แอปพลิเคชันสำหรับรับชมผลงานศิลปะในพิพิธภัณฑ์

APPLICATION FOR WATCHING ARTWORK IN MUSEUMS

โดย

นายรังสิมันตุ์ ศรมณี

นายสถาพร งามประเสริฐ

นายสยมพล คำพรมมา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

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.

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.

แอปพลิเคชันสำหรับรับชมผลงานศิลปะในพิพิธภัณฑ์

APPLICATION FOR WATCHING ARTWORK IN MUSEUMS

โดย

นายรังสิมันตุ์	**ศรมณี**	**60010853**
นายสถาพร	**งามประเสริฐ**	**60011010**
นายสยมพล	**คำพรมมา**	**60011020**

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. สมเกียรติ ฤกษ์วรัญญู

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ผศ.ดร. กฤษณ์ วงรุจิระ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

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.

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2563

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง แอปพลิเคชันสำหรับรับชมผลงานศิลปะในพิพิธภัณฑ์

APPLICATION FOR WATCHING ARTWORK IN MUSEUMS

ผู้จัดทำ

1.	นายรังสิมันตุ์	ศรมณี	60010853
2.	นายสถาพร	งามประเสริฐ	60011010
3.	นายสยมพล	คำพรมมา	60011020

..... **อาจารย์ที่ปรึกษา**

(ผศ.ดร.สมเกียรติ ฤกษ์วรัญญู)

..... **อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม**

(ผศ.ดร.กฤษณ์ วงรุจิระ)

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.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ เรื่อง แอปพลิเคชันสำหรับรับชมผลงานศิลปะในพิพิธภัณฑ์ นี้สามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากได้รับการอนุเคราะห์จากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ฤกษ์วรัญญู และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์ วงรุจิระ ที่คอยให้คำแนะนำและสั่งสอนประโยชน์มากมายในการสร้างสรรค์ผลงาน ขอขอบพระคุณท่านในความหวังดีและห่วงใยที่มีให้แก่ผู้จัดทำเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่คอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและให้กำลังใจแก่ผู้จัดทำเสมอมา จนกระทั่งปริญญานิพนธ์นี้ดำเนินมาถึงเป้าหมายที่วางไว้ หากมีข้อบกพร่องประการใดผู้จัดทำยินดีน้อมรับคำติชมจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ ในการพัฒนาต่อไป

นายรังสิมันตุ์ ศรมณี
นายสถาพร งามประเสริฐ
นายสยมพล คำพรมมา
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.

แอปพลิเคชันสำหรับรับชมผลงานศิลปะในพิพิธภัณฑ์

APPLICATION FOR WATCHING ARTWORK IN MUSEUMS

โดย นายรังสิมันตุ์ ศรมณี 60010853
นายสถาพร งามประเสริฐ 60011010
นายสยมพล คำพรมมา 60011020

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ฤกษ์วรัญญู
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์ วงรุจิระ

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับรับชมผลงานศิลปะในพิพิธภัณฑ์โดยใช้เทคโนโลยีไร้สาย ซึ่งผู้เข้าชมจะติดตั้งแอปพลิเคชันก่อนเข้าชมเพื่อที่จะได้รับข้อมูลมัลติมีเดียขณะรับชมผลงานศิลปะนั้น โดยแอปพลิเคชันจะระบุตำแหน่งของผู้เข้าชมว่าอยู่ตำแหน่งของผลงานศิลปะใดภายในพิพิธภัณฑ์แล้วเทียบกับตำแหน่งของผลงานศิลปะนั้นในฐานข้อมูล จากนั้นแอปพลิเคชันจะดาวน์โหลดข้อมูลมัลติมีเดียของผลงานศิลปะนั้นมาแสดงในสมาร์ทโฟนของผู้เข้าชม แอปพลิเคชันนี้จะช่วยให้ผู้เข้าชมมีความหลากหลายและมีความเป็นส่วนตัวในการชมผลงานศิลปะ และแอปพลิเคชันนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เกี่ยวกับงานนำเสนอที่มีผู้เข้าชมจำนวนมากหรือที่ต้องนำเสนอหลายครั้งได้

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.

ABSTRACT

This thesis is a design application for viewing works of art in museums using wireless technology. In which visitors will install applications before visiting in order to receive multimedia information while viewing the artwork. The application will determine the location of the visitor's work of art within the museum and then compare the position of that artwork in the database. The application will then download the multimedia information of the artwork and display it on the visitor's phone. This app will provide visitors with a variety and privacy to view the artworks. And the app can be applied to presentations that are crowded or that require multiple presentations.

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

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

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ		II
สารบัญ		IV
สารบัญรูป		VII
สารบัญตาราง		XI
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	1
	1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	**3**
	2.1 พิพิธภัณฑ์ศิลปะ	3
	2.2 การรับชมผลงานศิลปะ	3
	2.3 บลูทูธ (BLUETOOTH)	5
	2.4 เทคนิคการระบุตำแหน่งแบบ FINGERPRINT	5
	2.5 การเรียนรู้ของเครื่อง (MACHINE LEARNING)	7
	2.6 อัลกอริทึมวิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-NEAREST NEIGHBORS ALGORITHM)	9
	2.7 GOOGLE CLOUD PLATFORM	12
	2.8 FIREBASE	13
	2.9 MQTT (MQ TELEMETRY TRANSPORT)	14
	2.10 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (ANDROID)	15
	2.11 ภาษาจาวา (JAVA)	17
	2.12 ภาษาคอทลิน (KOTLIN)	19

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
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	**19**
	2.13 ภาษาไพทอน (PYTHON)	19
	2.14 VISUAL STUDIO CODE	19
	2.15 ANDROID STUDIO	20
	2.16 ARDUINO IDE	20
	2.17 ESP-32S NODE-MCU	21
บทที่ 3	**การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์**	**22**
	3.1 การออกแบบ	22
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	30
	3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	30
บทที่ 4	**ผลการทดลอง**	**37**
	4.1 ผลการทดสอบแอปพลิเคชัน	37
	4.2 ผลการทดสอบการทำงานของ MQTT	46
	4.3 ผลการทดสอบการทำงานของโปรแกรมฝั่งเซิร์ฟเวอร์	47
	4.4 ผลการทดลองรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของตัวส่งสัญญาณที่ทำการติดตั้งสายอากาศภายนอก	50
	4.5 ผลการทดลองเพื่อหารูปแบบการติดตั้งสายอากาศายนอก	52
	4.6 ผลการทดลองวัดค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับเพื่อทำเป็นชุดข้อมูลสำหรับแบบจำลอง	57
	4.7 ผลการทดลองวัดความแม่นยำของการระบุตำแหน่งเพื่อหาจำนวนตัวส่งสัญญาณ	66
	4.8 ผลการทดลองความแม่นยำของแบบจำลองในการระบุตำแหน่งจากชุดข้อมูล	68

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
บทที่ 4	**ผลการทดลอง**	**69**
	4.9 ผลการทดลองการใช้แอปพลิชันในการรับชมผลงานศิลปะ	69
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**71**
	5.1 สรุปผล	71
	5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	71
บรรณานุกรม		**73**
ภาคผนวก ก	ภาพสถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	76
ภาคผนวก ข	โค้ดสำหรับการทำงานของโปรแกรมฝั่งเซิร์ฟเวอร์	80
ภาคผนวก ค	โค้ดสำหรับสัญญาณบลูทูธพลังงานต่ำของตัวส่งสัญญาณ	84

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	เทคนิคการระบุตำแหน่งแบบ FINGERPRINT	7
2.2	หนังประเภทโรแมนติกและแอคชัน	10
2.3	วิธีการหาระยะห่าง	11
2.4	CLOUD STORAGE FOR FIREBASE	13
2.5	สถาปัตยกรรมแอนดรอยด์	16
3.1	บล็อกไดอะแกรมของระบบ	22
3.2	ผังงานการทำงานของแอปพลิเคชันสำหรับการทดสอบวัดค่าความแรงสัญญาณของบลูทูธที่สามารถรับได้	23
3.3	ผังงานการทำงานของแอปพลิเคชันสำหรับแสดงมัลติมีเดียและตำแหน่งของผู้ใช้	25
3.4	COMPUTE ENGINE บน GOOGLE CLOUD PLATFORM	26
3.5	การติดตั้ง MQTT BROKER โดยใช้ SECURE SHELL TERMINAL ของคอมพิวเตอร์เสมือน	26
3.6	การเพิ่มชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของ MQTT BROKER	27
3.7	การปิดการเข้าใช้งานแบบไม่ระบุชื่อของ MQTT BROKER	28
3.8	แผนผังการทำงานของโปรแกรมฝั่งเซิร์ฟเวอร์	29
3.9	การวางตัวส่งสัญญาณที่ติดตั้งสายอากาศภายนอกในระนาบ X-Y	31
3.10	การวางตัวส่งสัญญาณที่ติดตั้งสายอากาศภายนอกในระนาบ X-Z	31
3.11	ตำแหน่งการวัดค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับ	32
3.12	การติดตั้งสายอากาศภายนอกทำมุมกับแนวระดับ 45 องศา	32
3.13	การติดตั้งสายอากาศภายนอกทำมุมกับแนวระดับ 90 องศา	33
3.14	ตำแหน่งการวัดค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับจากตัวส่งสัญญาณเพื่อทำเป็นชุดข้อมูล	34
3.15	ตำแหน่งการวัดความแม่นยำของการระบุตำแหน่งจากตัวส่งสัญญาณ 4 ตัว	34
3.16	ตำแหน่งการวัดความแม่นยำของการระบุตำแหน่งจากตัวส่งสัญญาณ 6 ตัว	35

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
3.17	ตำแหน่งการวัดความแม่นยำของแบบจำลองการระบุตำแหน่ง	35
3.18	ตำแหน่งการการทดลองใช้แอปพลิชันในการรับชมผลงานศิลปะ	36
4.1	หน้าแสดงผลของแอปพลิเคชันสำหรับการทดสอบวัดค่าความแรงสัญญาณบลูทูธที่สามารถรับได้	38
4.2	หน้าแสดงผลของ FIREBASE REALTIME DATABASE	38
4.3	หน้าต่างเริ่มต้นขณะมีการขออนุญาตผู้ใช้ให้เปิดสัญญาณบลูทูธ	39
4.4	หน้าต่างเริ่มต้น	40
4.5	หน้าต่างแสดงผลงานศิลปะ	40
4.6	หน้าต่างแสดงตำแหน่งของผู้ใช้งานภายในอาคาร	41
4.7	หน้าต่างแสดงผลงานศิลปะขณะได้รับตำแหน่งของผู้ใช้ที่อยู่ตำแหน่งเดียวกันกับผลงาน	41
4.8	หน้าต่างแสดงผลงานศิลปะขณะได้รับตำแหน่งของผู้ใช้ที่อยู่ตำแหน่งเดียวกันกับผลงาน	42
4.9	หน้าต่างแสดงตำแหน่งของผู้ใช้งานภายในอาคารขณะได้รับตำแหน่งของผู้ใช้ที่อยู่ตำแหน่งเดียวกันกับผลงาน	42
4.10	หน้าต่างแสดงตำแหน่งของผู้ใช้งานภายในอาคารขณะได้รับตำแหน่งของผู้ใช้ที่อยู่ตำแหน่งเดียวกันกับผลงาน	43
4.11	แถบค้นหา	43
4.12	หน้าต่างแสดงตำแหน่งของผลงานที่ถูกค้นหา	44
4.13	ปุ่มพัก	45
4.14	ปุ่มเล่น	45
4.15	ปุ่มเล่นซ้ำ	46
4.16	การ PUBLISH ข้อความไปที่หัวข้อ “TEST”	46
4.17	การ SUBSCRIBE ข้อความจากหัวข้อ “TEST”	47
4.18	ตรวจสอบการเชื่อมต่อ MQTT BROKER ด้วยโปรแกรม WIRESHARK	47

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
4.19	ตรวจสอบ SUBSCRIBE REQUEST ด้วยโปรแกรม WIRESHARK	48
4.20	ตรวจสอบการ SUBSCRIBE ข้อมูล ด้วยโปรแกรม WIRESHARK	48
4.21	ตรวจสอบการ PUBLISH ข้อมูล ด้วยโปรแกรม WIRESHARK	49
4.22	ผลการรันโปรแกรมฝั่งเซิร์ฟเวอร์	49
4.23	ร้อยละความแม่นยำของแบบจำลอง	50
4.24	รูปแบบแพร่กระจายคลื่นของตัวส่งสัญญาณที่ติดตั้งสายอากาศภายนอกในระนาบ X-Y	51
4.25	รูปแบบแพร่กระจายคลื่นของตัวส่งสัญญาณที่ติดตั้งสายอากาศภายนอกในระนาบ X-Z	51
4.26	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 63 มุมสายอากาศภายนอก 45 องศา	52
4.27	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 43 มุมสายอากาศภายนอก 45 องศา	53
4.28	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 13 มุมสายอากาศภายนอก 45 องศา	53
4.29	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 41 มุมสายอากาศภายนอก 45 องศา	54
4.30	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 63 มุมสายอากาศภายนอก 90 องศา	55
4.31	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 43 มุมสายอากาศภายนอก 90 องศา	55
4.32	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 13 มุมสายอากาศภายนอก 90 องศา	56

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
4.33	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 41 มุมสายอากาศภายนอก 90 องศา	56
4.34	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 11	57
4.35	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 12	58
4.36	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 13	58
4.37	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 21	59
4.38	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 22	59
4.39	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 23	60
4.40	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 31	60
4.41	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 32	61
4.42	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 33	61
4.43	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 41	62
4.44	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 42	62
4.45	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 43	63
4.46	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 51	63
4.47	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 52	64
4.48	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 53	64
4.49	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 61	65
4.50	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 62	65
4.51	ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 63	66

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

หน้า

ตารางที่

2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดข้อมูลและชนิดการเรียนรู้ 8

2.2 หนังประเภทโรแมนติกและแอคชัน 9

2.3 ระยะห่างระหว่างจุด 12

2.4 คุณสมบัติของ ESP-32S NODE-MCU 21

4.1 ตำแหน่งและร้อยละความแม่นยำจากตัวส่งสัญญาณ 4 ตัว 67

4.2 ตำแหน่งและร้อยละความแม่นยำจากตัวส่งสัญญาณ 6 ตัว 68

4.3 ตำแหน่งและร้อยละความแม่นยำของแบบจำลองในการระบุตำแหน่ง 69

4.4 ตำแหน่งและร้อยละความแม่นยำการใช้แอปพลิเคชันในการรับชม ผลงานศิลปะ 70

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

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

ศิลปะเป็นศาสตร์อีกแขนงหนึ่งที่มีความสำคัญต่อสังคมทุกระดับชั้น เพราะศิลปะเป็นตัวช่วยในการขัดเกลาจิตใจอย่างหนึ่งของมนุษย์ หากพูดถึงศิลปะหลายคนอาจจะมองถึงการวาดภาพ การสร้างสรรค์ผลงานศิลปะสักชิ้นไม่ว่าจะเป็นแบบทำเองหรือทำผ่านคอมพิวเตอร์แต่แท้จริงแล้วศิลปะที่เราไปชมผลงานศิลปะตามพิพิธภัณฑ์ก็นับว่าเป็นศิลปะเหมือนกัน หากเราไปชมผลงานศิลปะที่พิพิธภัณฑ์หลายครั้งเรามักจะไม่เข้าใจผลงานตรงหน้าว่าคืออะไร มีความหมายอย่างไร ยิ่งเป็นศิลปะร่วมสมัยแล้วยิ่งเข้าใจยากขึ้น ซึ่งบางพิพิธภัณฑ์ก็มีคำบรรยายผลงานประกอบไปด้วย ชื่อภาพ ชื่อศิลปิน แรงบันดาลใจในการทำงานศิลปะ ซึ่งการมีคำบรรยายใต้ผลงานทำให้มีข้อจำกัด คือ สามารถอ่านคำบรรยายได้ทีละคนซึ่งคนอื่นไม่สามารถอ่านคำบรรยายภาพได้พร้อมกัน อาจจะทำให้คนที่ไปชมผลงานศิลปะนั้นชมผลงานไม่ครบถ้วนเนื่องจากไม่อยากรอชมผลงานต่อจากคนอื่น หรือไม่มีความเป็นส่วนตัวในการชมผลงาน จึงแก้ปัญหาโดยการสร้างแอปพลิเคชันเพื่อชมผลงานศิลปะในพิพิธภัณฑ์โดยใช้เทคโนโลยีไร้สาย แอปพลิเคชันนี้จะช่วยให้ผู้เข้าชมมีทางเลือกในการชมที่หลากหลายและมีความเป็นส่วนตัวในการชมผลงานศิลปะมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้เข้าชมมีความรู้และความเข้าใจในผลงานศิลปะมากยิ่งขึ้น
2. เพื่อให้ผู้เข้าชมมีความเป็นส่วนตัวในการรับชมผลงานศิลปะ
3. เพื่อศึกษาการส่งสัญญาณของเทคโนโลยีไร้สาย
4. เพื่อศึกษาการสร้างแอปพลิเคชัน

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.

