระยะทางระหว่างบีกอน BLE กับโทรศัพท์มือถือ และ  $P_0$  เป็น RSS อ้างอิงที่ระยะทาง 1 m ที่ไม่มีผลกระทบมาจากการจางหายหลายวิถี

ในทางปฏิบัติแบบจำลองการสูญเสียเชิงวิถีจะหาได้จากการวัด RSS โดยใช้โทรศัพท์มือถือ ที่ระยะทางต่างครอบคลุมพื้นที่ใช้งานทั้งหมด แล้วใช้แบบจำลองรีเกรสชันเชิงเส้น (Linear Regression Model: LRM) ประมาณหาเลขยกกำลังการสูญเสียเชิงวิถี  $n$  และ RSS อ้างอิงที่ระยะทาง 1 m  $P_0$  ที่ทำให้แบบจำลองการสูญเสียเชิงวิถีมีค่าผิดพลาดกำลังสองทั้งหมดเมื่อเทียบกับ RSS ที่วัดได้น้อยที่สุด

กำหนดให้ RSS ที่วัดได้ที่ตำแหน่ง  $d_i$  เป็น  $P_{r,i}$  ทำการวัดทั้งหมด  $N$  ตำแหน่ง จะได้ความผิดพลาด RSS ระหว่าง  $P_{r,i}$  กับแบบจำลองการสูญเสียเชิงวิถีที่ระยะทาง  $d_i$  เป็น

$$E_i = |P_{r,i} + 10n \log(d) - p_0| \quad (2.5)$$

จากสมการที่ (2.5) จะได้ความผิดพลาดกำลังสองทั้งหมดเป็น

$$\sum_{i=1}^N E_i^2 = \sum_{i=1}^N [P_{r,i} + 10n \log(d) - p_0]^2 \quad (2.6)$$

เลขยกกำลังการสูญเสียเชิงวิถี  $n$  และ RSS อ้างอิงที่ระยะทาง 1 m  $P_0$  จะพิจารณาจากเงื่อนไขที่ทำให้ความผิดพลาดกำลังสองทั้งหมดมีค่าน้อยสุด ทำได้ด้วยหาอนุพันธ์ย่อยของสมการที่ (2.6) เทียบกับ  $-10n$  และ  $P_0$  แล้วกำหนดให้เท่ากับศูนย์จะได้

$$\frac{\partial}{\partial(-10n)} \sum_{i=1}^N E_i^2 = -2 \sum_{i=1}^N \log(d_i) [P_{r,i} + 10n \log(d_i) - P_0] = 0 \quad (2.7)$$

$$\frac{\partial}{\partial P_0} \sum_{i=1}^N E_i^2 = -2 \sum_{i=1}^N [P_{r,i} + 10n \log(d_i) - P_0] = 0 \quad (2.8)$$

จัดรูปสมการ (2.7) และ (2.8) ใหม่ได้

$$-10n \sum_{i=1}^N \log^2(d_i) + P_0 \sum_{i=1}^N \log(d_i) = \sum_{i=1}^N P_{r,i} \log(d_i) \quad (2.9)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$-10n \sum_{i=1}^N \log(d_i) + P_0 N = \sum_{i=1}^N P_{r,i} \quad (2.10)$$

จากสมการ (2.9) และ (2.10) ทำให้เป็นสมการเมตริกซ์ได้

$$\begin{bmatrix} \sum_{i=1}^N \log^2(d_i) & \sum_{i=1}^N \log(d_i) \\ \sum_{i=1}^N \log(d_i) & N \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} -10n \\ P_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{r,i} \log(d_i) \\ P_{r,i} \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

แก้สมการเมตริกซ์เพื่อหาเลขยกกำลังการสูญเสียเชิงวิถี  $n$  และ RSS อ้างอิงที่ระยะทาง 1 m  $P_0$  ได้

$$\begin{bmatrix} -10n \\ P_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^N \log^2(d_i) & \sum_{i=1}^N \log(d_i) \\ \sum_{i=1}^N \log(d_i) & N \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} P_{r,i} \log(d_i) \\ P_{r,i} \end{bmatrix} \quad (2.12)$$

เมื่อ  $[\cdot]^{-1}$  เป็นตัวดำเนินการเมตริกซ์ผกผัน (Inverse Matrix)

### 2.4.3 แบบจำลองการจางหายหลายวิถี

เมื่อทำการวัด RSS ที่ระยะทางต่างครอบคลุมพื้นที่ใช้งานทั้งหมดและหา RSS ที่ได้จากแบบจำลองการสูญเสียเชิงวิถีได้แล้ว หลังจากนั้น ผลกระทบจากแบบจำลองการจางหายหลายวิถี  $p_r$  หาได้จากการแก้สมการ (2.3)

$$p_r = P_r - \bar{P}_r \quad (2.13)$$

ผลกระทบจากแบบจำลองการจางหายหลายวิถี  $p_r$  เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการกระจายเชิงสถิติแบบเกาส์ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 dB นั่นคือ

$$p_r = \{p_r\} \quad (2.14)$$

เมื่อ  $p_r$  เป็นสมาชิกของผลกระทบจากแบบจำลองการจางหายหลายวิถี

ดังนั้น ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น (Probability Density Function: PDF) ของผลกระทบจากแบบจำลองการจางหายหลายวิถีมีนิยามเป็น [9]

$$f_{p_r}(p_r) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-p_r^2/(2\sigma^2)} \quad (2.15)$$

เมื่อ  $\sigma$  เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ฟังก์ชันการแจกแจงสะสม (Cumulative Distribution Function: CDF) ของผลกระทบจากแบบจำลองการจางหายหลายวิถีมีนิยามเป็น [9] ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$F_{p_r}(p_r) = Q\left(\frac{p_r}{\sigma}\right) \quad (2.16)$$

เมื่อฟังก์ชัน  $Q$  มีนิยามเป็น [9]

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\tau^2/2} d\tau \quad (2.17)$$

#### 2.4.4 ความผิดพลาดระยะทาง

กำหนดให้ระยะทางที่ถูกต้องหาได้จาก RSS ที่เกิดจากแบบจำลองการสูญเสียเชิงวิถีเพียงอย่างเดียว ซึ่งไม่มีผลกระทบจากการจางหายหลายวิถี แทนค่าสมการ (2.4) ลงในสมการ (2.3) และ ตัดผลกระทบจากแบบจำลองการจางหายหลายวิถีออกไป จะได้

$$P_r = -10n \log(d) + P_0 \quad (2.18)$$

จากสมการ (2.18)  $P_r$  จะมีค่าคงที่ในแต่ละระยะทาง  $d$  เนื่องจากไม่มีส่วนประกอบของตัวแปรสุ่มเชิงสถิติ ระยะทางที่คำนวณได้จากสมการนี้จะเป็ระยะทางที่ถูกต้อง  $d_c$  ซึ่งจะได้

$$d_c = 10^{(P_r - P_0)/(-10n)} \quad (2.19)$$

ในทำนองเดียวกันระยะทางที่ถูกต้อง  $d_c$  จะเป็นค่าคงที่ เนื่องจากไม่มีส่วนประกอบของตัวแปรสุ่มเชิงสถิติแต่ในทางปฏิบัติ RSS ที่วัดได้จากโทรศัพท์จะมีทั้ง RSS ที่เกิดจากแบบจำลองการสูญเสียเชิงวิถีและผลกระทบจากแบบจำลองการจางหายหลายวิถี แทนค่าสมการ (2.4) ลงในสมการ (2.3) RSS ที่ได้จากการวัดสามารถเขียนได้เป็น

$$P_r = -10n \log(d) + P_0 + p_r \quad (2.20)$$

จากสมการ (2.20) สามารถคำนวณหาระยะทางที่ประมาณได้  $d_e$  จากสมการ

$$d_e = 10^{(P_r - P_0 - p_r)/(-10n)} = 10^{p_r/(10n)} d_c \quad (2.21)$$

จะเห็นได้ว่าระยะทางที่ประมาณได้  $d_e$  เป็นตัวแปรสุ่ม ที่มีผลกระทบโดยตรงมาจากตัวแปรสุ่มของผลกระทบจากแบบจำลองการจางหายหลายวิถี ในปริภูมยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นิยามความผิดพลาดระยะทาง  $E_d$  เป็นค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างระยะทางที่ถูกต้องกับระยะทางที่ประมาณได้ สามารถเขียนได้เป็น

$$E_d = |d_c - d_e| = \left|1 - 10^{p_r/(10n)}\right| d_c = E_n d_c \quad (2.22)$$

โดยที่ กำหนดให้  $E_n$  เป็นความผิดพลาดระยะทางนอร์มัลไลซ์ มีนิยามเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$E_n = \left| 1 - 10^{p_r/(10n)} \right| \quad (2.23)$$

ระยะทางมากที่สุดระหว่างปีคอน กับโทรศัพท์มือถือ  $d_{\max}$  ที่ทำให้ได้ความผิดพลาด ระยะทางเฉลี่ยเป็นไปตามที่กำหนด  $\mu_{E_s}$  สามารถหาได้จาก

$$d_{\max} = \frac{\mu_{E_s}}{\mu_{E_n}} \quad (2.24)$$

เมื่อ  $\mu_{E_n}$  เป็นค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดระยะทางนอร์มัลไลซ์

## 2.5 Cloud Functions

Cloud Functions for Firebase คือบริการที่ทำงานในฝั่ง server เพื่อตอบรับการ trigger จากบริการต่างๆ ใน Firebase โดยฟังก์ชันที่เขียนขึ้นมาทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ที่ Google Cloud ซึ่งจะดูแลเรื่องความปลอดภัยและความเสถียร

การทำงานหลังจาก deploy โค้ดขึ้นไปที่ Cloud Functions for Firebase แล้ว Cloud Functions จะประพฤติตัวเป็นนักดักฟัง (Listener) และรอรับ trigger จากบริการของ Firebase ทันที และจะทำงานตามฟังก์ชันที่ได้เขียนไว้ [11]

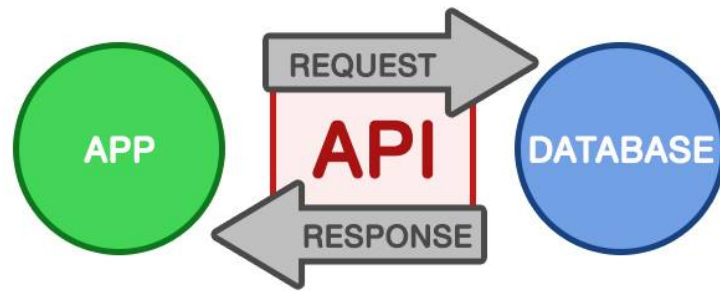
## 2.6 API

API มาจากคำว่า Application Programming Interface คือ ระบบบริการข้อมูล กลางระหว่าง client และการทำงานฝั่ง Server Side โดยมีหน้าที่หลักในการรับคำสั่งจากฝั่ง client ซึ่งก็คือ จากแอปพลิเคชันต่างๆ ทั้ง web app, mobile app, desktop app และอื่นๆ เรียกคำสั่งที่ได้จากฝั่ง client ว่าการ request เมื่อเกิดคำสั่งหรือการร้องขอใดๆ ตัว API จะรับคำสั่งนั้นๆ นำไปประมวลผลและสรุปเป็นก้อนข้อมูลที่ตรงกับกรร้องขอและส่งข้อมูลเหล่านั้นกลับไปส่วนของ client หรือ application อีกครั้ง เรียกการทำงานในขั้นตอนนี้ว่า response [12] แสดงดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.5 ระบบบริการข้อมูลกลางระหว่าง client และ server (API) [12]

### 2.6.1 Method กระบวนการทำงานหลักๆ ของ API

API จะมีกระบวนการทำงานหลักๆ ในการรับส่งข้อมูลกัน โดยแบ่งกระบวนการทำงานได้ดังนี้

- 1) POST Mehtod ใช้สำหรับการสร้างข้อมูลใหม่ในฐานข้อมูล
- 2) GET Mehtod ใช้สำหรับร้องขอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ
- 3) PUT Mehtod ใช้สำหรับแทนที่ข้อมูลเดิม
- 4) PATCH Mehtod ใช้สำหรับปรับปรุงแก้ไขข้อมูลเดิม
- 5) DELETE Mehtod ใช้สำหรับการลบข้อมูล

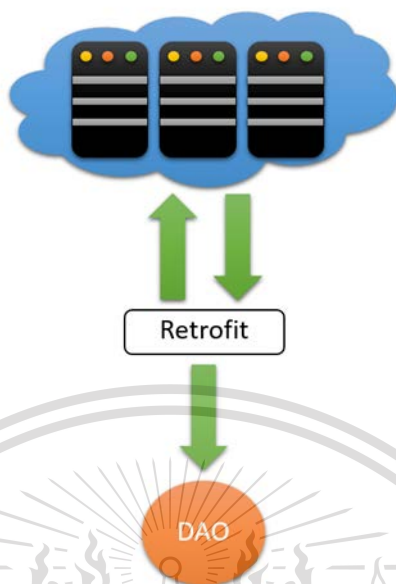
### 2.6.2 เขียนแอปพลิเคชัน Request และ Response API

การติดต่อกับ database จะไม่ติดต่อกันโดยตรงระหว่างแอปพลิเคชันหรือเว็บ (client) ไปยัง database โดยตรง แต่จะมี API service มาคั่นกลางระหว่าง client กับ database โดยการเรียกใช้งาน API ผ่านแอปพลิเคชัน android แสดงดังรูปที่ 2.6 ซึ่งจะประกอบด้วย [13]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.6 การติดต่อระหว่าง Database กับ แอปพลิเคชัน [13]

- 1) Server : เป็นส่วน URL ของ API ที่ต้องการจะติดต่อไป ดึงข้อมูลบางอย่างที่ต้องการ เพื่อมาแสดงผล โดยจะใช้วิธีติดต่อผ่าน API
- 2) Retrofit : ส่วนที่ดึงข้อมูลจาก server จะได้รับกลับมาเป็น string ของ json ในส่วนนี้จะใช้ library เข้ามาช่วย นั่นคือ Retrofit โดย Retrofit จะมีอยู่ 3 ส่วนหลักๆ คือ Interface, Retrofit และ การนำ Retrofit ไปใช้งาน
- 3) DAO (Data Access Objects) : หลังจากที่ตั้งข้อมูลจาก server มาแล้ว ก็จะได้ข้อมูลกลับมาเป็นแบบ json จากนั้นก็ต้องแปลงข้อมูล json ที่ได้มา ให้เป็น objects เพื่อที่จะได้นำไปใช้งานต่อได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

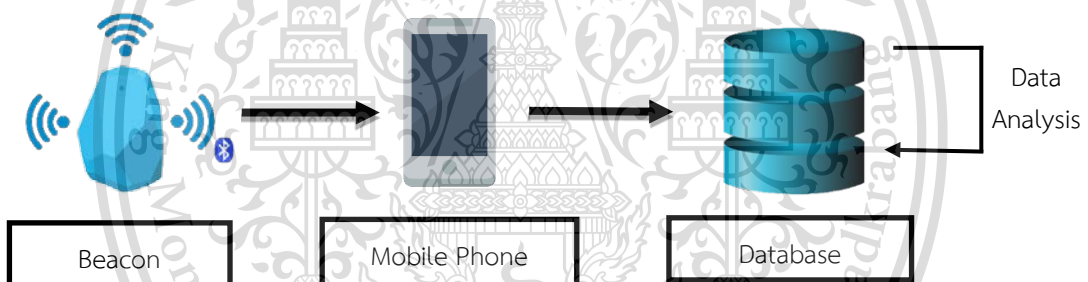
### บทที่ 3

## การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

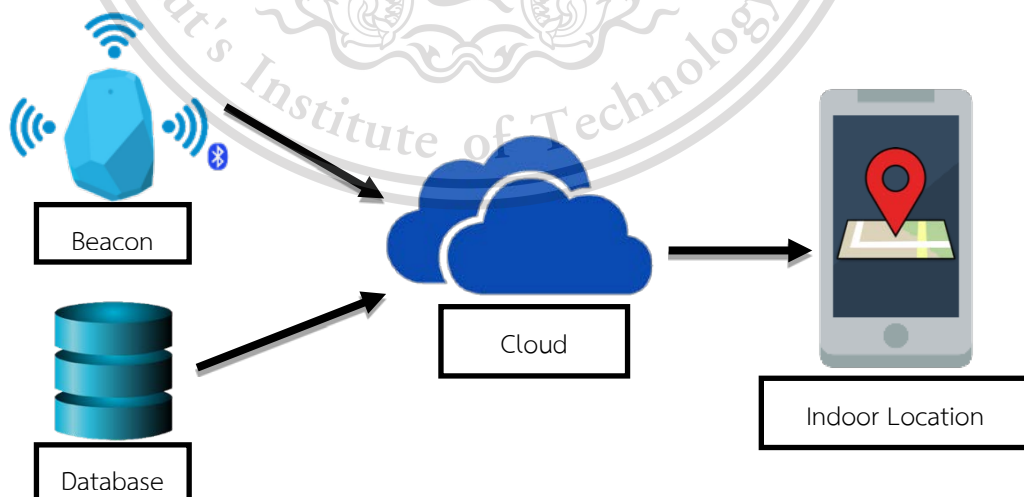
### 3.1 การออกแบบ

#### 3.1.1 การออกแบบโครงสร้างโดยรวม

ระบบการหาตำแหน่งแบบฟิงเกอร์พริตติง แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1. ส่วนการจัดเก็บข้อมูล โดยใช้โทรศัพท์วัดความเข้มสัญญาณของบีคอนที่กำหนดเมื่อผู้ใช้เดินไปที่แต่ละตำแหน่งจากนั้นจัดเก็บข้อมูลความเข้มสัญญาณที่วัดได้และตำแหน่งที่ทำการวัดลงฐานข้อมูลและทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการทำแบบจำลองช่องสัญญาณบล็อกไดอะแกรมของระบบแสดงดังรูปที่ 3.1 2. ส่วนการระบุตำแหน่ง โดยใช้ข้อมูลความเข้มของสัญญาณบีคอนที่วัดได้และความเข้มของสัญญาณแต่ละพิกัดตำแหน่งจากฐานข้อมูล เพื่อระบุพิกัดตำแหน่งด้วยวิธีการหาตำแหน่งแบบฟิงเกอร์พริตติง บล็อกไดอะแกรมของระบบแสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบการหาตำแหน่งแบบฟิงเกอร์พริตติง ในส่วนการจัดเก็บข้อมูล



รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมของระบบการหาตำแหน่งแบบฟิงเกอร์พริตติง ในส่วนการระบุตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.1.2 ออกแบบการทำงานของแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

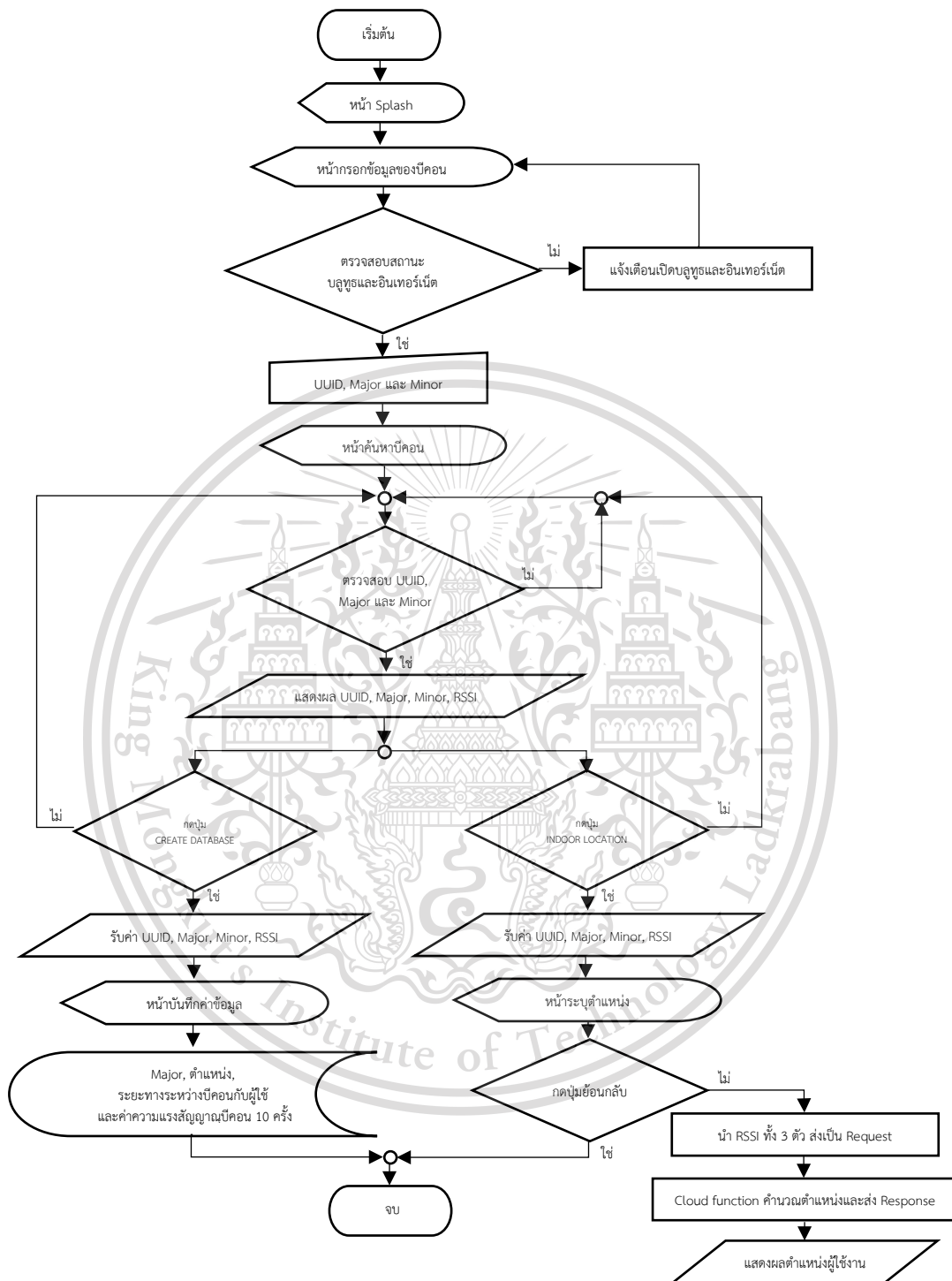
การออกแบบการทำงานของแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1. ส่วนการจัดเก็บข้อมูล เมื่อทำการเปิดแอปพลิเคชัน ต้องทำการเปิดบลูทูธและอินเทอร์เน็ต แล้วแอปพลิเคชันจึงนำเข้าสู่หน้ากรอก UUID, Major และ Minor ของปีคอน 3 ตัว จากนั้นกดปุ่ม FIND MY BEACOS เพื่อทำการค้นหาปีคอน ถ้าตรวจพบปีคอน ข้อความ Scanning จะถูกเปลี่ยนเป็นค่า UUID, Major, Minor และ RSSI ของปีคอน แต่ละตัวที่ได้ทำการกรอก UUID, Major และ Minor ไปแล้ว เมื่อกดปุ่ม CREATE DATABASE จะแสดงหน้าต่างารายบันทึกรหัสข้อมูล กดปุ่ม SAVE เพื่อเก็บค่าความแรงสัญญาณปีคอน ณ ตำแหน่งนั้นๆ ลงฐานข้อมูล โดยจะทำการเก็บข้อมูลทั้งหมด 10 ครั้ง กดปุ่มลูกศรทิศต่างๆ เพื่อย้ายตำแหน่งช่องตารางที่ต้องการเก็บค่าสัญญาณ 2. ส่วนการระบุตำแหน่ง เมื่อกดปุ่ม INDOOR LOCATION ที่หน้าค้นหาปีคอนจะแสดงหน้าระบุตำแหน่ง ซึ่งประกอบด้วยแผนผังของสถานที่และช่องตารางแทนจำนวนกระเบื้องทั้งหมด แอปพลิเคชันทำการส่งค่า RSSI ของปีคอนทั้ง 3 ตัวที่ได้กรอกข้อมูลและนำตำแหน่งที่ได้จากการประมวลผลมาแสดงผลตำแหน่งผู้ใช้งาน แผนผังการทำงานของแอปพลิเคชันแสดงดังรูปที่ 3.3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.3 แผนผังการทำงานของแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

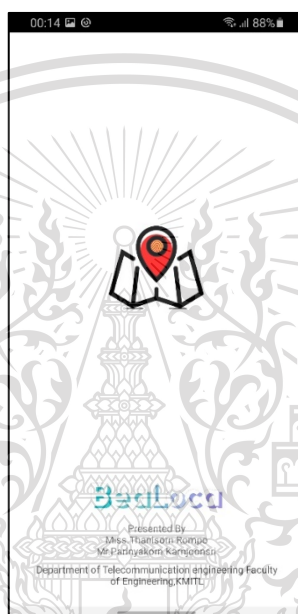
### 3.1.3 การออกแบบโครงสร้างของแอปพลิเคชัน

การออกแบบโครงสร้างของแอปพลิเคชัน บนโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ แบ่งการออกแบบออกเป็น 5 หน้า ดังนี้

#### 3.1.3.1 หน้า Splash

หน้า Splash แสดง logo ของแอปพลิเคชันและชื่อของผู้จัดทำ แสดงดังรูป

ที่ 3.4



รูปที่ 3.4 หน้า Splash

#### 3.1.3.2 หน้ากรอกข้อมูลของปีคอน

หน้ากรอกข้อมูล UUID, Major และ Minor ของปีคอน แสดงดังรูปที่ 3.5

เพื่อให้ผู้ใช้กรอกกรอก UUID, Major และ Minor ของปีคอนที่ใช้ จำนวน 3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.5 หน้ากรอกข้อมูลของบีคอน

### 3.1.3.3 หน้าค้นหาบีคอน

หน้าค้นหาบีคอน แสดงดังรูปที่ 3.6 จะแสดงค่า UUID, ค่า Major, ค่า Minor และค่า RSSI ของบีคอน แต่ละตัวที่ได้ทำการกรอก UUID, Major และ Minor ไปจากหน้าก่อนหน้า

Beacon ID	UUID	Major	Minor	RSSI
Beacon 1	b9407f30-f5f8-466e-aff9-25556b57fe6d	14710	18149	-71
Beacon 2	b9407f30-f5f8-466e-aff9-25556b57fe6d	49954	6577	-86
Beacon 3	b9407f30-f5f8-466e-aff9-25556b57fe6d	58685	42342	-90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน **รูปที่ 3.6 หน้าค้นหาบีคอน** เพื่อวัตถุประสงค์อื่นที่มิใช่เพื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