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ออกแบบและสร้างแอปพลิเคชันสำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับรับชมผลงานศิลปะในพิพิธภัณฑ์ โดยแอปพลิเคชันจะรับสัญญาณจากตัวส่งสัญญาณ (ESP-32S Node-MCU) แล้วทำการระบุตำแหน่ง เพื่อระบุว่าผู้เข้าชมอยู่ตรงกับตำแหน่งผลงานศิลปะใดจากนั้นแอปพลิเคชันจะแสดงมัลติมีเดียของผลงานศิลปะนั้น ทั้งนี้ผู้เข้าชมสามารถทราบตำแหน่งของตนเองภายในพิพิธภัณฑ์

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 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการสร้างแอปพลิเคชันสำหรับรับชมผลงานศิลปะในพิพิธภัณฑ์ด้วยเทคนิคการระบุตำแหน่งภายในอาคาร จึงต้องมีการศึกษาหลักการเกี่ยวกับพิพิธภัณฑ์ศิลปะ การรับชมผลงานศิลปะ บลูทูธ เทคนิคการะบุตำแหน่งแบบ Fingerprint การเรียนรู้ของเครื่องจักร อัลกอริทึมวิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด Google Cloud Platform Firebase MQTT ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ภาษาจาวา ภาษาคอทลิน ภาษาไพทอน Visual Studio Code แอนดรอยด์ สตูดิโอ Arduino IDE และ ESP-32S Node-MCU ซึ่งจะถูกอธิบายในส่วนต่อไปนี้

2.1 พิพิธภัณฑ์ศิลปะ

พิพิธภัณฑ์ศิลปะ เป็นอาคารที่ใช้สำหรับในการแสดงนิทรรศการศิลปะที่ให้ศิลปินนำผลงานที่สร้างสรรค์มาให้ประชาชนได้รับชม โดยส่วนมากพิพิธภัณฑ์ศิลปะจะแสดงผลงานด้านจิตรกรรม ประติมากรรม ภาพพิมพ์ ภาพถ่าย โดยพิพิธภัณฑ์ศิลปะเป็นจุดนัดพบของศิลปินและผู้เข้าชมได้พบกันเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเรื่องผลงานศิลปะกัน

2.2 การรับชมผลงานศิลปะ

การรับชมผลงานศิลปะในพิพิธภัณฑ์จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการปฏิบัติตามข้อกำหนดหรือระเบียบอย่างเคร่งครัด เพื่อไม่ให้ผลงานศิลปะได้รับความเสียหายเพื่อให้ผู้เข้าชมสามารถมีผลงานศิลปะได้ยาวนานขึ้น ซึ่งมีข้อกำหนดดังนี้

2.2.1 งดถ่ายภาพ

ผลงานศิลปะบางชิ้นมีการทำปฏิกิริยากับแสงแฟลชจนก่อให้เกิดการเสื่อมสภาพได้ พิพิธภัณฑ์บางแห่งจึงต้องมีการจัดแสงให้มืดอยู่ตลอด และบางครั้งอุปกรณ์ช่วยถ่ายภาพอาจทำให้กีดขวางผู้อื่น

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 งดสัมผัสวัตถุจัดแสดง

ส่วนประกอบบางอย่างในผลงานศิลปะอาจเปลี่ยนรูปได้หากมีการสัมผัส อาจทำให้ผลงานศิลปะเป็นรอยนิ้วมือหรือเกิดรอยขีดข่วนได้บางชิ้นงานหากมีการสัมผัสอาจทำให้แตกหักเสียหายได้

2.2.3 งดส่งเสียงดังและวิ่งเล่นภายในอาคาร

พิพิธภัณฑ์ศิลปะถือเป็นพื้นที่ส่วนรวม การส่งเสียงดังอาจไปสร้างความรบกวนให้แก่ผู้อื่นได้ และการวิ่งหรือการไม่ระมัดระวังอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุกับตัวผลงานศิลปะหรือผู้อื่นได้

2.2.4 งดนำสัมภาระเข้าไปในส่วนจัดแสดง

การนำสัมภาระขนาดใหญ่เข้าไปชมผลงานศิลปะอาจเป็นการรบกวนผู้อื่นได้ เพราะจะทำให้เกิดการบดบังขณะรับชมผลงานศิลปะ และยังเสี่ยงต่อการสร้างความเสียหายให้กับผลงานศิลปะได้

2.2.5 งดสูบบุหรี่หรือรับประทานอาหารในส่วนจัดแสดง

การกระทำดังกล่าวล้วนเป็นพฤติกรรมเสี่ยงที่อาจทำให้เกิดความเสียหายกับผลงานศิลปะได้ แม้แต่การแสดงผลงานศิลปะภายนอกอาคารก็ไม่ควรทำพฤติกรรมดังกล่าวใกล้บริเวณแสดงผลงาน

2.2.6 อยู่ในระยะที่เหมาะสม

ผลงานศิลปะขนาดใหญ่การยืนอยู่ในระยะที่เหมาะสมอาจทำให้สามารถรับชมผลงานได้อย่างชัดเจน และอาจจะไม่เป็นการรบกวนผู้อื่น

2.2.7 แต่งกายสุภาพ

บางพิพิธภัณฑ์จะอนุญาตให้เข้าได้เฉพาะผู้ที่แต่งกายสุภาพ ดังนั้นควรแต่งกายให้สุภาพตามหลักสากล เช่น เสื้อผ้ามิดชิด ร้องเท้าปิดส้น บางครั้งการแต่งกายอาจขึ้นอยู่วัฒนธรรมท้องถิ่นอีกด้วย

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.

2.2.8 ศึกษาคู่มือก่อนเข้าชมนิทรรศการ

การอ่านคู่มือก่อนเข้าชมผลงานศิลปะจะช่วยให้เราสามารถชมลงานศิลปะได้อย่างไร้กังวล เพราะในแต่ละที่มีข้อกำหนดหรือระเบียบที่แตกต่างกัน และยังอาจทำให้ผู้เข้าชมเข้าใจในผลงานศิลปะมากขึ้น

2.3 บลูทูธ (Bluetooth)

เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารตามมาตรฐาน IEEE 802.15.1 เป็นการติดต่อสื่อสารแบบไร้สายในการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยจะใช้สัญญาณวิทยุความถี่ในช่วง 2.400-2.4835 GHz แบ่งออกเป็น 79 ช่องสัญญาณแต่ช่องสัญญาณจะมีช่องสัญญาณ 1 MHz และจะใช้ช่องสัญญาณที่แบ่งนี้ เพื่อส่งข้อมูลสลับช่องไปมา 1,600 ครั้งต่อ 1 วินาที โดยมีระบบป้องกัน โดยใช้การป้อนรหัสก่อนการเชื่อมต่อและป้องกันการดักสัญญาณระหว่างสื่อสาร โดยระบบจะสลับช่องสัญญาณไปมา (Frequency Hopping Spread Spectrum) จะมีความสามารถในการเลือกเปลี่ยนความถี่ที่ใช้ในการติดต่อเองอัตโนมัติ โดยที่ไม่จำเป็นต้องเรียงตามหมายเลขช่อง ทำให้การดักฟังหรือลักลอบขโมยข้อมูลทำได้ยากขึ้น

2.4 เทคนิคการระบุตำแหน่งแบบ Fingerprint

การระบุตำแหน่งของผู้ใช้อัตโนมัติประกอบด้วยการประมาณตำแหน่งของผู้ใช้ (ละติจูด ลองจิจูด และระดับความสูง) โดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยปกติจะเป็นโทรศัพท์มือถือ ปัญหา การระบุตำแหน่งภายนอกอาคารสามารถแก้ไขได้อย่างแม่นยำด้วยการรวมเซนเซอร์ GPS ไว้ในอุปกรณ์มือถือ การระบุตำแหน่งในอาคารยังคงเป็นปัญหาอยู่เนื่องจากการสูญเสียสัญญาณ GPS ในสภาพแวดล้อมภายในอาคาร แต่ด้วยการใช้การสื่อสารแบบไร้สายอย่างแพร่หลายในสภาพแวดล้อมภายในอาคารการวางตำแหน่งตาม Wi-Fi หรือระบบเครือข่ายไร้สาย (WLAN) จึงได้รับความนิยมในการแก้ปัญหาการระบุตแหน่งภายในอาคาร ระบบกำหนดตำแหน่งบน WLAN ใช้ค่าตัวบ่งชี้ความแรงของสัญญาณที่ได้รับ (RSSI) หนึ่งในเทคนิคที่ได้รับความนิยม คือ การระบุตำแหน่งแบบ Fingerprint technique

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.

Fingerprint technique เป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในการนำมาใช้เพื่อระบุตำแหน่งภายในอาคาร โดยหลักการทำงาน คือการนำค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับ (RSSI) ณ ตำแหน่งของผู้ใช้งานอยู่ขณะนั้นมาทำการเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลที่มีการวัดค่าไว้ก่อนหน้านี้แล้ว เพื่อที่จะทำการระบุตำแหน่งให้ตรงกับโหนดเป้าหมายได้อย่างถูกต้องและเกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ข้อดีอย่างหนึ่งของวิธีการนี้ คือไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่มีราคาสูงซึ่งเหมาะสมกับการใช้งานภายในอาคาร Fingerprint technique เป็นเทคนิคหนึ่งที่ใช้ในการระบุตำแหน่ง ซึ่งมีลักษณะการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

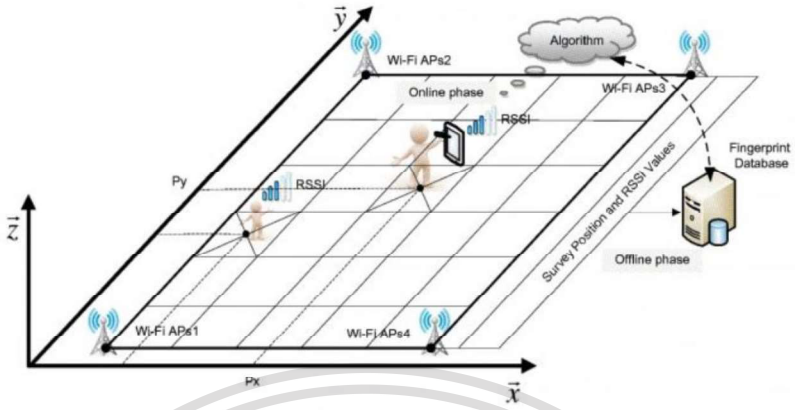
2.4.1 ระยะออฟไลน์ (Offline Phase)

เป็นระยะเก็บข้อมูล วิธีการ คือจะทำการกำหนดตำแหน่ง (Grid Point) ให้คลุมพื้นที่ที่ต้องการจะระบุตำแหน่ง จากนั้นทำการเก็บค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับของแต่ละ Access Point ในบริเวณที่ต้องการ ซึ่ง Fingerprint technique ข้อดี คือได้ค่าที่เป็นไปได้ใกล้เคียงกับการเก็บข้อมูลจริง แต่ข้อเสีย คือใช้เวลาในการเก็บข้อมูลมาก

2.4.2 ระยะออนไลน์ (Online Phase)

เป็นระยะที่ใช้ในการทดสอบ วิธีการคือ ทำการวัดค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับที่ตำแหน่ง ณ ขณะนั้นแล้วนำค่าที่ได้มาทำการเปรียบเทียบกับค่าที่เราเก็บไว้ในระยะเก็บข้อมูลแล้วทำการประมวลผลเพื่อที่จะได้ตำแหน่งของผู้ใช้ออกมา ข้อเสียของวิธีนี้ คือเมื่อสภาพแวดล้อมของสถานที่เปลี่ยนไป เช่น การเคลื่อนย้ายเฟอร์นิเจอร์ภายในห้องจะทำให้ Fingerprint ของตำแหน่งนั้นเปลี่ยนไป ซึ่งจำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลใหม่ทุกครั้งและมีความไม่แน่นอนของสัญญาณ เช่น เมื่อมีผู้คนเดินในพื้นที่จะทำให้กระทบต่อความแรงสัญญาณ ทำให้ข้อมลูที่เก็บได้อาจไม่แม่นยำเมื่อนำมาใช้งานจริง

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 2.1 เทคนิคการระบุตำแหน่งแบบ Fingerprint

2.5 การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)

เป็นสาขาย่อยของสิ่งที่เรียกว่า ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence : AI) ที่มีความสามารถของระบบไอทีในการหาหนทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยการจดจำรูปแบบในฐานข้อมูล กล่าวอีกนัยหนึ่ง การเรียนรู้ของเครื่องช่วยให้ระบบไอทีรู้จักรูปแบบบนพื้นฐานของอัลกอริทึมและชุดข้อมูลที่มีอยู่เพื่อพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ดังนั้นในการเรียนรู้ของเครื่อง ความรู้ประดิษฐ์ (Artificial knowledge) จึงถูกสร้างขึ้นบนพื้นฐานของประสบการณ์เพื่อให้ซอฟต์แวร์สามารถสร้างโซลูชันได้อย่างอิสระจำเป็นต้องมีการกระทำก่อนหน้านี้ของมนุษย์ นั่นก็คือการป้อนชุดอัลกอริทึมและข้อมูลที่จำเป็นลงในระบบล่วงหน้า รวมถึงกฎการวิเคราะห์ตามลำดับเพื่อการจดจำรูปแบบต่าง ๆ (Patterns) ในข้อมูลที่ถูกจัดเก็บไว้ เมื่อทั้งสองขั้นตอนนี้เสร็จสิ้นระบบจึงจะสามารถแสดงผลกาทำงานของการเรียนรู้ของเครื่องได้

การเรียนรู้ของเครื่องทำงานด้วยการป้อนชุดข้อมูลและชุดคำสั่งต่าง ๆ คอมพิวเตอร์จะถูกใช้งานเพื่อเรียนรู้ (Learn) เพื่อจำแนกแยกแยะวัตถุต่าง บุคคลและสิ่งของต่าง ๆ และเพื่อแยกความแตกต่างระหว่างกัน ด้วยเหตุนี้ซอฟต์แวร์จึงถูกเสริมด้วยข้อมูล (Data) และการฝึกฝน (Training) โดยก่อนที่จะนำชุดข้อมูลไปทำการวิเคราะห์ด้วยการเรียนรู้ด้วยเครื่องแล้วก็ต้องมาเรียนรู้ถึงความแตกต่างของชุดข้อมูลแต่ละแบบ ดังตารางที่ 2.1

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 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดข้อมูลและชนิดการเรียนรู้

	Supervised Learning	Unsupervised Learning
Continuous	Classification or Categorization	Clustering
Discrete	Regression	Dimensionality Reduction

จากตารางที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ของชนิดข้อมูลและชนิดการเรียนรู้ โดยชนิดข้อมูลแบ่งได้ 2 ลักษณะคือ ข้อมูลแบบต่อเนื่องและข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง และจะสามารถแบ่งชนิดการเรียนรู้ได้ ดังนี้

2.5.1 Supervised Learning

เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องประเภทการเรียนรู้แบบมีผู้สอน มีหลักการเรียนรู้จากข้อมูลนำเข้าที่จัดเตรียมไว้ก่อนหน้า ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลคุณลักษณะและข้อมูลคำตอบ จากนั้นจึงทำการทำนายผลลัพธ์ (Output Data) จากสิ่งที่ได้เรียนรู้ด้วยลักษณะ ในบางครั้งการทำนายนี้ทำให้ในขั้นตอนการเรียนรู้ต้องอาศัยข้อมูลจำนวนมากเพื่อให้ได้ผลการทำนายที่แม่นยำ โดยข้อมูลที่ใช้สำหรับการเรียนรู้จะต้องมีคุณสมบัติที่สนับสนุนการเรียนรู้และการแก้ปัญหา ในขั้นตอนการเรียนรู้ของเครื่องนั้นจะดำเนินการโดยใช้อัลกอริทึมที่เหมาะสมกับลักษณะของปัญหาที่ต้องการแก้ไข จนกระทั่งได้แบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับสร้างเป็นแบบจำลอง หลังจากขั้นตอนการเรียนรู้ของเครื่อง แบบจำลองที่ได้จะถูกนำมาประยุกต์ใช้งาน โดยการนำชุดข้อมูลอีกหนึ่งชุดเรียกว่าชุดข้อมูลทดสอบเข้าสู่แบบจำลองเพื่อทำนายผลลัพธ์

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.

2.5.2 Unsupervised Learning

เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องประเภทการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน มีหลักการเรียนรู้จากข้อมูลนำเข้าที่มีเพียงข้อมูลคุณลักษณะเท่านั้น โดยการเรียนรู้และการทำนายผลนั้นจะอาศัยการจำแนกและสร้างรูปแบบจากข้อมูลนำเข้าโดยจะไม่มีการกำหนดผลลัพธ์ที่ได้ล่วงหน้า เทคนิคที่นิยมได้แก่ การลดมิติของข้อมูล (Dimensionality Reduction) และการจัดกลุ่ม (Clustering)

2.6 อัลกอริทึมวิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbors Algorithm)

ขั้นตอนวิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbors Algorithm) เป็นการเรียนรู้ของเครื่องประเภท Supervised แบบ Classification จำเป็นต้องมีชุดข้อมูล (Data Set) ที่มีคำตอบ (Label) กำหนดมาด้วย โดยเทคนิคนี้จะตัดสินใจว่าประเภทใดที่จะแทนเงื่อนไขหรือกรณีใหม่ ๆ ได้บ้าง โดยการตรวจสอบจำนวนบางจำนวน (K) ในขั้นตอนวิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด ของเงื่อนไขหรือกรณีเหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยจะหาผลรวมของจำนวนเงื่อนไขหรือกรณีต่าง ๆ สำหรับแต่ละประเภท และกำหนดเงื่อนไขใหม่ ๆ ให้ประเภทที่เหมือนกันกับประเภทที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด

ชุดตัวอย่างคือหนังเรื่องต่าง ๆ ที่แบ่งประเภทไว้แล้วพร้อมระบุจำนวนคุณลักษณะจำนวนฉากจูบและฉากต่อสู้ ดังนี้

ตารางที่ 2.2 หนังประเภทโรแมนติกและแอคชัน

เรื่อง	จำนวนฉากจูบ	จำนวนฉากต่อสู้	ประเภท
Titanic	10	2	โรแมนติก
Me Before You	8	3	โรแมนติก
Call Me By Your Name	9	5	โรแมนติก
Avengers Endgame	2	15	แอคชัน
The Fast & Furious 8	3	13	แอคชัน
After We Collided	9	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.

หนัง After We Collided ที่ไม่ทราบประเภทอยู่ใกล้กับหนังเรื่อง Call Me By Your name นั่นคือหนังทั้งสองเรื่องทีจำนวนฉากต่อสู้และฉากจูบใกล้เคียงกันมากที่สุด เพราะว่าหนังเรื่อง Call Me By Your Name เป็นหนังโรแมนติก จึงอนุมานได้ว่าหนัง After We Collided ควรเป็นหนังโรแมนติก เพราะว่าการจำแนกประเภทอาศัยการเทียบเคียงกับข้อมูลตัวที่อยู่ใกล้สุด จึงเรียกวิธีการนี้ว่า Nearest Neighbors ดังรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 หนังประเภทโรแมนติกและแอคชัน

2.6.1 อัลกอริทึมสำหรับวิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด

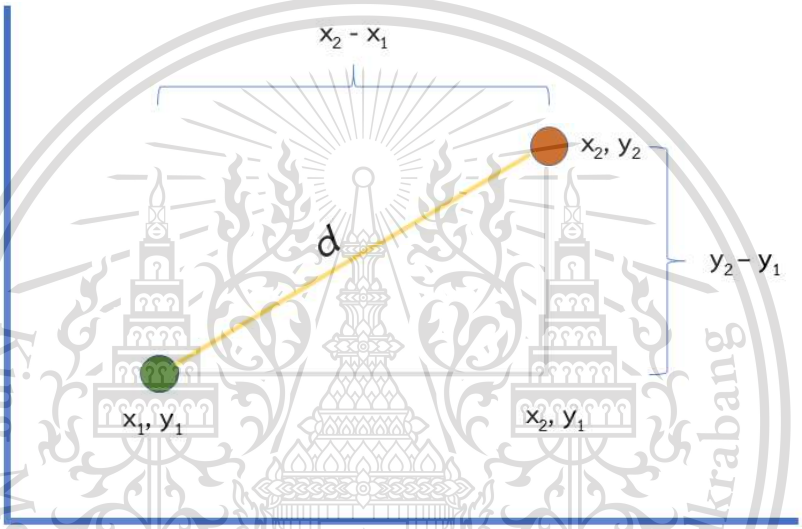
การกำหนดจำนวน K กรณีที่มีคุณลักษณะให้พิจารณาสองอย่าง เช่น จำนวนฉากต่อสู้และจำนวนฉากจูบ ควรเลือก K ให้เป็นเลขคี่ เช่น 3, 5, ... เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาที่ข้อมูลที่เป็นได้ทั้งสองประเภท เช่น หากเลือก K = 4 (เลขคู่) ย่อมมีโอกาสที่ข้อมูลที่จะทดสอบอยู่ใกล้ข้อมูล 2 ตัวที่มาจากประเภท A และอยู่ใกล้ข้อมูลอีก 2 ตัวที่มาจากประเภท B ที่นำไปสู่ข้อสรุปที่ไม่ลงตัวว่าสุดท้ายจะเป็นประเภท A หรือ B

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.

2.6.2 สมการเพื่อวัดระยะห่างระหว่างจุด

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

d : *ระยะห่างระหว่างจุด*



รูปที่ 2.3 วิธีการหาระยะห่าง

เมื่อพิจารณาที่ K = 3 จึงได้ว่าหนังเรื่อง After We Collided มีระยะห่างใกล้สุดสามอันดับคือ Call Me By Your Name, Me Before You และ Titanic จึงสรุปได้ว่าหนังเรื่อง After We Collided เป็นหนังประเภทโรแมนติก

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 2.3 ระยะห่างระหว่างจุด

เรื่อง	จำนวนฉากจูบ	จำนวนฉากต่อสู้	ระยะทาง	ประเภท
Titanic	10	2	$\sqrt{(10-9)^2+(2-4)^2}=\sqrt{5}$	โรแมนติก
Me Before You	8	3	$\sqrt{(8-9)^2+(3-4)^2}=\sqrt{2}$	โรแมนติก
Call Me By Your Name	9	5	$\sqrt{(9-9)^2+(5-4)^2}=1$	โรแมนติก
Avengers Endgame	2	15	$\sqrt{(2-9)^2+(15-4)^2}=\sqrt{140}$	แอคชัน
The Fast & Furious 8	3	13	$\sqrt{(3-9)^2+(13-4)^2}=\sqrt{117}$	แอคชัน
After We Collided	9	4	0	?