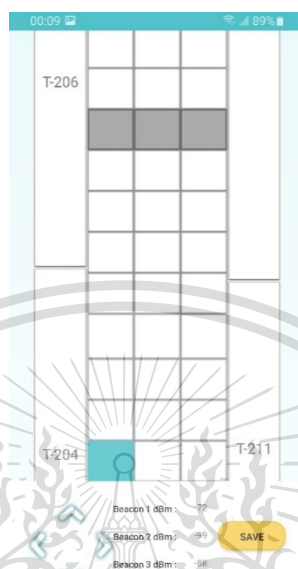
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.1.3.4 หน้าบันทึกค่าข้อมูล

หน้าบันทึกค่าข้อมูล แสดงดังรูปที่ 3.7 จะถูกแบ่งเป็น 3 ส่วน



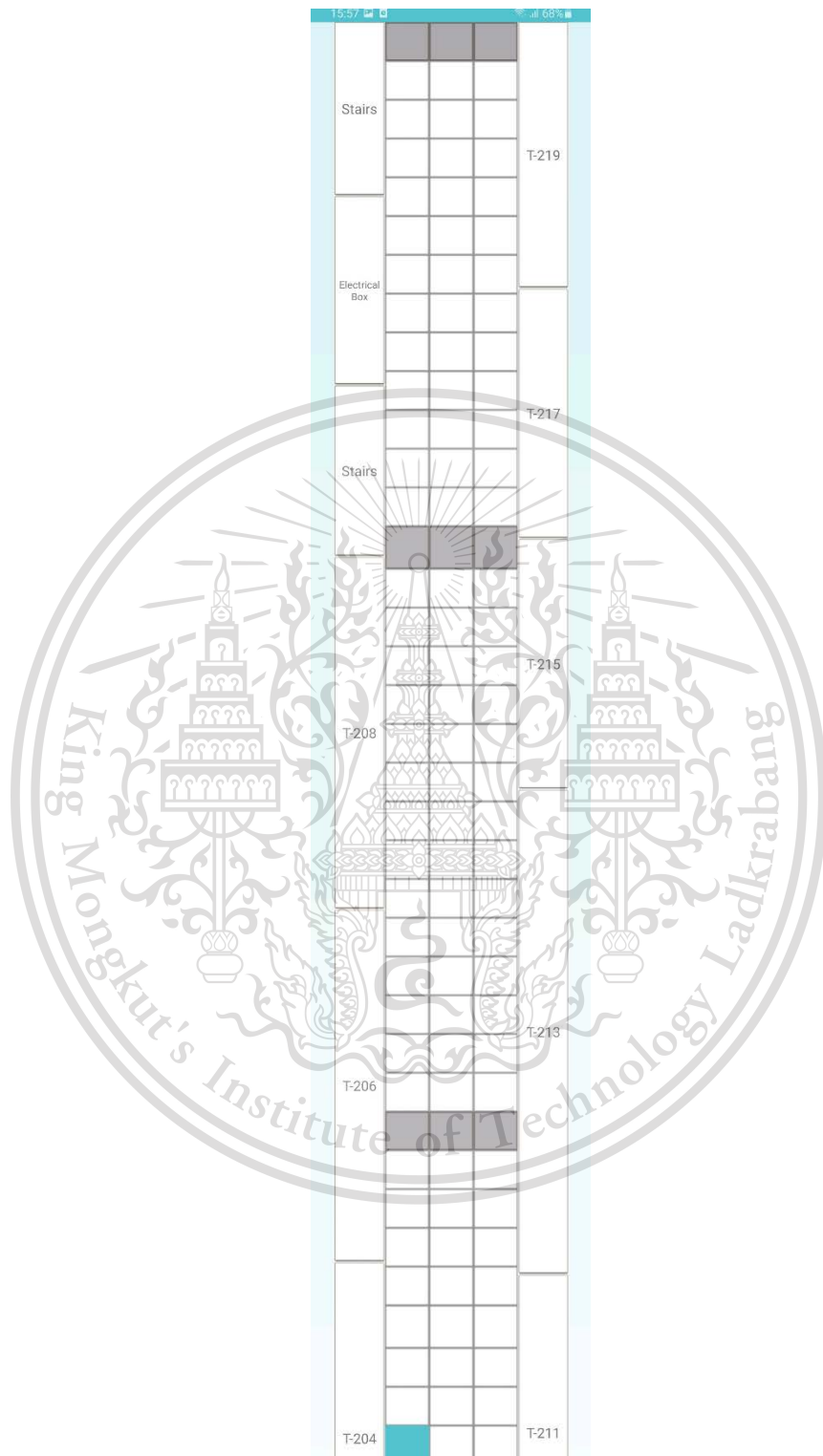
รูปที่ 3.7 หน้าบันทึกค่าข้อมูล

- 1) ตาราง แสดงดังรูปที่ 3.8 โดยแต่ละช่องของตารางแทนกระเบื้องแต่ละแผ่นของบริเวณทางเดินชั้น 2 อาคารภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และช่องตารางที่มีสีฟ้าแทนตำแหน่งของผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.8 ตารางของหน้าบันทึกค่าข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่ให้คนอื่นเห็นโดยไม่ขออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2) ปุ่มทิศทาง แสดงดังรูปที่ 3.9 ปุ่มลูกศรขึ้น แทนการเลื่อนตำแหน่งขึ้น ด้านบน 1 ช่องตาราง ปุ่มลูกศรลง แทนการเลื่อนตำแหน่งลงด้านล่าง 1 ช่องตาราง ปุ่มลูกศรขวา แทนการเลื่อนตำแหน่งไปทางด้านขวา 1 ช่องตาราง ปุ่มลูกศรซ้าย แทนการเลื่อนตำแหน่งไปทางด้านซ้าย 1 ช่องตาราง

รูปที่ 3.9 ปุ่มทิศทางของหน้าบ้านทิกค่าข้อมูล

3) ค่าความเข้มสัญญาณบีคอนและปุ่ม SAVE แสดงดังรูปที่ 3.10 ปุ่ม SAVE สำหรับการบันทึกค่าความเข้มสัญญาณของบีคอน ณ ตำแหน่งกระเบื้องแผ่นนั้น จำนวน 10 ครั้ง ลงในฐานข้อมูล โดยการบันทึกค่าแต่ละครั้งจะห่างกัน 500 ms เมื่อบันทึกสำเร็จตารางช่องนั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นสีเหลือง



Beacon 1 dBm :	-72
Beacon 2 dBm :	-99
Beacon 3 dBm :	-88

รูปที่ 3.10 ค่าความเข้มสัญญาณบีคอนที่รับได้แต่ละตำแหน่งและปุ่ม SAVE ของหน้าบ้านทิกค่าข้อมูล

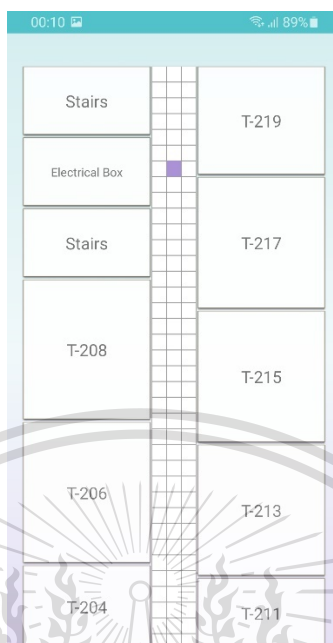
### 3.1.3.5 หน้าระบุตำแหน่ง

หน้าระบุตำแหน่งแสดงแผนผังครึ่งทางเดินชั้น 2 ของอาคารและจำนวนกระเบื้องทั้งหมด 111 กระเบื้อง โดยช่องตารางสีม่วงจะแสดงตำแหน่งกระเบื้องที่ผู้ใช้งานยืนอยู่ที่ได้จากการคำนวณของ cloud functions ด้วยวิธีการหาตำแหน่งแบบฟิงเกอร์พริตติง แสดงดังรูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.11 หน้าระบุตำแหน่ง

### 3.1.4 การออกแบบฐานข้อมูล

ออกแบบฐานข้อมูลให้ Collections คือ จำนวนครั้งที่ทำการเก็บข้อมูล ส่วน Document คือ ตำแหน่งของแผ่นกระเบื้อง ซึ่งมี Fields กับ Values ที่ประกอบไปด้วย Major, ค่าความเข้มของสัญญาณบิตคอน หน่วยเป็น dBm, ระยะทางระหว่างบิตคอนกับผู้ใช้ หน่วยเป็น เมตร (m) ของบิตคอนทั้ง 3 ตัว และ ตำแหน่งของแผ่นกระเบื้อง แสดงดังรูปที่ 3.9

โดยข้อมูลนี้จะถูกอัปเดตก็ต่อเมื่อโทรศัพท์มือถือเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต ถ้าหากว่า ขณะบันทึกข้อมูลไม่ได้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ข้อมูลนั้นจะถูกจัดเก็บไว้ใน local จนกว่าจะมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตจึงจะมีการอัปเดตข้อมูลลงฐานข้อมูลอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Collection	Item	Fields
fingerprinting-db	1stTime	10thTime, 1stTime, 2ndTime, 3rdTime, 4thTime, 5thTime, 6thTime, 7thTime, 8thTime, 9thTime, Position
	(1,1)	B1_Distance: 5.080573294422589, B1_Major: 14710, B1_RSSI: -86, B2_Distance: 10.809580241619004, B2_Major: 49954, B2_RSSI: -98, B3_Distance: 16.882305085502985, B3_Major: 58685, B3_RSSI: -103, Title: "Tile101"
	(1,10)	
	(1,11)	
	(1,12)	
	(1,13)	
	(1,14)	
	(1,15)	
	(1,16)	
	(1,17)	
	(1,18)	
	(1,19)	
	(1,2)	
	(1,20)	
	(1,21)	

รูปที่ 3.12 ฐานข้อมูล Cloud Firestore สำหรับการหาตำแหน่งแบบฟิงเกอร์พริ้นติง

### 3.1.5 การออกแบบ API โดยใช้ Cloud functions

เขียน Cloud functions ด้วยภาษา JavaScript โดยใช้ Express.js แสดงดังรูปที่

3.13 เพื่อให้สามารถใช้งาน method POST

```
const functions = require('firebase-functions');
const admin = require('firebase-admin');

admin.initializeApp();

const express = require('express')
const app = express()
const DB = admin.firestore()
```

รูปที่ 3.13 เรียกใช้งาน Express.js

ในการร้องขอไปที่ API การร้องขอนั้นจะส่งค่าความความเข้มของบิตคอนที่รับได้ทั้ง 3 ตัวจากโทรศัพท์ ซึ่งเป็นการ POST Parameters โดยใช้ body-parser package [14] แสดงดังรูปที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

var bodyParser = require('body-parser');
const { firestore } = require('firebase-admin');
app.use(bodyParser.json()); // support json encoded bodies
app.use(bodyParser.urlencoded({ extended: true })); // support encoded bodies
app.use(express.json()); // to support JSON-encoded bodies
app.use(express.urlencoded()); // to support URL-encoded bodies

```

รูปที่ 3.14 เรียกใช้งาน body-parser package

จากนั้นนำไปประมวลผลและตอบสนองเป็นตำแหน่งที่ประมาณได้ ซึ่งในการประมาณตำแหน่งจะเป็นการคำนวณค่า RMS ดังสมการที่ 2.2 ของแต่ละตำแหน่งกระเบื้อง ตำแหน่งที่ประมาณได้ คือ ตำแหน่งที่มีค่า RMS น้อยที่สุด

ทำการสร้างตัวแปร array ในการเก็บค่า RSSI ของปีคอนทั้ง 3 ตัวในแต่ละตำแหน่ง แสดงดังรูปที่ 3.15 เพื่อใช้ในการคำนวณค่า Root Mean Square(RMS) และตำแหน่งที่ประมาณได้ด้วยฟังก์ชัน getPosition แสดงดังรูปที่ 3.16 โดยที่ไม่ต้องไปทำการอ่านจาก firebase firestore ซึ่งเป็นการป้องกันการถูกจำกัดการใช้งานจาก firebase เนื่องจากการอ่านข้อมูลจากฐานข้อมูล firestore เกินกำหนด

```

var RSSIDB_1 = [-88.9,-89.9,-82,-88.4,-82.5,-75.6,-74,-68.9,-68.3,-71.6,-70.9,-72.1,-74,-81.2,-83.1,-79,-92,-83.3,-87.4,-85,-90,-85,-88.3,-90.2,-89.9,-88.6,-89,-87,-93.1,-95.9,-97.1,-94.1,-100.5,-97.8,-98.1,-98.8,-97.7,-95.3,-86.2,-91.2,-83.6,-84.2,-81.3,-76.1,-67.5,-65.8,-65.2,-70.6,-70.5,-73.3,-83.9,-77.2,-86.4,-82,-86.1,-90,-86.2,-88.5,-94,-93,-87.6,-96,-92,-87.7,-93.8,-91,-100,-100.6,-98.1,-96,-94,-94.4,-96.1,-100,-93.1,-89.8,-94.7,-95,-86.8,-82.2,-75.1,-67.6,-67.2,-68.4,-70.7,-73,-77.2,-81.4,-80.6,-85.8,-93.9,-87.9,-91,-94.7,-94.9,-93.3,-93.2,-98,-95,-96,-91.6,-98.4,-96.6,-97,-98,-98.7,-97.6,-96.4,-100,-103];
var RSSIDB_2 = [-98,-98.2,-98,-100.3,-101,-99,-95.6,-98,-98.3,-98.4,-94.7,-94.2,-87.8,-89.3,-86,-84.8,-82.2,-74.1,-81,-78.9,-77.9,-84.9,-83.4,-87,-86,-84,-87,-88,-86.5,-87.8,-89.9,-91.4,-95.9,-93.6,-96.9,-94.7,-95,-95,-98.7,-97,-96.6,-101.7,-98.8,-99.2,-97.4,-95.7,-97.8,-92.7,-94.4,-96,-85.4,-90.4,-81.1,-76.8,-74.4,-76,-80.2,-83.6,-84.4,-83.6,-82.4,-80.9,-85.7,-89,-89.6,-91.8,-89.2,-87.8,-94.3,-89.1,-97.4,-99.1,-97,-95.3,-94.3,-98.2,-96.1,-99,-96.4,-94.1,-97.2,-93.3,-96,-93.6,-90.1,-93.6,-86.8,-81,-87.9,-79.9,-84.8,-79.1,-86.2,-84.1,-77.5,-82.1,-87.8,-81,-90.3,-90.9,-86.5,-89.1,-87.1,-94.1,-93.3,-92.9,-97,-90.7,-92.5,-95];
var RSSIDB_3 = [-103,-101,-103,-100,-99,-100.4,-102,-98,-98,-100,-100,-98,-100.8,-101,-99,-95.9,-95.7,-97.8,-93.1,-95.6,-88.2,-95.4,-86.3,-91.1,-83,-80.2,-69.2,-78.1,-74.4,-69.3,-68.6,-74.5,-82,-82.1,-80.8,-90.4,-84.2,-100,-101,-105,-105,-99.5,-100.2,-97,-101.5,-102,-101.4,-99,-99,-98,-99.2,-93,-98,-97,-92.5,-91,-89.5,-87.8,-91,-92,-88.8,-95.1,-82.8,-75.9,-68.9,-71.6,-80.7,-69.3,-73.5,-76.3,-78.9,-82.4,-86.3,-85.7,-100,-105,-101,-101,-101,-100.6,-101.7,-103,-103,-100.2,-100.9,-97.2,-97,-95,-98.3,-98.1,-91.1,-94.6,-92,-94.7,-88,-91.2,-86.6,-88,-86,-85.1,-75.8,-66.6,-69.1,-65.3,-81.3,-80.4,-83.9,-91.3,-87.7,-93.1];

```

รูปที่ 3.15 ตัวแปร array ค่า RSSI ของปีคอนทั้ง 3 ตัวในแต่ละพิกัดตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

function getPosition() {
  try {
    for (i=0; i<position.length; i++) {
      rms[i] = Math.sqrt((((beacon1-RSSIDB_1[i])**2)+((beacon2-RSSIDB_2[i])**2)
        +((beacon3-RSSIDB_3[i])**2))/3);
    }
    console.log('rms', rms);
    var min_rms = Math.min(rms[0], rms[1], rms[2], rms[3], rms[4],
      rms[5], rms[6], rms[7], rms[8], rms[9], rms[10], rms[11], rms[12], rms[13], rms[14],
      rms[15], rms[16], rms[17], rms[18], rms[19], rms[20], rms[21], rms[22], rms[23], rms[24],
      rms[25], rms[26], rms[27], rms[28], rms[29], rms[30], rms[31], rms[32], rms[33], rms[34],
      rms[35], rms[36], rms[37], rms[38], rms[39], rms[40], rms[41], rms[42], rms[43], rms[44],
      rms[45], rms[46], rms[47], rms[48], rms[49], rms[50], rms[51], rms[52], rms[53], rms[54],
      rms[55], rms[56], rms[57], rms[58], rms[59], rms[60], rms[61], rms[62], rms[63], rms[64],
      rms[65], rms[66], rms[67], rms[68], rms[69], rms[70], rms[71], rms[72], rms[73], rms[74],
      rms[75], rms[76], rms[77], rms[78], rms[79], rms[80], rms[81], rms[82], rms[83], rms[84],
      rms[85], rms[86], rms[87], rms[88], rms[89], rms[90], rms[91], rms[92], rms[93], rms[94],
      rms[95], rms[96], rms[97], rms[98], rms[99], rms[100], rms[101], rms[102], rms[103], rms[104],
      rms[105], rms[106], rms[107], rms[108], rms[109]);
    console.log('min_rms', min_rms);
    var index = rms.indexOf(min_rms);
    console.log('index', index);

    res.send({"position":position[index]})
  }
}

```

รูปที่ 3.16 ฟังก์ชัน getPosition

ข้อดีของการใช้ตัวแปร array ทำให้ cloud functions สามารถคำนวณและ response ค่าตำแหน่งที่ประมาณได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ในโครงการนี้ มีอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

3.2.1 ปียคอน 3 ตัว

ใช้สำหรับปล่อยสัญญาณบลูทูธพลังงานต่ำ

3.2.2 โทรศัพท์มือถือยี่ห้อซัมซุง กาแลคซี เอส 9 1 เครื่อง

ใช้สำหรับเปิดแอปพลิเคชัน เพื่อรับสัญญาณปียคอนในแต่ละแผ่นกระเบื้อง เก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล และรับตำแหน่งจาก cloud function

3.2.3 กล้องพลาสติก 3 อัน

ใช้สำหรับใส่ปียคอน

3.2.4 กาวดินน้ำมัน 1 แพ็ค

ใช้สำหรับยึดติดกล้องพลาสติกกับผนัง

3.2.5 ตลับเมตร 1 อัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การนำเอกสารไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

#### 3.3.1 การทดสอบแอปพลิเคชัน

##### 3.3.1.1 การทดสอบการตรวจสอบสถานะบลูทูธและอินเทอร์เน็ต

เนื่องจากแอปพลิเคชันจำเป็นต้องใช้บลูทูธพลังงานต่ำ (BLE) ในการค้นหาปีคอนและใช้สัญญาณ อินเทอร์เน็ตในการติดต่อกับฐานข้อมูลรวมถึง cloud functions จึงต้องมีการตรวจสอบสถานะบลูทูธ และสถานะอินเทอร์เน็ตของโทรศัพท์มือถือที่ใช้งาน

##### 3.3.1.2 การทดสอบการรับสัญญาณปีคอนของแอปพลิเคชัน

เมื่อป้อน UUID, Major และ Minor ของปีคอนทั้งสามตัว แอปพลิเคชันสามารถรับสัญญาณปีคอนแต่ละตัว และนำค่า UUID, ค่า Major, ค่า Minor และค่า RSSI ของปีคอนแต่ละตัวมาแสดงได้

#### 3.3.2 การทดสอบแอปพลิเคชันในส่วนการจัดเก็บข้อมูล

##### 3.3.2.1 การทดสอบปุ่มทิศทางของแอปพลิเคชัน

เมื่อกดปุ่มทิศทางปุ่มใดช่องตารางที่มีสีฟ้าจะเปลี่ยนแปลงไปตามทิศทางที่กด

##### 3.3.2.2 การทดสอบค่าความแรงสัญญาณปีคอนของแอปพลิเคชัน

เมื่อทดสอบเดินไปกระเบื้องแผ่นอื่นค่าสัญญาณปีคอนมีการเปลี่ยนแปลง

##### 3.3.1.3 การทดสอบตารางบันทึกค่าของแอปพลิเคชัน

เมื่อกดปุ่มเก็บค่า ค่า Major ของปีคอนแต่ละตัว ความเข้มสัญญาณปีคอน พร้อมทั้งระยะทางระหว่างปีคอนกับผู้ใช้ และตำแหน่งของตารางของแผ่นกระเบื้อง ถูกบันทึกลงฐานข้อมูล

##### 3.3.1.4 การทดสอบการแสดงผลข้อมูลจากฐานข้อมูล Firebase

สร้าง Cloud Functions สำหรับดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล ค่าความเข้มสัญญาณของปีคอนและระยะทางระหว่างปีคอนกับผู้ใช้ในแต่ละตำแหน่งเป็นไฟล์ Excel สำหรับนำไปวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Matlab

#### 3.3.3 การทดสอบแอปพลิเคชันในส่วนการระบุตำแหน่ง

##### 3.3.3.1 การทดสอบ API ด้วยโปรแกรม Postman

เมื่อจำลองการส่งค่าความเข้มของสัญญาณปีคอนทั้ง 3 ตัว ร้องขอไปที่ API จากนั้น cloud functions ทำการคำนวณค่า RMS ซึ่งค่าที่ตอบสนองกลับมา เป็นตำแหน่งที่มีค่าเอกสารนี้เป็น RMS น้อยที่สุด นั่นก็คือ ตำแหน่งของผู้ใช้งานที่ประมาณได้ นั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.3.3.2 การทดสอบการส่งค่าความเข้มสัญญาณปีคอนทั้ง 3 ตัวและรับค่าตำแหน่งกลับมา

เมื่อส่งค่าความเข้มของสัญญาณปีคอนทั้ง 3 ตัวแบบรับสัญญาณปีคอน 1 ครั้งและรับสัญญาณปีคอน 3 ครั้งแล้วนำมาเฉลี่ย ร้องขอไปที่ API ฟังก์ชันการทำงานของ cloud ในการคำนวณหาค่า RMS จะนำค่า RSSI จากฐานข้อมูลมาคำนวณกับ RSSI ที่รับได้ จึงทำการตอบสนองกลับมา เป็นตำแหน่งของผู้ใช้งาน

3.3.3.3 การทดสอบการแสดงผลตำแหน่ง

เมื่อแอปพลิเคชันได้ตำแหน่งจาก cloud functions แล้วนำมาแสดงผลทางหน้าต่างแอปพลิเคชันเป็นตำแหน่งของผู้ใช้งาน

### 3.3.4 การทดสอบการทำงานรวมของแอปพลิเคชัน

การทดสอบการทำงานรวมของแอปพลิเคชัน เพื่อให้สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ ทำการเก็บข้อมูลครึ่งทางเดินชั้น 2 ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ตำแหน่งที่สามารถวัดได้มีทั้งหมด 110 ตำแหน่ง และทดสอบการระบุตำแหน่งของแอปพลิเคชัน

### 3.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลจากฐานข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจากค่าสัญญาณปีคอนเมื่อไม่มีการทำไดเวอร์ซิตีแบบใหม่ใช้แบบจำลองรีเกรสชันเชิงเส้น ประมาณหาเลขยกกำลังการสูญเสียเชิงวิถี  $n$  และ RSS อ้างอิงที่ระยะทาง 1 m  $P_0$  จากสมการ (2.12) หลังจากนั้นผลกระทบจากแบบจำลองการจางหายหลายวิถี  $p_r$  หาได้จากการแก้สมการ (2.13)

การวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัญญาณปีคอนจากการเก็บค่าสัญญาณปีคอนทั้ง 3 ครั้งมาวิเคราะห์เพื่อหาระยะทางมากที่สุดระหว่างปีคอนกับโทรศัพท์มือถือ ชั้นแรกคำนวณหาค่า  $n$  และ  $P_0$  โดยใช้สมการ (2.12) ต่อมาหา  $p_r$  โดยใช้สมการ (2.13) ที่มีการกระจายเชิงสถิติแบบเกาส์ที่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น  $\sigma$  ความผิดพลาดระยะทางเฉลี่ยที่กำหนด  $\mu_{E_s}$  ความผิดพลาดระยะทางนอร์มัลไลซ์  $E_n$  โดยใช้สมการ (2.23) สำหรับความผิดพลาดระยะทางนอร์มัลไลซ์จะคำนวณหาค่าเฉลี่ย  $\mu_{E_n}$  แล้วนำไปหาระยะทางมากที่สุด  $d_{\max}$  โดยใช้สมการ (2.24)

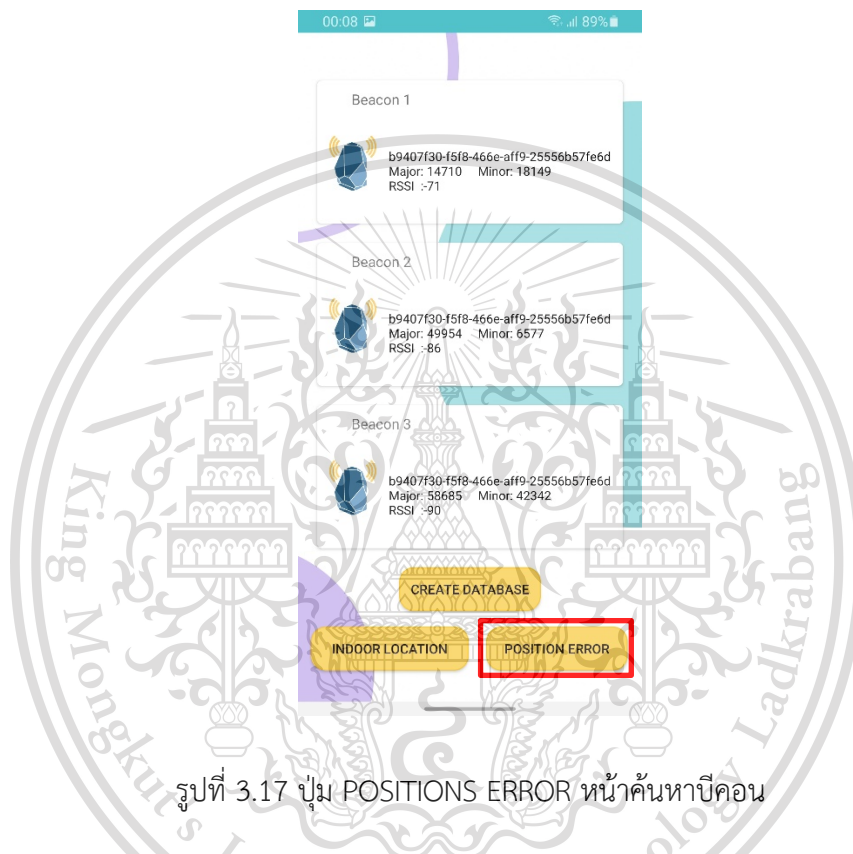
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.3.6 การคำนวณค่าเฉลี่ยผิดพลาดระยะทาง

เขียนหน้าต่างแอปพลิเคชันหน้าความผิดพลาดของตำแหน่ง เพื่อเก็บข้อมูลตำแหน่งที่ผู้ใช้งานยืนอยู่และตำแหน่งที่ประมาณได้จาก cloud functions จำนวน 5 ครั้งแล้วนำมาคำนวณค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดระยะทางที่แอปพลิเคชันระบุตำแหน่ง โดยเพิ่มปุ่มที่หน้าค้นหาบิคอนเพื่อคลิกเข้าสู่หน้าความผิดพลาดของตำแหน่ง แสดงดังรูปที่ 3.17



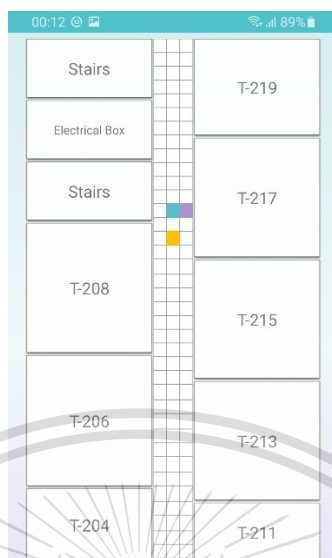
รูปที่ 3.17 ปุ่ม POSITIONS ERROR หน้าค้นหาบิคอน

หน้าต่างแอปพลิเคชันหน้าความผิดพลาดของตำแหน่ง ช่องตารางสีฟ้าแทนตำแหน่งที่ผู้ใช้งานยืนอยู่ ช่องตารางสีม่วงแทนตำแหน่งที่ประมาณได้จาก cloud functions และช่องสี่เหลี่ยมแทนช่องที่เก็บข้อมูลตำแหน่งเรียบร้อยแล้วทั้ง 5 ครั้งแล้ว แสดงดังรูปที่ 3.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.18 หน้าต่างแอปพลิเคชันหน้าความผิดพลาดของตำแหน่ง

ใช้ฟังก์ชัน csvJsonReport จาก cloud functions ในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล เป็นไฟล์ CSV เพื่อนำไปหาค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดระยะทางด้วยโปรแกรม Microsoft Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

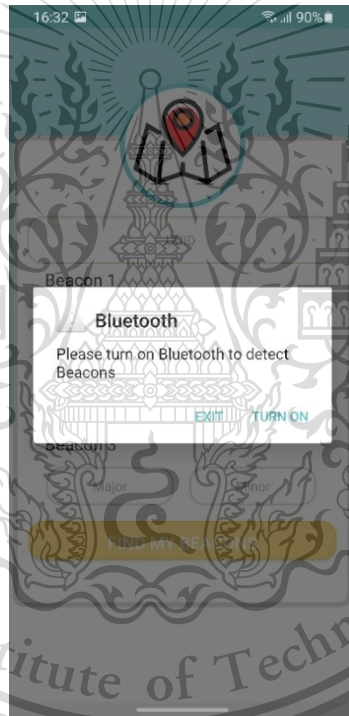
## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 4.1 การทดสอบแอปพลิเคชัน

##### 4.1.1 การทดสอบการตรวจสอบสถานะบลูทูธและอินเทอร์เน็ต

เมื่อตรวจสอบสถานะแล้วพบว่าโทรศัพท์ได้เปิดใช้งานบลูทูธและอินเทอร์เน็ตเรียบร้อยแล้วก็จะสามารถใช้งานแอปพลิเคชันในหน้าหลักได้ตามปกติ แต่ถ้าตรวจสอบแล้วพบว่าไม่ได้เปิดใช้งานบลูทูธจะมีการแจ้งเตือนแสดงดังรูปที่ 4.1 และถ้าไม่ได้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตจะมีการแจ้งเตือนแสดงดังรูปที่ 4.3



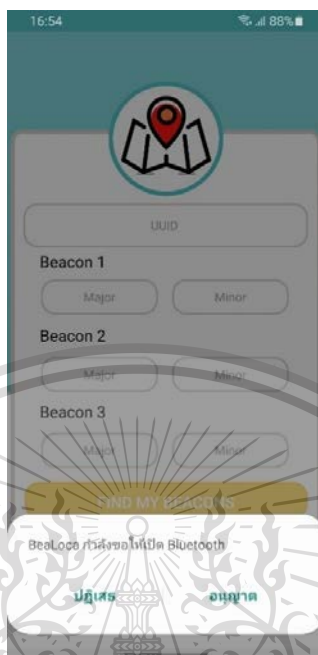
รูปที่ 4.1 การแจ้งเตือนเมื่อไม่ได้เปิดใช้งานบลูทูธ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

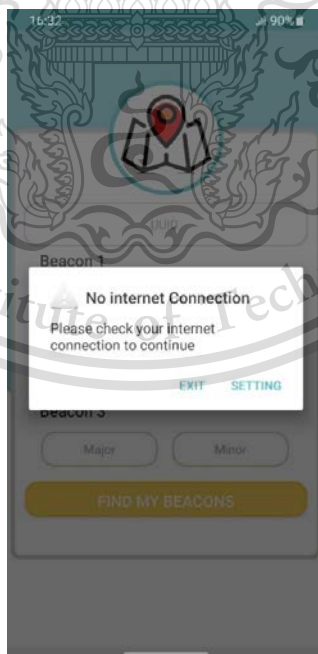
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เมื่อกดปุ่ม TURN ON แอปพลิเคชันจะขออนุญาตเปิดใช้งานบลูทูธแสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แอปพลิเคชันขออนุญาตเปิดบลูทูธ

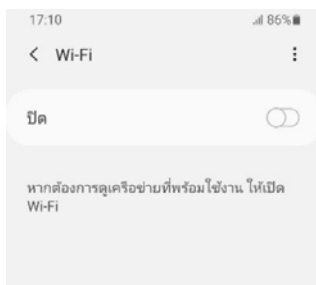


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 4.3 การแจ้งเตือนเมื่อไม่ได้เปิดใช้งานอินเทอร์เน็ตนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เมื่อกดปุ่ม SETTING จะเข้าสู่การตั้งค่าการเชื่อมต่อ Wi-Fi แสดงดังรูปที่ 4.4 เพื่อให้ทำการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแล้วจึงจะสามารถใช้งานแอปพลิเคชันต่อไป



รูปที่ 4.4 การตั้งค่าการเชื่อมต่อ Wi-Fi

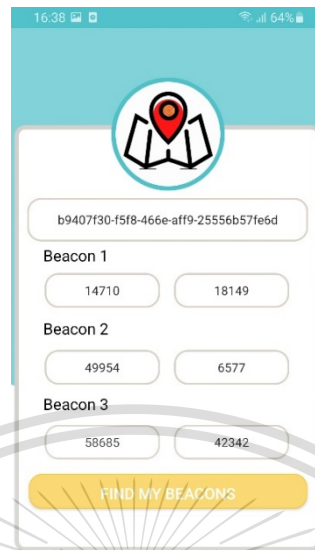
#### 4.1.2 การทดสอบการรับสัญญาณบีมคอนของแอปพลิเคชัน

เมื่อป้อน UUID, Major และ Minor ของบีมคอนทั้งสามตัว แสดงดังรูปที่ 4.5 แล้วกดปุ่ม FIND MY BEACONS แอปพลิเคชันสามารถรับสัญญาณบีมคอนแต่ละตัว และนำค่า UUID, ค่า Major, ค่า Minor และค่า RSSI ของบีมคอนแต่ละตัวมาแสดงได้ แสดงดังรูปที่ 4.6

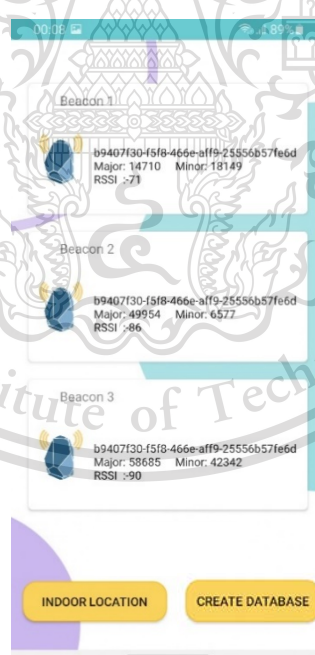
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.5 ป้อน UUID, Major และ Minor ของบีคอน 3 ตัว



รูปที่ 4.6 การแสดงค่า UUID, ค่า Major, ค่า Minor และค่า RSSI ของบีคอน แต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

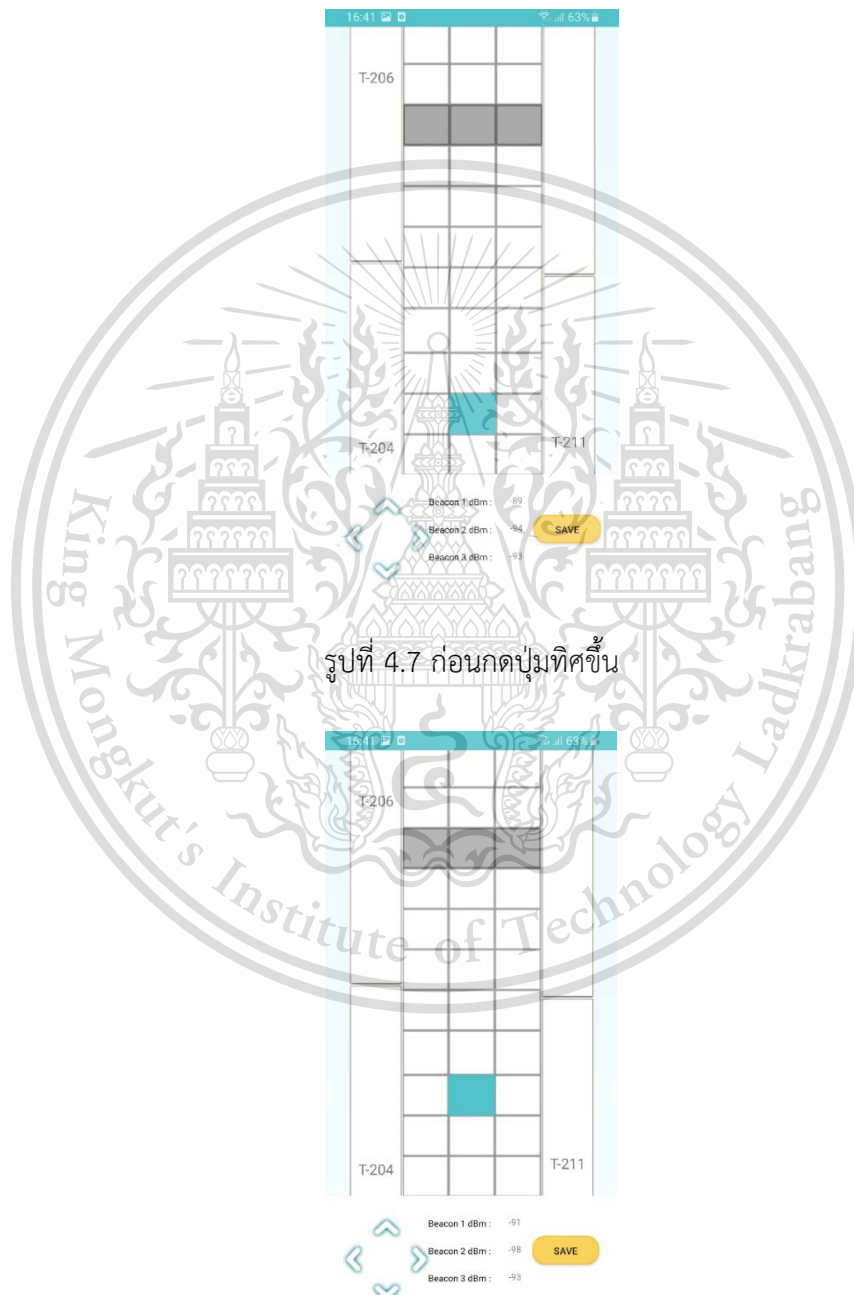
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 4.2 การทดสอบแอปพลิเคชันในส่วนการจัดเก็บข้อมูล

### 4.2.1 การทดสอบปุ่มทิศทางของแอปพลิเคชัน

เมื่อกดปุ่มทิศทางขึ้นช่องที่มีตารางสีฟ้าจะเปลี่ยนเป็นช่องตารางถัดขึ้นไปด้านบน 1 ช่อง แสดงดังรูปที่ 4.7 และรูปที่ 4.8



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในที่ออกคำสั่งให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เมื่อกดปุ่มทิศทางตรงลงช่องที่มีตารางสีฟ้าจะเปลี่ยนเป็นช่องตารางถัดลงไปด้านล่าง 1 ช่อง แสดงดังรูปที่ 4.9 และรูปที่ 4.10

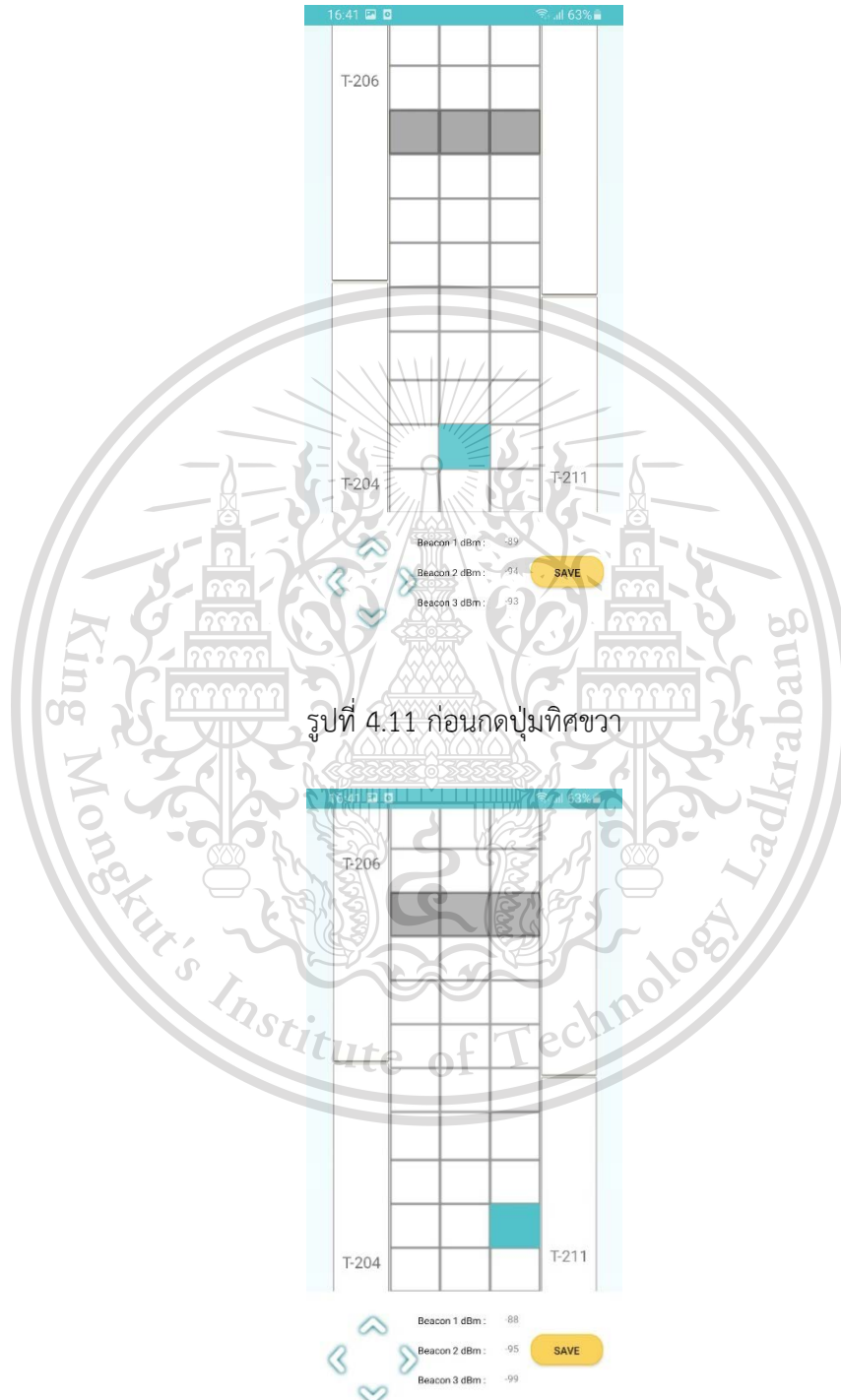


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้รูปที่ 4.10 หลังกดปุ่มทิศทางลง 1 ครั้ง อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เมื่อกดปุ่มทิศลูกศรขวาช่องที่มีตารางสีฟ้าจะเปลี่ยนเป็นช่องตารางถัดไปทางขวา 1 ช่อง แสดงดังรูปที่ 4.11 และรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.11 ก่อนกดปุ่มทิศขวา

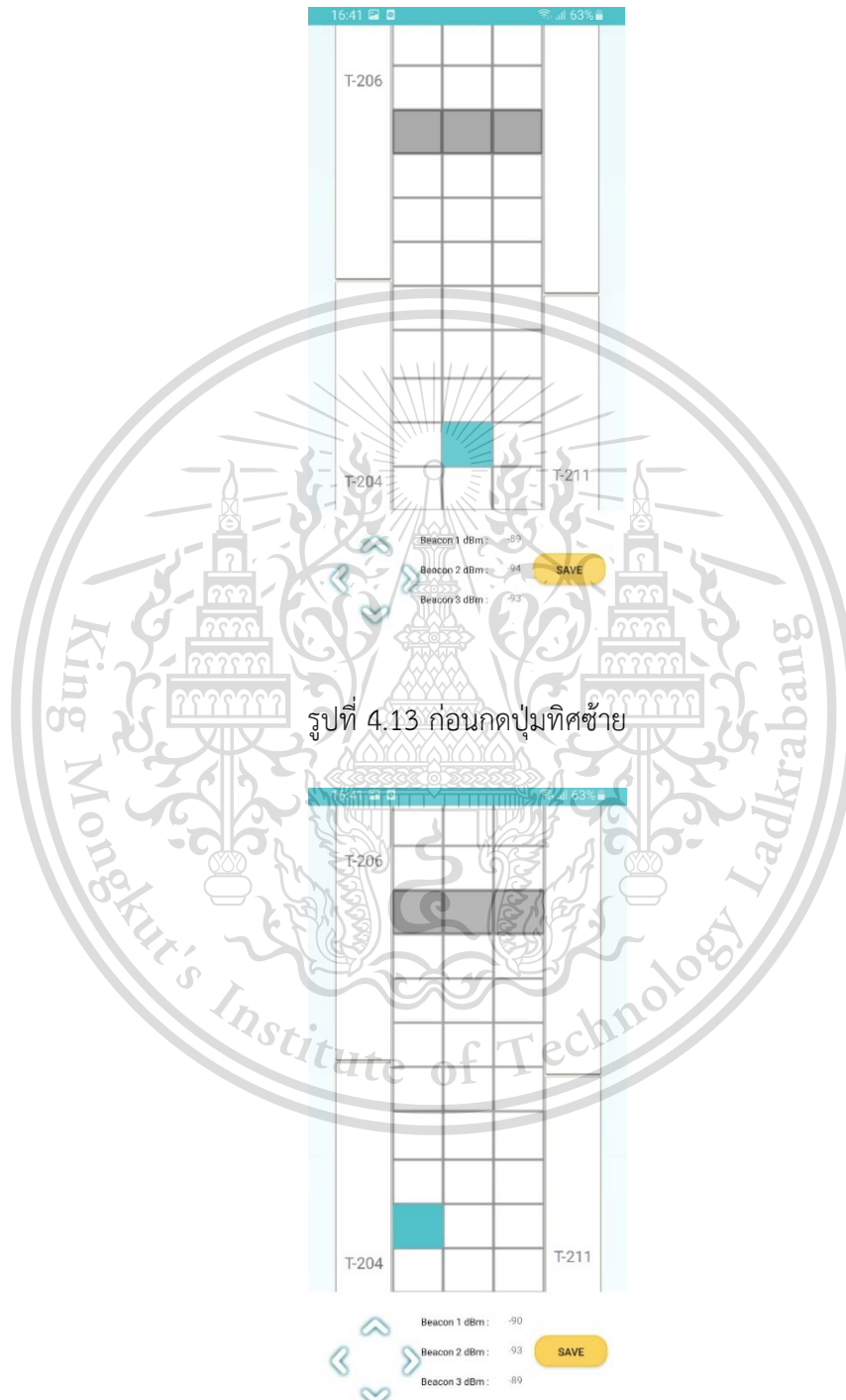
รูปที่ 4.12 หลังกดปุ่มทิศขวา 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในที่ออกสื่อออนไลน์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เมื่อกดปุ่มทิศลูกศรซ้ายช่องที่มีตารางสีฟ้าจะเปลี่ยนเป็นช่องตารางถัดไปทางซ้าย 1 ช่อง แสดงดังรูปที่ 4.13 และรูปที่ 4.14



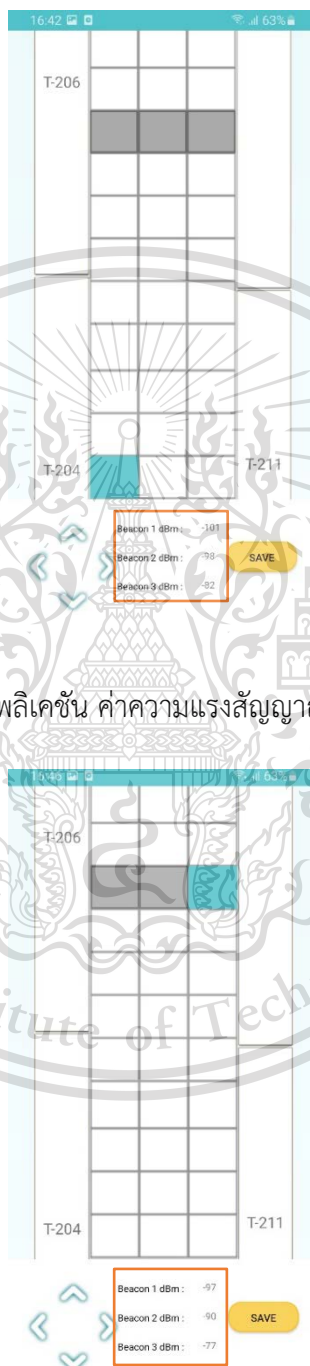
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้รูปที่ 4.14 หลังกดปุ่มทิศซ้าย 1 ครั้ง อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 4.2.2 การทดสอบค่าความแรงสัญญาณบีคอนของแอปพลิเคชัน

เมื่อทดสอบเดินไปกระเบื้องแผ่นอื่นค่าสัญญาณบีคอนมีการเปลี่ยนแปลง แสดงดังรูปที่ 4.15 รูปที่ 4.16



รูปที่ 4.15 หน้าจอแอปพลิเคชัน ค่าความแรงสัญญาณบีคอนที่ตำแหน่งเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอาจารย์และบุคลากรศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

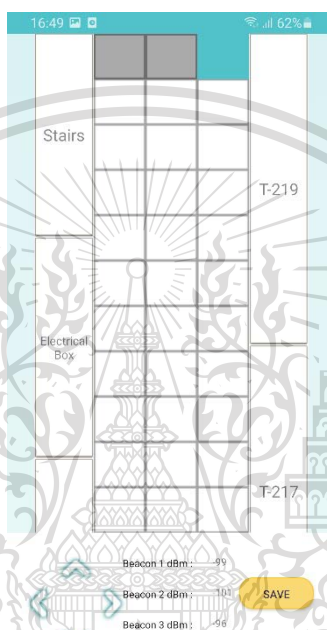
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 4.2.3 การทดสอบตารางบันทึกค่าของแอปพลิเคชัน

เมื่อกดปุ่ม SAVE เพื่อบันทึกค่าสัญญาณบีกอน 10 ครั้ง ณ ตำแหน่งกระเบื้องแผ่นนั้น ช่องตารางจะถูกเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แสดงดังรูปที่ 4.17 และรูปที่ 4.18 ฐานข้อมูล Cloud Firestore มีค่าความแรงสัญญาณบีกอน, ระยะทางระหว่างบีกอนกับผู้ใช้ และตำแหน่งของแผ่นกระเบื้อง ถูกบันทึกลงฐานข้อมูล แสดงดังรูปที่ 4.19

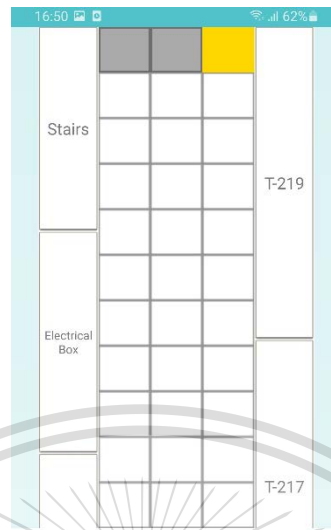


รูปที่ 4.17 หน้าจอแอปพลิเคชัน ก่อนกดปุ่ม SAVE เพื่อบันทึกค่าความแรงสัญญาณบีกอน

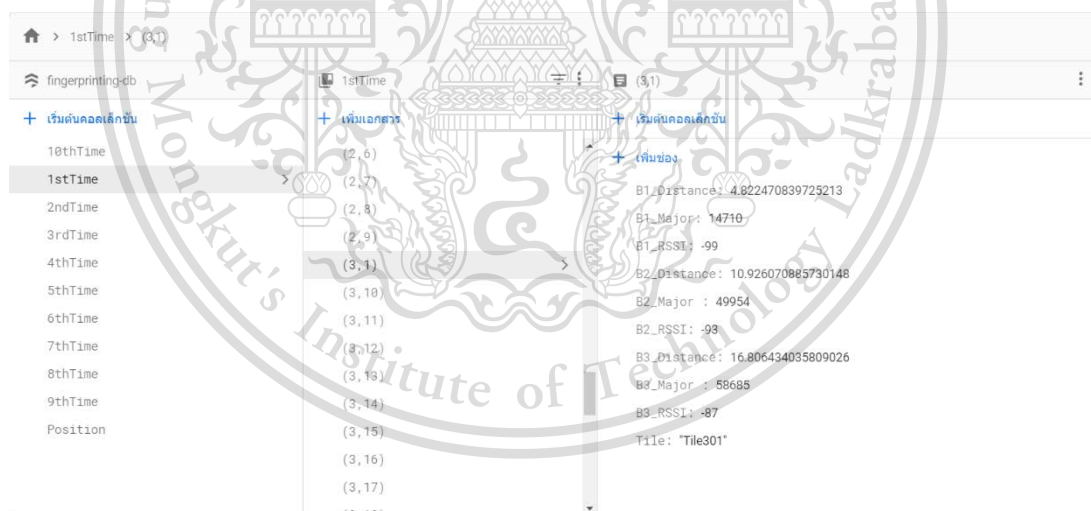
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.18 หน้าจอแอปพลิเคชัน เมื่อกดปุ่ม SAVE เพื่อบันทึกค่าความแรงสัญญาณบีคอน