2.7 Google Cloud Platform

ระบบคลาวด์แพลตฟอร์มที่ให้บริการลักษณะเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยกูเกิล ซึ่งมีข้อดีคือไม่จำเป็นต้องลงทุนกับเซิร์ฟเวอร์และฮาร์ดแวร์ มีผู้ดูแลให้ตลอด 24 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังมีบริการที่แยกย่อยออกไปอีกมากมายให้เลือกใช้งาน ไม่ว่าจะเป็น Compute Engine, Storage & Databases Big Data, API Platform and Ecosystems, Machine Learning, Identity & Security และอื่น ๆ

2.7.1 Compute Engine on Google Cloud Platform

เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้คุณสร้างและเรียกใช้คอมพิวเตอร์เสมือนของกูเกิล โดยสามารถปรับเพิ่มหรือลดประสิทธิภาพของตัว Hardware ต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ และสามารถนำผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ของ Google Cloud Platform มาใช้งานด้วยกันได้

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.

2.8 Firebase

แพลตฟอร์มที่รวบรวมเครื่องมือต่าง ๆ สำหรับการจัดการในส่วนของ Backend หรือ Server side ซึ่งทำให้สามารถสร้างแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังลดเวลาและค่าใช้จ่ายของการทำ Server side

Firebase เป็นโปรเจคที่ถูกออกแบบมาให้เป็น Application Programming Interface (API) และ Cloud Storage สำหรับพัฒนาแอปพลิเคชันแบบเรียลไทม์ รองรับหลายแพลตฟอร์ม โดยที่ Firebase ถูกสร้างขึ้นจากคุณสมบัติเสริมว่านักพัฒนาสามารถปรับแต่งเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน

2.8.1 Cloud Storage for Firebase

เป็นบริการที่สามารถอัปโหลดและดาวน์โหลดไฟล์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และปลอดภัยบน Google Cloud Storage รูปภาพ วิดีโอ ไฟล์เสียงและไฟล์ประเภทอื่น ๆ ได้

รูปที่ 2.4 Cloud Storage for Firebase

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.

2.9 MQTT (MQ Telemetry Transport)

เป็นโพรโทคอลที่ออกแบบมาเพื่อการเชื่อมต่อแบบ M2M (Machine-to-Machine) คือ อุปกรณ์ติดต่อหรือสื่อสารกับอุปกรณ์ โดยเป็นส่วนหนึ่งของเทคโนโลยี IoT (Internet of Things)

2.9.1 ส่วนประกอบในการทำงานของ MQTT

2.9.1.1 ผู้ส่ง (Publisher)

มีหน้าที่ในการส่งข้อมูลหรือข้อความไปยังตัวกลาง (MQTT Broker) โดยสิ่งที่ส่งจะประกอบด้วย หัวข้อ (Topic) และข้อความ (Message)

2.9.1.2 ผู้รับ (Subscriber)

มีหน้าที่คือเชื่อมต่อกับตัวกลางและติดตามหัวข้อให้ตรงกับผู้ส่งหากตรงกันเมื่อผู้ส่งส่งข้อความมาผู้รับก็จะสามารถรับข้อความนั้นได้

2.9.1.3 ตัวกลาง (MQTT broker)

มีหน้าที่รับข้อความจากผู้ส่งและกระจายให้กับผู้ติดตามที่มีหัวข้อตรงกับผู้ส่งเท่านั้น

2.9.2 MQTT Quality of Service

Quality of Service ใน MQTT แบ่งได้ 3 ระดับคือ

2.9.2.1 อย่างมากหนึ่งครั้ง (At Most Once) หรือ QoS 0

เป็นการส่งที่ไม่รับรองว่าข้อความที่ส่งไปนั้นจะไปถึงฝั่งรับหรือไม่ เนื่องจากหากผู้ส่ง Publish ข้อความด้วย QoS 0 ตัวกลางจะไม่มีการตอบรับว่าได้ Publish ข้อความไปให้ผู้รับหรือไม่ ซึ่งในด้านผู้รับหากได้รับข้อความจากตัวกลางก็ไม่ต้องส่งการตอบรับกลับไปให้ตัวกลาง ทำให้ QoS 0 เป็นการส่งที่รวดเร็วที่สุด

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.

2.9.2.2 อย่างน้อยหนึ่งครั้ง (At Least Once) หรือ QoS 1

เป็นการส่งที่รับรองว่าข้อความจะถูกส่งไปถึงผู้รับแน่นนอนอย่างน้อย 1 ครั้ง ซึ่งการส่งลักษณะนี้ผู้ส่งจะเก็บข้อความไว้จนกว่าจะได้รับการตอบรับจากผู้รับ ในกรณี Publish ตัวกลางจะต้อง Publish ไปยังผู้รับอย่างน้อย 1 ครั้งจึงจะสามารถส่งแพ็กเกตตอบรับกลับไปยังผู้ส่งได้ ในกรณี Subscribe ตัวกลางจะเก็บข้อความไว้จนกว่า ผู้รับจะตอบรับกลับทำให้ผู้ส่งจะทราบว่าข้อความถึงผู้รับแล้ว ผู้ส่งจึงสามารถลบข้อความออกได้

2.9.2.3 หนึ่งครั้งเท่านั้น (Exactly Once) หรือ QoS 2

เป็นการส่งที่รับรองว่าข้อความจะส่งถึงผู้รับเพียง 1 ครั้งเท่านั้นเป็นบริการที่ปลอดภัยที่สุดของโพรโทคอล MQTT แต่ก็ส่งได้ช้าสุดด้วยเช่นกันเนื่องจากผู้ส่งและผู้รับต้องส่งแพ็กเกตควบคุมไปกลับถึงสองรอบ

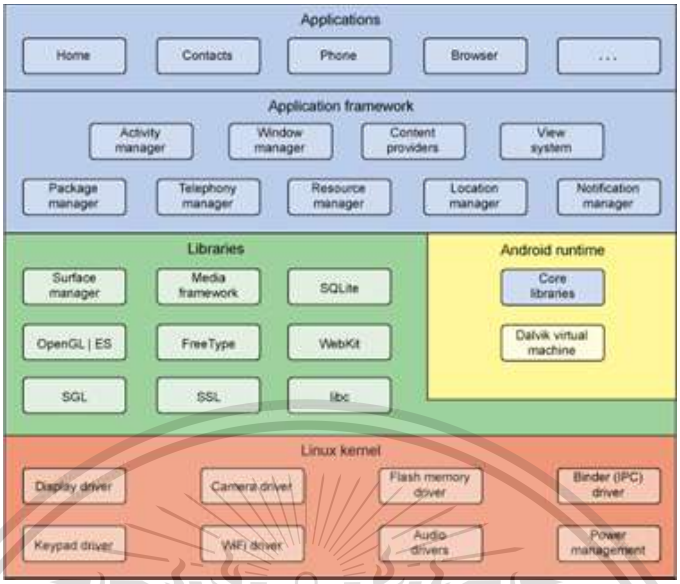
2.10 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android)

เป็นระบบปฏิบัติการแบบเปิดเผยซอฟต์แวร์ต้นฉบับ (Open Source) โดยบริษัทกูเกิล ซึ่งพัฒนามาจากระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux)

2.10.1 สถาปัตยกรรมแอนดรอยด์ (Android Architecture)

จากรูปที่ 2.5 เป็นการแสดงส่วนประกอบที่มีความเกี่ยวเนื่องกันของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

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.



รูป 2.5 สถาปัตยกรรมแอนดรอยด์

2.10.1.1 ชั้นแอปพลิเคชัน (Application)

ชั้นนี้จะเป็นชั้นที่อยู่บนสุดของโครงสร้างสถาปัตยกรรมแอนดรอยด์ซึ่งเป็นส่วนของแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมาใช้งาน

2.10.1.2 ชั้นแอปพลิเคชันเฟรมเวิร์ค (Application Framework Layer)

ในชั้นนี้จะอนุญาตให้นักพัฒนาสามารถเข้าเรียกใช้งานโดยผ่าน API ซึ่งระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้ออกแบบไว้เพื่อลดความซ้ำซ้อนในการใช้งาน Application Component โดยในชั้นนี้ประกอบด้วยแอปพลิเคชันเฟรมเวิร์ค ดังนี้

1.) View System เป็นส่วนที่ใช้ในการควบคุมการทำงานสำหรับการสร้างแอปพลิเคชัน

2.) Location Manager เป็นส่วนที่จัดการเกี่ยวกับตำแหน่งของอุปกรณ์พกพาเคลื่อนที่

3.) Content Provider เป็นส่วนที่ใช้ควบคุมการเข้าถึงข้อมูลที่มีการใช้งานร่วมกันระหว่างแอปพลิเคชันที่แตกต่างกัน

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.) Resource Manager เป็นส่วนที่จัดการข้อมูลต่าง ๆ ที่ไม่ใช่ส่วนของโค้ดโปรแกรม

5.) Notification Manager เป็นส่วนที่ควบคุมเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่แสดงบนแถบสถานะ

6.) Activity Manager เป็นส่วนควบคุม Life Cycle ของแอปพลิเคชัน

2.10.1.3 ชั้นไลบรารี (Library)

แอนดรอยด์ได้รวบรวมกลุ่มของไลบรารีต่าง ๆ ที่สำคัญและมีความจำเป็นเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับนักพัฒนาและง่ายต่อการพัฒนาโปรแกรม

2.10.1.4 ชั้นลีนุกซ์เคอร์เนล (Linux Kernel)

ส่วนของลีนุกซ์เคอร์เนลนี้จะทำหน้าที่เป็น Hardware Abstraction Layer กล่าวคือเป็นตัวกลางระหว่างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่อยู่ถัดขึ้นไป และทำหน้าที่บริหารจัดการทรัพยากรต่าง ๆ ของเครื่อง

2.11 ภาษาจาวา (Java)

ภาษาจาวา (Java) คือภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมที่สนับสนุนการเขียนเชิงวัตถุ (OOP : Object-Oriented Programming) โปรแกรมที่เขียนขึ้นถูกสร้างภายในคลาส ดังนั้นคลาสคือ ที่เก็บขั้นตอนหรือพฤติกรรม ซึ่งมีสถานะและรูปพรรณประจำพฤติกรรม ซึ่งคุณสมบัติของภาษาจาวามีดังนี้

1.) ภาษาจาวามีรูปแบบการเขียนใกล้เคียงกับภาษา C++

2.) วิธีการเขียนโปรแกรมที่เน้นความสนใจไปที่การออกแบบและสร้างวัตถุ (Object) ก่อนรวมถึงการกระทำและการใช้งานของวัตถุ

3.) ภาษาจาวา มี Network Library ที่ช่วยให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถสร้างโปรแกรมการติดต่อสื่อสารโดยใช้ระบบอินเทอร์เน็ตผ่านโพรโทคอล TCP/IP

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.) โปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้นโดยภาษาจาวาจะมีความทนทานต่อความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นระหว่างเขียนโปรแกรมและในขณะที่ทำงาน ตัวแปรภาษาจาวาออกแบบให้มีการตรวจสอบโปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้นอย่างละเอียด

5.) ภาษาจาวาถูกออกแบบมาเพื่อรองรับการเติบโตของระบบอินเทอร์เน็ต โดยให้ความสำคัญเรื่องความปลอดภัยเป็นหลัก เนื่องจากระบบอินเทอร์เน็ตเป็นระบบที่ทำให้โปรแกรมไวรัสสามารถใช้ระบบอินเทอร์เน็ตในการแพร่กระจายตัวเองได้ หรือการเข้าใช้ระบบคอมพิวเตอร์โดยไม่ได้รับอนุญาต ซึ่งอาจสร้างความเสียหายอย่างร้ายแรง ดังนั้นภาษาจาวาได้มีกลไกป้องกันสิ่งที่อาจทำให้ระบบเกิดความเสียหายจากภายนอก

6.) โปรแกรมที่สร้างโดยภาษาจาวาแล้วสามารถนำไปใช้ได้กับระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์เกือบทุกประเภท

7.) ภาษาจาวาได้กำหนดให้ชนิดของตัวแปรเดียวกันในระบบปฏิบัติการที่ต่างกันมีขนาดเท่ากัน ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมไม่ต้องกังวลในข้อผิดพลาดที่อาจเกิดจากขนาดของตัวแปรไม่เท่ากัน ในกรณีที่โปรแกรมทำงานในระบบปฏิบัติการต่างชนิดกัน

8.) โปรแกรมที่เกิดจากภาษาจาวาไม่สามารถทำงานได้ด้วยตัวเอง ต้องอาศัยตัวแปรคำสั่ง ซึ่งจะต้องถูกติดตั้งไว้ก่อนล่วงหน้า ต่างจากภาษาอื่นที่โปรแกรมที่ถูกสร้างขึ้นสามารถทำงานได้ด้วยตัวเองได้

9.) ผู้เขียนโปรแกรมสามารถใช้ภาษาจาวา เขียนโปรแกรมแบบ Multithreading ได้ง่ายกว่าภาษา C หรือ C++

10.) ภาษาจาวา มี Library Program จำนวนมาก ซึ่งสามารถเพิ่มเติมได้โดยไม่มีผลกระทบกับ Library Program ที่มีอยู่เดิม ทำให้เกิดความคล่องตัวในการพัฒนาโปรแกรมอย่างต่อเนื่อง

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.

2.12 ภาษาคอทลิน (Kotlin)

ภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมที่พัฒนาต่อยอดมาจากภาษาจาวา ซึ่งพัฒนาขึ้นมาโดย JetBrains บริษัทที่พัฒนา Integrated Development Environment (IDE) ที่เรารู้จักกันดีคือ IntelliJ IDEA และ Android Studio เวอร์ชันในปัจจุบัน ซึ่งภาษาคอทลินมีจุดเด่นคือสามารถใช้งานแทนภาษาจาวาได้และลดการเขียนโค้ดโดยยังสามารถใช้งานร่วมกับเฟรมเวิร์คของภาษาจาวาได้

2.13 ภาษาไพทอน (Python)

ภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระดับสูง ถูกออกแบบมาให้เป็นภาษาสคริปต์ที่อ่านง่าย โดยตัดความซับซ้อนของโครงสร้างและไวยกรณ์ของภาษาออกไป ในส่วนของการแปลงชุดคำสั่งที่เราเขียนให้เป็นภาษาเครื่องไพทอน มีการทำงานแบบ Interpreter คือเป็นการแปลชุดคำสั่งทีละบรรทัด เพื่อป้อนเข้าสู่หน่วยประมวลผลให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่เราต้องการ นอกจากนั้นภาษาโปรแกรมไพทอน ยังสามารถนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมได้หลากหลายประเภท โดยไม่ได้จำกัดอยู่ที่งานเฉพาะทางใดทางหนึ่ง (General-purpose language) จึงทำให้มีการนำไปใช้กันแพร่หลายในหลายองค์กรใหญ่ระดับโลก

ไพทอน คือภาษาโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยไม่ยึดติดกับแพลตฟอร์ม กล่าวคือ สามารถรันภาษาไพทอน ได้ทั้งบนระบบ Unix, Linux, Windows NT, Windows 2000 Windows XP หรือแม้แต่ระบบ FreeBSD ภาษานี้เป็น Open Source ทำให้ทุกคนสามารถที่จะนำภาษาไพทอนมาพัฒนาโปรแกรมของเราได้ฟรีโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย และความเป็น Open Source ทำให้มีคนเข้ามาช่วยกันพัฒนาให้ภาษาไพทอนมีความสามารถสูงขึ้น และใช้งานได้ครอบคลุมกับทุกลักษณะงาน

2.14 Visual Studio Code

หรือ VS Code เป็นโปรแกรมประเภท Editor ใช้ในการแก้ไขโค้ดที่มีขนาดเล็ก แต่มีประสิทธิภาพสูง เป็น Open Source โปรแกรมจึงสามารถนำมาใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย เหมาะสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมที่ต้องการใช้งานหลายแพลตฟอร์ม รองรับการใช้งานทั้งบนระบบปฏิบัติการ Windows, macOS และ Linux รองรับหลายภาษาในตัว และสามารถเชื่อมต่อกับ Git ได้ง่าย สามารถนำมาใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อนมีเครื่องมือและส่วนขยายต่าง ๆ

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.

ให้เลือกใช้มากมาย รองรับการเปิดใช้งานได้หลายภาษาและ มีส่วน Debugger และ Commands

2.15 Android Studio

เป็นเครื่องมือ IDE จากกูเกิลไว้สำหรับพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์โดยเฉพาะ โดยพัฒนาจากแนวคิดพื้นฐานมาจาก IntelliJ IDEA ซึ่งคล้ายกับการทำงานของ Eclipse และ Android ADT Plugin โดยวัตถุประสงค์ของ Android Studio คือการพัฒนาเครื่องมือ IDE ที่สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งในด้านการออกแบบ Graphic User Interface (GUI) ช่วยให้สามารถดูตัวอย่างแอปพลิเคชัน โดยไม่ต้องทำการรันแอปพลิเคชันบนโปรแกรมจำลอง

2.16 Arduino IDE

Arduino Integrated Development Environment เป็นโปรแกรมที่ออกแบบมาเพื่อให้ง่ายต่อการเขียนซอฟต์แวร์สำหรับแพลตฟอร์ม Open Source นี้ แพลตฟอร์ม Arduino เป็นแพลตฟอร์มอิเล็กทรอนิกส์ยอดนิยมที่ออกแบบมาเพื่อลดความซับซ้อนของกระบวนการออกแบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การใช้งานทั่วไป ได้แก่ หุ่นยนต์เทคโนโลยีการปรับปรุงบ้านคอมพิวเตอร์ที่สวมใส่ได้และแอปพลิเคชันอิเล็กทรอนิกส์ที่แปลกใหม่ สิ่งประดิษฐ์ Arduino ส่วนใหญ่ได้รับการพัฒนาโดยใช้ Arduino IDE

Arduino IDE มักใช้โดยโปรแกรมเมอร์เพื่อเร่งกระบวนการเขียนโปรแกรม คุณสมบัติทั่วไปของ IDE รวมถึงการกำหนดหมายเลขบรรทัดอัตโนมัติการเน้นไวยากรณ์และการรวบรวมแบบรวม แม้ว่าจะเป็นไปได้ในทางเทคนิคที่จะเขียนซอฟต์แวร์โดยใช้โปรแกรมแก้ไขข้อความอย่างง่าย แต่กระบวนการนั้นง่ายกว่ามากเมื่อเขียนโค้ดใน IDE ภาษาการเขียนโปรแกรมจำนวนมากมี IDEs ของตนเองและมีการพัฒนา IDE สำหรับวัตถุประสงค์ทั่วไปหลายอย่าง IDE

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.