รูปที่ 4.19 ฐานข้อมูล Cloud Firestore เมื่อทดลองกดปุ่ม SAVE ที่กระเบื้อง 301

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 4.2.4 การทดสอบการแสดงผลข้อมูลจากฐานข้อมูล Firebase

การแสดงผลข้อมูลจากฐานข้อมูล Firebase ใช้ Cloud Functions ร่วมกับ Cloud Firestore ดึงมูลค่าความเข้มสัญญาณของบิคอนและระยะทางระหว่างบิคอนกับผู้ใช้ในแต่ละตำแหน่งที่เก็บไว้ โดยเรียงลำดับตาม tile (แผ่นกระเบื้อง) จากนั้นจะได้ข้อมูลในรูปแบบ JSON แสดงดังรูปที่ 4.20 สุดท้ายแปลง JSON เป็นไฟล์ CSV ซึ่งสามารถนำไปเปิดในโปรแกรม Microsoft Excel ดังรูปที่ 4.21

```
{
  "B3_Major": 58685,
  "B2_Distance": 10.809580241619004,
  "B1_Major": 14710,
  "Tile": "Tile101",
  "B1_RSSI": -86,
  "B1_Distance": 5.080573294422589,
  "B2_RSSI": -98,
  "B2_Major": 49954,
  "B3_RSSI": -103,
  "B3_Distance": 16.882305085502985,
  "B3_Distance": 16.28533773060909,
  "B3_RSSI": -99,
  "B1_RSSI": -86,
  "Tile": "Tile102",
  "B2_RSSI": -10,
  "B2_Distance": 10.210143240914888,
  "B3_Major": 58685,
  "B1_Major": 14710,
  "B2_Major": 49954,
  "B1_Distance": 4.517989043811417,
  "B2_Distance": 9.610776503488154,
  "B2_RSSI": -98,
  "B1_Distance": 3.9663868948956553,
  "B1_Major": 14710,
  "B3_Distance": 15.68860175413985,
  "Tile": "Tile103",
  "B3_Major": 58685,
  "B3_RSSI": -103,
  "B1_RSSI": -81,
  "B2_Major": 49954,
  "B1_Distance": 3.4310676181037296,
  "Tile": "Tile104",
  "B2_Distance": 9.011494049268412,
  "B2_Major": 49954,
  "B3_Distance": 15.092124601924011,
  "B2_RSSI": -98,
  "B3_RSSI": -100,
  "B3_Major": 58685,
  "B1_Major": 14710,
  "B1_RSSI": -84,
  "B1_Distance": 2.92099726121063,
  "B1_Major": 14710,
  "B3_Distance": 14.495938224206116,
  "B2_Major": 49954,
  "B1_RSSI": -84,
  "B2_Distance": 8.412313890957707,
  "B3_RSSI": -99,
  "B2_RSSI": -101,
  "B3_Major": 58685,
  "Tile": "Tile105"
}
```

รูปที่ 4.20 ตัวอย่างข้อมูลในรูปแบบ JSON

B1_RSSI	B1_Distance	B2_Distance	Tile	B3_RSSI	B2_RSSI	B3_Major	B3_Distance	B2_Major	B1_Major
-86	5.080573294	10.80958024	Tile101	-103	-98	58685	16.88230509	49954	14710
-86	4.517989044	10.21014324	Tile102	-99	-99	58685	16.28533773	49954	14710
-81	3.966386895	9.610776503	Tile103	-103	-98	58685	15.68860175	49954	14710
-84	3.431067618	9.011494049	Tile104	-100	-98	58685	15.0921246	49954	14710
-84	2.920997261	8.412313891	Tile105	-99	-101	58685	14.49593822	49954	14710

รูปที่ 4.21 ตัวอย่างไฟล์ CSV ที่เปิดด้วยโปรแกรม Microsoft Excel

## 4.3 การทดสอบแอปพลิเคชันในส่วนการระบุตำแหน่ง

### 4.3.1 การทดสอบ API ด้วยโปรแกรม Postman

เมื่อจำลองการส่งค่าความเข้มของสัญญาณบิคอนทั้ง 3 ตัว ร้องขอ ไปที่ API โดยค่าความเข้มของสัญญาณบิคอนตัวที่ 1 มีค่า -95 dBm, ตัวที่ 2 มีค่า -67 dBm, และตัวที่ 3 มีค่า -98 dBm เมื่อ cloud functions ทำการคำนวณค่า RMS แล้วพบว่าตำแหน่งที่มีค่า RMS น้อยที่สุด คือ ตำแหน่งที่ (2,19) จึงทำการตอบสนองกลับมา ในรูปแบบ json ดังรูปที่ 4.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

POST <https://asia-east2-fingerprinting-db.cloudfunctions.net/AvgPosition2>

Params Authorization Headers (8) **Body** Pre-request Script Tests Settings

none form-data x-www-form-urlencoded raw binary GraphQL

KEY	VALUE	DESCRIPTION
<input checked="" type="checkbox"/> RSSI1	-95	
<input checked="" type="checkbox"/> RSSI2	-67	
<input checked="" type="checkbox"/> RSSI3	-98	

Key: ความเข้มสัญญาณบีกอน Value: Description

Body Cookies Headers (9) Test Results Status: 200 OK Time: 229 ms Size: 510 B

Pretty Raw Preview Visualize JSON

```
1 {
2   "position": "(2,19)"
3 }
```

ตำแหน่งที่ประมาณได้

เวลาที่ใช้ในการตอบสนอง

#### รูปที่ 4.22 ทดสอบ API ด้วย Postman

จากการทดสอบแสดงให้เห็นว่า API จาก cloud functions ใช้เวลาเพียง 229 ms ในการตอบสนองกลับตำแหน่งที่ประมาณได้

#### 4.3.2 การทดสอบการส่งค่าความเข้มสัญญาณบีกอนทั้ง 3 ตัวและรับค่าตำแหน่งกลับมา

เมื่อแอปพลิเคชันมีการส่งค่า RSSI1 = -47 dBm, RSSI2 = -46 dBm และ RSSI3 = -44 dBm ได้ค่า position ที่ได้รับ คือ (1,26) ทำการ Log เพื่อดูค่า RSSI ที่ถูกส่งและ position ที่รับได้ แสดงดังรูปที่ 4.23

```
E/Retrofit2Api: RSSI1 is -> -47
RSSI2 is -> -46
RSSI3 is -> -44
D/BluetoothAdapter: STATE_ON
E/Beacon: RSSIResponse -> com.example.beaconapi.model.RSSIResponse@e96f6d8
getPosition -> (1,26)
```

#### รูปที่ 4.23 Log เมื่อส่ง RSSI และรับ position

แอปพลิเคชันรับสัญญาณบีกอนและหาค่าเฉลี่ย RSSI 3 ครั้ง Log ดูค่าเฉลี่ย RSSI ที่ถูกส่ง RSSI1 = -61.3 dBm, RSSI2 = -86.0 dBm และ RSSI3 = -28.33 dBm ค่า position ที่ได้รับ คือ (1,27) แสดงดังรูปที่ 4.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

E/Retrofit2Api: RSSI1 is -> -61.333333333333336
E/Retrofit2Api: RSSI2 is -> -86.0
E/Retrofit2Api: RSSI3 is -> -28.333333333333332
E/Retrofit2Api: RSSIResponse --> com.example.whereamiver2.model.RSSIResponse@484c05d
E/Retrofit2Api: getPosition --> (1,27)

```

รูปที่ 4.24 Log เมื่อส่ง RSSI เฉลี่ย 3 ครั้ง และรับ position

### 4.3.3 การทดสอบการแสดงผลตำแหน่ง

เมื่อแอปพลิเคชันได้ตำแหน่งจากการคำนวณของ cloud function แล้วนำมาแสดงผลทางหน้าต่างแอปพลิเคชันเป็นช่องตารางสีม่วง รูปที่ 4.25 cloud function ส่งตำแหน่ง (1,27) ให้แอปพลิเคชัน หน้าต่างแอปพลิเคชันแสดงผลตำแหน่งที่ผู้ใช้งานยืนอยู่คือ (1,27)



รูปที่ 4.25 การทดสอบหน้าต่างแอปพลิเคชันการแสดงผลตำแหน่ง

### 4.4 การทดสอบการทำงานรวมของแอปพลิเคชัน

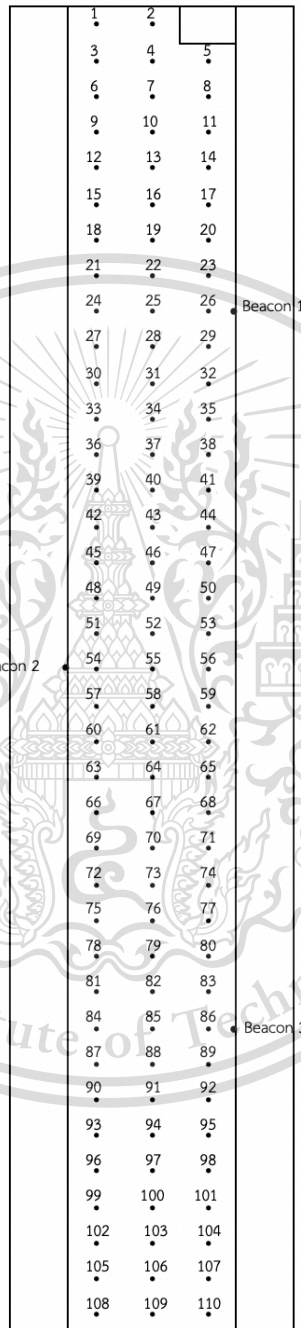
ทำการเก็บข้อมูลครึ่งทางเดินชั้น 2 ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ครึ่งทางเดินมีขนาดกว้าง 22.20 m ยาว 2.12 m ได้กำหนดตำแหน่งในการวัดในแนวด้านกว้าง 3 ตำแหน่ง ในแนวด้านยาว 37 ตำแหน่ง แต่ละตำแหน่งในแนวด้านกว้างและแนวด้านยาวห่างกัน 0.6 m ตำแหน่งที่สามารถวัดได้มีทั้งหมด 110 ตำแหน่ง (เป็นตำแหน่งทางเดินที่ไม่มีสิ่งของกีดขวาง) โดยได้ทำการติดตั้งปีคอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห้ามมิให้ผู้ใดนำเอกสารไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ทั้งหมด 3 ตัว สูงจากพื้น 2.1 m อยู่ที่ผนังด้านขวา ด้านซ้าย และด้านขวาตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 4.26 ใช้ โทรศัพท์มือถือยี่ห้อซัมซุง กาแลคซี เอส 9 วัด RSS ของบีคอนแต่ละตัวตามตำแหน่งต่างๆ



รูปที่ 4.26 แผนผังตำแหน่งการวัดและตำแหน่งบีคอนของเครื่องทางเดินชั้น 2 ภาควิชาวิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

RSSI ที่ได้จากการเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลทั้ง 110 ตำแหน่งจะถูกนำมาคำนวณค่า RMS กับ RSSI ที่รับได้ ตำแหน่งที่ประมาณได้ คือ ตำแหน่งที่มีค่า RMS น้อยที่สุด แสดงผลออกมาเป็นกระเบื้องตำแหน่งที่ผู้ใช้งานยืนอยู่

#### 4.4.1 ตั้งค่าบีมคอน

ตั้งค่าบีมคอนทั้ง 3 ตัวให้ Transmit Power (Tx) = 0 dBm และ Interval = 500 ms แสดงดังรูปที่ 4.27

The screenshot shows the 'Edit Settings' window for a beacon. The settings are as follows:

- Device: Enabled (On)
- Beacon Attachment: Proximity UUID: B9407F30-F5F8-466E-AFF9-25556B57FE6D
- Conditional Broadcasting: Major (1 to 65535): 14710; Minor (1 to 65535): 18149
- Beacon Health Check: Secure UUID (Object Object): Off
- Connectivity Packet: On
- Estimate Telemetry Packet: On
- iBeacon Packet: Custom Advertising Interval: 500
- Eddystone-UID Packet: Interval (100 to 10000 ms): 500
- Eddystone-URL Packet: Interval (100 to 10000 ms): 500
- Eddystone-TLM Packet: Broadcasting Power (dBm): 0

Buttons at the bottom: Hide Advanced Settings, Cancel, Save Changes.

รูปที่ 4.27 ตั้งค่าบีมคอน

#### 4.4.2 ป้อน UUID, Major และ Minor ของบีมคอน

ป้อน UUID ของบีมคอน เป็น B9407F30-F5F8-466E-AFF9-25556B57FE6D, Major ของบีมคอนทั้ง 3 ตัว เป็น 14710, 49954, 58685 ตามลำดับ และ Minor ของบีมคอนทั้ง 3 ตัว เป็น 18149, 6577, 42342 ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 4.28 เมื่อกดปุ่ม FIND MY BEACONS จะเข้าสู่หน้า Scanning Beacon แสดงดังรูปที่ 4.29 กดปุ่ม CREATE DATABASE เพื่อเข้าสู่หน้าตารางบันทึกค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

00:07 89%

UUID

Beacon 1

Major Minor

Beacon 2

Major Minor

Beacon 3

Major Minor

FIND MY BEACONS

00:09 89%

Beacon 1

b9407f30-f5f8-466e-aff9-25556b57fe6d  
Major: 14710 Minor: 18149  
RSSI: -71

Beacon 2

b9407f30-f5f8-466e-aff9-25556b57fe6d  
Major: 49954 Minor: 6577  
RSSI: -86

Beacon 3

b9407f30-f5f8-466e-aff9-25556b57fe6d  
Major: 58685 Minor: 42342  
RSSI: -90

INDOOR LOCATION CREATE DATABASE

รูปที่ 4.28 หน้าป้อนข้อมูล ป้อน UUID, Major และ Minor ของบีคอนแต่ละตัว

รูปที่ 4.29 หน้าค้นหาบีคอน หลังจากกดปุ่ม FIND MY BEACONS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 4.4.3 เก็บค่าความแรงสัญญาณปีคอน

เก็บค่าความแรงสัญญาณปีคอน โดยเดินตามแผ่นกระเบื้องและกดปุ่มให้ช่องตารางสีฟ้าบนหน้าจอแอปพลิเคชัน ตรงกับตำแหน่งแผ่นกระเบื้องที่ยื่นอยู่แล้วจึงกดปุ่ม SAVE เพื่อเก็บค่าสัญญาณปีคอน 10 ครั้ง ช่องสี่เหลี่ยมคือกระเบื้องที่มีการเก็บค่าความแรงสัญญาณปีคอน และ ช่องที่มีสีเทา คือ กระเบื้องที่มีสิ่งของกีดขวางอยู่ จึงไม่สามารถเก็บค่าได้ หน้าแอปพลิเคชันของการเก็บค่าแสดงดังรูปที่ 4.30



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.30 หน้าบันทึกค่าข้อมูล เมื่อเก็บค่าความแรงสัญญาณบิคอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 4.4.4 ฐานข้อมูลของการเก็บค่าความแรงสัญญาณบีคอน

ฐานข้อมูลที่ได้จากการเก็บค่าสัญญาณบีคอน 3 ตัว ตามตำแหน่งแผ่นกระเบื้องจำนวน 110 ตำแหน่ง ตัวอย่างข้อมูลค่าความแรงสัญญาณบีคอน ครั้งที่ 1 ตำแหน่ง (1, 1) แสดงดังรูปที่ 4.31

Time Slot	Coordinates	Parameters
10thTime	(1, 1)	
1stTime	(1, 1)	B1_Distance: 5.080573294422589 B1_Major: 14710 B1_RSSI: -86 B2_Distance: 10.809580241619004 B2_Major: 49954 B2_RSSI: -98 B3_Distance: 16.882305085502985 B3_Major: 58685 B3_RSSI: -103 Title: 'Tile101'
2ndTime	(1, 11)	
3rdTime	(1, 12)	
4thTime	(1, 13)	
5thTime	(1, 14)	
6thTime	(1, 15)	
7thTime	(1, 16)	
8thTime	(1, 17)	
9thTime	(1, 18)	
Position	(1, 19)	

รูปที่ 4.31 ตัวอย่างข้อมูลค่าความแรงสัญญาณบีคอน ครั้งที่ 1 ตำแหน่ง (1, 1)

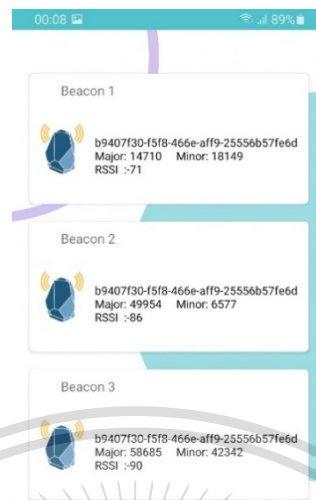
#### 4.4.5 การระบุตำแหน่ง

เมื่อเก็บข้อมูลสัญญาณบีคอนและตำแหน่งครบ 110 ตำแหน่งแล้ว กดปุ่ม INDOOR LOCATION ในหน้า Scanning Beacon เพื่อเข้าสู่หน้าระบุตำแหน่ง แสดงดังรูปที่ 4.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

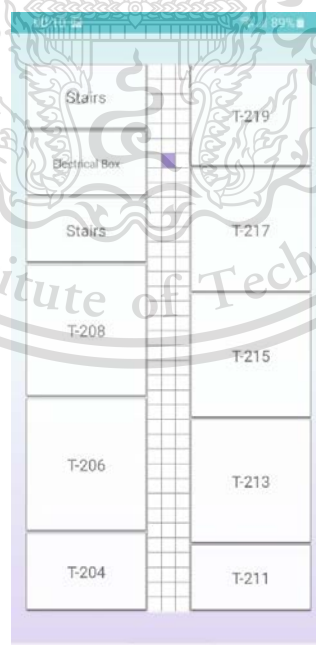
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.32 ปุ่ม INDOOR LOCATION

หน้าระบุตำแหน่งแสดงดังรูปที่ 4.33 แสดงตำแหน่งผู้ใช้งานด้วยช่องตารางสีม่วง คือ ตำแหน่ง (2,7)



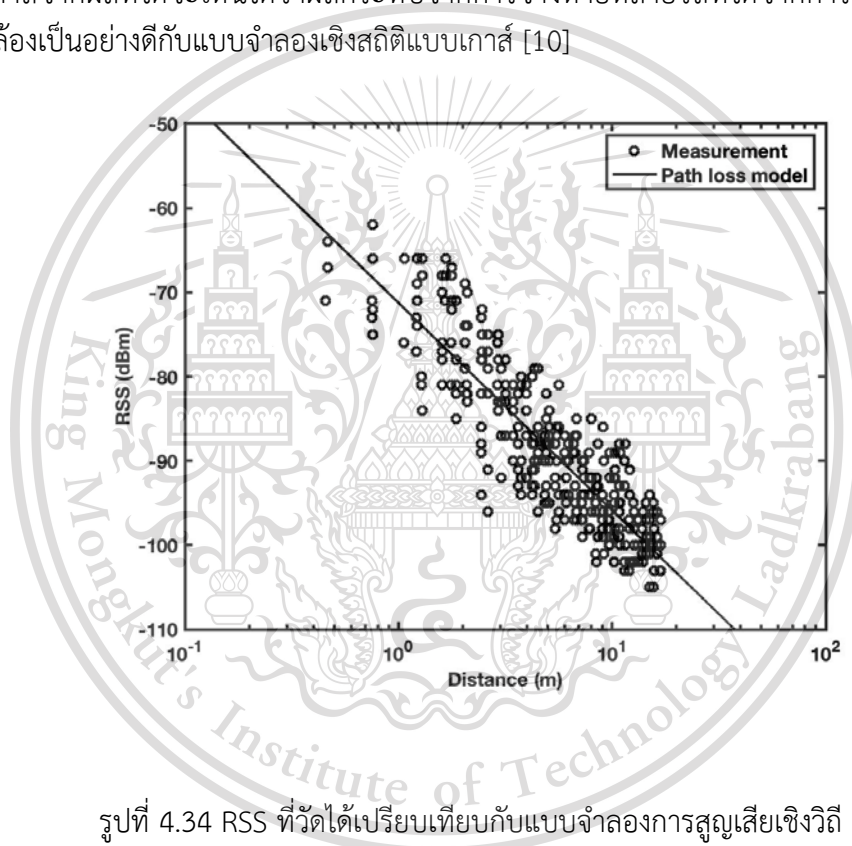
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 4.33 ตำแหน่งผู้ใช้งาน หน้าระบุตำแหน่งให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลจากฐานข้อมูล

รูปที่ 4.34 แสดง RSS ที่วัดได้เทียบเปรียบเทียบกับแบบจำลองการสูญเสียเชิงวิถีโดยแบบจำลองการสูญเสียเชิงวิถีมีเลขยกกำลังการสูญเสียเชิงวิถีเท่ากับ 2.4622 และ RSS ที่ระยะทาง 1 m เท่ากับ -71.2371 dBm ต่อมานำ RSS ที่วัดได้ลบกับ RSS ที่ได้จากแบบจำลองการสูญเสียเชิงวิถีเพื่อหาผลกระทบจากการจางหายหลายวิถีซึ่งผลกระทบจากการจางหายหลายวิถีที่ได้มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 dB และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 4.6313 dB รูปที่ 4.35 และ 4.36 แสดง PDF และ CDF ของผลกระทบจากการจางหายหลายวิถีที่ได้จากการวัดเปรียบเทียบกับแบบจำลองเชิงสถิติแบบเกาส์จากผลที่ได้จะเห็นได้ว่าผลกระทบจากการจางหายหลายวิถีที่ได้จากการวัดมีคุณสมบัติสอดคล้องเป็นอย่างดีกับแบบจำลองเชิงสถิติแบบเกาส์ [10]

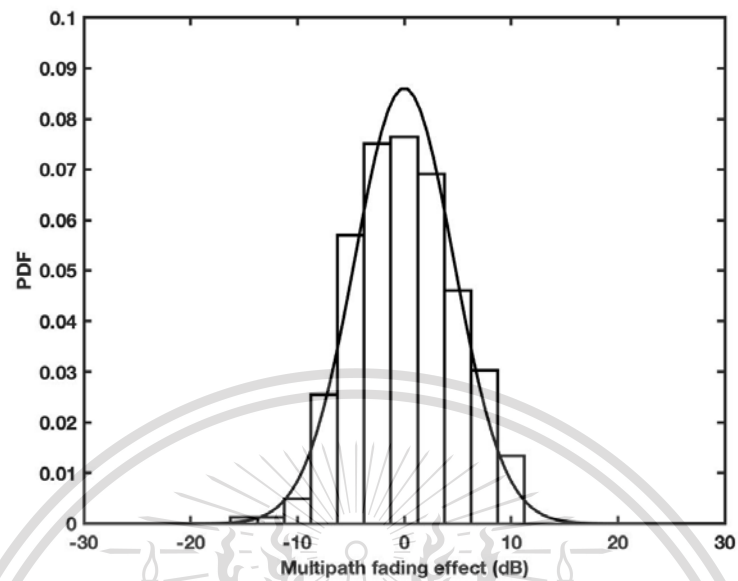


รูปที่ 4.34 RSS ที่วัดได้เปรียบเทียบกับแบบจำลองการสูญเสียเชิงวิถี

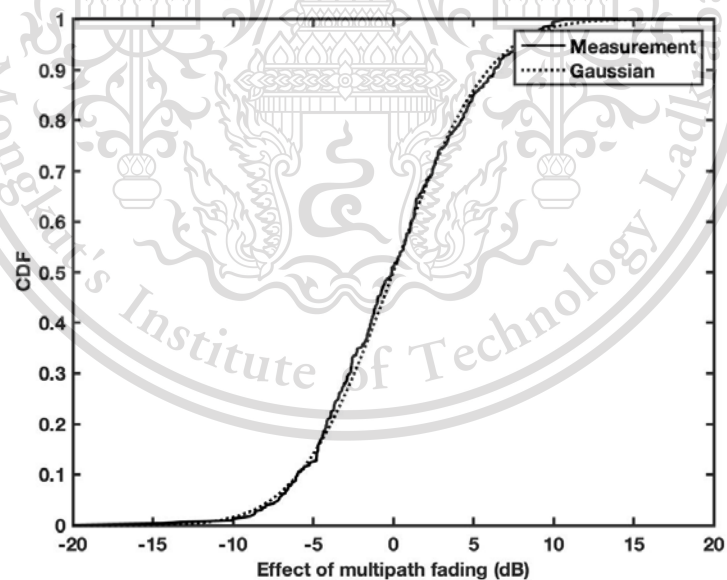
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.35 PDF ของผลกระทบจากแบบจำลองการจางหายหลายวิถี



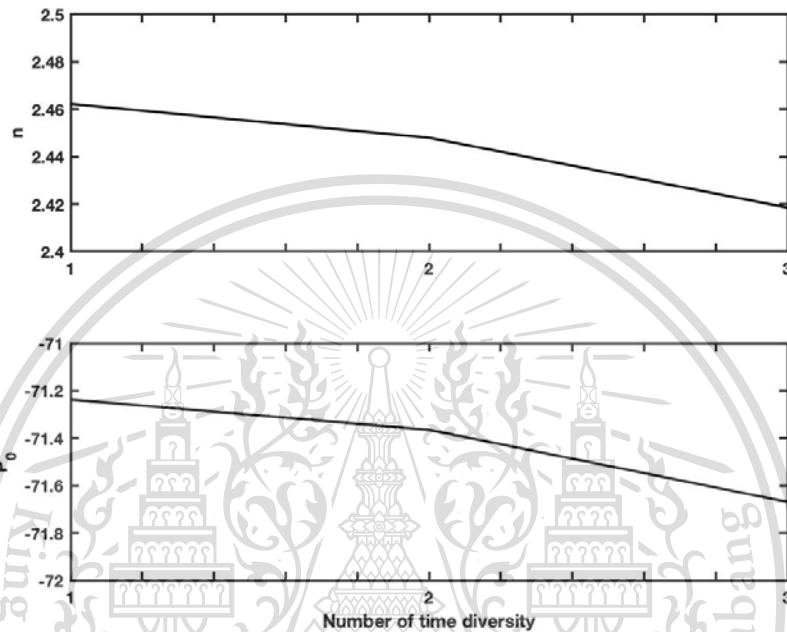
รูปที่ 4.36 CDF ของผลกระทบจากแบบจำลองการจางหายหลายวิถี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 4.37 แสดงค่า  $n$  และ  $P_0$  จากการทำไคเวอร์ซิติแบบใหม่โดยวัดตำแหน่งจำนวน 2 และ 3 ครั้ง จะเห็นได้ว่าทั้งเลขยกกำลังการสูญเสียเชิงวิถึ และ RSS อ้างอิงที่ระยะ 1 m มีการเปลี่ยนแปลงลดลง



รูปที่ 4.37  $n$  และ  $P_0$  เมื่อทำไคเวอร์ซิติแบบใหม่

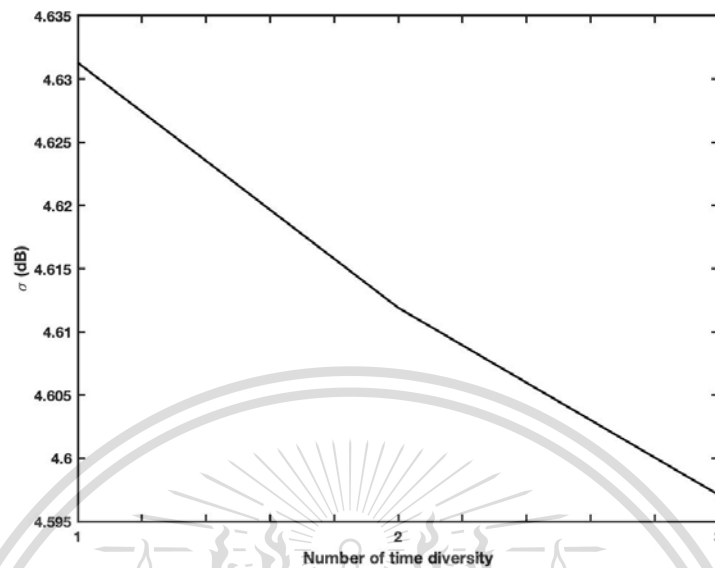
ในรูปที่ 4.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเมื่อทำไคเวอร์ซิติแบบใหม่ 2 และ 3 ครั้งมีค่า

ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

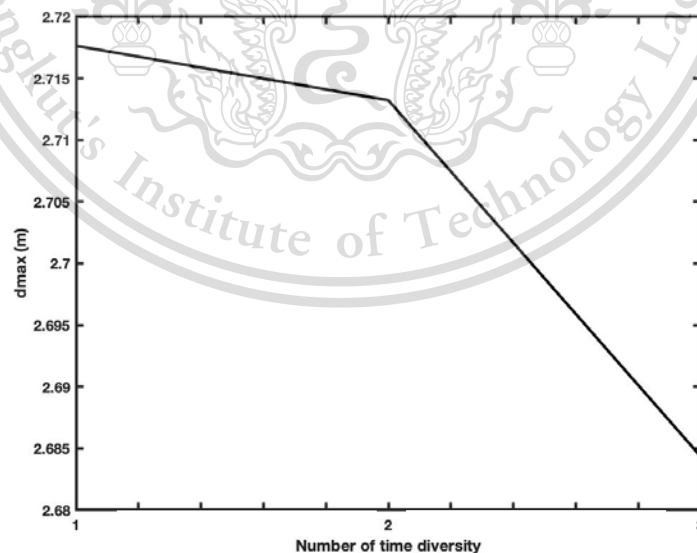
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเมื่อทำไดเวอร์ซิตีแบบใหม่

คำนวณหาระยะทางมากที่สุดระหว่างบิคอนกับโทรศัพท์มือถือ  $d_{\max}$  ที่ทำให้ได้ความผิดพลาดระยะทางเฉลี่ยเป็นไปตามที่กำหนด  $\mu_{E_s} = 1$  m ได้  $d_{\max}$  แสดงดังรูปที่ 4.39 ซึ่งระยะทางมากที่สุดระหว่างบิคอนกับโทรศัพท์มีค่าลดลงเมื่อทำไดเวอร์ซิตีแบบใหม่



เอกสารนี้เป็นเอกสารรูปที่ 4.39 ระยะทางมากที่สุดระหว่างบิคอนกับโทรศัพท์มือถือเมื่อทำไดเวอร์ซิตีแบบใหม่ ซึ่งด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 4.6 การคำนวณค่าเฉลี่ยผิดพลาดระยะทาง

เขียนแอปพลิเคชันเก็บข้อมูลตำแหน่งที่ cloud function ประมาณได้ ใช้ฟังก์ชัน csvJsonReport จาก cloud functions ในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลเป็นไฟล์ CSV เพื่อนำไปหาค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดระยะทางด้วยโปรแกรม Microsoft Excel

### 4.6.1 การคำนวณค่าเฉลี่ยผิดพลาดระยะทาง เมื่อรับสัญญาณปีคอน 1 ครั้ง

ข้อมูลตำแหน่งที่ประมาณได้จาก cloud function เมื่อรับสัญญาณปีคอน 1 ครั้ง ทำการเก็บข้อมูลตำแหน่งที่ประมาณได้ จำนวน 5 ครั้ง

ตารางที่ 4.1 ตำแหน่งที่ประมาณได้ เมื่อรับสัญญาณปีคอน 1 ครั้ง

Tile	Current Position	Estimated position1	Estimated position 2	Estimated position 3	Estimated position 4	Estimated position 5
Tile101	(1,1)	(3,3)	(1,1)	(1,1)	(2,5)	(1,2)
Tile102	(1,2)	(1,1)	(1,1)	(1,2)	(2,2)	(1,2)
Tile103	(1,3)	(2,7)	(1,2)	(3,5)	(3,5)	(3,4)
Tile104	(1,4)	(1,4)	(1,4)	(1,5)	(1,5)	(2,2)
Tile105	(1,5)	(2,6)	(1,4)	(2,7)	(1,6)	(2,7)
Tile106	(1,6)	(2,8)	(1,7)	(2,8)	(1,6)	(1,7)
Tile107	(1,7)	(1,6)	(3,8)	(1,7)	(1,6)	(1,7)
Tile108	(1,8)	(2,9)	(1,10)	(2,10)	(2,10)	(2,9)
Tile109	(1,9)	(1,10)	(1,10)	(2,10)	(2,10)	(1,8)
Tile110	(1,10)	(2,8)	(2,11)	(2,10)	(2,8)	(2,9)
Tile111	(1,11)	(2,12)	(1,11)	(1,12)	(2,12)	(1,12)
Tile112	(1,12)	(2,12)	(2,12)	(3,13)	(1,13)	(3,13)
Tile113	(1,13)	(2,13)	(1,13)	(3,14)	(3,14)	(3,14)
Tile114	(1,14)	(3,14)	(1,16)	(3,14)	(1,16)	(1,16)
Tile115	(1,15)	(1,16)	(3,13)	(3,13)	(3,13)	(3,13)
Tile116	(1,16)	(3,15)	(3,15)	(3,14)	(1,16)	(2,16)
Tile117	(1,17)	(3,16)	(2,16)	(2,14)	(2,14)	(2,14)
Tile118	(1,18)	(1,21)	(2,20)	(2,20)	(1,17)	(3,17)
Tile119	(1,19)	(1,18)	(1,20)	(2,17)	(1,20)	(1,18)
Tile120	(1,20)	(1,19)	(1,19)	(1,19)	(1,19)	(3,19)
Tile121	(1,21)	(2,23)	(2,19)	(2,24)	(3,22)	(1,21)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปเผยแพร่สู่สาธารณะด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.1 ตำแหน่งที่ประมาณได้ เมื่อรับสัญญาณปีคอน 1 ครั้ง (ต่อ)

Tile	Current Position	Estimated position1	Estimated position 2	Estimated position 3	Estimated position 4	Estimated position 5
Tile122	(1,22)	(2,18)	(2,24)	(1,23)	(1,23)	(1,23)
Tile123	(1,23)	(2,24)	(2,24)	(2,24)	(2,24)	(2,24)
Tile124	(1,24)	(2,24)	(2,24)	(1,24)	(2,24)	(1,24)
Tile125	(1,25)	(2,24)	(1,25)	(1,23)	(1,26)	(1,25)
Tile126	(1,26)	(2,28)	(3,28)	(3,28)	(2,28)	(1,26)
Tile127	(1,27)	(1,28)	(1,27)	(1,28)	(1,27)	(1,27)
Tile128	(1,28)	(2,29)	(1,28)	(2,28)	(2,29)	(2,29)
Tile129	(1,29)	(2,29)	(2,29)	(2,29)	(2,29)	(2,29)
Tile130	(1,30)	(2,30)	(2,30)	(2,30)	(2,30)	(2,30)
Tile131	(1,31)	(2,31)	(1,32)	(2,31)	(2,31)	(1,31)
Tile132	(1,32)	(2,33)	(1,31)	(1,31)	(1,31)	(1,33)
Tile133	(1,33)	(1,28)	(2,29)	(2,33)	(2,34)	(2,34)
Tile134	(1,34)	(2,34)	(2,32)	(2,34)	(2,34)	(2,33)
Tile135	(1,35)	(1,35)	(2,34)	(1,33)	(2,34)	(2,35)
Tile136	(1,36)	(2,36)	(2,37)	(1,34)	(1,35)	(1,34)
Tile137	(1,37)	(2,35)	(3,35)	(3,34)	(1,35)	(1,36)
Tile201	(2,1)	(3,4)	(2,2)	(2,2)	(2,2)	(2,2)
Tile205	(2,4)	(1,6)	(1,3)	(1,6)	(2,4)	(1,7)
Tile206	(2,5)	(2,2)	(1,3)	(2,2)	(3,7)	(2,4)
Tile207	(2,6)	(2,8)	(1,7)	(1,7)	(1,10)	(3,8)
Tile208	(2,7)	(1,6)	(3,8)	(3,8)	(3,8)	(1,6)
Tile209	(2,8)	(2,9)	(2,9)	(3,10)	(3,10)	(2,10)
Tile210	(2,9)	(2,8)	(2,9)	(3,11)	(1,8)	(2,9)
Tile211	(2,10)	(3,12)	(2,9)	(1,7)	(2,10)	(2,8)
Tile212	(2,11)	(1,11)	(2,12)	(2,12)	(3,9)	(3,11)
Tile213	(2,12)	(1,12)	(1,13)	(2,12)	(1,14)	(1,13)
Tile214	(2,13)	(1,13)	(3,12)	(3,13)	(3,14)	(3,13)
Tile215	(2,14)	(1,16)	(1,16)	(1,16)	(3,14)	(1,16)
Tile216	(2,15)	(1,13)	(1,16)	(1,16)	(2,13)	(3,14)
Tile217	(2,16)	(2,17)	(2,17)	(2,17)	(2,17)	(2,17)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใดในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.1 ตำแหน่งที่ประมาณได้ เมื่อรับสัญญาณปีคอน 1 ครั้ง (ต่อ)

Tile	Current Position	Estimated position1	Estimated position 2	Estimated position 3	Estimated position 4	Estimated position 5
Tile218	(2,18)	(1,17)	(1,15)	(1,17)	(2,17)	(1,16)
Tile219	(2,19)	(3,15)	(1,20)	(2,17)	(1,22)	(1,18)
Tile220	(2,20)	(2,18)	(2,20)	(1,19)	(3,17)	(3,17)
Tile221	(2,21)	(1,22)	(2,20)	(2,20)	(1,17)	(1,23)
Tile222	(2,22)	(2,24)	(2,24)	(1,21)	(1,22)	(2,20)
Tile223	(2,23)	(1,23)	(1,23)	(1,23)	(2,21)	(1,23)
Tile224	(2,24)	(1,25)	(1,25)	(1,25)	(2,26)	(2,26)
Tile225	(2,25)	(3,24)	(1,25)	(2,24)	(1,26)	(1,25)
Tile226	(2,26)	(1,26)	(2,27)	(1,25)	(1,25)	(1,26)
Tile227	(2,27)	(1,26)	(3,28)	(3,28)	(1,26)	(2,27)
Tile228	(2,28)	(3,30)	(3,30)	(1,29)	(3,30)	(1,29)
Tile229	(2,29)	(3,29)	(3,31)	(3,29)	(1,31)	(3,29)
Tile230	(2,30)	(1,31)	(2,30)	(1,31)	(2,32)	(2,32)
Tile231	(2,31)	(1,30)	(1,30)	(1,30)	(1,30)	(1,29)
Tile232	(2,32)	(1,31)	(1,31)	(2,31)	(1,31)	(2,31)
Tile233	(2,33)	(3,32)	(3,35)	(1,33)	(2,33)	(1,35)
Tile234	(2,34)	(2,34)	(1,33)	(2,34)	(2,35)	(1,33)
Tile235	(2,35)	(2,37)	(3,35)	(2,36)	(2,33)	(2,37)
Tile236	(2,36)	(2,35)	(3,35)	(2,36)	(2,36)	(2,36)
Tile237	(2,37)	(1,37)	(2,34)	(2,36)	(3,35)	(1,37)
Tile305	(3,4)	(2,2)	(2,2)	(3,4)	(3,2)	(3,2)
Tile306	(3,5)	(2,2)	(2,2)	(2,2)	(1,4)	(3,4)
Tile307	(3,6)	(3,7)	(2,6)	(2,6)	(1,6)	(1,5)
Tile308	(3,7)	(3,6)	(2,7)	(3,2)	(3,7)	(3,8)
Tile309	(3,8)	(3,8)	(2,4)	(1,6)	(1,7)	(2,4)
Tile310	(3,9)	(2,9)	(2,9)	(2,9)	(2,9)	(2,9)
Tile311	(3,10)	(2,10)	(2,9)	(3,11)	(2,9)	(3,11)
Tile312	(3,11)	(2,12)	(2,12)	(3,11)	(2,12)	(2,12)
Tile313	(3,12)	(3,13)	(2,12)	(3,13)	(2,12)	(3,12)
Tile314	(3,13)	(1,10)	(1,13)	(3,12)	(2,13)	(3,12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำมาทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.1 ตำแหน่งที่ประมาณได้ เมื่อรับสัญญาณปีคอน 1 ครั้ง (ต่อ)

Tile	Current Position	Estimated position1	Estimated position 2	Estimated position 3	Estimated position 4	Estimated position 5
Tile315	(3,15)	(1,16)	(3,14)	(3,15)	(1,16)	(3,15)
Tile316	(3,16)	(2,15)	(1,15)	(2,15)	(1,15)	(3,15)
Tile317	(3,17)	(2,17)	(2,17)	(3,17)	(2,17)	(3,17)
Tile318	(3,18)	(3,17)	(3,21)	(3,17)	(1,17)	(2,17)
Tile319	(3,19)	(1,18)	(1,18)	(1,18)	(2,18)	(1,18)
Tile320	(3,20)	(3,18)	(2,19)	(2,20)	(2,19)	(2,18)
Tile321	(3,21)	(2,19)	(2,19)	(1,23)	(2,21)	(1,23)
Tile322	(3,22)	(3,22)	(3,22)	(3,23)	(3,22)	(3,22)
Tile323	(3,23)	(3,22)	(1,23)	(1,25)	(3,23)	(3,21)
Tile324	(3,24)	(3,23)	(3,23)	(3,23)	(3,23)	(3,23)
Tile325	(3,25)	(2,22)	(2,25)	(3,25)	(2,25)	(3,25)
Tile326	(3,26)	(3,26)	(1,25)	(2,26)	(1,25)	(1,25)
Tile327	(3,27)	(3,26)	(3,26)	(3,24)	(3,24)	(3,24)
Tile328	(3,28)	(2,29)	(2,29)	(2,29)	(2,29)	(2,29)
Tile329	(3,29)	(3,30)	(1,29)	(3,30)	(3,30)	(1,29)
Tile330	(3,30)	(2,31)	(1,29)	(2,31)	(1,29)	(2,29)
Tile331	(3,31)	(2,31)	(2,31)	(3,31)	(2,31)	(3,31)
Tile332	(3,32)	(2,32)	(2,31)	(2,32)	(2,32)	(2,32)
Tile333	(3,33)	(3,27)	(1,37)	(1,33)	(2,33)	(2,34)
Tile334	(3,34)	(2,35)	(3,34)	(2,34)	(2,35)	(2,36)
Tile335	(3,35)	(2,36)	(3,35)	(2,34)	(3,32)	(3,33)
Tile336	(3,36)	(2,35)	(2,35)	(2,37)	(2,35)	(2,37)
Tile337	(3,37)	(2,37)	(1,34)	(2,37)	(2,37)	(2,37)

คำนวณหาค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดระยะทางจากโปรแกรม Microsoft Excel ได้  
ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดระยะทางในแนวกว้างเท่ากับ 0.44 m ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด  
ระยะทางในแนวยาวเท่ากับ 0.64 m ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดระยะทาง เท่ากับ 0.89 m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 4.6.1 การคำนวณค่าเฉลี่ยผิดพลาดระยะทาง เมื่อรับสัญญาณเฉลี่ยปีคอน 3 ครั้ง

ข้อมูลตำแหน่งที่ประมาณได้จาก cloud function เมื่อรับสัญญาณปีคอน 3 ครั้ง  
แล้วนำมาเฉลี่ย ทำการเก็บข้อมูลตำแหน่งที่ประมาณได้ จำนวน 5 ครั้ง

ตารางที่ 4.2 ตำแหน่งที่ประมาณได้ เมื่อรับสัญญาณเฉลี่ยปีคอน 3 ครั้ง

Tile	Current Position	Estimated position1	Estimated position 2	Estimated position 3	Estimated position 4	Estimated position 5
Tile101	(1,1)	(1,2)	(1,1)	(1,1)	(3,3)	(2,4)
Tile102	(1,2)	(2,2)	(2,2)	(1,2)	(2,1)	(2,1)
Tile103	(1,3)	(3,3)	(1,2)	(3,5)	(3,5)	(1,1)
Tile104	(1,4)	(1,3)	(2,5)	(2,5)	(2,5)	(2,5)
Tile105	(1,5)	(1,3)	(2,6)	(1,6)	(1,1)	(1,3)
Tile106	(1,6)	(2,7)	(2,7)	(2,7)	(2,7)	(2,7)
Tile107	(1,7)	(3,8)	(1,10)	(3,8)	(1,10)	(1,6)
Tile108	(1,8)	(1,7)	(1,8)	(2,8)	(3,8)	(2,8)
Tile109	(1,9)	(1,9)	(3,11)	(3,11)	(1,9)	(3,11)
Tile110	(1,10)	(1,8)	(1,9)	(1,9)	(1,8)	(3,11)
Tile111	(1,11)	(3,9)	(3,11)	(3,9)	(3,12)	(3,12)
Tile112	(1,12)	(1,12)	(2,11)	(1,12)	(1,12)	(2,12)
Tile113	(1,13)	(3,13)	(2,13)	(3,13)	(3,13)	(2,13)
Tile114	(1,14)	(1,16)	(3,14)	(3,14)	(1,16)	(3,14)
Tile115	(1,15)	(3,15)	(3,14)	(2,16)	(1,16)	(3,14)
Tile116	(1,16)	(1,16)	(3,16)	(3,14)	(3,15)	(3,16)
Tile117	(1,17)	(1,16)	(1,18)	(1,18)	(1,18)	(1,18)
Tile118	(1,18)	(1,20)	(1,19)	(2,18)	(1,19)	(1,19)
Tile119	(1,19)	(1,20)	(1,19)	(1,20)	(1,20)	(1,19)
Tile120	(1,20)	(2,18)	(2,18)	(2,18)	(2,18)	(2,18)
Tile121	(1,21)	(1,23)	(2,24)	(1,23)	(1,24)	(1,23)
Tile122	(1,22)	(2,18)	(2,20)	(2,21)	(1,20)	(2,21)
Tile123	(1,23)	(2,24)	(2,24)	(2,24)	(2,24)	(2,24)
Tile124	(1,24)	(2,26)	(1,25)	(2,26)	(2,26)	(1,37)
Tile125	(1,25)	(1,24)	(1,24)	(2,24)	(1,24)	(1,24)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.2 ตำแหน่งที่ประมาณได้ เมื่อรับสัญญาณเฉลี่ยปีคอน 3 ครั้ง (ต่อ)

Tile	Current Position	Estimated position1	Estimated position 2	Estimated position 3	Estimated position 4	Estimated position 5
Tile126	(1,26)	(1,26)	(1,26)	(2,27)	(2,27)	(1,25)
Tile127	(1,27)	(1,27)	(3,28)	(1,27)	(1,26)	(1,27)
Tile128	(1,28)	(1,27)	(2,29)	(1,27)	(2,29)	(1,27)
Tile129	(1,29)	(2,29)	(1,27)	(1,27)	(2,29)	(1,27)
Tile130	(1,30)	(1,30)	(1,30)	(1,30)	(3,31)	(2,28)
Tile131	(1,31)	(1,30)	(1,31)	(3,31)	(1,31)	(1,29)
Tile132	(1,32)	(2,32)	(3,32)	(2,32)	(3,32)	(2,32)
Tile133	(1,33)	(2,32)	(2,34)	(1,33)	(1,33)	(1,33)
Tile134	(1,34)	(1,33)	(2,32)	(1,33)	(2,34)	(2,32)
Tile135	(1,35)	(2,37)	(3,34)	(1,35)	(1,34)	(3,34)
Tile136	(1,36)	(3,34)	(3,34)	(2,37)	(3,34)	(2,37)
Tile137	(1,37)	(2,35)	(2,37)	(3,34)	(1,36)	(1,37)
Tile201	(2,1)	(3,1)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(3,3)
Tile205	(2,5)	(2,7)	(2,7)	(2,7)	(2,7)	(2,6)
Tile206	(2,6)	(2,4)	(3,8)	(3,6)	(3,8)	(3,8)
Tile207	(2,7)	(3,8)	(3,8)	(1,6)	(1,6)	(1,6)
Tile208	(2,8)	(3,11)	(2,9)	(2,8)	(2,10)	(1,10)
Tile209	(2,9)	(2,10)	(3,10)	(2,10)	(2,10)	(3,10)
Tile210	(2,10)	(2,8)	(1,9)	(1,11)	(1,9)	(3,11)
Tile211	(2,11)	(2,10)	(1,9)	(3,11)	(1,9)	(1,9)
Tile212	(2,12)	(3,13)	(3,13)	(1,13)	(1,13)	(1,13)
Tile213	(2,13)	(3,14)	(2,15)	(2,15)	(2,15)	(3,13)
Tile214	(2,14)	(3,14)	(3,14)	(1,16)	(3,14)	(2,16)
Tile215	(2,15)	(1,14)	(2,16)	(3,14)	(1,16)	(2,16)
Tile216	(2,16)	(3,19)	(2,19)	(3,17)	(3,17)	(3,15)
Tile217	(2,17)	(2,21)	(1,18)	(2,19)	(2,18)	(3,17)
Tile218	(2,18)	(1,20)	(1,18)	(1,18)	(1,20)	(1,20)
Tile219	(2,19)	(3,19)	(3,19)	(3,20)	(3,20)	(3,19)
Tile220	(2,20)	(1,18)	(2,18)	(3,20)	(2,18)	(2,18)
Tile221	(2,21)	(2,24)	(1,24)	(2,24)	(2,24)	(2,24)

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์โดยไม่ได้รับอนุญาตจากศูนย์บริการวิชาการ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.2 ตำแหน่งที่ประมาณได้ เมื่อรับสัญญาณเฉลี่ยปีคอน 3 ครั้ง (ต่อ)

Tile	Current Position	Estimated position1	Estimated position 2	Estimated position 3	Estimated position 4	Estimated position 5
Tile222	(2,22)	(2,23)	(3,23)	(2,22)	(2,23)	(1,24)
Tile223	(2,23)	(3,21)	(2,22)	(2,22)	(3,23)	(2,22)
Tile224	(2,24)	(1,22)	(2,24)	(2,25)	(1,24)	(1,24)
Tile225	(2,25)	(3,25)	(3,25)	(3,24)	(3,25)	(3,24)
Tile226	(2,26)	(1,26)	(1,26)	(1,26)	(1,26)	(1,26)
Tile227	(2,27)	(1,27)	(1,27)	(1,27)	(1,27)	(1,28)
Tile228	(2,28)	(3,30)	(3,30)	(3,30)	(3,30)	(1,29)
Tile229	(2,29)	(2,29)	(1,31)	(3,30)	(2,29)	(3,30)
Tile230	(2,30)	(2,28)	(2,31)	(1,30)	(2,31)	(3,30)
Tile231	(2,31)	(3,30)	(1,29)	(3,30)	(3,30)	(3,30)
Tile232	(2,32)	(1,31)	(1,31)	(2,31)	(1,31)	(2,32)
Tile233	(2,33)	(2,34)	(2,33)	(2,34)	(2,34)	(2,34)
Tile234	(2,34)	(1,34)	(3,34)	(2,34)	(2,35)	(2,35)
Tile235	(2,35)	(2,34)	(1,35)	(1,33)	(1,35)	(1,34)
Tile236	(2,36)	(1,34)	(1,34)	(3,35)	(2,37)	(2,37)
Tile237	(2,37)	(2,37)	(3,33)	(3,36)	(3,35)	(2,37)
Tile305	(3,5)	(3,4)	(3,4)	(3,5)	(2,5)	(2,5)
Tile306	(3,6)	(3,3)	(2,4)	(1,2)	(3,2)	(2,2)
Tile307	(3,7)	(3,7)	(2,6)	(3,6)	(2,6)	(1,7)
Tile308	(3,8)	(1,8)	(1,10)	(1,8)	(1,8)	(1,8)
Tile309	(3,9)	(3,9)	(3,11)	(3,11)	(2,9)	(3,11)
Tile310	(3,10)	(1,9)	(3,11)	(1,9)	(1,9)	(1,9)
Tile311	(3,11)	(3,12)	(3,13)	(3,9)	(2,12)	(3,9)
Tile312	(3,12)	(2,13)	(3,13)	(3,13)	(3,12)	(3,12)
Tile313	(3,13)	(3,13)	(3,13)	(2,13)	(3,13)	(3,13)
Tile314	(3,14)	(3,14)	(3,14)	(1,14)	(3,14)	(3,14)
Tile315	(3,15)	(3,15)	(3,14)	(3,15)	(3,14)	(3,14)
Tile316	(3,16)	(3,17)	(1,17)	(3,17)	(3,17)	(3,17)
Tile317	(3,17)	(3,17)	(1,17)	(1,17)	(3,17)	(1,17)
Tile318	(3,18)	(1,20)	(2,18)	(2,18)	(2,18)	(1,20)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.2 ตำแหน่งที่ประมาณได้ เมื่อรับสัญญาณเฉลี่ยปีคอน 3 ครั้ง (ต่อ)

Tile	Current Position	Estimated position1	Estimated position 2	Estimated position 3	Estimated position 4	Estimated position 5
Tile319	(3,19)	(2,25)	(2,18)	(1,23)	(2,19)	(1,23)
Tile320	(3,20)	(3,20)	(3,20)	(3,20)	(3,19)	(3,19)
Tile321	(3,21)	(3,23)	(2,20)	(3,23)	(3,23)	(2,19)
Tile322	(3,22)	(3,25)	(3,23)	(3,22)	(3,25)	(3,22)
Tile323	(3,23)	(3,23)	(3,23)	(3,22)	(3,22)	(3,23)
Tile324	(3,24)	(3,24)	(3,23)	(3,25)	(3,24)	(3,24)
Tile325	(3,25)	(3,24)	(3,25)	(3,25)	(3,25)	(3,25)
Tile326	(3,26)	(3,25)	(2,22)	(3,25)	(3,24)	(3,24)
Tile327	(3,27)	(3,27)	(3,26)	(1,26)	(3,26)	(1,25)
Tile328	(3,28)	(2,29)	(2,29)	(2,29)	(2,29)	(1,29)
Tile329	(3,29)	(3,30)	(3,30)	(3,30)	(3,30)	(3,30)
Tile330	(3,30)	(3,31)	(3,29)	(3,30)	(3,31)	(3,29)
Tile331	(3,31)	(3,29)	(2,31)	(3,31)	(2,31)	(3,31)
Tile332	(3,32)	(2,32)	(1,30)	(2,32)	(2,32)	(2,32)
Tile333	(3,33)	(2,34)	(2,34)	(2,34)	(2,34)	(2,34)
Tile334	(3,34)	(2,34)	(1,33)	(2,34)	(2,34)	(2,34)
Tile335	(3,35)	(3,33)	(2,36)	(3,35)	(3,33)	(3,35)
Tile336	(3,36)	(3,36)	(1,36)	(2,37)	(2,37)	(3,37)
Tile337	(3,37)	(1,36)	(3,36)	(3,36)	(3,35)	(3,36)

คำนวณหาค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดระยะทางจากโปรแกรม Microsoft Excel ได้  
ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดระยะทางในแนวกว้างเท่ากับ 0.40 m ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาด  
ระยะทางในแนวยาวเท่ากับ 0.61 m ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดระยะทาง เท่ากับ 0.85 m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผล

ปฏิญญานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับการหาตำแหน่งแบบฟิงเกอร์พริ้นติง โดยจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ 1. ส่วนการจัดเก็บข้อมูล โดยใช้โทรศัพท์วัดความเข้มสัญญาณของบิตคอนที่กำหนดเมื่อผู้ใช้งานไปที่แต่ละตำแหน่ง จากนั้นจัดเก็บข้อมูลความเข้มสัญญาณที่วัดได้และตำแหน่งที่ทำการวัดลงฐานข้อมูล โดยการป้อน UUID, Major และ Minor และออกแบบตารางบันทึกค่าให้ช่องตารางแทนกระเบื้องแต่ละแผ่นในพื้นที่ที่ทำการเก็บค่าสัญญาณบิตคอน โดยเก็บค่าสัญญาณบิตคอนแต่ละตัวในแต่ละตำแหน่งจำนวน 10 ครั้ง จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการทำให้แบบจำลองช่องสัญญาณ 2. ส่วนการระบุตำแหน่ง โดยใช้ข้อมูลความเข้มของสัญญาณบิตคอนที่วัดได้และความและความเข้มของสัญญาณแต่ละพิกัดตำแหน่งจากฐานข้อมูล เพื่อระบุพิกัดตำแหน่งด้วยวิธีการหาตำแหน่งแบบฟิงเกอร์พริ้นติง

ผลการทดลองแอปพลิเคชัน เมื่อป้อน UUID, Major และ Minor ของบิตคอนที่กำหนดสามารถเชื่อมต่อกับบิตคอนได้ เมื่อทดลองเดินตามแผ่นกระเบื้องและเลือกตำแหน่งแผ่นกระเบื้องบนแอปพลิเคชัน ให้ตรงกับตำแหน่งของผู้ใช้งาน สามารถเก็บข้อมูลความเข้มสัญญาณของบิตคอนและพิกัดตำแหน่งลงฐานข้อมูลได้ สามารถวิเคราะห์ข้อมูลความเข้มของสัญญาณบิตคอนจากฐานข้อมูลโดยการทำให้แบบจำลองช่องสัญญาณ ซึ่งพบว่าเมื่อไม่มีการทำไคเวอร์ซิตี แบบจำลองการสูญเสียเชิงวิถี เลขยกกำลังการสูญเสียเชิงวิถีเป็น 2.4623 และ RSS อ้างอิงที่ระยะ 1 m เป็น -71.2371 dBm แบบจำลองการจางหายหลายวิถี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 4.6313 dB ได้ระยะทางมากที่สุดเป็น 2.7178 m

แบบจำลองช่องสัญญาณที่ได้จากการทำไคเวอร์ซิตี 2 และ 3 ครั้ง แบบจำลองการสูญเสียเชิงวิถี เลขยกกำลังการสูญเสียเชิงวิถีมีเป็น 2.4480 และ 2.4185 RSS อ้างอิงที่ระยะ 1 m เป็น -71.3650 dBm และ -71.6692 dBm แบบจำลองการจางหายหลายวิถี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 4.6119 dB และ 4.5971 dB ระยะทางมากที่สุดเป็น 2.7132 m และ 2.6843 m

ระบุพิกัดตำแหน่งด้วยวิธีการหาตำแหน่งแบบฟิงเกอร์พริ้นติง เมื่อรับสัญญาณบิตคอน 1 ครั้ง ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดระยะทาง เท่ากับ 0.89 m และเมื่อใช้ค่าเฉลี่ยสัญญาณบิตคอน 3 ครั้ง ในการประมาณหาตำแหน่ง ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดระยะทาง เท่ากับ 0.85 m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากตารางบันทึกค่าข้อมูลของแอปพลิเคชันถูกกำหนดเอาไว้ก่อนแล้ว เมื่อมีการเปลี่ยนห้องที่เก็บข้อมูลใหม่ ต้องมีเขียนแอปพลิเคชันสร้างตารางขึ้นมาใหม่ และมีจำนวนรอบในการเก็บข้อมูลที่ถูกกำหนดไว้แล้ว

สิ่งกีดขวาง เช่น คน จะทำให้การประมาณตำแหน่งมีความแม่นยำน้อยลง ดังนั้นจึงควรมีวิธีชดเชยปรับปรุงแบบจำลองให้สามารถนำไปประยุกต์ให้เกิดความแม่นยำของวิธีการหาตำแหน่ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บรรณานุกรม

- [1] ลลิตา ทรัพย์เมือง. “Beacon เทคโนโลยียกระดับบริการ”  
[https://tma.or.th/2016/news\\_detail.php?id=248](https://tma.or.th/2016/news_detail.php?id=248).
- [2] K. E. Jeon, J. She, P. Soonsawad and P. C. Ng, “BLE beacons for internet of things applications: survey, challenges, and opportunities,” IEEE Internet of Things Journal, pp. 811-828, 2018.
- [3] คมคิด ชัชราภรณ์. “ไขความลับ Beacons เทคโนโลยี Internet of Things ที่ฮาร์ดแวร์ สตาร์ทอัพชอบใช้” <https://startitup.in.th/beacon-internet-of-thing-hardware-startup>.
- [4] วรินดา นวนกัน. “ฐานข้อมูล (Database)” <https://sites.google.com/site/thekhnoloyisarsnthesit/xngkh-prakxb-khxng-thekhnoloyi-sarsnthes/than-khxmud-database>.
- [5] Jedsada Saengow. “Firebase คืออะไร มาดูวิธีสร้าง Project และทำความรู้จักกับ Firebase” <https://medium.com/jed-ng/-คืออะไร-มาดูวิธีสร้าง-project-และทำความรู้จักกับ-firebase-d48bfac67b14>.
- [6] บริษัท ซอฟท์เมลท์ จำกัด. “Firebase คืออะไร และมีข้อดีอย่างไรบ้าง” <https://www.softmelt.com/article.php?id=588>
- [7] Santosh Subedi. “Practical Fingerprinting Localization for Indoor Positioning System by Using Beacons” <https://www.hindawi.com/journals/js/2017/9742170/>.
- [8] T. S. Rappaport, Wireless Communications: Principles and Praticce, Prentice Hall PTR, 2002.
- [9] A. Papoulis and S. U. Pillai, Probability, Random Variables and Stochastic Processes, 4th Edition, McGraw-Hill, 2002.
- [10] ตฤณ จันทนะ. การวิเคราะห์ความผิดพลาดระยะทางของช่องสัญญาณบีคอนที่ใช้ลูทูลพลังงานต่ำสำหรับการหาตำแหน่งภายในอาคาร. วิทยานิพนธ์. วศ.ม. ลาดกระบัง : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2563
- [11] Jirawatee. “รู้จัก Cloud Functions for Firebase ตั้งแต่ Zero จนเป็น Hero” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://medium.com/firebasethailand/รู้จัก-cloud-functions-for-firebase-ตั้งแต่-zero-จนเป็น-hero-1c94acbb55af>. (วันที่ค้นข้อมูล : 17 พฤศจิกายน 2563).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- [12] codebee. “API คืออะไร ทำความรู้จักกับเอพีไอ” [ออนไลน์].  
เข้าถึงได้จาก : <https://www.codebee.co.th/labs/api-คืออะไร-ทำความรู้จัก/>.  
(วันที่ค้นข้อมูล : 21 มกราคม 2564).
- [13] Thirawat. “มายิง Service กันดีกว่า [Android]” [ออนไลน์].  
เข้าถึงได้จาก : [https://medium.com/@\\_trw/มายิง-service-กันดีกว่า-android-f2a5781e3f40](https://medium.com/@_trw/มายิง-service-กันดีกว่า-android-f2a5781e3f40). (วันที่ค้นข้อมูล : 20 มกราคม 2564).
- [14] Chris Sev. “Use ExpressJS to Get URL and POST Parameters” [ออนไลน์].  
เข้าถึงได้จาก : <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/use-expressjs-to-get-url-and-post-parameters>.  
(วันที่ค้นข้อมูล : 22 มกราคม 2564).



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การทำงานของโปรแกรมประยุกต์ ประกอบไปด้วย 6 หน้า ได้แก่ 1.หน้า splash 2.หน้ากรอกข้อมูลของปีคอน 3.หน้าค้นหาปีคอน (Scanning Beacon) 4.หน้าบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล 5.หน้าระบุตำแหน่ง และ 6.หน้าความผิดพลาดของตำแหน่ง

1.หน้า splash แสดง logo ของแอปพลิเคชันและผู้จัดทำแอปพลิเคชัน โดยจะแสดงหน้า splash เป็นเวลา 2000 ms แล้วเข้าสู่หน้ากรอกข้อมูลของปีคอน คำสั่งสามารถแสดงดังต่อไปนี้