2.17 ESP-32S Node-MCU

เป็นไอซีของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รองรับการเชื่อมต่อแบบไวไฟและบลูทูธพลังงานต่ำ เป็นโมดูล MCU ทั่วไปที่มีประสิทธิภาพซึ่งกำหนดเป้าหมายการใช้งานที่หลากหลายตั้งแต่เครือข่ายเซนเซอร์ที่ใช้พลังงานต่ำไปจนถึงงานที่ต้องใช้มากที่สุด

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติของ ESP-32S Node-MCU

Categories	Items	Specifications
Wi-Fi	Protocols	802.11b/g/n/d/e/i/k/r
	Frequency Range	2.4 GHz ~ 2.5 GHz
Bluetooth	Protocols	Bluetooth v4.2 BR/EDR and BLE specification
	Radio	NZIF receiver with -98 dBm sensitivity
		Class-1, Class-2 and Class-3 transmitter
		AFH
	Audio	CVSD and SBC
Hardware	Operating voltage	3.0 V ~3.6 V
	Operating current	Average: 80 mA
	Operating temperature range	-40 °C~ +125 °C
	Package size	14.3 mm × 24.8 mm × 3 mm

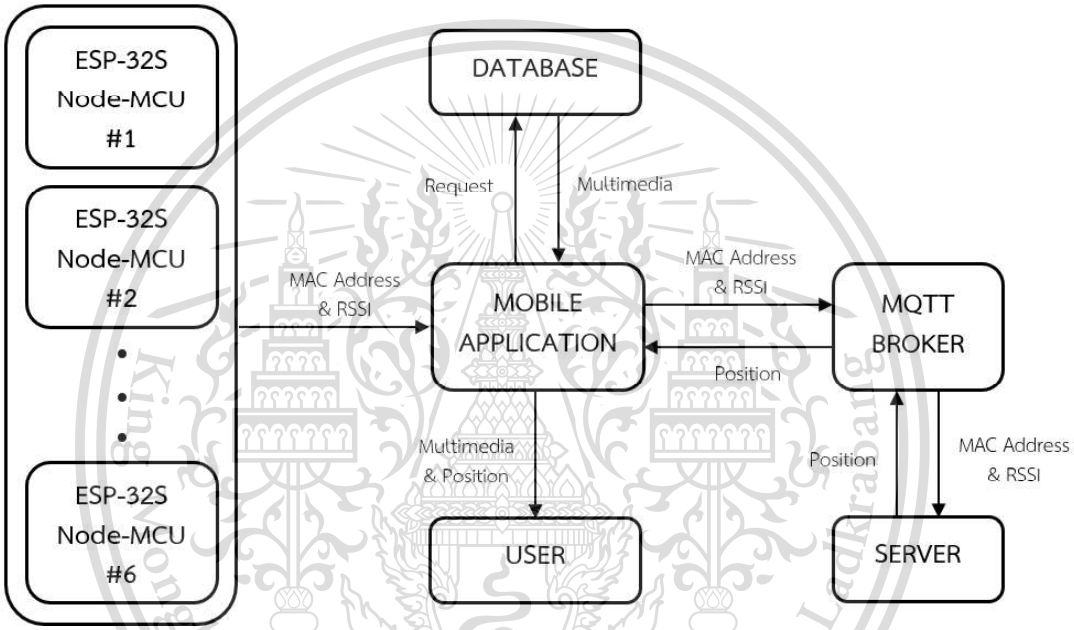
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

3.1 การออกแบบ

3.1.1 การออกแบบการทำงานของระบบ



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบ

บล็อกไดอะแกรมของระบบในการระบุตำแหน่งและแสดงมัลติมีเดีย ดังรูปที่ 3.1 โดยมีหลักการทำงานของระบบ คือ เมื่อแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน (Mobile Application) ได้รับสัญญาณบลูทูธจากตัวส่งสัญญาณ (ESP-32S Node-MCU) แอปพลิเคชันทำการส่งค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับ และ MAC Address ของตัวส่งสัญญาณแต่ละตัวส่งผ่าน MQTT Broker ไปให้เซิร์ฟเวอร์ (Server) ประมวลผลด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ในการทำนายตำแหน่งภายในอาคารของผู้ใช้งาน (User) จากนั้นทำการส่งตำแหน่งภายในอาคารของผู้ใช้งานผ่าน MQTT Broker กลับไปยังแอปพลิเคชันเพื่อให้แอปพลิเคชันขอดาวน์โหลด

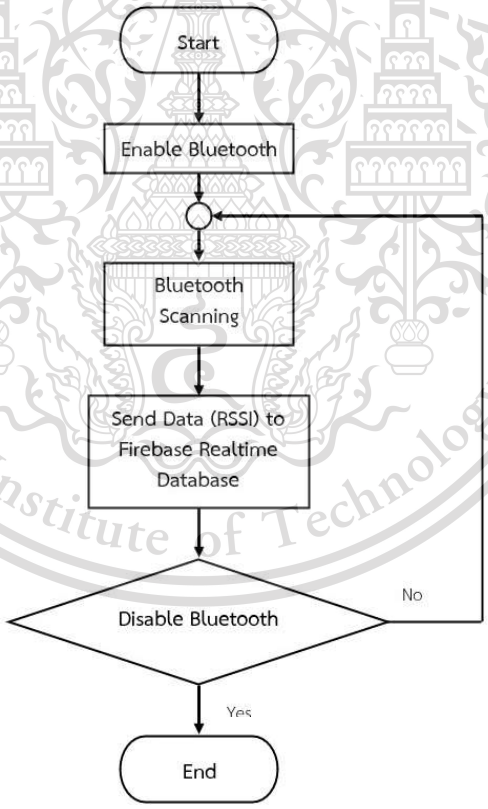
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

มัลติมีเดียจากฐานข้อมูล (Database) ที่ตรงกับตำแหน่งภายในอาคารของผู้ใช้งาน จากนั้นแอปพลิเคชันจะแสดงมัลติมีเดียและตำแหน่งของผลงานศิลปะให้กับผู้ใช้งาน

3.1.2 การออกแบบแอปพลิเคชัน

3.1.2.1 แอปพลิเคชันสำหรับการทดสอบวัดค่าความแรงสัญญาณของบลูทูธที่สามารถรับได้

แอปพลิเคชันสำหรับการทดสอบวัดค่าความแรงสัญญาณของบลูทูธที่สามารถรับได้ออกแบบไว้สำหรับการทดสอบและทดลองในการใช้งานในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นการแสดงค่าความแรงของสัญญาณบลูทูธที่ได้รับของตัวส่งที่ลงทะเบียนไว้แต่ละตัวและจะส่งข้อมูลไปที่ Firebase Realtime Database เพื่อเก็บข้อมูล ดังรูปที่ 3.2



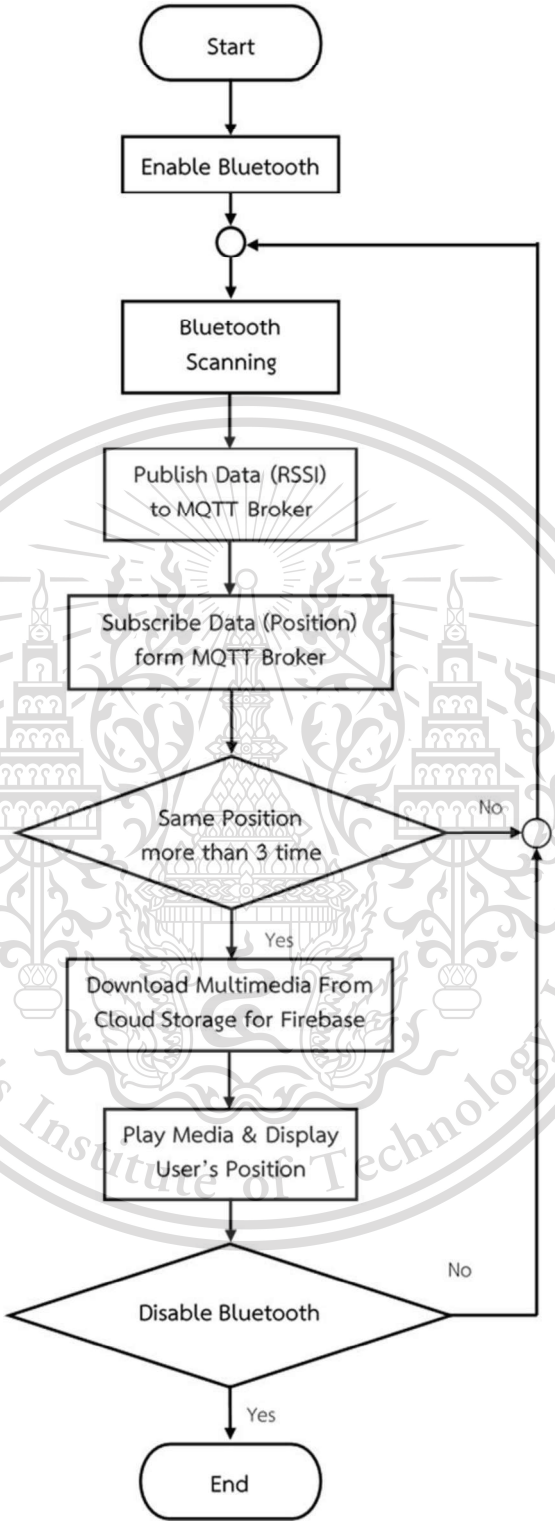
รูปที่ 3.2 ผังงานการทำงานของแอปพลิเคชันสำหรับการทดสอบวัดค่าความแรงสัญญาณของบลูทูธที่สามารถรับได้

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.

3.1.2.2 แอปพลิเคชันสำหรับแสดงมัลติมีเดียและตำแหน่งของผู้ใช้

แอปพลิเคชันสำหรับแสดงมัลติมีเดียและตำแหน่งของผู้ใช้จะแสดงมัลติมีเดีย ได้แก่ รูปภาพผลงาน คำบรรยาย และเสียงบรรยายผลงาน บนสมาร์ตโฟน ซึ่งแอปพลิเคชันจะส่งค่าความแรงสัญญาณที่รับได้จากตัวส่งสัญญาณ (ESP-32S Node-MCU) ให้เซิร์ฟเวอร์ประมวลผลแล้วส่งตำแหน่งภายในอาคารของผู้ใช้งานกลับมาให้แอปพลิเคชัน หากผู้ใช้ได้รับตำแหน่งภายในอาคารจากเซิร์ฟเวอร์เป็นตำแหน่งเดิมติดต่อกัน 3 ครั้ง (3.6 วินาที) แอปพลิเคชันจะดาวน์โหลดมัลติมีเดียจาก Cloud Storage for Firebase เพื่อแสดงรูปภาพ ชื่อ ชื่อผู้สร้าง คำบรรยาย ไฟล์เสียงบรรยายของผลงาน และตำแหน่งของผู้ใช้งานบนแอปพลิเคชัน เมื่อเริ่มแสดงมัลติมีเดียแอปพลิเคชันจะแสดงปุ่มสำหรับพักไฟล์เสียง และแถบเลื่อน (Seek Bar) สำหรับการเลื่อนไฟล์เสียงไปที่เวลาที่ต้องการฟัง เมื่อไฟล์เสียงจบจะมีปุ่มสำหรับเล่นไฟล์เสียงซ้ำ หากต้องการทราบตำแหน่งผลงานที่สนใจจะมีแถบค้นหา (Search Bar) เพื่อใช้ในการค้นหาตำแหน่งของผลงานที่สนใจ

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.

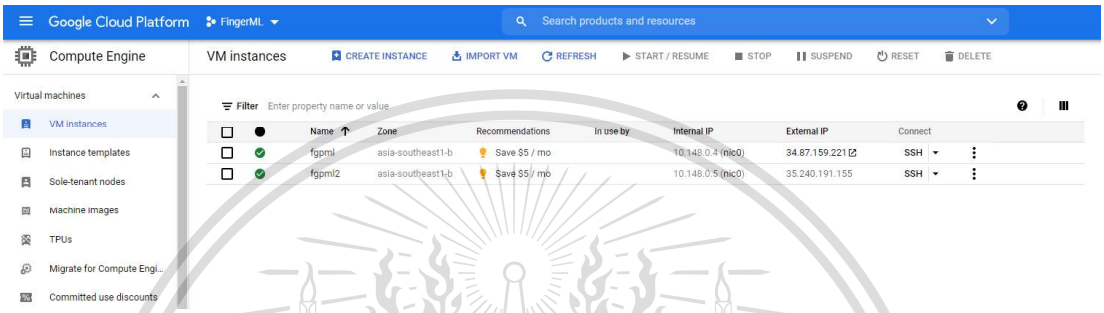


รูปที่ 3.3 ผังงานการทำงานของแอปพลิเคชันสำหรับแสดงมัลติมีเดียและตำแหน่งของผู้ใช้

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.

3.1.3 การออกแบบ MQTT Broker บน Google Cloud Platform

การสร้าง MQTT Broker จำเป็นต้องมีเซิร์ฟเวอร์ก่อนเป็นอย่างแรก ดังนั้นจึงต้องสร้างเซิร์ฟเวอร์ขึ้นมาโดยใช้ Compute Engine บน Google Cloud Platform จากนั้นจะได้คอมพิวเตอร์เสมือนที่ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ ดังรูปที่ 3.4



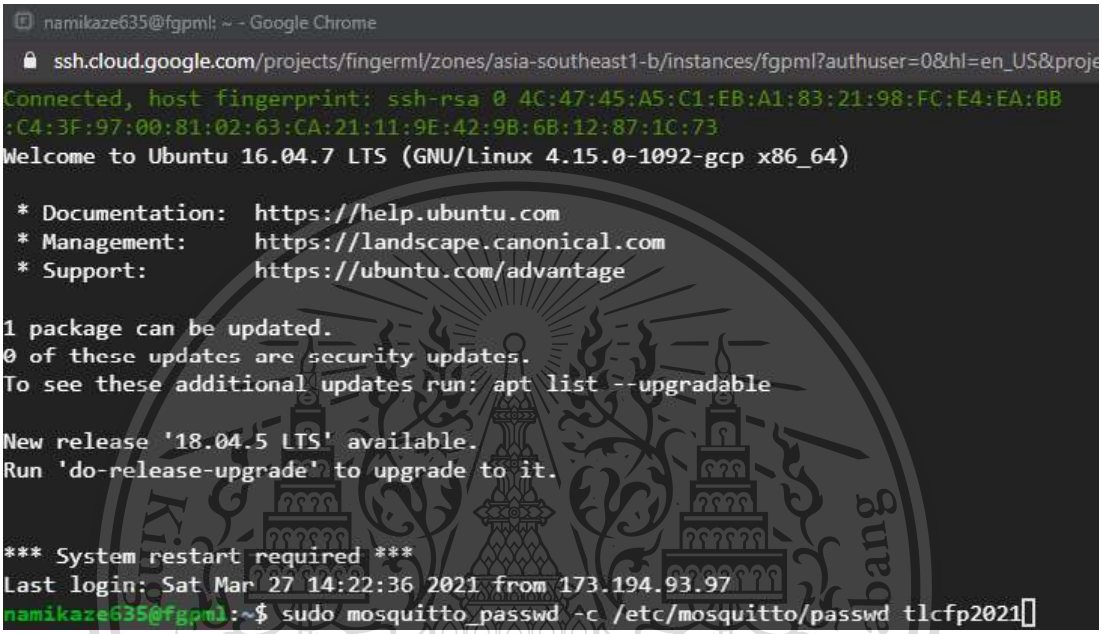
รูปที่ 3.4 Compute Engine บน Google Cloud Platform

หลังจากสร้างเซิร์ฟเวอร์เสร็จ จากนั้นทำการติดตั้ง MQTT Broker โดยใช้ Secure Shell Terminal ของคอมพิวเตอร์เสมือนด้วยคำสั่ง “sudo apt-get install mosquitto mosquitto-clients” ดังรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.5 การติดตั้ง MQTT Broker โดยใช้ Secure Shell Terminal ของคอมพิวเตอร์เสมือน

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.

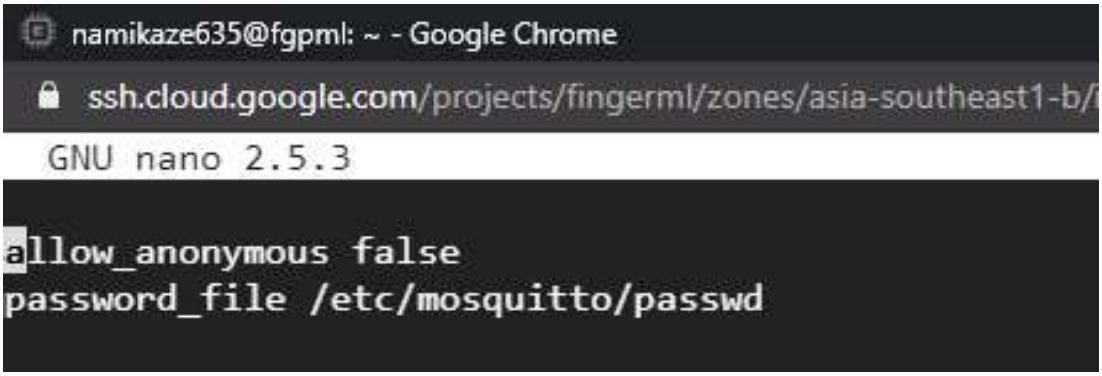
เมื่อสร้าง MQTT Broker เสร็จ จากนั้นเพิ่มชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านโดยใช้คำสั่ง “sudo mosquitto_passwd -c /etc/mosquitto/passwd” แล้วตามด้วยชื่อผู้ใช้ที่ต้องการ ดังรูปที่ 3.6 ระบบจะให้ตั้งรหัสผ่านสำหรับชื่อผู้ใช้นี้



รูปที่ 3.6 การเพิ่มชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของ MQTT Broker

จากนั้นสร้าง Mosquitto Config File โดยใช้คำสั่ง “sudo nano/etc/mosquitto/conf.d/default.conf” จากนั้นเพิ่มคำสั่ง allow_anonymous false เพื่อทำการปิดการเข้าใช้งานแบบไม่ระบุชื่อ และคำสั่ง “password_file /etc/mosquitto/passwd”เพื่อระบุที่อยู่ไฟล์รหัสผ่าน ดังรูปที่ 3.7

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.