```
package com.example.whereamiver2;
import androidx.appcompat.app.AppCompatActivity;
import android.content.Intent;
import android.os.Handler;
import android.os.Bundle;
public class SplashActivity extends AppCompatActivity {
    Handler handler = new Handler();
    Runnable runnable;
    int delay = 2000;
    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_splash);
        handler.postDelayed(runnable = new Runnable() {
            public void run() {
                Intent a = new Intent(SplashActivity.this, MainActivity.class);
                startActivity(a);
                finish();
            }
        }, delay);
    }
}
```

2.หน้ากรอกข้อมูลของปีคอน เป็นหน้าสำหรับกรอก UUID, Major และ Minor ของปีคอน เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อกับปีคอน ซึ่งจะประกอบไปด้วยคำสั่งขออนุญาตการเข้าถึงบลูทูธและตำแหน่งของโทรศัพท์มือถือ, คำสั่งที่ใช้ในการกรอกข้อมูลของปีคอนพร้อมทั้งส่งข้อมูลไปยังหน้าถัดไป และคำสั่งตรวจสอบสถานะบลูทูธและอินเทอร์เน็ต สามารถแสดงดังต่อไปนี้

```
package com.example.whereamiver2;
import android.Manifest;
```

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

import android.annotation.TargetApi;
import android.app.AlertDialog;
import android.bluetooth.BluetoothAdapter;
import android.content.Context;
import android.content.DialogInterface;
import android.content.Intent;
import android.content.pm.PackageManager;
import android.net.ConnectivityManager;
import android.net.NetworkInfo;
import android.os.Build;
import android.os.Bundle;
import android.provider.Settings;
import android.util.Log;
import android.view.View;
import android.widget.Button;
import android.widget.EditText;

public class MainActivity extends AppCompatActivity {
    private static final int PERMISSION_REQUEST_FINE_LOCATION = 1;
    private static final int PERMISSION_REQUEST_BACKGROUND_LOCATION = 2;
    private static final String TAG = "MainActivity";
    private static final int REQUEST_ENABLE_BT = 1;
    BluetoothAdapter bluetoothAdapter;

```

@Override

```

protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);
    setContentView(R.layout.activity_main);

    if (Build.VERSION.SDK_INT >= Build.VERSION_CODES.M) {
        if (this.checkSelfPermission(Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION)
            == PackageManager.PERMISSION_GRANTED) {
            if (this.checkSelfPermission(Manifest.permission.ACCESS_BACKGROUND_LOCATION)
                != PackageManager.PERMISSION_GRANTED) {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

if (this.shouldShowRequestPermissionRationale(Manifest.permission.
ACCESS_BACKGROUND_LOCATION)) {
    final AlertDialog.Builder builder = new AlertDialog.Builder(this);
    builder.setTitle("This app needs background location access");
    builder.setMessage("Please grant location access so this app can
                        detect beacons in the background.");
    builder.setPositiveButton(android.R.string.ok, null);
    builder.setOnDismissListener(new DialogInterface.OnDismissListener(){

```

```

        @TargetApi(23)
        @Override
        public void onDismiss(DialogInterface dialog) {
            requestPermissions(new String[]
                {Manifest.permission.ACCESS_BACKGROUND_LOCATION,
                PERMISSION_REQUEST_BACKGROUND_LOCATION};
            });
            builder.show();
        } else {
            final AlertDialog.Builder builder = new AlertDialog.Builder(this);
            builder.setTitle("Functionality limited");
            builder.setMessage("Since background location access has not been
                granted, this app will not be able to discover beacons " +
                "in the background. Please go to Settings -> Applications ->
                Permissions and grant background location access to this app.");
            builder.setPositiveButton(android.R.string.ok, null);
            builder.setOnDismissListener(new DialogInterface.OnDismissListener(){

                @Override
                public void onDismiss(DialogInterface dialog) {

```

```

            });
            builder.show();
        }
    }
}

```

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

} else {
    if (this.shouldShowRequestPermissionRationale(Manifest.permission.
        ACCESS_FINE_LOCATION)) {
        requestPermissions(new String[]
            {Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION,
                Manifest.permission.ACCESS_BACKGROUND_LOCATION},
            PERMISSION_REQUEST_FINE_LOCATION);
    } else {
        final AlertDialog.Builder builder = new AlertDialog.Builder(this);
        builder.setTitle("Functionality limited");
        builder.setMessage("Since location access has not been granted, this
            app will not be able to discover beacons. " +
            "Please go to Settings -> Applications -> Permissions and grant
            location access to this app.");
        builder.setPositiveButton(android.R.string.ok, null);
        builder.setOnDismissListener(new DialogInterface.OnDismissListener() {
            @Override
            public void onDismiss(DialogInterface dialog) {
            }
        });
        builder.show();
    }
}
}
}

```

```

final EditText UUID = (EditText)findViewById(R.id.UUID);
final EditText Major1 = (EditText)findViewById(R.id.Major1);
final EditText Minor1 = (EditText)findViewById(R.id.Minor1);
final EditText Major2 = (EditText)findViewById(R.id.Major2);
final EditText Minor2 = (EditText)findViewById(R.id.Minor2);
final EditText Major3 = (EditText)findViewById(R.id.Major3);
final EditText Minor3 = (EditText)findViewById(R.id.Minor3);

```

```

Button next =(Button) findViewById(R.id.buttonNext);
next.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    @Override

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

public void onClick(View v) {
    Intent i = new Intent(MainActivity.this ,Page2Activity.class);
    EditText _UUID = (EditText)findViewById(R.id.UUID);
    i.putExtra("UUID",_UUID.getText().toString());
    EditText _Major1 = (EditText)findViewById(R.id.Major1);
    i.putExtra("Major1",_Major1.getText().toString());
    EditText _Minor1 = (EditText)findViewById(R.id.Minor1);
    i.putExtra("Minor1",_Minor1.getText().toString());
    EditText _Major2 = (EditText)findViewById(R.id.Major2);
    i.putExtra("Major2",_Major2.getText().toString());
    EditText _Minor2 = (EditText)findViewById(R.id.Minor2);
    i.putExtra("Minor2",_Minor2.getText().toString());
    EditText _Major3 = (EditText)findViewById(R.id.Major3);
    i.putExtra("Major3",_Major3.getText().toString());
    EditText _Minor3 = (EditText)findViewById(R.id.Minor3);
    i.putExtra("Minor3",_Minor3.getText().toString());
    startActivity(i);
}
});
}

@Override
public void onRequestPermissionsResult(int requestCode,
                                       String permissions[], int[] grantResults) {
    switch (requestCode) {
        case PERMISSION_REQUEST_FINE_LOCATION: {
            if (grantResults[0] == PackageManager.PERMISSION_GRANTED) {
                Log.d(TAG, "fine location permission granted");
            } else {
                final AlertDialog.Builder builder = new AlertDialog.Builder(this);
                builder.setTitle("Functionality limited");
                builder.setMessage("Since location access has not been granted, this
                                   app will not be able to discover beacons.");
            }
        }
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่สามารถนำออกจำหน่ายหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่สามารถนำออกจำหน่ายหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



```

.setTitle("Bluetooth")
.setMessage("Please turn on Bluetooth to detect Beacons")
.setPositiveButton("Turn On", new DialogInterface.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(DialogInterface dialogInterface, int i) {
        Intent enableBtIntent = new
            Intent(BluetoothAdapter.ACTION_REQUEST_ENABLE);
        startActivityForResult(enableBtIntent, REQUEST_ENABLE_BT);
    }
})
.setNegativeButton("Exit", new DialogInterface.OnClickListener()
{
    @Override
    public void onClick(DialogInterface dialog, int which) {
        finish();
    }
})
.show();
}

```

คำสั่งตรวจสอบสถานะอินเทอร์เน็ต

```

if(!isNetworkAvailable()){
    new AlertDialog.Builder(this)
        .setIcon(android.R.drawable.ic_dialog_alert)
        .setTitle("No internet Connection")
        .setMessage("Please check your internet connection to continue")
        .setPositiveButton("Setting", new DialogInterface.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(DialogInterface dialogInterface, int i) {
                startActivityForResult(new Intent(Settings.ACTION_WIFI_SETTINGS),
                    0);
            }
        })

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ใช้ภายในเท่านั้น ไม่สามารถนำออกเผยแพร่ได้โดยไม่ได้รับอนุญาต  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

        public void onClick(DialogInterface dialog, int which) {
            finish();
        }
    })
    .show();
}

```

```

private boolean isNetworkAvailable() {
    ConnectivityManager connectivityManager
        = (ConnectivityManager)
            getSystemService(Context.CONNECTIVITY_SERVICE);
    NetworkInfo activeNetworkInfo = connectivityManager.getActiveNetworkInfo();
    return activeNetworkInfo != null && activeNetworkInfo.isConnected();
}

```

3. หน้าค้นหาบีคอน (Scanning Beacon) ประกอบไปด้วยคำสั่งสำหรับรับสัญญาณบีคอนที่มี UUID, Major และ Minor ตรงตามข้อมูลที่ได้กรอกในหน้ากรอกข้อมูลของบีคอน จากนั้นนำข้อมูลของบีคอน ได้แก่ UUID, Major, Minor และ RSSI มาแสดงผล คำสั่งสามารถแสดงดังต่อไปนี้

```

package com.example.whereamiver2;
import androidx.appcompat.app.AppCompatActivity;
import android.content.Intent;
import android.os.Bundle;
import android.view.View;
import android.widget.Button;
import android.widget.TextView;
import com.estimote.coresdk.observation.region.beacon.BeaconRegion;
import com.estimote.coresdk.recognition.packets.Beacon;
import com.estimote.coresdk.service.BeaconManager;
import java.util.List;
import java.util.UUID;

```

```

public class Page2Activity extends AppCompatActivity {
    private BeaconManager beaconManager1;
    private BeaconManager beaconManager2;
    private BeaconManager beaconManager3;
    private Button mbtnNext;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอาจารย์และบุคลากรที่สอนมาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

@Override
protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);
    setContentView(R.layout.activity_page2);
    Intent intent = getIntent();
    final String _UUID = intent.getStringExtra("UUID");
    final String _Major1 = intent.getStringExtra("Major1");
    final String _Minor1 = intent.getStringExtra("Minor1");
    final String _Major2 = intent.getStringExtra("Major2");
    final String _Minor2 = intent.getStringExtra("Minor2");
    final String _Major3 = intent.getStringExtra("Major3");
    final String _Minor3 = intent.getStringExtra("Minor3");
    final TextView status1 = (TextView) findViewById(R.id.textView);
    final TextView data1 = (TextView) findViewById(R.id.textView2);
    final TextView status2 = (TextView) findViewById(R.id.textView3);
    final TextView data2 = (TextView) findViewById(R.id.textView4);
    final TextView status3 = (TextView) findViewById(R.id.textView5);
    final TextView data3 = (TextView) findViewById(R.id.textView6);

```

คำสั่ง ปุ่ม CREATE DATABASE เพื่อเข้าสู่หน้าบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล

```

mbtnNext = findViewById(R.id.btnnext);
mbtnNext.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View v) {
        Intent a = new Intent(Page2Activity.this, Page3Activity.class);
        a.putExtra("UIDa", _UUID);
        a.putExtra("Major1a", _Major1);
        a.putExtra("Minor1a", _Minor1);
        a.putExtra("Major2a", _Major2);
        a.putExtra("Minor2a", _Minor2);
        a.putExtra("Major3a", _Major3);
        a.putExtra("Minor3a", _Minor3);
        startActivity(a);
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์โดยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

    }
});

```

คำสั่ง ปุ่ม INDOOR POSITION เพื่อเข้าสู่หน้าระบุตำแหน่ง

```

mbtnPositon = findViewById(R.id.btnPosition);
mbtnPositon.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View v) {
        Intent a = new Intent(Page2Activity.this, PagePosition.class);
        a.putExtra("UIDa", _UID);
        a.putExtra("Major1a", _Major1);
        a.putExtra("Minor1a", _Minor1);
        a.putExtra("Major2a", _Major2);
        a.putExtra("Minor2a", _Minor2);
        a.putExtra("Major3a", _Major3);
        a.putExtra("Minor3a", _Minor3);
        startActivity(a);
    }
});

```

คำสั่ง ปุ่ม POSITION ERROR เพื่อเข้าสู่หน้าความผิดพลาดของตำแหน่ง

```

mPosition = findViewById(R.id.btnError);
mPosition.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View v) {
        Intent a = new Intent(Page2Activity.this, PageError.class);
        a.putExtra("UIDa", _UID);
        a.putExtra("Major1a", _Major1);
        a.putExtra("Minor1a", _Minor1);
        a.putExtra("Major2a", _Major2);
        a.putExtra("Minor2a", _Minor2);
        a.putExtra("Major3a", _Major3);
        a.putExtra("Minor3a", _Minor3);
        startActivity(a);
    }
});

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

});    {
    beaconManager1 = new BeaconManager(getApplicationContext());
    beaconManager1.setForegroundScanPeriod(500, 0);
    {
        beaconManager1.setRangingListener(new BeaconManager.
            BeaconRangingListener() {
                @Override
                public void onBeaconsDiscovered(BeaconRegion beaconRegion,
                    List<Beacon> beacon1) {
                    status1.setText("Beacon 1");
                    for (int i = 0; i < beacon1.size(); i++) {
                        data1.setText("UUID:\t" + beacon1.get(i).getProximityUUID() +
                            "\nMajor:\t" + beacon1.get(i).getMajor() +
                            "\t\t\tMinor:\t" + beacon1.get(i).getMinor() +
                            "\nRSSI:\t" + beacon1.get(i).getRssi());
                    }
                }
            });
        beaconManager1.connect(new BeaconManager.ServiceReadyCallback() {
            @Override
            public void onServiceReady() {
                status1.setText("Scanning...");
                beaconManager1.startRanging(new BeaconRegion("beacon-1",
                    UUID.fromString(_UUID), Integer.parseInt(_Major1),
                    Integer.parseInt(_Minor1)));
            }
        });
    }
}
{
    beaconManager2 = new BeaconManager(getApplicationContext());
    beaconManager2.setForegroundScanPeriod(500, 0);
    {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



```

    }
  }
});
beaconManager3.connect(new BeaconManager.ServiceReadyCallback() {
  @Override
  public void onServiceReady() {
    status3.setText("Scanning...");
    beaconManager3.startRanging(new BeaconRegion("beacon-3",
      UUID.fromString(_UUID), Integer.parseInt(_Major3),
      Integer.parseInt(_Minor3)));
  }
});
}
}
}
}

```

4. หน้าบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล ประกอบด้วย คำสั่งตารางแทนแผ่นกระเบื้องที่จะทำการเก็บข้อมูล, คำสั่งปุ่มทิศทางสำหรับเลื่อนตำแหน่งตารางตามแผ่นกระเบื้องที่ผู้ใช้งานอยู่ และคำสั่งบันทึกข้อมูล ได้แก่ Major, ตำแหน่ง, ระยะทางระหว่างปีคอนกับผู้ใช้, ค่าความแรงสัญญาณปีคอน 10 ครั้ง ลงฐานข้อมูล และคำสั่งดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล โดยใช้ cloud functions

คำสั่งปุ่มทิศทาง

```

for(int i = 0 ; i < rdo_id.length ; i++)
  arr_rdo[i] = (RadioButton)findViewById(rdo_id[i]);

```

```

btnUp = (Button)findViewById(R.id.btnUp);

```

```

btnUp.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {

```

```

  public void onClick(View v) {

```

```

    arr_rdo[current_cursor].setChecked(false);

```

```

    current_cursor = current_cursor - 3;

```

```

    if (current_cursor < 0){

```

```

      current_cursor = 0;

```

```

      arr_rdo[current_cursor].setChecked(true);}

```

```

    else if(current_cursor > 110){

```

```

      current_cursor = 110;

```

```

      arr_rdo[current_cursor].setChecked(true);}

```

```

    else{

```

```

      arr_rdo[current_cursor].setChecked(true);}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

    }
});

btnDown = (Button)findViewById(R.id.btnDown);
btnDown.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    public void onClick(View v) {
        arr_rdo[current_cursor].setChecked(false);
        current_cursor = current_cursor + 3;
        if (current_cursor < 0){
            current_cursor = 0;
            arr_rdo[current_cursor].setChecked(true);}
        else if(current_cursor > 110){
            current_cursor = 110;
            arr_rdo[current_cursor].setChecked(true);}
        else{
            arr_rdo[current_cursor].setChecked(true);}
    }
});

btnRight = (Button) findViewById(R.id.btnRight);
btnRight.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    public void onClick(View v) {
        arr_rdo[current_cursor].setChecked(false);
        current_cursor = current_cursor + 1;
        if (current_cursor < 0){
            current_cursor = 0;
            arr_rdo[current_cursor].setChecked(true);}
        else if(current_cursor > 110){
            current_cursor = 110;
            arr_rdo[current_cursor].setChecked(true);}
        else{
            arr_rdo[current_cursor].setChecked(true);}
    }
});

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

public void onClick(View v) {
    arr_rdo[current_cursor].setChecked(false);
    current_cursor = current_cursor - 1;
    if (current_cursor < 0){
        current_cursor = 0;
        arr_rdo[current_cursor].setChecked(true);}
    else if(current_cursor > 110){
        current_cursor = 110;
        arr_rdo[current_cursor].setChecked(true);}
    else{
        arr_rdo[current_cursor].setChecked(true);}
    }
});
private static final String TAG = "Page3Activity";
private static final String KEY_MAJORBEACON1 = "B1_Major";
private static final String KEY_BEACON1 = "B1_RSSI";
private static final String KEY_MAJORBEACON2 = "B2_Major ";
private static final String KEY_BEACON2 = "B2_RSSI";
private static final String KEY_MAJORBEACON3 = "B3_Major ";
private static final String KEY_BEACON3 = "B3_RSSI";
private static final String KEY_DISTANCE1 = "B1_Distance";
private static final String KEY_DISTANCE2 = "B2_Distance";
private static final String KEY_DISTANCE3 = "B3_Distance";
private static final String KEY_TILE = "Tile";

```

คำสั่งปุ่ม SAVE บันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลโดยข้อมูลแต่ละครั้งห่างกัน delay = 500 ms

```

mSaveData = findViewById(R.id.SaveData);
mSaveData.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View v) {
        handler.postDelayed(runnable = new Runnable() {
            public void run() {
                handler.postDelayed(runnable, delay);
                t = t + 1;
                time[1] = "1stTime";
                time[2] = "2ndTime";
            }
        }, delay);
    }
});

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

time[3] = "3rdTime";
time[4] = "4thTime";
time[5] = "5thTime";
time[6] = "6thTime";
time[7] = "7thTime";
time[8] = "8thTime";
time[9] = "9thTime";
time[10] = "10thTime";
r = r + 1;
    tile[current_cursor].setBackgroundColor(0xFFFFD700);
Map<String, Object> data = new HashMap<>();
data.put(KEY_MAJORBEACON1, firstBeaconMajor);
data.put(KEY_BEACON1, firstbeacon);
data.put(KEY_MAJORBEACON2, secondBeaconMajor);
data.put(KEY_BEACON2, secondbeacon);
data.put(KEY_MAJORBEACON3, thirdBeaconMajor);
data.put(KEY_BEACON3, thirdbeacon);
data.put(KEY_DISTANCE1,D1[current_cursor]);
data.put(KEY_DISTANCE2,D2[current_cursor]);
data.put(KEY_DISTANCE3,D3[current_cursor]);
data.put(KEY_TILE,position_Tile[current_cursor]);
Log.i("SaveData", "t: "+ t);
db.collection(time[t]).document(position[current_cursor]).set(data)
    .addOnSuccessListener(new OnSuccessListener<Void>() {
        @Override
        public void onSuccess(Void aVoid) {
            Toast.makeText(Page3Activity.this, "Position" + " " +
                position[current_cursor]
                + " " + "Saved" + " "+ round[r],
                Toast.LENGTH_SHORT).show();
        }
    })
    .addOnFailureListener(new OnFailureListener() {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

        Toast.makeText(Page3Activity.this, "Error !",
            Toast.LENGTH_SHORT).show();
        Log.d(TAG, e.toString());
    }
});
if (t == 10) {
    handler.removeCallbacks(runnable);
    t=0;
    r=0;
}
}
}

```

คำสั่งดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล โดยใช้ cloud functions

```

import * as functions from 'firebase-functions';
import * as admin from 'firebase-admin';
admin.initializeApp()
const json2csv = require("json2csv").parse;
exports.csvJsonReport = functions.https.onRequest((request, response) => {

const db = admin.firestore();
const positionsRef = db.collection("DistanceError1st").orderBy("Tile","asc");
return positionsRef.get()
    .then((querySnapshot) => {
        const positions = [];

        querySnapshot.forEach(doc => {
            const position = doc.data();
            positions.push(position);
        });
        const csv = json2csv(positions);
        response.setHeader(
            "Content-disposition",
            "attachment; filename=ErrorPosition.csv"
        );
        response.set("Content-Type", "text/csv");
    });
});

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

        response.status(200).send(csv)
    }).catch((err) => {
        console.log(err);
    });
});

```

5.หน้าระบุตำแหน่ง แสดงแผนผังครึ่งทางเดินชั้น 2 ของอาคารภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและจำนวนกระเบื้องทั้งหมด โดยช่องตารางสีม่วงจะแสดงตำแหน่งกระเบื้องที่ผู้ใช้งานยืนอยู่ที่ได้จากการคำนวณของ cloud functions ด้วยวิธีการหาตำแหน่งแบบฟังก์ชันพรีนติง มีทั้งหมด 4 ไฟล์ และคำสั่งการทำงานของ API โดยใช้ cloud functions แสดงดังต่อไปนี้

#### 1) PagePosition.java แสดงการทำงานของหน้าระบุตำแหน่ง

```

package com.example.whereamiver2;
import android.content.Intent;
import android.os.Bundle;
import android.os.Handler;
import android.util.Log;
import android.widget.RadioButton;
import android.widget.Toast;
import androidx.appcompat.app.AppCompatActivity;
import com.estimote.coresdk.observation.region.beacon.BeaconRegion;
import com.estimote.coresdk.recognition.packets.Beacon;
import com.estimote.coresdk.service.BeaconManager;
import com.example.whereamiver2.model.RSSIResponse;
import com.example.whereamiver2.rest.APIInterface;
import java.util.List;
import java.util.UUID;
import retrofit2.Call;
import retrofit2.Callback;
import retrofit2.Response;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
private BeaconManager beaconManager2;
private BeaconManager beaconManager3;
```

```
APIInterface apiInterface;
```

```
double RSSI1,RSSI2,RSSI3;
double sumRSSI1,sumRSSI2,sumRSSI3;
int b_RSSI1,b_RSSI2,b_RSSI3;
double time=10;
String APIposition;
```

```
Handler handler = new Handler();
Runnable runnable;
int delay = 10000;
```

```
double t=1;
Handler handler2 = new Handler();
Runnable runnable2;
int delay2 = 500;
```

```
RadioButton[] arr_rdo = new RadioButton[111];
int current_cursor;
int[] rdo_id = new int[]{
```

```
    R.id.tile101,R.id.tile201,R.id.tile301,
    R.id.tile102,R.id.tile202,R.id.tile302,
    R.id.tile103,R.id.tile203,R.id.tile303,
    R.id.tile104,R.id.tile204,R.id.tile304,
    R.id.tile105,R.id.tile205,R.id.tile305,
    R.id.tile106,R.id.tile206,R.id.tile306,
    R.id.tile107,R.id.tile207,R.id.tile307,
    R.id.tile108,R.id.tile208,R.id.tile308,
    R.id.tile109,R.id.tile209,R.id.tile309,
    R.id.tile110,R.id.tile210,R.id.tile310,
    R.id.tile111,R.id.tile211,R.id.tile311,
    R.id.tile112,R.id.tile212,R.id.tile312,
    R.id.tile113,R.id.tile213,R.id.tile313,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อผู้อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

R.id.tile114,R.id.tile214,R.id.tile314,  
 R.id.tile115,R.id.tile215,R.id.tile315,  
 R.id.tile116,R.id.tile216,R.id.tile316,  
 R.id.tile117,R.id.tile217,R.id.tile317,  
 R.id.tile118,R.id.tile218,R.id.tile318,  
 R.id.tile119,R.id.tile219,R.id.tile319,  
 R.id.tile120,R.id.tile220,R.id.tile320,  
 R.id.tile121,R.id.tile221,R.id.tile321,  
 R.id.tile122,R.id.tile222,R.id.tile322,  
 R.id.tile123,R.id.tile223,R.id.tile323,  
 R.id.tile124,R.id.tile224,R.id.tile324,  
 R.id.tile125,R.id.tile225,R.id.tile325,  
 R.id.tile126,R.id.tile226,R.id.tile326,  
 R.id.tile127,R.id.tile227,R.id.tile327,  
 R.id.tile128,R.id.tile228,R.id.tile328,  
 R.id.tile129,R.id.tile229,R.id.tile329,  
 R.id.tile130,R.id.tile230,R.id.tile330,  
 R.id.tile131,R.id.tile231,R.id.tile331,  
 R.id.tile132,R.id.tile232,R.id.tile332,  
 R.id.tile133,R.id.tile233,R.id.tile333,  
 R.id.tile134,R.id.tile234,R.id.tile334,  
 R.id.tile135,R.id.tile235,R.id.tile335,  
 R.id.tile136,R.id.tile236,R.id.tile336,  
 R.id.tile137,R.id.tile237,R.id.tile337,

};

```
final String[] position = new String[] { "(1,1)","(2,1)","(3,1)","(1,2)","(2,2)","(3,2)","(1,3)",
  "(2,3)","(3,3)","(1,4)","(2,4)","(3,4)","(1,5)","(2,5)","(3,5)","(1,6)","(2,6)","(3,6)","(1,7)",
  "(2,7)","(3,7)","(1,8)","(2,8)","(3,8)","(1,9)","(2,9)","(3,9)","(1,10)","(2,10)","(3,10)",
  "(1,11)","(2,11)","(3,11)","(1,12)","(2,12)","(3,12)","(1,13)","(2,13)","(3,13)","(1,14)",
  "(2,14)","(3,14)","(1,15)","(2,15)","(3,15)","(1,16)","(2,16)","(3,16)","(1,17)","(2,17)",
  "(3,17)","(1,18)","(2,18)","(3,18)","(1,19)","(2,19)","(3,19)","(1,20)","(2,20)","(3,20)",
  "(1,21)","(2,21)","(3,21)","(1,22)","(2,22)","(3,22)","(1,23)","(2,23)","(3,23)","(1,24)",
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่...  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น...  
 This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
"(2,24)","(3,24)","(1,25)","(2,25)","(3,25)","(1,26)","(2,26)","(3,26)","(1,27)","(2,27)",
"(3,27)","(1,28)","(2,28)","(3,28)","(1,29)","(2,29)","(3,29)","(1,30)","(2,30)","(3,30)",
"(1,31)","(2,31)","(3,31)","(1,32)","(2,32)","(3,32)","(1,33)","(2,33)","(3,33)","(1,34)",
"(2,34)","(3,34)","(1,35)","(2,35)","(3,35)","(1,36)","(2,36)","(3,36)","(1,37)" ,(2,37)",
"(3,37)");
```

```
@Override
```

```
protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
```

```
    super.onCreate(savedInstanceState);
    setContentView(R.layout.activity_position);
```

```
    Intent a = getIntent();
```

```
    final String _UIDa = a.getStringExtra("UIDa");
```

```
    final String _Major1a = a.getStringExtra("Major1a");
```

```
    final String _Minor1a = a.getStringExtra("Minor1a");
```

```
    final String _Major2a = a.getStringExtra("Major2a");
```

```
    final String _Minor2a = a.getStringExtra("Minor2a");
```

```
    final String _Major3a = a.getStringExtra("Major3a");
```

```
    final String _Minor3a = a.getStringExtra("Minor3a");
```

```
    apiInterface = APIClient.getClient().create(APIInterface.class);
```

```
    for(int i = 0 ; i < rdo_id.length ; i++)
```

```
        arr_rdo[i] = (RadioButton)findViewById(rdo_id[i]);
```

```
{
```

```
    beaconManager1 = new BeaconManager(getApplicationContext());
```

```
    beaconManager1.setForegroundScanPeriod(500, 0);
```

```
{
```

```
    beaconManager1.setRangingListener(new BeaconManager.BeaconRangingListener() {
```

```
        @Override
```

```
        public void onBeaconsDiscovered(BeaconRegion beaconRegion,
```

```
        List<Beacon> beacon1) {
```

```
            for (int i = 0; i < beacon1.size(); i++) {
```

```
                b_RSSI1 = beacon1.get(i).getRssi();
```

```
            }
```

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



```

beaconManager3 = new BeaconManager(getApplicationContext());
beaconManager3.setForegroundScanPeriod(500, 0);
{
beaconManager3.setRangingListener(new BeaconManager.BeaconRangingListener() {
    @Override
    public void onBeaconsDiscovered(BeaconRegion beaconRegion,
List<Beacon> beacon3) {
        for (int i = 0; i < beacon3.size(); i++) {
            b_RSSI3 = beacon3.get(i).getRssi();
        }
    }
});
beaconManager3.connect(new BeaconManager.ServiceReadyCallback() {
    @Override
    public void onServiceReady() {
        beaconManager3.startRanging(new BeaconRegion("beacon-3",
UUID.fromString(_UUIDa), Integer.parseInt(_Major3a), Integer.parseInt(_Minor3a)));
    }
});
}

```

คำสั่งหาค่าเฉลี่ย RSSI โดย time คือ ตัวแปรแทนจำนวนครั้งการหารเฉลี่ย

```

handler2.postDelayed(runnable2 = new Runnable() {
    public void run() {
        handler2.postDelayed(runnable2, delay2);
        sumRSSI1 = b_RSSI1 + sumRSSI1;
        sumRSSI2 = b_RSSI2 + sumRSSI2;
        sumRSSI3 = b_RSSI3 + sumRSSI3;
        if(t == time) {
            RSSI1 = sumRSSI1/time;
            RSSI2 = sumRSSI2/time;
            RSSI3 = sumRSSI3/time;
            PositionRetrofit2Api(RSSI1, RSSI2, RSSI3);
            sumRSSI1=0;
            sumRSSI2=0;
            sumRSSI3=0;
        }
    }
});

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

        t = 1;
    }
    else {
        t++;
    }
}
}, delay2);
}
คำสั่ง ส่ง RSSI และรับ Position
private void PositionRetrofit2Api(double RSSI1,double RSSI2,double RSSI3) {
    final RSSIResponse RSSI = new RSSIResponse(RSSI1,RSSI2,RSSI3);
    Call<RSSIResponse> call1 = apiInterface.Response(RSSI);
    call1.enqueue(new Callback<RSSIResponse>() {
        @Override
        public void onResponse(Call<RSSIResponse> call, Response<RSSIResponse>
response) {
            RSSIResponse rssiResponse = response.body();
            APIposition = rssiResponse.getPosition();
arr_rdo[current_cursor].setBackgroundResource(R.drawable.ic_action_square);
            for (int i = 0 ; i < 111 ; i++) {
                if (position[i].equals(APIposition)){
                    current_cursor = i;
                }
            }
            arr_rdo[current_cursor].setBackgroundColor(0x8D673AB7);
        }
    });

    @Override
    public void onFailure(Call<RSSIResponse> call, Throwable t) {
        Toast.makeText(getApplicationContext(), "onFailure called ",
Toast.LENGTH_SHORT).show();
        call.cancel();
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น; อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
}

```

2) APIClient.java ติดต่อกับ baseUrl ของ sever ซึ่ง baseUrl คือ url หลักที่ทุก API ใช้เหมือนกัน โดย sever ที่ใช้มี baseUrl คือ https://asia-east2-fingerprinting-db.cloudfunctions.net/

```
package com.example.whereamiver2;
import retrofit2.Retrofit;
import retrofit2.converter.gson.GsonConverterFactory;

public class APIClient {
    public static final String BASE_URL = "https://asia-east2 - fingerprinting-
db.cloudfunctions.net/";
    private static Retrofit retrofit = null;
    public static Retrofit getClient() {
        if (retrofit == null) {
            retrofit = new Retrofit.Builder()
                .baseUrl(BASE_URL)
                .addConverterFactory(GsonConverterFactory.create())
                .build();
        }
        return retrofit;
    }
}

```

3) APIInterface.java ในส่วนของ @POST("...") จะเป็น path url คือ position

```
package com.example.whereamiver2.rest;
import com.example.whereamiver2.model.RSSIResponse;
import retrofit2.Call;
import retrofit2.http.Body;
import retrofit2.http.POST;

public interface APIInterface {
    @POST("AvgPosition2")
    Call<RSSIResponse> Response(@Body RSSIResponse RSSI);
}

```

4) RSSIResponse.java Sever มี Parameters ทั้งหมด 4 ตัว คือ RSSI1, RSSI2, RSSI3 และ position ส่งค่า RSSI1, RSSI2 และ RSSI3 โดยเรียกผ่าน method RSSIResponse() รับ

ค่า position โดยเรียกผ่าน method getPosition()

```

package com.example.whereamiver2.model;
import com.google.gson.annotations.SerializedName;
public class RSSIResponse {
    @SerializedName("RSSI1")
    public double RSSI1;
    @SerializedName("RSSI2")
    public double RSSI2;
    @SerializedName("RSSI3")
    public double RSSI3;
    @SerializedName("position")
    public String position;

    public RSSIResponse(double RSSI1,double RSSI2,double RSSI3 ) {
        this.RSSI1 = RSSI1;
        this.RSSI2 = RSSI2;
        this.RSSI3 = RSSI3;
    }

    public String getPosition() {
        return position;
    }
}

```

```

คำสั่งการทำงานของ API โดยใช้ cloud functions
const functions = require('firebase-functions');
const admin = require('firebase-admin');

```

```

admin.initializeApp();

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นหากมีเหตุข้อยกเว้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

const DB = admin.firestore()
const builderFunction = functions.region('asia-east2').https;
var bodyParser = require('body-parser');
const { firestore } = require('firebase-admin');
app.use(bodyParser.json()); // support json encoded bodies
app.use(bodyParser.urlencoded({ extended: true })); // support encoded bodies
app.use(express.json()); // to support JSON-encoded bodies
app.use(express.urlencoded()); // to support URL-encoded bodies

```

```

app.post('/', (req, res) => {
  var beacon1 = req.body.RSSI1;
  var beacon2 = req.body.RSSI2;
  var beacon3 = req.body.RSSI3;
  var i;
  var RSSIDB_1 = [-88.9,-89.9,-82,-88.4,-82.5,-75.6,-74,-68.9,-68.3,-71.6,-70.9,-72.1,-74,
    -81.2,-83.1,-79,-92,-83.3,-87.4,-85,-90,-85,-88.3,-90.2,-89.9,-88.6,-89,-87,-93.1,
    -95.9,-97.1,-94.1,-100.5,-97.8,-98.1,-98.8,-97.7,-95.3,-86.2,-91.2,-83.6,-84.2,-81.3,
    -76.1,-67.5,-65.8,-65.2,-70.6,-70.5,-73.3,-83.9,-77.2,-86.4,-82,-86.1,-90,-86.2,-88.5,
    -94,-93,-87.6,-96,-92,-87.7,-93.8,-91,-100,-100.6,-98.1,-96,-94,-94.4,-96.1,-100,
    -93.1,-89.8,-94.7,-95,-86.8,-82.2,-75.1,-67.6,-67.2,-68.4,-70.7,-73,-77.2,-81.4,-80.6,
    -85.8,-93.9,-87.9,-91,-94.7,-94.9,-93.3,-93.2,-98,-95,-96,-91.6,-98.4,-96.6,-97,-98,
    -98.7,-97.6,-96.4,-100,-103];
  var RSSIDB_2 = [-98,-98.2,-98,-100.3,-101,-99,-95.6,-98,-98.3,-98.4,-94.7,-94.2,-87.8,
    -89.3,-86,-84.8,-82.2,-74.1,-81,-78.9,-77.9,-84.9,-83.4,-87,-86,-84,-87,-88,-86.5,
    -87.8,-89.9,-91.4,-95.9,-93.6,-96.9,-94.7,-95,-95,-98.7,-97,-96.6,-101.7,-98.8,-99.2,
    -97.4,-95.7,-97.8,-92.7,-94.4,-96,-85.4,-90.4,-81.1,-76.8,-74.4,-76,-80.2,-83.6,-84.4,
    -83.6,-82.4,-80.9,-85.7,-89,-89.6,-91.8,-89.2,-87.8,-94.3,-89.1,-97.4,-99.1,-97,-95.3,
    -94.3,-98.2,-96.1,-99,-96.4,-94.1,-97.2,-93.3,-96,-93.6,-90.1,-93.6,-86.8,-81,-87.9,
    -79.9,-84.8,-79.1,-86.2,-84.1,-77.5,-82.1,-87.8,-81,-90.3,-90.9,-86.5,-89.1,-87.1,
    -94.1,-93.3,-92.9,-97,-90.7,-92.5,-95];
  var RSSIDB_3 = [-103,-101,-103,-100,-99,-100.4,-102,-98,-98,-100,-100,-98,-100.8,-101,
    -99,-95.9,-95.7,-97.8,-93.1,-95.6,-88.2,-95.4,-86.3,-91.1,-83,-80.2,-69.2,-78.1,-74.4,
    -69.3,-68.6,-74.5,-82,-82.1,-80.8,-90.4,-84.2,-100,-101,-105,-105,-99.5,-100.2,-97,
    -101.5,-102,-101.4,-99,-99,-98,-99.2,-93,-98,-97,-92.5,-91,-89.5,-87.8,-91,-92,-88.8,
    -95.1,-82.8,-75.9,-68.9,-71.6,-80.7,-69.3,-73.5,-76.3,-78.9,-82.4,-86.3,-85.7,-100,
    -105,-101,-101,-101,-100.6,-101.7,-103,-103,-100.2,-100.9,-97.2,-97,-95,-98.3,

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่... การค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นที่มีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



```

        rms[79],rms[80],rms[81],rms[82],rms[83],rms[84],rms[85],rms[86],rms[87],
        rms[88],rms[89],rms[90],rms[91],rms[92],rms[93],rms[94],rms[95],rms[96],
        rms[97],rms[98],rms[99],rms[100],rms[101],rms[102],rms[103],rms[104],
        rms[105],rms[106],rms[107],rms[108],rms[109]);
    console.log('min_rms', min_rms);
    var index = rms.indexOf(min_rms);
    console.log('index', index);
    res.send({"position":position[index]})
}
catch (error) {
    console.log('Error getting position');
}
}
getPosition();
});
exports.AvgPosition2 = builderFunction.onRequest(app);

```

6. หน้าความผิดพลาดของตำแหน่งเพื่อเก็บข้อมูลตำแหน่งที่ผู้ใช้งานยืนอยู่และตำแหน่งที่ประมาณได้จาก cloud functions จำนวน 5 ครั้งแล้วนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดระยะทางที่แอปพลิเคชันระบุตำแหน่ง คำสั่งสามารถแสดงดังต่อไปนี้

```

package com.example.whereamiver2;
public class PageError extends AppCompatActivity {
    private BeaconManager beaconManager1b;
    private BeaconManager beaconManager2b;
    private BeaconManager beaconManager3b;
    APIInterface apiInterface;
    double RSSI1,RSSI2,RSSI3;
    double sumRSSI1,sumRSSI2,sumRSSI3;
    int b_RSSI1,b_RSSI2,b_RSSI3;
    String APIposition;
    Handler handler = new Handler();
    Runnable runnable;
    int delay = 5000;
    double t=1;
    Handler handler2 = new Handler();
    Runnable runnable2;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

int delay2 = 500;
double time=10;
private FirebaseFirestore db = FirebaseFirestore.getInstance();
public static int t2 = 0;
public static int r = 0;
private static final String TAG = "PageError";
private static final String KEY_API1 = "API_Position1";
private static final String KEY_API2 = "API_Position2";
private static final String KEY_API3 = "API_Position3";
private static final String KEY_API4 = "API_Position4";
private static final String KEY_API5 = "API_Position5";
private static final String KEY_API6 = "API_Position6";
private static final String KEY_API7 = "API_Position7";
private static final String KEY_API8 = "API_Position8";
private static final String KEY_API9 = "API_Position9";
private static final String KEY_API10 = "API_Position10";
private static final String KEY_CURRENT = "Current_Position";
private static final String KEY_TILE = "Tile";
private Button btnUp,btnDown,btnRight,btnLeft;
private Button mSavePosition;
String[] posit = new String[11];
String[] position_Tile = new String[] { "Tile101","Tile201","Tile301","Tile102","Tile202",
"Tile302","Tile103","Tile203","Tile303","Tile104","Tile204","Tile304","Tile105","Tile205",
"Tile305","Tile106","Tile206","Tile306","Tile107","Tile207","Tile307","Tile108","Tile208",
"Tile308","Tile109","Tile209","Tile309","Tile110","Tile210","Tile310","Tile111","Tile211",
"Tile311","Tile112","Tile212","Tile312","Tile113","Tile213","Tile313","Tile114","Tile214",
"Tile314","Tile115","Tile215","Tile315","Tile116","Tile216","Tile316","Tile117","Tile217",
"Tile317","Tile118","Tile218","Tile318","Tile119","Tile219","Tile319","Tile120","Tile220",
"Tile320","Tile121","Tile221","Tile321","Tile122","Tile222","Tile322","Tile123","Tile223",
"Tile323","Tile124","Tile224","Tile324","Tile125","Tile225","Tile325","Tile126","Tile226",
"Tile326","Tile127","Tile227","Tile327","Tile128","Tile228","Tile328","Tile129","Tile229",
"Tile329","Tile130","Tile230","Tile330","Tile131","Tile231","Tile331","Tile132","Tile232",
"Tile332","Tile133","Tile233","Tile333","Tile134","Tile234","Tile334","Tile135","Tile235",
"Tile335","Tile136","Tile236","Tile336","Tile137","Tile237","Tile337" };
private RadioButton mtile101,mtile201,mtile301;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

private RadioButton mtile102,mtile202,mtile302;  
 private RadioButton mtile103,mtile203,mtile303;  
 private RadioButton mtile104,mtile204,mtile304;  
 private RadioButton mtile105,mtile205,mtile305;  
 private RadioButton mtile106,mtile206,mtile306;  
 private RadioButton mtile107,mtile207,mtile307;  
 private RadioButton mtile108,mtile208,mtile308;  
 private RadioButton mtile109,mtile209,mtile309;  
 private RadioButton mtile110,mtile210,mtile310;  
 private RadioButton mtile111,mtile211,mtile311;  
 private RadioButton mtile112,mtile212,mtile312;  
 private RadioButton mtile113,mtile213,mtile313;  
 private RadioButton mtile114,mtile214,mtile314;  
 private RadioButton mtile115,mtile215,mtile315;  
 private RadioButton mtile116,mtile216,mtile316;  
 private RadioButton mtile117,mtile217,mtile317;  
 private RadioButton mtile118,mtile218,mtile318;  
 private RadioButton mtile119,mtile219,mtile319;  
 private RadioButton mtile120,mtile220,mtile320;  
 private RadioButton mtile121,mtile221,mtile321;  
 private RadioButton mtile122,mtile222,mtile322;  
 private RadioButton mtile123,mtile223,mtile323;  
 private RadioButton mtile124,mtile224,mtile324;  
 private RadioButton mtile125,mtile225,mtile325;  
 private RadioButton mtile126,mtile226,mtile326;  
 private RadioButton mtile127,mtile227,mtile327;  
 private RadioButton mtile128,mtile228,mtile328;  
 private RadioButton mtile129,mtile229,mtile329;  
 private RadioButton mtile130,mtile230,mtile330;  
 private RadioButton mtile131,mtile231,mtile331;  
 private RadioButton mtile132,mtile232,mtile332;  
 private RadioButton mtile133,mtile233,mtile333;  
 private RadioButton mtile134,mtile234,mtile334;  
 private RadioButton mtile135,mtile235,mtile335;  
 private RadioButton mtile136,mtile236,mtile336;  
 private RadioButton mtile137,mtile237,mtile337;