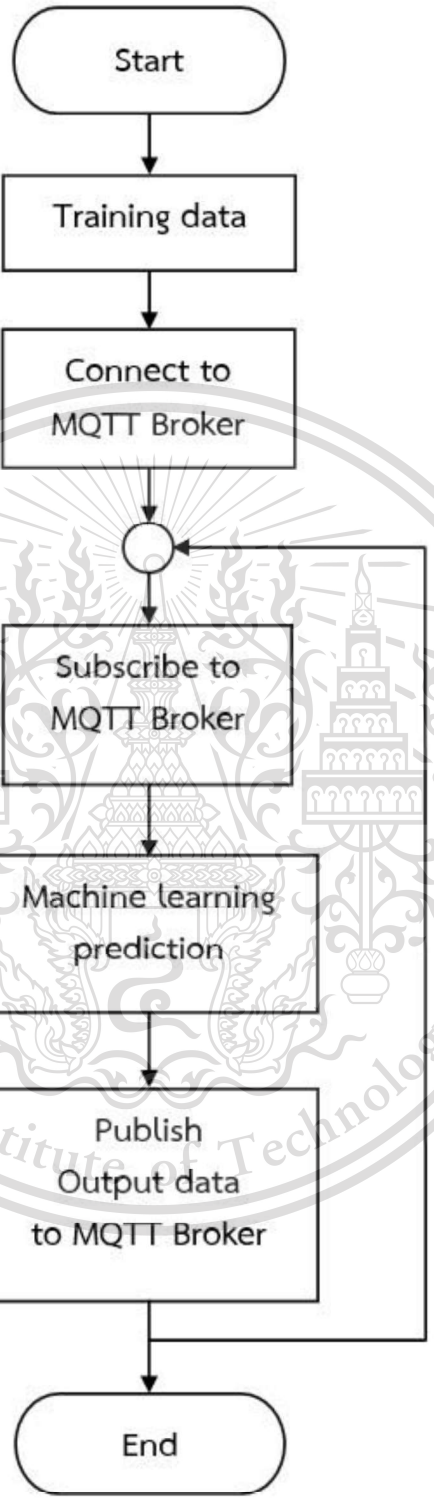
รูปที่ 3.7 การปิดการเข้าใช้งานแบบไม่ระบุชื่อของ MQTT Broker

3.1.4 การออกแบบการทำงานโปรแกรมฝั่งเซิร์ฟเวอร์

ออกแบบทำงานของโปรแกรมฝั่งเซิร์ฟเวอร์ด้วยภาษาไพทอนในโปรแกรม Visual Studio Code โดยสร้างแบบจำลองขอการเรียนรู้ของเครื่องในการระบุตำแหน่งของผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน ซึ่งใช้แบบจำลองวิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดและเชื่อมต่อกับ MQTT Broker เพื่อใช้ในการรับส่งข้อมูลระหว่างแอปพลิเคชันและเซิร์ฟเวอร์

การทำงานของโปรแกรมจะเริ่มขึ้นด้วยการนำข้อมูลค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับจากการวัดและข้อมูลคำตอบหรือตำแหน่งภายในอาคาร มาให้เครื่องเรียนรู้ เพื่อให้ได้แบบจำลองของการเรียนรู้ของเครื่องที่ใช้สำหรับทำนายผลลัพธ์การระบุตำแหน่ง จากนั้นทำการเชื่อมต่อกับ MQTT Broker ที่ได้สร้างไว้ และทำการ Subscribe ไปที่หัวข้อ“rssiData” โดยหัวข้อนี้มีข้อมูลที่จะถูก Publish โดยแอปพลิเคชัน ซึ่งข้อมูลดังกล่าวประกอบด้วยค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับจากตัวส่งสัญญาณ โดยจะนำข้อมูลที่ได้รับมาเข้าสู่แบบจำลองเพื่อทำนายตำแหน่งของผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน จากนั้นทำการ Publish ผลลัพธ์ที่ได้ไปที่หัวข้อ “Position” เพื่อให้แอปพลิเคชันได้ Subscribe แล้วนำไปแสดงผลต่อไป แสดงแผนผังการทำงาน ดังรูปที่ 3.8

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 3.8 แผนผังการทำงานของโปรแกรมฝั่งเซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น 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.

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.	ESP-32S Node-MCU	6	ตัว
2.	เสาอากาศ 2.4 กิกะเฮิร์ตซ์	6	อัน
3.	กล่องพลาสติก	6	กล่อง
4.	แบตเตอรี่ ลิเธียม-ไอออน เบอร์ 18650	6	ก้อน
5.	รางสำหรับแบตเตอรี่เบอร์ 18650	6	อัน
6.	สมาร์ตโฟน	1	เครื่อง
7.	คอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค	1	เครื่อง

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

3.3.1 การทดลองรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของตัวส่งสัญญาณที่ทำการติดตั้งสายอากาศภายนอก

ทดลองหารูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของตัวส่งสัญญาณที่ทำการติดตั้งสายอากาศภายนอก ซึ่งใช้สมาร์ตโฟนเป็นตัวรับสัญญาณ โดยวัดค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับที่ระยะห่าง 1.5 เมตร แล้วทำการหมุนตัวส่งสัญญาณแต่ละครั้งด้วยมุม 15 องศา จนครบ 360 องศา โดยวัดค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับในแต่ละมุม 100 ค่า ทำการวัดค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับ 2 ระนาบ

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.

3.3.1.1 การทดลองหารูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของตัวส่งสัญญาณที่ติดตั้งสายอากาศภายนอกในระนาบ X-Y

รูปที่ 3.9 การวางตัวส่งสัญญาณที่ติดตั้งสายอากาศภายนอกในระนาบ X-Y

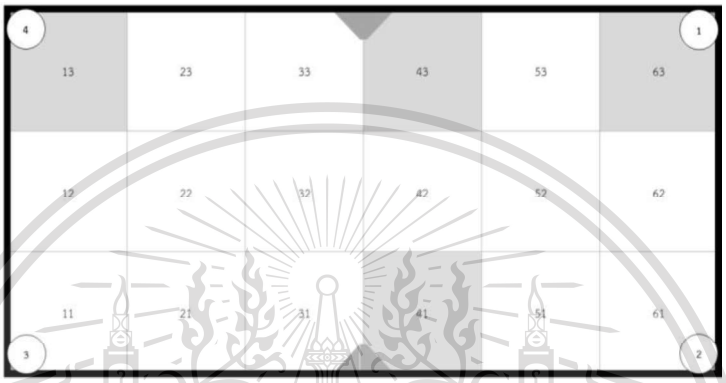
3.3.1.2 การทดลองหารูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของตัวส่งสัญญาณที่ติดตั้งสายอากาศภายนอกในระนาบ X-Z

รูปที่ 3.10 การวางตัวส่งสัญญาณที่ติดตั้งสายอากาศภายนอกในระนาบ X-Z

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.

3.3.2 การทดลองเพื่อหารูปแบบการติดตั้งสายอากาศายนอก

ทดลองวัดค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับจากตัวส่งสัญญาณ 4 ตัว ที่ความสูงจากพื้น 1.80 เมตร ติดตั้งสายอากาศายนอกทำมุมกับแนวระดับ 45 และ 90 องศา ซึ่งใช้สมาร์ตโฟนเป็นตัวรับสัญญาณ โดยทำการวัดทั้งหมด 4 ตำแหน่ง แต่ละตำแหน่ง 200-250 ค่า



รูปที่ 3.11 ตำแหน่งการวัดค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับ

3.3.2.1 การทดลองวัดค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับ โดยติดตั้งสายอากาศภายนอกทำมุมกับแนวระดับ 45 องศา

รูปที่ 3.12 การติดตั้งสายอากาศภายนอกทำมุมกับแนวระดับ 45 องศา

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.

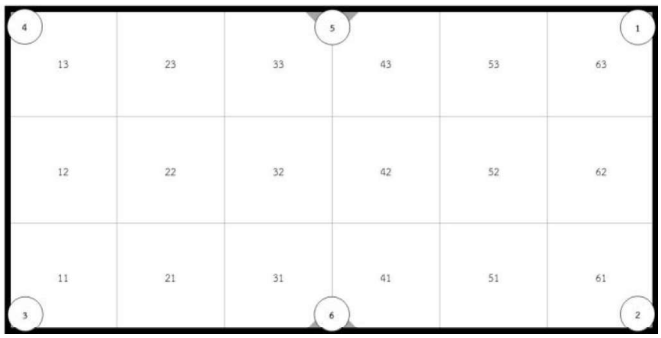
3.3.2.2 การทดลองวัดค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับ โดยติดตั้งสายอากาศภายนอกทำมุมกับแนวระดับ 90 องศา

รูปที่ 3.13 การติดตั้งสายอากาศภายนอกทำมุมกับแนวระดับ 90 องศา

3.3.3 การทดลองวัดค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับเพื่อทำเป็นชุดข้อมูลสำหรับแบบจำลอง

ทดลองวัดค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับจากตัวส่งสัญญาณ 6 ตัว ที่ความสูงจากพื้น 1.80 เมตร ติดตั้งสายอากาศายนอกทำมุมกับแนวระดับ 90 องศา ซึ่งใช้สมาร์ตโฟนเป็นตัวรับสัญญาณ โดยผู้ทดลองถือสมาร์ตโฟนวัดทุกตำแหน่ง 2 ครั้ง แต่ละครั้ง 200-250 ค่า

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.

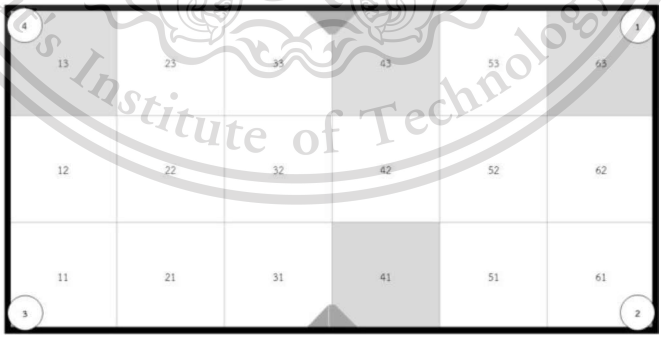


รูปที่ 3.14 ตำแหน่งการวัดค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับจากตัวส่งสัญญาณเพื่อทำเป็นชุดข้อมูล

3.3.4 การทดลองวัดความแม่นยำของการระบุตำแหน่งเพื่อหาจำนวนตัวส่งสัญญาณ

ทดลองวัดความแม่นยำโดยใช้แบบจำลองระบุตำแหน่ง ทำการติดตั้งตัวส่งสัญญาณ 4 และ 6 ตัว ที่ความสูงจากพื้น 1.80 เมตร ติดตั้งสายอากาศายนอกทำมุมกับแนวระดับ 90 องศา ซึ่งใช้สมาร์ตโฟนเป็นตัวรับสัญญาณ โดยผู้ทดลองถือสมาร์ตโฟนวัดทั้งหมด 4 ตำแหน่ง แต่ละตำแหน่ง 100 ค่า

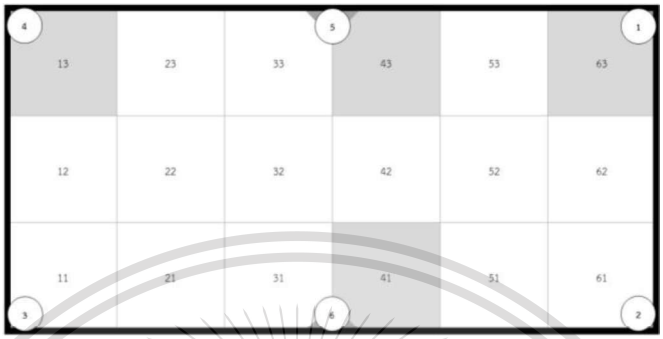
3.3.4.1 การทดลองวัดความแม่นยำของการระบุตำแหน่งจากตัวส่งสัญญาณ 4 ตัว



รูปที่ 3.15 ตำแหน่งการวัดความแม่นยำของการระบุตำแหน่งจากตัวส่งสัญญาณ 4 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.

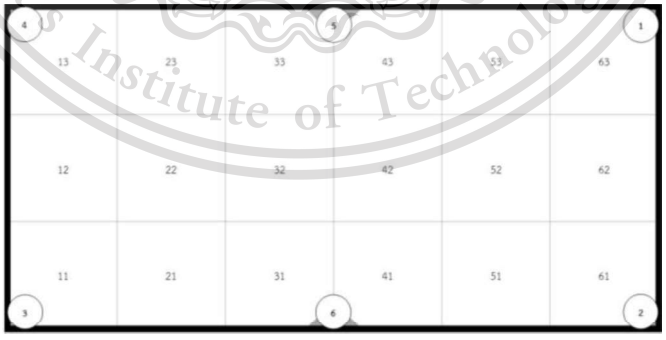
3.3.4.2 การทดลองวัดความแม่นยำของการระบุตำแหน่งจากตัวส่งสัญญาณ 6 ตัว



รูปที่ 3.16 ตำแหน่งการวัดความแม่นยำของการระบุตำแหน่งจากตัวส่งสัญญาณ 6 ตัว

3.3.5 การทดลองความแม่นยำของแบบจำลองในการระบุตำแหน่งจากชุดข้อมูล

ทดลองวัดความแม่นยำของแบบจำลองในการระบุตำแหน่ง ทำการติดตั้งตัวส่งสัญญาณ 6 ตัว ที่ความสูงจากพื้น 1.80 เมตร ติดตั้งสายอากาศยนอกทำมุมกับแนวระดับ 90 องศา ซึ่งใช้สมาร์ตโฟนเป็นตัวรับสัญญาณ โดยผู้ทดลองถือสมาร์ตโฟนวัดทุกตำแหน่ง แต่ละตำแหน่ง 100 ค่า

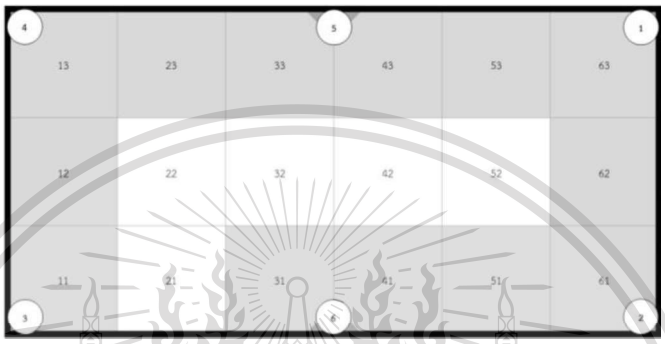


รูปที่ 3.17 ตำแหน่งการวัดความแม่นยำของแบบจำลองการระบุตำแหน่ง

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 การทดลองการใช้แอปพลิชันในการรับชมผลงานศิลปะ

ทดลองใช้แอปพลิเคชันในการรับชมผลงานศิลปะ โดยผู้ทดลองถือสมาร์ตโฟนเดินเข้าไปแล้วหันหน้าเข้าที่ผลงาน 1.15 เมตร แล้วรอ 4-12 วินาที เพื่อทำการดาวน์โหลดมัลติมีเดียของผลงานนั้น ทำการทดลองเดินเข้าไปที่หน้าผลงาน 13 ผลงาน ผลงานละ 20 ครั้ง



รูปที่ 3.18 ตำแหน่งการการทดลองใช้แอปพลิชันในการรับชมผลงานศิลปะ

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

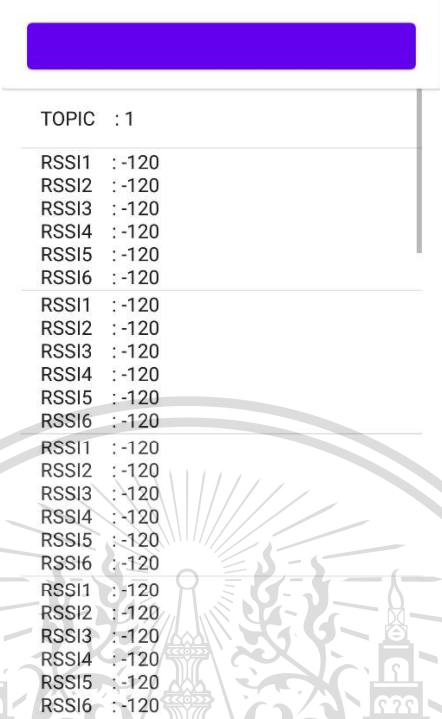
ผู้จัดทำได้ทำการเก็บผลการทดลองจากการออกแบบการทดลอง โดยแบ่งการทดลองและจัดเก็บผลการทดลองเป็นส่วน ๆ ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการทดสอบแอปพลิเคชัน

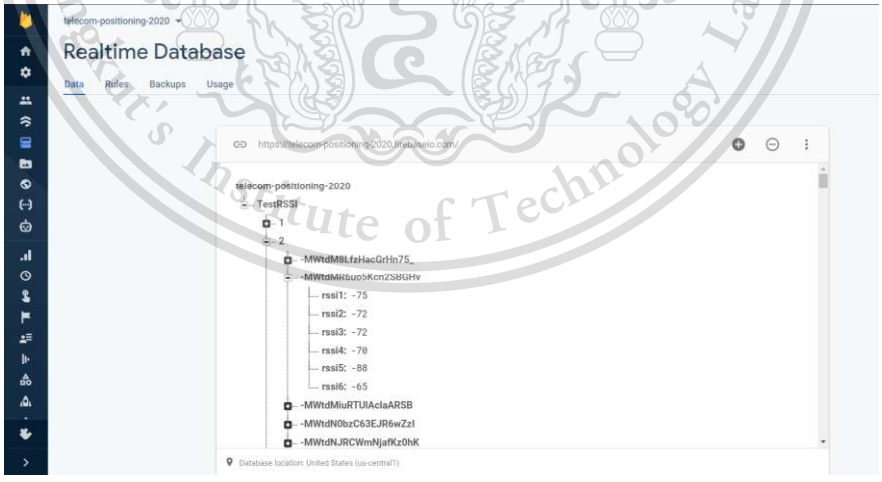
4.1.2 ผลการทดสอบแอปพลิเคชันสำหรับการทดสอบวัดค่าความแรงสัญญาณของบลูทูธที่สามารถรับได้

แอปพลิเคชันสำหรับการทดสอบวัดค่าความแรงสัญญาณของบลูทูธที่สามารถรับได้ดังรูปที่ 4.1 ทดลองใช้งานโดยการวัดค่าความแรงสัญญาณของบลูทูธจากตัวส่งสัญญาณ ซึ่งจะเป็นการแสดงค่าความแรงของสัญญาณบลูทูธที่ได้รับของตัวส่งที่ลงทะเบียนไว้แต่ละตัว ซึ่งจะแสดงผลในทุก ๆ 1.2 วินาที และจะส่งข้อมูลไปที่ Firebase Realtime Database ดังรูปที่ 4.2 เพื่อเก็บข้อมูล และสามารถนำออกข้อมูลจาก Firebase Realtime Database มาเป็นไฟล์รูปแบบ JavaScript Object Notation (JSON) ได้

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 4.1 หน้าแสดงผลของแอปพลิเคชันสำหรับการทดสอบวัดค่าความแรงสัญญาณบลูทูธที่สามารถรับได้

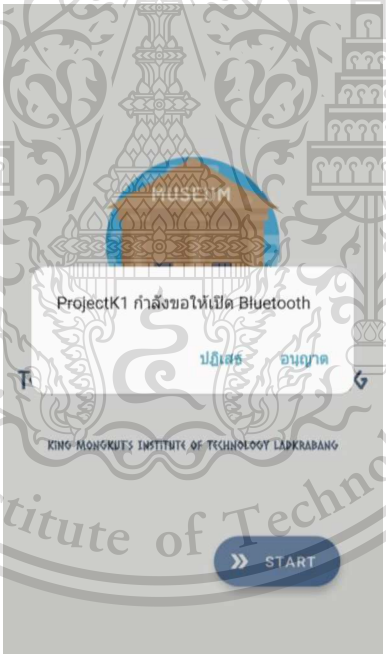


รูปที่ 4.2 หน้าแสดงผลของ Firebase Realtime Database

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.

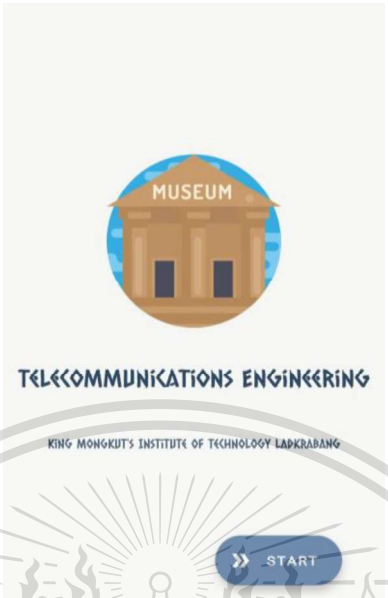
4.1.3 ผลการทดสอบแอปพลิเคชันสำหรับแสดงมัลติมีเดียและตำแหน่งของผู้ใช้งาน

ผลงานการทดลองการใช้แอปพลิชันเมื่อกดเปิดใช้งานแอปพลิเคชัน หากสมาร์ตโฟนไม่ได้เปิดใช้สัญญาณบลูทูธ จะแสดงหน้าต่างป็อปอัพเพื่อขออนุญาตผู้ใช้งานเปิดใช้สัญญาณบลูทูธดังรูปที่ 4.3 หากสมาร์ตโฟนเปิดใช้สัญญาณบลูทูธอยู่ก่อนแล้วหรือหลังจากกดอนุญาตเปิดใช้สัญญาณบลูทูธจะแสดงหน้าต่างขึ้นมาดังรูปที่ 4.4 ซึ่งจะยังไม่มีการแสดงมัลติมีเดียและตำแหน่งของผู้ใช้งาน หลังจากเปิดบลูทูธแอปพลิเคชันจะส่งค่าความแรงของสัญญาณที่รับได้จากตัวส่งสัญญาณแต่ละตัวไปที่เซิร์ฟเวอร์และรับตำแหน่งของผู้ใช้งานที่ได้จากการทำนายผลลัพธ์จากเซิร์ฟเวอร์ เมื่อเดินเข้าไปใกล้ผลงานศิลปะในระยะที่กำหนด แอปพลิเคชันจะแสดงมัลติมีเดียและตำแหน่งของผู้ใช้งานดังรูปที่ 4.7 และ 4.9 ตามลำดับ



รูปที่ 4.3 หน้าต่างเริ่มต้นขณะมีการขออนุญาตผู้ใช้ให้เปิดสัญญาณบลูทูธ

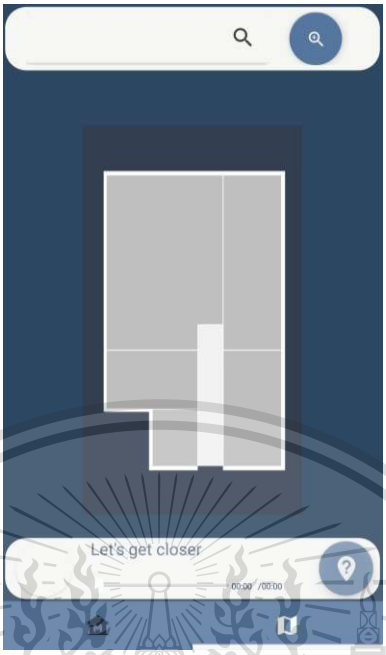
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



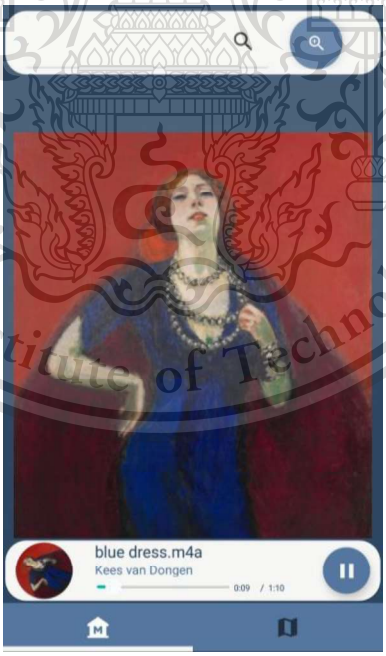
รูปที่ 4.4 หน้าต่างเริ่มต้น

รูปที่ 4.5 หน้าต่างแสดงผลงานศิลปะ

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.

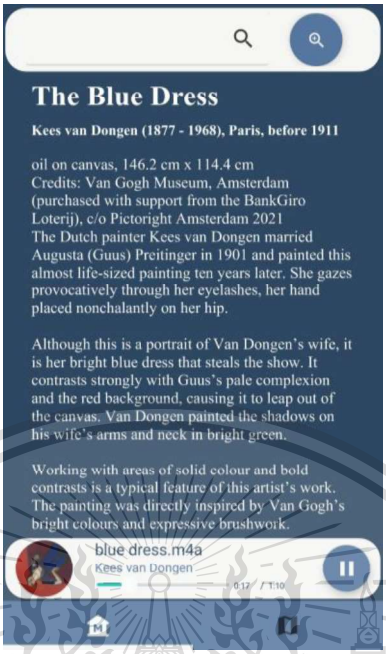


รูปที่ 4.6 หน้าต่างแสดงตำแหน่งของผู้ใช้งานภายในอาคาร

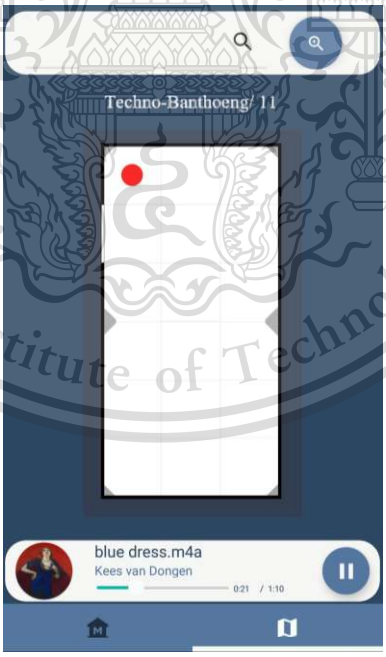


รูปที่ 4.7 หน้าต่างแสดงผลงานศิลปะขณะได้รับตำแหน่งของผู้ใช้ที่อยู่ตำแหน่งเดียวกันกับผลงาน

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.

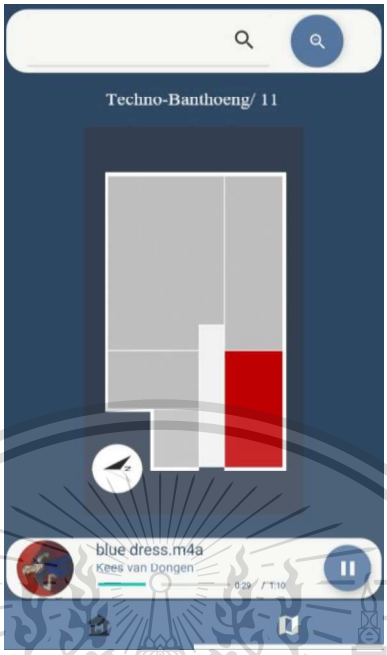


รูปที่ 4.8 หน้าต่างแสดงผลงานศิลปะขณะได้รับตำแหน่งของผู้ใช้ที่อยู่ตำแหน่งเดียวกันกับผลงาน



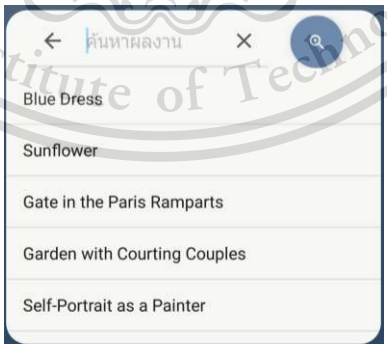
รูปที่ 4.9 หน้าต่างแสดงตำแหน่งของผู้ใช้งานภายในอาคารขณะได้รับตำแหน่ง
ของผู้ใช้ที่อยู่ตำแหน่งเดียวกันกับผลงาน

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.



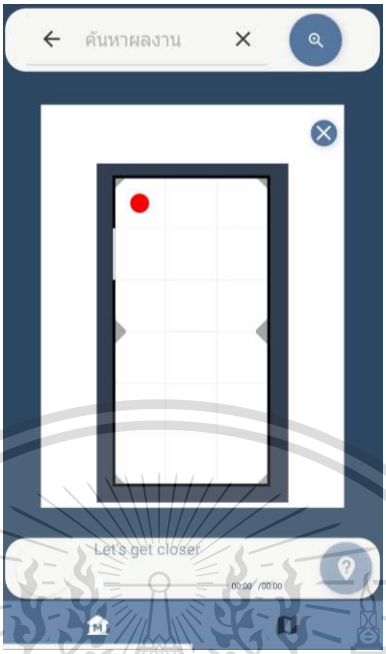
รูปที่ 4.10 หน้าต่างแสดงตำแหน่งของผู้ใช้งานภายในอาคารขณะได้รับตำแหน่งของผู้ใช้ที่อยู่ตำแหน่งเดียวกันกับผลงาน

หากผู้ใช้ต้องการค้นหาชื่อและที่อยู่ของผลงานศิลปะภายในพิพิธภัณฑ์สามารถทำได้โดยกดที่แถบค้นหา (Search Bar) ดังรูปที่ 4.11 และพิมพ์ชื่อผลงานศิลปะที่สนใจ แอฟพลิเคชันจะแสดงหน้าต่างผุดขึ้นมาเพื่อแสดงตำแหน่งของผลงานนั้นดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.11 แถบค้นหา

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 4.12 หน้าต่างแสดงตำแหน่งของผลงานที่ถูกค้นหา

หากผู้ใช้งานจะพักการเล่นไฟล์เสียงบรรยายผลงานสามารถกดปุ่มพักได้ ดังรูปที่ 4.13 กดปุ่มเล่นได้ ดังรูปที่ 4.14 กดปุ่มเล่นซ้ำได้ ดังรูปที่ 4.15 และสามารถเลื่อนที่แถบเลื่อน (Seek Bar) สำหรับการเลื่อนไฟล์เสียงเพื่อเล่นในเวลาที่เราต้องการ

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 4.13 ปุ่มพัก

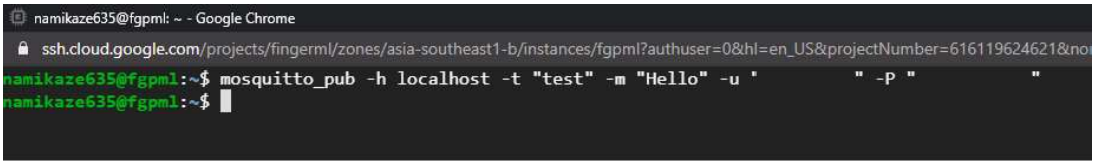
รูปที่ 4.14 ปุ่มเล่น

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 4.15 ปุ่มเล่นซ้ำ

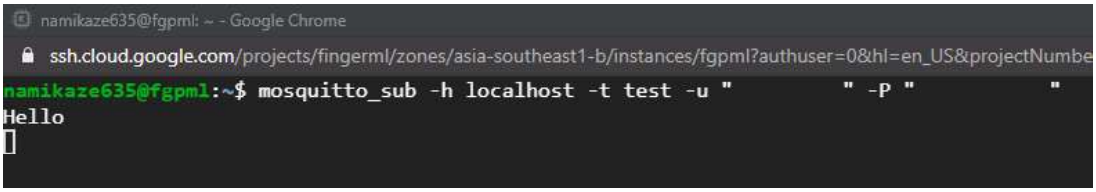
4.2 ผลการทดสอบการทำงานของ MQTT

ทดลองใช้งาน MQTT Broker ในการ Publish และ Subscribe ข้อมูล โดยใช้คำสั่ง “mosquitto_pub -h localhost -t "test" -m "Hello" -u "Username" -P "Password"” เพื่อเป็นการ Publish ข้อความไปที่หัวข้อ “test” ดังรูปที่ 4.16 และใช้คำสั่ง “mosquitto_sub -h localhost -t test -u " Username" -P " Password "” เพื่อเป็นการ Subscribe ข้อความจากหัวข้อ “test” ดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.16 การ Publish ข้อความไปที่หัวข้อ “test”

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.

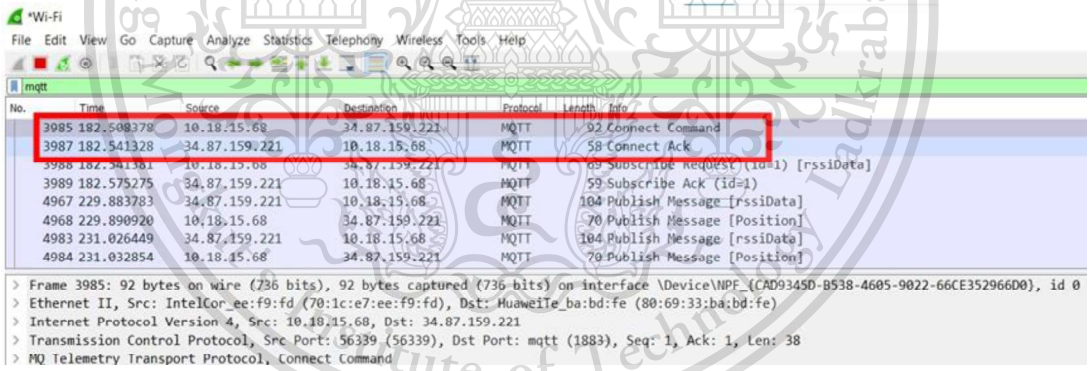


รูปที่ 4.17 การ Subscribe ข้อความจากหัวข้อ “test”

4.3 ผลการทดสอบการทำงานของโปรแกรมฝั่งเซิร์ฟเวอร์

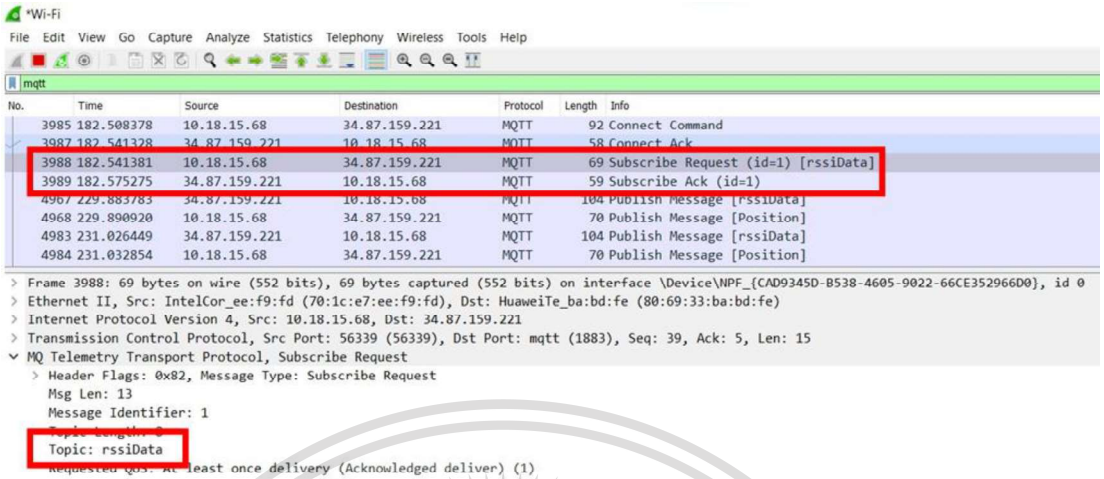
4.3.1 ผลการทดสอบการทำงานของเซิร์ฟเวอร์

ผลการทดลองการทำงานของโปรแกรมฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ที่เขียนโดยใช้ภาษาไพทอนด้วยโปรแกรม Visual Studio Code เมื่อทำการรันโปรแกรมเซิร์ฟเวอร์ โปรแกรมจะนำข้อมูลที่เตรียมไว้มาให้เครื่องเรียนรู้ (Training data) จากนั้นจะทำการเชื่อมต่อกับ MQTT Broker และ Subscribe ไปที่หัวข้อ “rssiData”



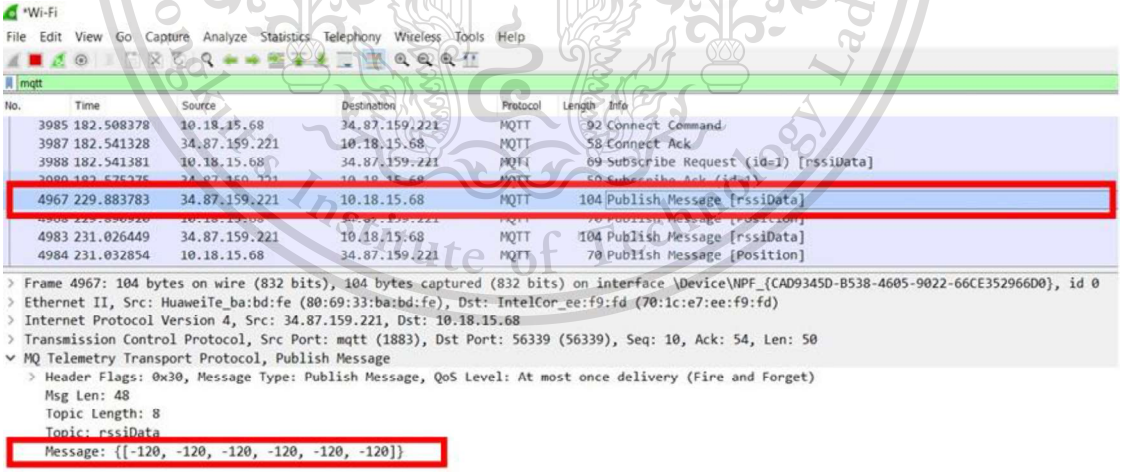
รูปที่ 4.18 ตรวจสอบการเชื่อมต่อ MQTT Broker ด้วยโปรแกรม Wireshark

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 4.19 ตรวจสอบ Subscribe Request ด้วยโปรแกรม Wireshark

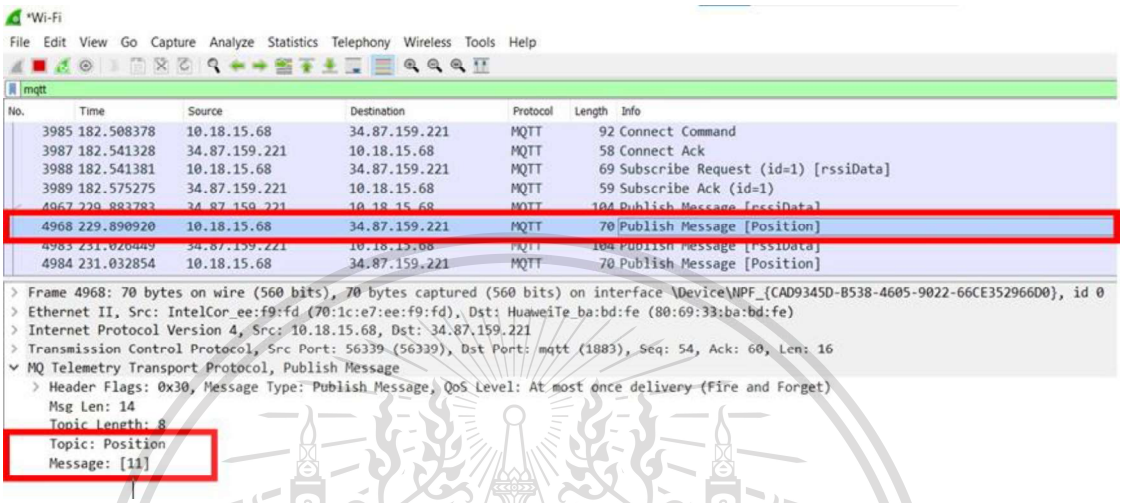
เมื่อผู้ใช้ทำการเปิดใช้งานแอปพลิเคชัน แอปพลิเคชันจะ Publish ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับ ไปที่หัวข้อ “rssiData” ทำให้เซิร์ฟเวอร์ที่ทำการ Subscribe อยู่นั้นได้รับค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับจากแอปพลิเคชัน แล้วจึงนำมาทำนายผลลัพธ์ตำแหน่งของผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน โดยใช้แบบจำลองวิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด



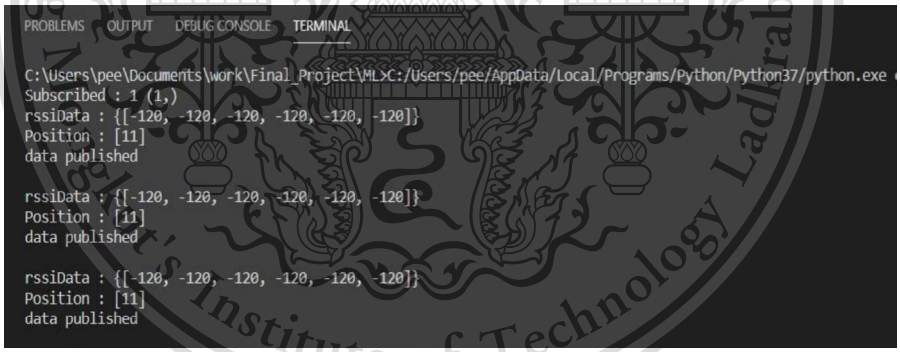
รูปที่ 4.20 ตรวจสอบการ Subscribe ข้อมูล ด้วยโปรแกรม Wireshark

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.