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นกรณีมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

RadioButton[] arr_rdo = new RadioButton[111];
int current_cursor=108;
int API_cursor;
int[] rdo_id = new int[]{
    R.id.tile101,R.id.tile201,R.id.tile301,
    R.id.tile102,R.id.tile202,R.id.tile302,
    R.id.tile103,R.id.tile203,R.id.tile303,
    R.id.tile104,R.id.tile204,R.id.tile304,
    R.id.tile105,R.id.tile205,R.id.tile305,
    R.id.tile106,R.id.tile206,R.id.tile306,
    R.id.tile107,R.id.tile207,R.id.tile307,
    R.id.tile108,R.id.tile208,R.id.tile308,
    R.id.tile109,R.id.tile209,R.id.tile309,
    R.id.tile110,R.id.tile210,R.id.tile310,
    R.id.tile111,R.id.tile211,R.id.tile311,
    R.id.tile112,R.id.tile212,R.id.tile312,
    R.id.tile113,R.id.tile213,R.id.tile313,
    R.id.tile114,R.id.tile214,R.id.tile314,
    R.id.tile115,R.id.tile215,R.id.tile315,
    R.id.tile116,R.id.tile216,R.id.tile316,
    R.id.tile117,R.id.tile217,R.id.tile317,
    R.id.tile118,R.id.tile218,R.id.tile318,
    R.id.tile119,R.id.tile219,R.id.tile319,
    R.id.tile120,R.id.tile220,R.id.tile320,
    R.id.tile121,R.id.tile221,R.id.tile321,
    R.id.tile122,R.id.tile222,R.id.tile322,
    R.id.tile123,R.id.tile223,R.id.tile323,
    R.id.tile124,R.id.tile224,R.id.tile324,
    R.id.tile125,R.id.tile225,R.id.tile325,
    R.id.tile126,R.id.tile226,R.id.tile326,
    R.id.tile127,R.id.tile227,R.id.tile327,
    R.id.tile128,R.id.tile228,R.id.tile328,
    R.id.tile129,R.id.tile229,R.id.tile329,
    R.id.tile130,R.id.tile230,R.id.tile330,
    R.id.tile131,R.id.tile231,R.id.tile331,

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อสาธารณะ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

R.id.tile132,R.id.tile232,R.id.tile332,
R.id.tile133,R.id.tile233,R.id.tile333,
R.id.tile134,R.id.tile234,R.id.tile334,
R.id.tile135,R.id.tile235,R.id.tile335,
R.id.tile136,R.id.tile236,R.id.tile336,
R.id.tile137,R.id.tile237,R.id.tile337,
};

final String[] position = new String[] { "(1,1)","(2,1)","(3,1)","(1,2)","(2,2)","(3,2)","(1,3)",
"(2,3)","(3,3)","(1,4)","(2,4)","(3,4)","(1,5)","(2,5)","(3,5)","(1,6)","(2,6)","(3,6)","(1,7)",
"(2,7)","(3,7)","(1,8)","(2,8)","(3,8)","(1,9)","(2,9)","(3,9)","(1,10)","(2,10)","(3,10)",
"(1,11)","(2,11)","(3,11)","(1,12)","(2,12)","(3,12)","(1,13)","(2,13)","(3,13)","(1,14)",
"(2,14)","(3,14)","(1,15)","(2,15)","(3,15)","(1,16)","(2,16)","(3,16)","(1,17)","(2,17)",
"(3,17)","(1,18)","(2,18)","(3,18)","(1,19)","(2,19)","(3,19)","(1,20)","(2,20)","(3,20)",
"(1,21)","(2,21)","(3,21)","(1,22)","(2,22)","(3,22)","(1,23)","(2,23)","(3,23)","(1,24)",
"(2,24)","(3,24)","(1,25)","(2,25)","(3,25)","(1,26)","(2,26)","(3,26)","(1,27)","(2,27)",
"(3,27)","(1,28)","(2,28)","(3,28)","(1,29)","(2,29)","(3,29)","(1,30)","(2,30)","(3,30)",
"(1,31)","(2,31)","(3,31)","(1,32)","(2,32)","(3,32)","(1,33)","(2,33)","(3,33)","(1,34)",
"(2,34)","(3,34)","(1,35)","(2,35)","(3,35)","(1,36)","(2,36)","(3,36)","(1,37)", "(2,37)",
"(3,37)"};

@Override
protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);
    setContentView(R.layout.activity_error);

    Intent a = getIntent();
    final String _UUIda = a.getStringExtra("UUIda");
    final String _Major1a = a.getStringExtra("Major1a");
    final String _Minor1a = a.getStringExtra("Minor1a");
    final String _Major2a = a.getStringExtra("Major2a");
    final String _Minor2a = a.getStringExtra("Minor2a");
    final String _Major3a = a.getStringExtra("Major3a");
    final String _Minor3a = a.getStringExtra("Minor3a");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

for(int i = 0 ; i < rdo_id.length ; i++)
    arr_rdo[i] = (RadioButton)findViewById(rdo_id[i]);
{
    beaconManager1b = new BeaconManager(getApplicationContext());
    beaconManager1b.setForegroundScanPeriod(500, 0);
    {
        beaconManager1b.setRangingListener(new BeaconManager.BeaconRangingListener() {
            @Override
            public void onBeaconsDiscovered(BeaconRegion beaconRegion,
List<Beacon> beacon1) {
                for (int i = 0; i < beacon1.size(); i++) {
                    b_RSSI1 = beacon1.get(i).getRssi();
                }
            }
        });

        beaconManager1b.connect(new BeaconManager.ServiceReadyCallback() {
            @Override
            public void onServiceReady() {
                beaconManager1b.startRanging(new BeaconRegion("beacon-1",
                UUID.fromString(_UIDa), Integer.parseInt(_Major1a), Integer.parseInt(_Minor1a)));
            }
        });
    }
}
{
    beaconManager2b = new BeaconManager(getApplicationContext());
    beaconManager2b.setForegroundScanPeriod(500, 0);
    {
        beaconManager2b.setRangingListener(new BeaconManager.BeaconRangingListener() {
            @Override
            public void onBeaconsDiscovered(BeaconRegion beaconRegion,
List<Beacon> beacon2) {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

    }
    }
});
beaconManager2b.connect(new BeaconManager.ServiceReadyCallback() {
    @Override
    public void onServiceReady() {
        beaconManager2b.startRanging(new BeaconRegion("beacon-2",
        UUID.fromString(_UIDa), Integer.parseInt(_Major2a), Integer.parseInt(_Minor2a)));
    }
});
}
}
beaconManager3b = new BeaconManager(getApplicationContext());
beaconManager3b.setForegroundScanPeriod(500, 0);
{
beaconManager3b.setRangingListener(new BeaconManager.BeaconRangingListener() {
    @Override
    public void onBeaconsDiscovered(BeaconRegion beaconRegion,
List<Beacon> beacon3) {
        for (int i = 0; i < beacon3.size(); i++) {
            b_RSSI3 = beacon3.get(i).getRssi();
        }
    }
});
beaconManager3b.connect(new BeaconManager.ServiceReadyCallback() {
    @Override
    public void onServiceReady() {
        beaconManager3b.startRanging(new BeaconRegion("beacon-3",
        UUID.fromString(_UIDa), Integer.parseInt(_Major3a), Integer.parseInt(_Minor3a)));
    }
});
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และสงวนสิทธิ์ในเนื้อหา ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นหากมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

sumRSSI1 = b_RSSI1 + sumRSSI1;
sumRSSI2 = b_RSSI2 + sumRSSI2;
sumRSSI3 = b_RSSI3 + sumRSSI3;
    if(t == time) {
        RSSI1 = sumRSSI1/time;
        RSSI2 = sumRSSI2/time;
        RSSI3 = sumRSSI3/time;
        PositionRetrofit2Api(RSSI1, RSSI2, RSSI3);
        sumRSSI1=0;
        sumRSSI2=0;
        sumRSSI3=0;
        t = 1;
    }
    else {
        t++;
    }
}
}, delay2);

```

คำสั่ง ควบคุมการแสดงผลตำแหน่งผู้ใช้งาน

```

for(int i = 0 ; i < rdo_id.length ; i++)
    arr_rdo[i] = (RadioButton)findViewById(rdo_id[i]);

```

คำสั่ง ปุ่มทิศทาง

```

btnUp = (Button)findViewById(R.id.btnUp);
btnUp.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    public void onClick(View v) {

```

```

arr_rdo[current_cursor].setChecked(false);
current_cursor = current_cursor - 3;
if (current_cursor < 0){
    current_cursor = 0;
arr_rdo[current_cursor].setChecked(true);}
else if(current_cursor > 110){
    current_cursor = 110;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

        arr_rdo[current_cursor].setChecked(true);}
    else{
        arr_rdo[current_cursor].setChecked(true);}

    if (current_cursor == 78 || current_cursor == 79 ||current_cursor == 80 ||
        current_cursor == 48 || current_cursor == 49 ||current_cursor == 50||
        current_cursor == 18 || current_cursor == 19 ||current_cursor == 20 ){
    }

}

});

btnDown = (Button)findViewById(R.id.btnDown);
btnDown.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    public void onClick(View v) {
        arr_rdo[current_cursor].setChecked(false);
        current_cursor = current_cursor + 3;
        if (current_cursor < 0){
            current_cursor = 0;
            arr_rdo[current_cursor].setChecked(true);}
        else if(current_cursor > 110){
            current_cursor = 108;
            arr_rdo[current_cursor].setChecked(true);}
        else{
            arr_rdo[current_cursor].setChecked(true);}
    }
});

```

```

btnRight = (Button) findViewById(R.id.btnRight);
btnRight.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    public void onClick(View v) {
        arr_rdo[current_cursor].setChecked(false);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้ใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

        arr_rdo[current_cursor].setChecked(true);}
    else if(current_cursor > 110){
        current_cursor = 110;
        arr_rdo[current_cursor].setChecked(true);}
    else{
        arr_rdo[current_cursor].setChecked(true);}
    }
});

```

```

btnLeft = (Button)findViewById(R.id.btnLeft);
btnLeft.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    public void onClick(View v) {
        arr_rdo[current_cursor].setChecked(false);
        current_cursor = current_cursor - 1;
        if (current_cursor < 0){
            current_cursor = 0;
            arr_rdo[current_cursor].setChecked(true);}
        else if(current_cursor > 110){
            current_cursor = 110;
            arr_rdo[current_cursor].setChecked(true);}
        else{
            arr_rdo[current_cursor].setChecked(true);}
    }
});

```

คำสั่ง บันทึกตำแหน่งที่ได้จาก cloud function 5 ครั้ง ลงฐานข้อมูล

```

mSavePosition = findViewById(R.id.savePosition);
mSavePosition.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View v) {
        handler.postDelayed(runnable = new Runnable() {
            public void run() {
                handler.postDelayed(runnable, delay);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

        "3rd Time","4th Time","5th Time","6th Time","7th Time",
        "8th Time","9th Time");
    if (t2 == 5) {
        arr_rdo[current_cursor].setBackgroundColor(0xFFAD35C);
        Map<String, Object> data = new HashMap<>();
        data.put(KEY_API1, posit[1]);
        data.put(KEY_API2, posit[2]);
        data.put(KEY_API3, posit[3]);
        data.put(KEY_API4, posit[4]);
        data.put(KEY_API5, posit[5]);
        data.put(KEY_CURRENT, position[current_cursor]);
        data.put(KEY_TILE, position_Tile[current_cursor]);
        db.collection("DistanceError10th").document(position[current_cursor]).set(data)
            .addOnSuccessListener(new OnSuccessListener<Void>() {
                @Override
                public void onSuccess(Void aVoid) {
                    Toast.makeText(PageError.this, "Position" + " " +
                    position[current_cursor] + " " + "Saved" + "10th Time", Toast.LENGTH_SHORT).show();
                }
            })
            .addOnFailureListener(new OnFailureListener() {
                @Override
                public void onFailure(@NonNull Exception e) {
                    Toast.makeText(PageError.this, "Error" + " " +
                    Toast.LENGTH_SHORT).show();
                    Log.d(TAG, e.toString());
                }
            });
        handler.removeCallbacks(runnable);
        t2=0;
    }
}
}, delay);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น; อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

public void init() {
    mtile101 = findViewById(R.id.tile101); mtile201 = findViewById(R.id.tile201);
    mtile301 = findViewById(R.id.tile301);
    mtile102 = findViewById(R.id.tile102); mtile202 = findViewById(R.id.tile202);
    mtile302 = findViewById(R.id.tile302);
    mtile103 = findViewById(R.id.tile103); mtile203 = findViewById(R.id.tile203);
    mtile303 = findViewById(R.id.tile303);
    mtile104 = findViewById(R.id.tile104); mtile204 = findViewById(R.id.tile204);
    mtile304 = findViewById(R.id.tile304);
    mtile105 = findViewById(R.id.tile105); mtile205 = findViewById(R.id.tile205);
    mtile305 = findViewById(R.id.tile305);
    mtile106 = findViewById(R.id.tile106); mtile206 = findViewById(R.id.tile206);
    mtile306 = findViewById(R.id.tile306);
    mtile107 = findViewById(R.id.tile107); mtile207 = findViewById(R.id.tile207);
    mtile307 = findViewById(R.id.tile307);
    mtile108 = findViewById(R.id.tile108); mtile208 = findViewById(R.id.tile208);
    mtile308 = findViewById(R.id.tile308);
    mtile109 = findViewById(R.id.tile109); mtile209 = findViewById(R.id.tile209);
    mtile309 = findViewById(R.id.tile309);
    mtile110 = findViewById(R.id.tile110); mtile210 = findViewById(R.id.tile210);
    mtile310 = findViewById(R.id.tile310);
    mtile111 = findViewById(R.id.tile111); mtile211 = findViewById(R.id.tile211);
    mtile311 = findViewById(R.id.tile311);
    mtile112 = findViewById(R.id.tile112); mtile212 = findViewById(R.id.tile212);
    mtile312 = findViewById(R.id.tile312);
    mtile113 = findViewById(R.id.tile113); mtile213 = findViewById(R.id.tile213);
    mtile313 = findViewById(R.id.tile313);
    mtile114 = findViewById(R.id.tile114); mtile214 = findViewById(R.id.tile214);
    mtile314 = findViewById(R.id.tile314);
    mtile115 = findViewById(R.id.tile115); mtile215 = findViewById(R.id.tile215);
    mtile315 = findViewById(R.id.tile315);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นโดยคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี การค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อผู้อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาต และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

mtile117 = findViewById(R.id.tile117); mtile217 = findViewById(R.id.tile217);
mtile317 = findViewById(R.id.tile317);
mtile118 = findViewById(R.id.tile118); mtile218 = findViewById(R.id.tile218);
mtile318 = findViewById(R.id.tile318);
mtile119 = findViewById(R.id.tile119); mtile219 = findViewById(R.id.tile219);
mtile319 = findViewById(R.id.tile319);
mtile120 = findViewById(R.id.tile120); mtile220 = findViewById(R.id.tile220);
mtile320 = findViewById(R.id.tile320);
mtile121 = findViewById(R.id.tile121); mtile221 = findViewById(R.id.tile221);
mtile321 = findViewById(R.id.tile321);
mtile122 = findViewById(R.id.tile122); mtile222 = findViewById(R.id.tile222);
mtile322 = findViewById(R.id.tile322);
mtile123 = findViewById(R.id.tile123); mtile223 = findViewById(R.id.tile223);
mtile323 = findViewById(R.id.tile323);
mtile124 = findViewById(R.id.tile124); mtile224 = findViewById(R.id.tile224);
mtile324 = findViewById(R.id.tile324);
mtile125 = findViewById(R.id.tile125); mtile225 = findViewById(R.id.tile225);
mtile325 = findViewById(R.id.tile325);
mtile126 = findViewById(R.id.tile126); mtile226 = findViewById(R.id.tile226);
mtile326 = findViewById(R.id.tile326);
mtile127 = findViewById(R.id.tile127); mtile227 = findViewById(R.id.tile227);
mtile327 = findViewById(R.id.tile327);
mtile128 = findViewById(R.id.tile128); mtile228 = findViewById(R.id.tile228);
mtile328 = findViewById(R.id.tile328);
mtile129 = findViewById(R.id.tile129); mtile229 = findViewById(R.id.tile229);
mtile329 = findViewById(R.id.tile329);
mtile130 = findViewById(R.id.tile130); mtile230 = findViewById(R.id.tile230);
mtile330 = findViewById(R.id.tile330);
mtile131 = findViewById(R.id.tile131); mtile231 = findViewById(R.id.tile231);
mtile331 = findViewById(R.id.tile331);
mtile132 = findViewById(R.id.tile132); mtile232 = findViewById(R.id.tile232);
mtile332 = findViewById(R.id.tile332);
mtile133 = findViewById(R.id.tile133); mtile233 = findViewById(R.id.tile233);
mtile333 = findViewById(R.id.tile333);
mtile134 = findViewById(R.id.tile134); mtile234 = findViewById(R.id.tile234);
mtile334 = findViewById(R.id.tile334);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

        mtile135 = findViewById(R.id.tile135); mtile235 = findViewById(R.id.tile235);
        mtile335 = findViewById(R.id.tile335);
        mtile136 = findViewById(R.id.tile136); mtile236 = findViewById(R.id.tile236);
        mtile336 = findViewById(R.id.tile336);
        mtile137 = findViewById(R.id.tile137); mtile237 = findViewById(R.id.tile237);
        mtile337 = findViewById(R.id.tile337);
    }

```

```

private void PositionRetrofit2Api(double RSSI1,double RSSI2,double RSSI3) {
    final RSSIResponse RSSI = new RSSIResponse(RSSI1,RSSI2,RSSI3);
    Call<RSSIResponse> call1 = apiInterface.Response(RSSI);
    call1.enqueue(new Callback<RSSIResponse>() {
        @Override
        public void onResponse(Call<RSSIResponse> call, Response<RSSIResponse>
response) {
            RSSIResponse rssiResponse = response.body();
            APIposition = rssiResponse.getPosition();
            arr_rdo[API_cursor].setBackgroundResource(R.drawable.ic_action_square);
            for (int i = 0 ; i < 111 ; i++) {
                if (position[i].equals(APIposition)){
                    API_cursor = i;
                }
            }
            arr_rdo[API_cursor].setBackgroundColor(0x8D673AB7);
        }
    }
}

```

```

@Override
public void onFailure(Call<RSSIResponse> call, Throwable t) {
    Toast.makeText(getApplicationContext(), "onFailure called ",
Toast.LENGTH_SHORT).show();
    Log.e("Retrofit2Api", "Failure ");
    call.cancel();
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การวิเคราะห์ข้อมูลจากฐานข้อมูล คำนวณระยะทางจากปีคอนตัวที่ 1, 2 และ 3 เพื่อใช้ คำนวณหา  $n$  และ  $P_0$  จากแบบจำลองรีเกรสชันเชิงเส้น คำนวณหา  $\bar{P}_r$  จากแบบจำลองการสูญเสียเชิงวิถึ และ  $p_r$  เป็นสมาชิกของผลกระทบจากแบบจำลองการจางหายหลายวิถึ คำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คำนวณหาระยะทางมากที่สุดระหว่างปีคอนกับโทรศัพท์มือถือ เขียนกราฟ  $n$  และ  $P_0$  เมื่อทำได้เวอร์ชิตีแบบใหม่ กราฟ PDF และ CDF ของผลกระทบจากการจางหายหลายวิถึ กราฟส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเมื่อทำได้เวอร์ชิตีแบบใหม่ และกราฟระยะทางมากที่สุดระหว่างปีคอนกับโทรศัพท์มือถือเมื่อทำได้เวอร์ชิตีแบบใหม่ คำสั่งสามารถแสดงดังต่อไปนี้

```

beacon1=9;
beacon2=19;
beacon3=29;
D1 = zeros(37,3);
D2 = zeros(37,3);
D3 = zeros(37,3);
for i=1:37
    for j=1:3
        D1(i,j)=sqrt((0.6*(3.5-j)+0.165)^2+(abs(i-beacon1)*0.6)^2);
        D2(i,j)=sqrt((0.6*(j-0.5)+0.155)^2+(abs(i-beacon2)*0.6)^2);
        D3(i,j)=sqrt((0.6*(3.5-j)+0.165)^2+(abs(i-beacon3)*0.6)^2);
    end
end

```

```

BD11 = zeros(110,2);
BD12 = zeros(110,2);
BD13 = zeros(110,2);
BD21 = zeros(110,2);
BD22 = zeros(110,2);
BD23 = zeros(110,2);
BD31 = zeros(110,2);
BD32 = zeros(110,2);
BD33 = zeros(110,2);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม ผู้ใช้ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

for j = 1:3
    if ~isnan(B11(i,j))
        index = index+1;
        BD11(index,1) = D1(i,j);
        BD11(index,2) = B11(i,j);
        BD12(index,1) = D1(i,j);
        BD12(index,2) = B12(i,j);
        BD13(index,1) = D1(i,j);
        BD13(index,2) = B13(i,j);

        BD21(index,1) = D2(i,j);
        BD21(index,2) = B21(i,j);
        BD22(index,1) = D2(i,j);
        BD22(index,2) = B22(i,j);
        BD23(index,1) = D2(i,j);
        BD23(index,2) = B23(i,j);

        BD31(index,1) = D3(i,j);
        BD31(index,2) = B31(i,j);
        BD32(index,1) = D3(i,j);
        BD32(index,2) = B32(i,j);
        BD33(index,1) = D3(i,j);
        BD33(index,2) = B33(i,j);
    end
end
end

B1 = [BD11;BD21;BD31];
B2 = ([BD11;BD21;BD31]+[BD12;BD22;BD32])/2;
B3 = ([BD11;BD21;BD31]+[BD12;BD22;BD32]+[BD13;BD23;BD33])/3;

d = 0.1:0.01:100;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่...  
 $A1 = \text{inv}([\text{sum}(\log_{10}(B1(:,1)) \wedge 2) \text{sum}(\log_{10}(B1(:,1))); \text{sum}(\log_{10}(B1(:,1)) \text{length}(B1(:,1)))] * [\text{sum}(\log_{10}(B1(:,1)) * B1(:,2)); \text{sum}(B1(:,2))]);$   
 ...

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

A2 = inv([sum(log10(B2(:,1)).^2) sum(log10(B2(:,1))); sum(log10(B2(:,1)))
length(B2(:,1))]*[sum(log10(B2(:,1)).*B2(:,2)); sum(B2(:,2))]);
A3 = inv([sum(log10(B3(:,1)).^2) sum(log10(B3(:,1))); sum(log10(B3(:,1)))
length(B3(:,1))]*[sum(log10(B3(:,1)).*B3(:,2)); sum(B3(:,2))]);

nm = [A1(1) A2(1) A3(1)]/-10;
pm = [A1(2) A2(2) A3(2)];

```

```

figure(4)
subplot(2,1,1)
plot(1:3,nm,'k')
ylabel('n')
axis([1 10 1.5 2.5])
subplot(2,1,2)
plot(1:3,pm,'k')
xlabel('Number of time diversity')
ylabel('P_0')
axis([1 10 -75 -65])

```

```

figure(1)
semilogx(B10(:,1),B10(:,2),'ok',d,A10(1)*log10(d)+A10(2),'k')
axis([0.1 100 -110 -50])
xlabel('Distance (m)')
ylabel('RSS (dBm)')
legend('Measurement','Path loss model')

```

```

C1 = B1(:,2) -(A1(1) *log10(B1(:,1)) +A1(2));
C2 = B2(:,2) -(A2(1) *log10(B2(:,1)) +A2(2));
C3 = B3(:,2) -(A3(1) *log10(B3(:,1)) +A3(2));

```

```

m1 = mean(C1);
m2 = mean(C2);
m3 = mean(C3);

```

```

i=[m1 m2 m3];

```

```

v1 = var(C1,1);

```

```

v2 = var(C2,1);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

v3 = var(C3,1);
v=[v1 v2 v3];
st = sqrt([v1 v2 v3]
aa = randn(1,1e7);
ss = zeros(1,10);
for i = 1:2
    aa = [aa;randn(1,1e7)];
end
ss(1) = std(aa(1,:),1);
for i = 2:3
    ss(i) = std(mean(aa(1:i,:),1);
end

```

```

figure(5)
plot(1:3,ss,'k')
xlabel('Number of time diversity')
ylabel('\sigma (dB)')

```

```

x = linspace(-30,30,100);
p1 = 1/sqrt(2*pi*v1)*exp(-(x-m1).^2/(2*v1));
p2 = 1/sqrt(2*pi*v2)*exp(-(x-m2).^2/(2*v2));
h1 = 0.5+0.5*erf((x-m1)/sqrt(2*v1));
h2 = 0.5+0.5*erf((x-m2)/sqrt(2*v2));

```

```

X = linspace(-30,30,25);
P1 = hist(C1,X);
P1 = P1/trapz(X,P1);

```

```

figure(2)
bar(X,P1,1,'w')
hold on

```

```

plot(x,p1,'k')
hold off
xlabel('Multipath fading effect (dB)')

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
ylabel('PDF')
axis([-30 30 0 0.1])
```

```
H1 = sort(C1).';
x1 = (1:length(C1))/length(C1);
H1 = [-20 H1];
x1 = [0 x1];
H1 = [H1 20];
x1 = [x1 1];
```

```
figure(3)
plot(H1,x1,'k','x,h1','k:')
axis([-20 20 0 1])
xlabel('Effect of multipath fading (dB)')
ylabel('CDF')
legend('Measurement','Gaussian')
```

```
En = zeros(1,10);
Es=1;
dmax = zeros(1,10);
for i = 1:3
    pr = st(i)*randn(1,1e7);
    E = abs(1-10.^(pr/(10*nm(i))));
    En(i) = mean(E);
```

```
    dmax(i) = Es/En(i);
```

```
end
```

```
figure(6)
plot(1:3,dmax,'k')
xlabel('Number of time diversity')
ylabel('dmax (m)')
```

```
figure(7)
plot(1:3,En,'k')
xlabel('Number of time diversity')
ylabel('Mean of normalized distance error (m)')
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.