หลังจากขั้นตอนการทำนายผลลัพธ์ เซิร์ฟเวอร์จะทำการ Publish ผลลัพธ์ตำแหน่งที่ทำนายได้ไปที่หัวข้อ “Position” ของ MQTT Broker



รูปที่ 4.21 ตรวจสอบการ Publish ข้อมูล ด้วยโปรแกรม Wireshark



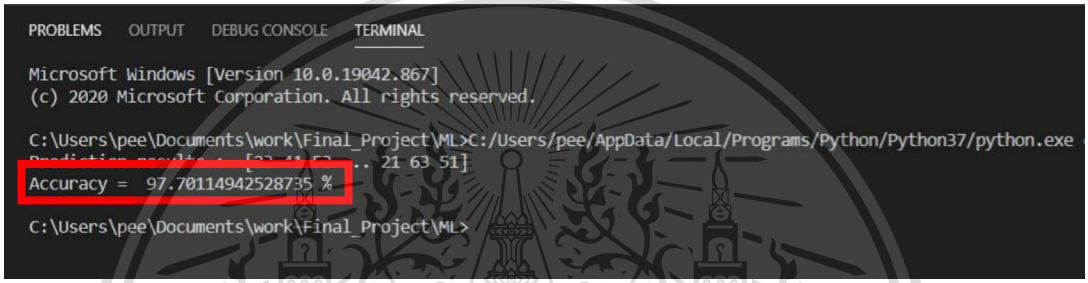
รูปที่ 4.22 ผลการรันโปรแกรมฝั่งเซิร์ฟเวอร์

จากรูปที่ 4.22 แสดงผลการทำงานของโปรแกรมฝั่งเซิร์ฟเวอร์ โดยบรรทัดแรกจะแสดงชื่อหัวข้อที่ทำการ Subscribe และข้อมูลค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับจากแอปพลิเคชัน บรรทัดต่อมาแสดงชื่อหัวข้อที่ทำการ Publish และผลลัพธ์การทำนายตำแหน่งของผู้ใช้แอปพลิเคชัน และบรรทัดสุดท้ายจะแสดงข้อความ “data published” เพื่อบอกว่าข้อมูลได้ทำการ Publish ไปที่ MQTT Broker เป็นที่เรียบร้อย

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.

4.3.2 ผลการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองในการระบุตำแหน่งจากชุดข้อมูล

การทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองในการะบุตำแหน่งของผู้ใช้แอปพลิเคชันสามารถทดสอบได้โดยการนำชุดข้อมูลที่ได้จากการวัดค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับทุกตำแหน่ง รวมทั้งหมด 18 ตำแหน่ง แบ่งเป็น 2 ชุด ได้แก่ ชุดข้อมูลเรียนรู้และชุดข้อมูลทดสอบในอัตราส่วน 80:20 ซึ่งมีร้อยละความแม่นยำของแบบจำลองเท่ากับ 97.70 ดังรูปที่ 4.23

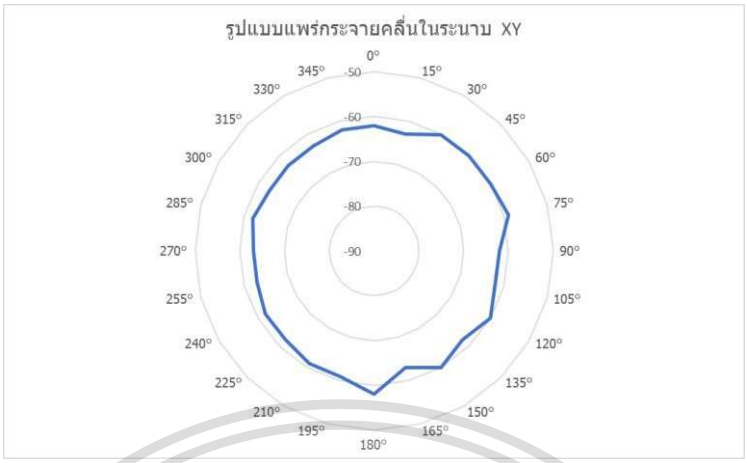


รูปที่ 4.23 ร้อยละความแม่นยำของแบบจำลอง

4.4 ผลการทดลองรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของตัวส่งสัญญาณที่ทำการติดตั้งสายอากาศภายนอก

จากรูปแบบแพร่กระจายคลื่นของตัวส่งสัญญาณ ในระนาบ XY ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับมีค่าใกล้เคียงกันในทุก ๆ มุม ดังรูปที่ 4.24 และในระนาบ XZ ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับจะมีค่าน้อยที่มุม 45-90 องศา และ 195-285 องศา ดังรูปที่ 4.25

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 4.24 รูปแบบแพร่กระจายคลื่นของตัวส่งสัญญาณที่ติดตั้งสายอากาศภายนอกในระนาบ X-Y

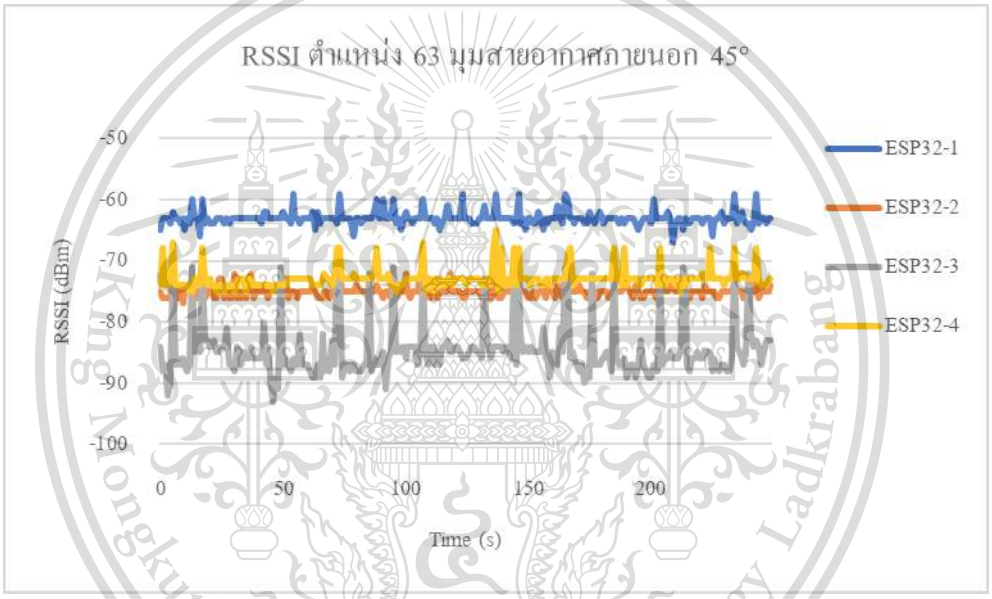
รูปที่ 4.25 รูปแบบแพร่กระจายคลื่นของตัวส่งสัญญาณที่ติดตั้งสายอากาศภายนอกในระนาบ X-Z

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.

4.5 ผลการทดลองเพื่อหารูปแบบการติดตั้งสายอากาศายนอก

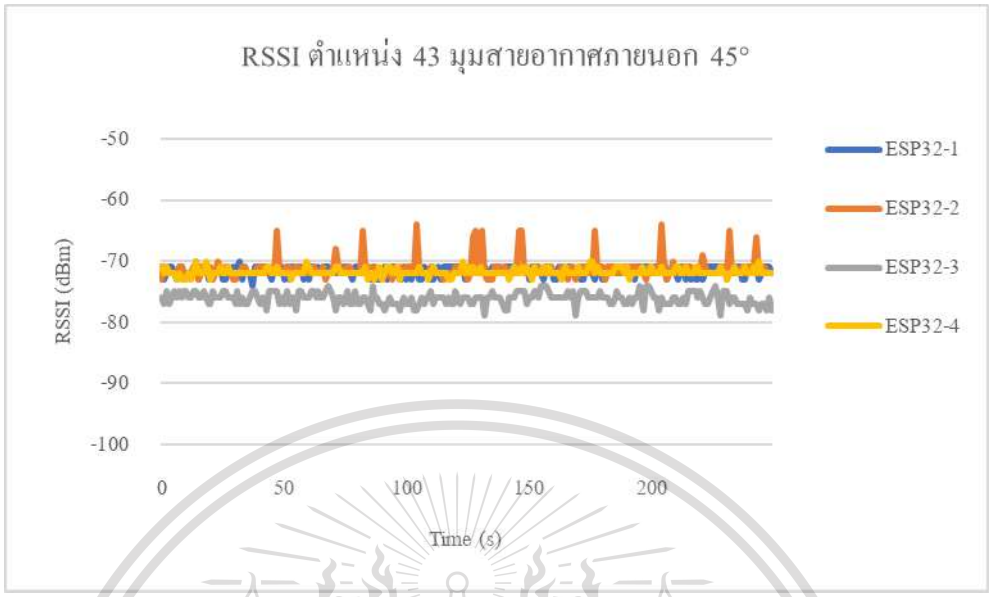
4.5.1 ผลการทดลองวัดค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับโดยติดตั้งสายอากาศภายนอกทำมุมกับแนวระดับ 45 องศา

จากค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับ ที่ตำแหน่ง 63 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับมีค่าความแปรปรวนของสัญญาณมากสุดเท่ากับ 6.09 ดังรูปที่ 4.26 ที่ตำแหน่ง 43 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับมีค่าความแปรปรวนของสัญญาณน้อยสุดเท่ากับ 1.12 ดังรูปที่ 4.27

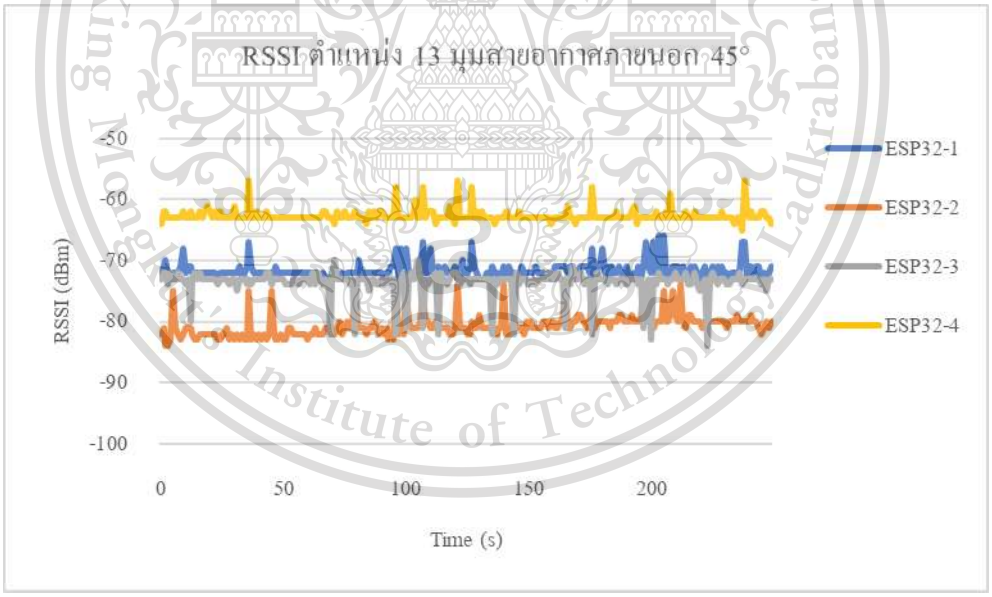


รูปที่ 4.26 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 63 มุมสายอากาศภายนอก 45 องศา

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.

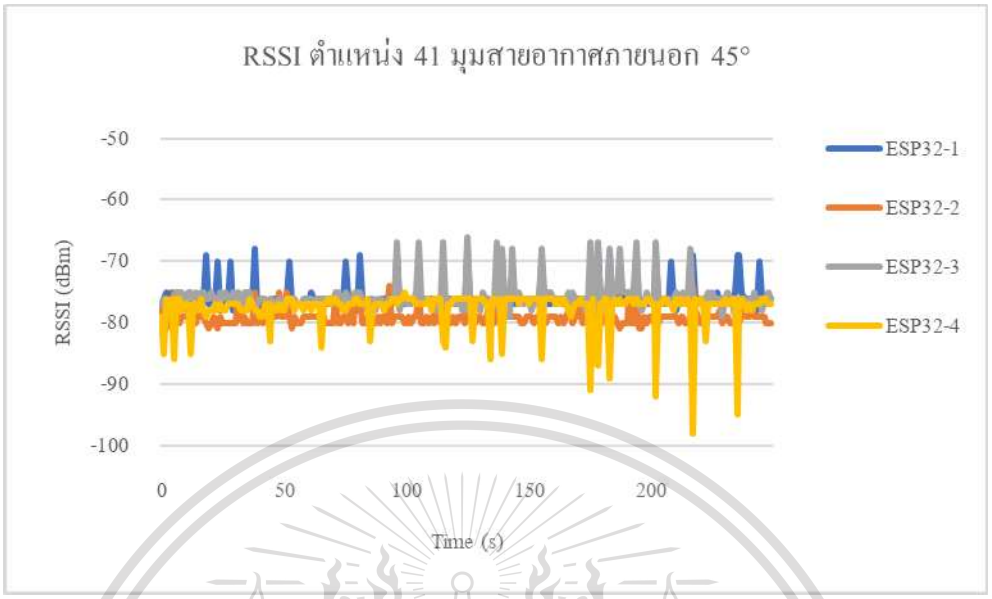


รูปที่ 4.27 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 43 มุมสายอากาศภายนอก 45 องศา



รูปที่ 4.28 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 13 มุมสายอากาศภายนอก 45 องศา

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.

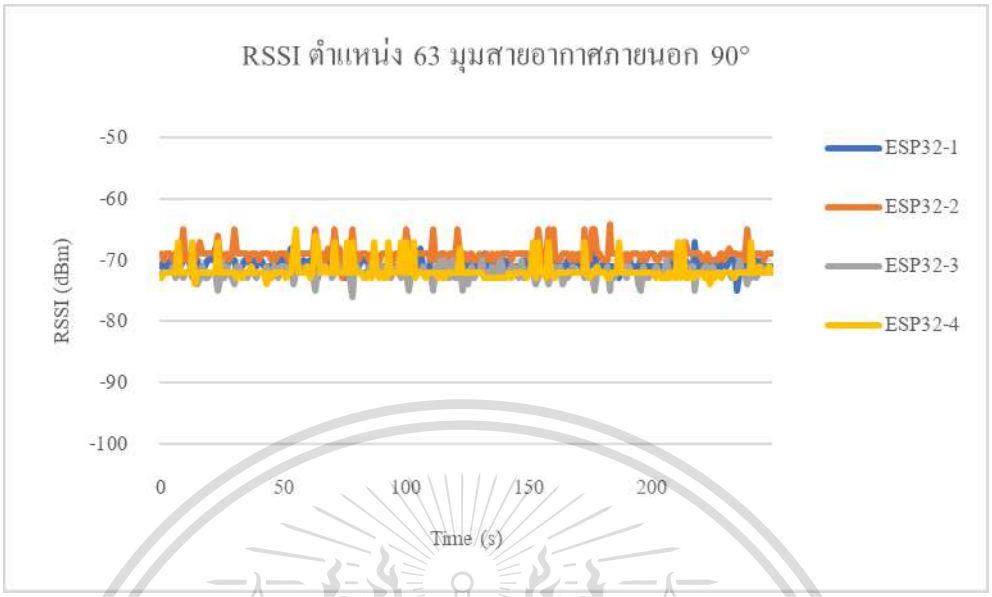


รูปที่ 4.29 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 41 มุมสายอากาศภายนอก 45 องศา

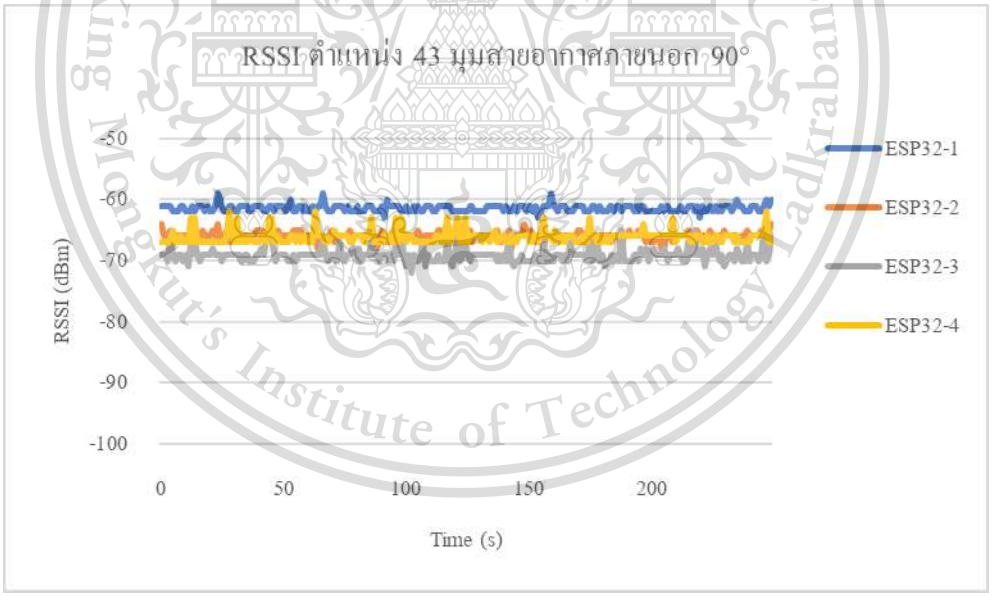
4.5.2 ผลการทดลองวัดค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับโดยติดตั้งสายอากาศภายนอกทำมุมกับแนวระดับ 90 องศา

จากค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับ ที่ตำแหน่ง 41 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับมีค่าความแปรปรวนของสัญญาณมากสุดเท่ากับ 3.27 ดังรูปที่ 4.33 ที่ตำแหน่ง 43 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับมีค่าความแปรปรวนของสัญญาณน้อยสุดเท่ากับ 0.84 ดังรูปที่ 4.31

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.

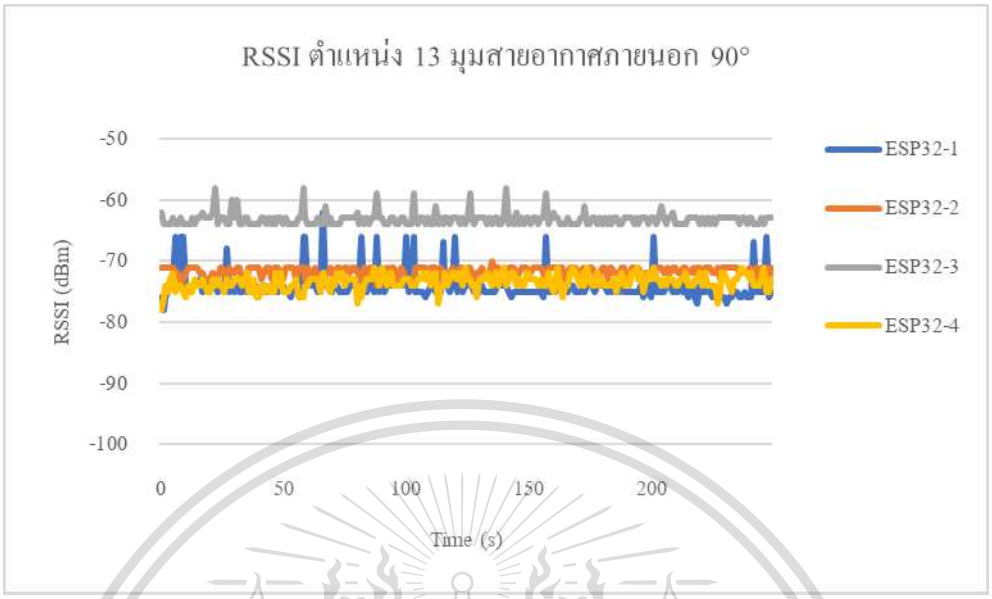


รูปที่ 4.30 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 63 มุมสายอากาศภายนอก 90 องศา

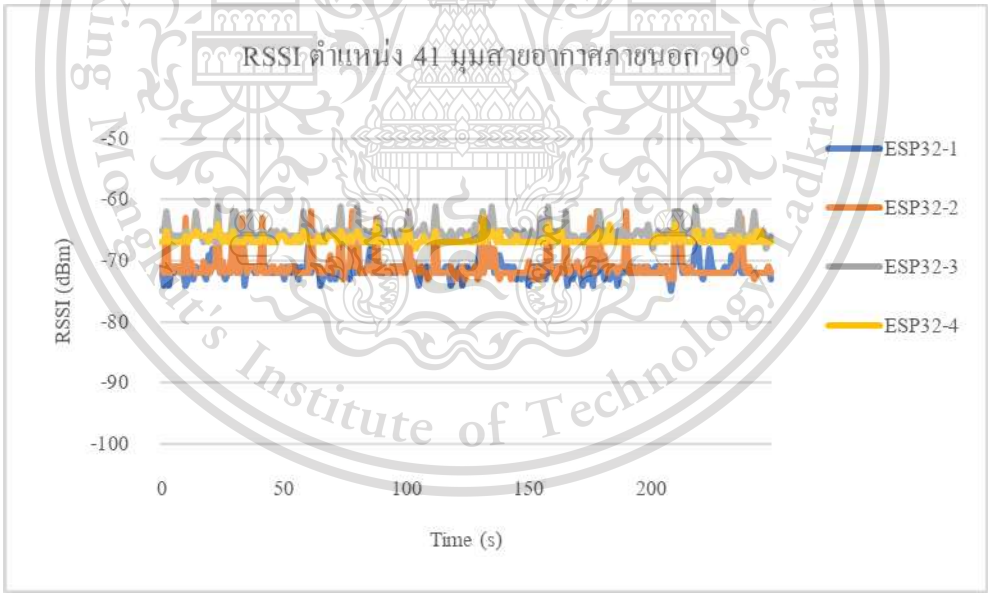


รูปที่ 4.31 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 43 มุมสายอากาศภายนอก 90 องศา

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 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 13 มุมสายอากาศภายนอก 90 องศา

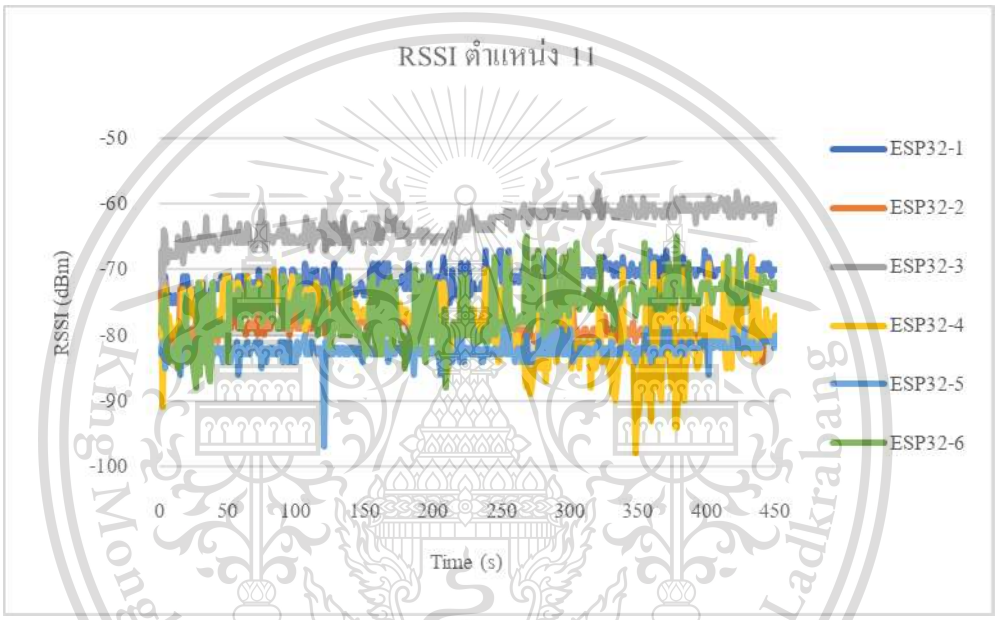


รูปที่ 4.33 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 41 มุมสายอากาศภายนอก 90 องศา

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.

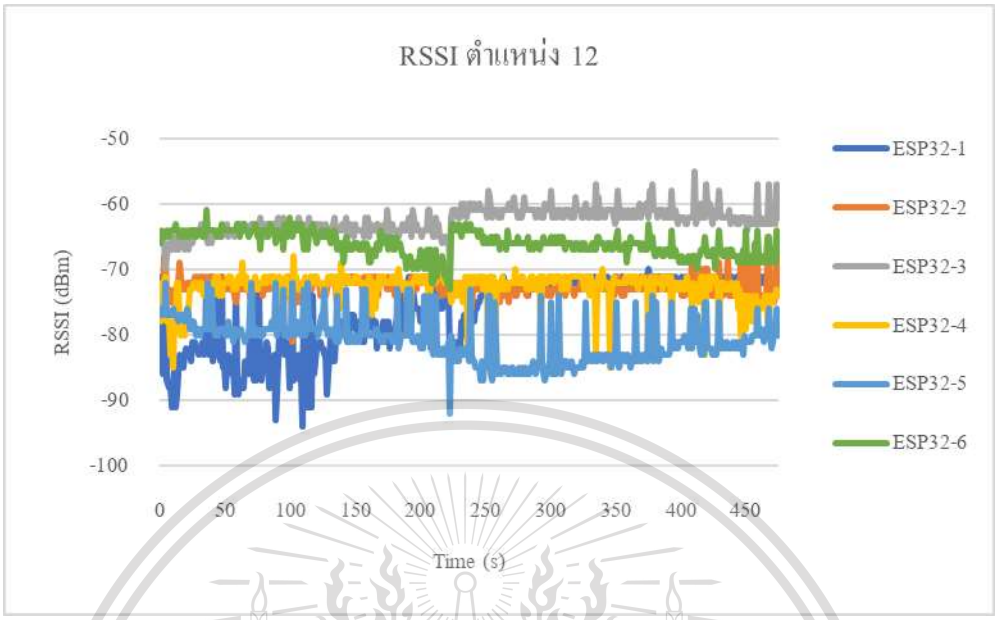
4.6 ผลการทดลองวัดค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับเพื่อทำเป็นชุดข้อมูลสำหรับแบบจำลอง

จากค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับ ที่ตำแหน่ง 41 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับมีค่าความแปรปรวนของสัญญาณมากสุดเท่ากับ 3.27 ดังรูปที่ 4.43 ที่ตำแหน่ง 43 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับมีค่าความแปรปรวนของสัญญาณน้อยสุดเท่ากับ 0.84 ดังรูปที่ 4.45

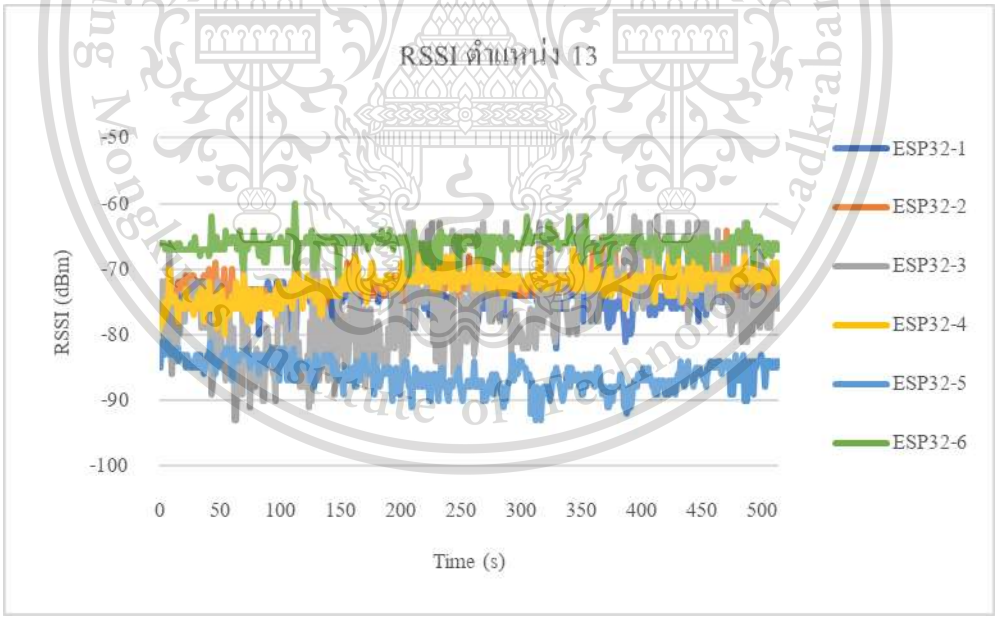


รูปที่ 4.34 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 11

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.

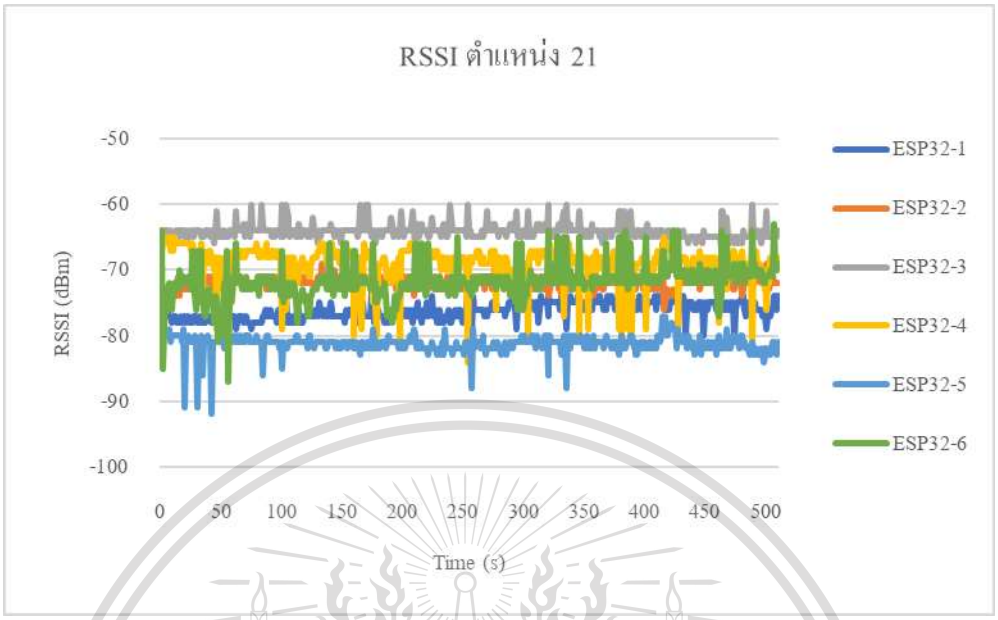


รูปที่ 4.35 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 12

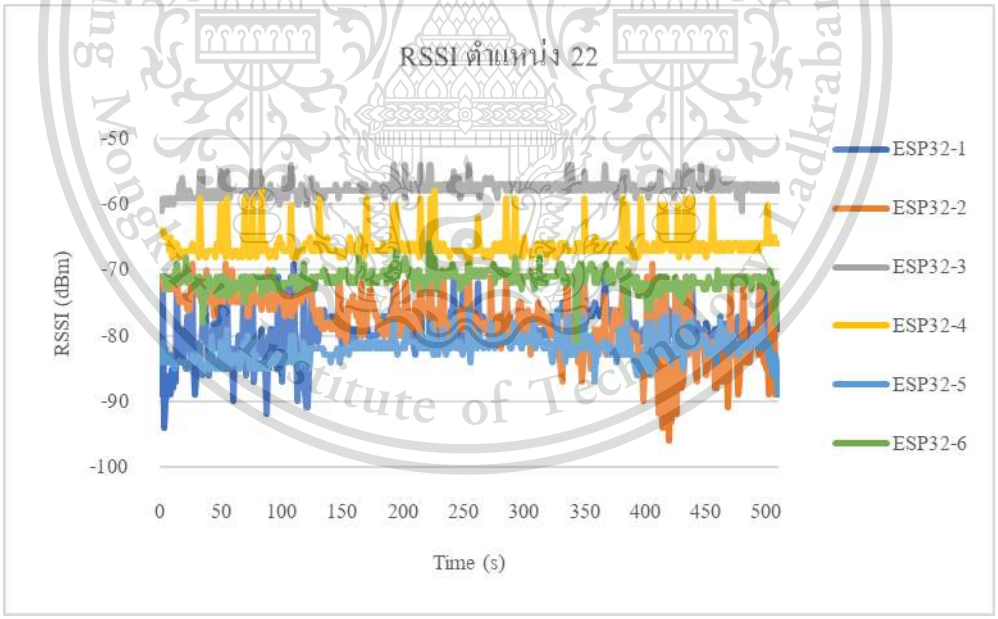


รูปที่ 4.36 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 13

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.

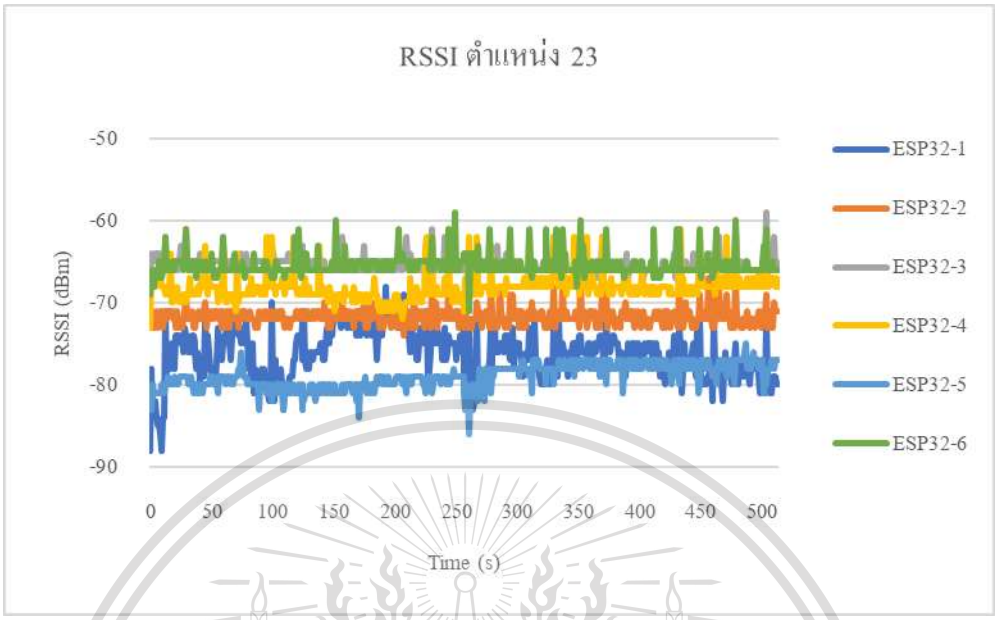


รูปที่ 4.37 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 21

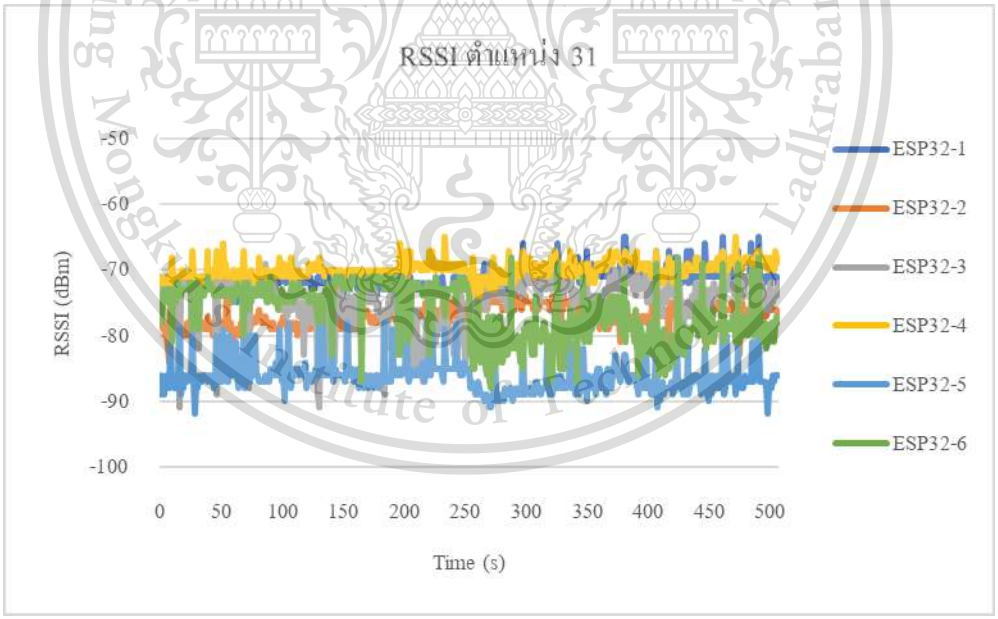


รูปที่ 4.38 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 22

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.

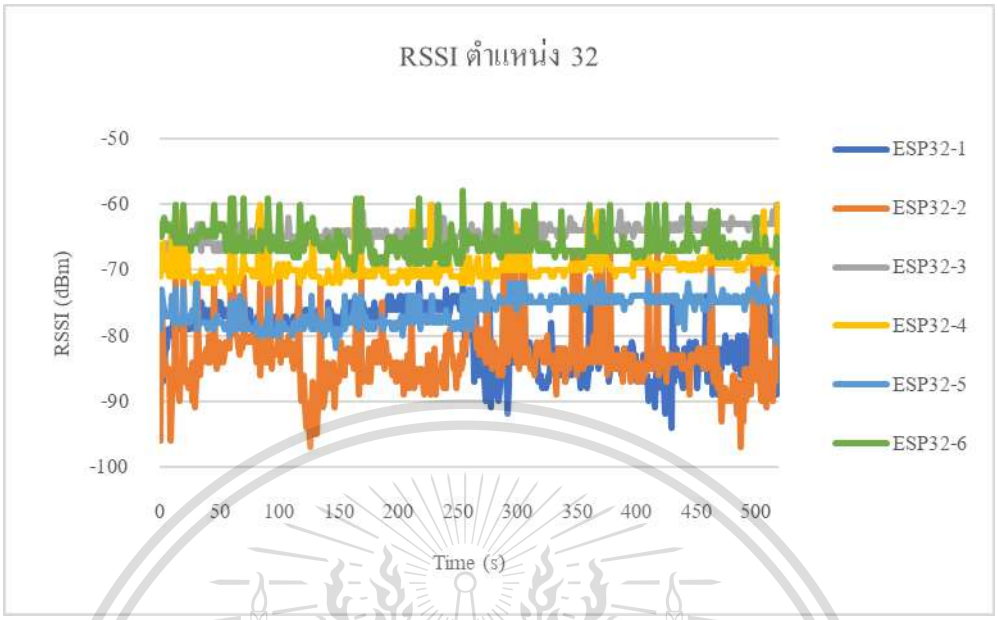


รูปที่ 4.39 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 23

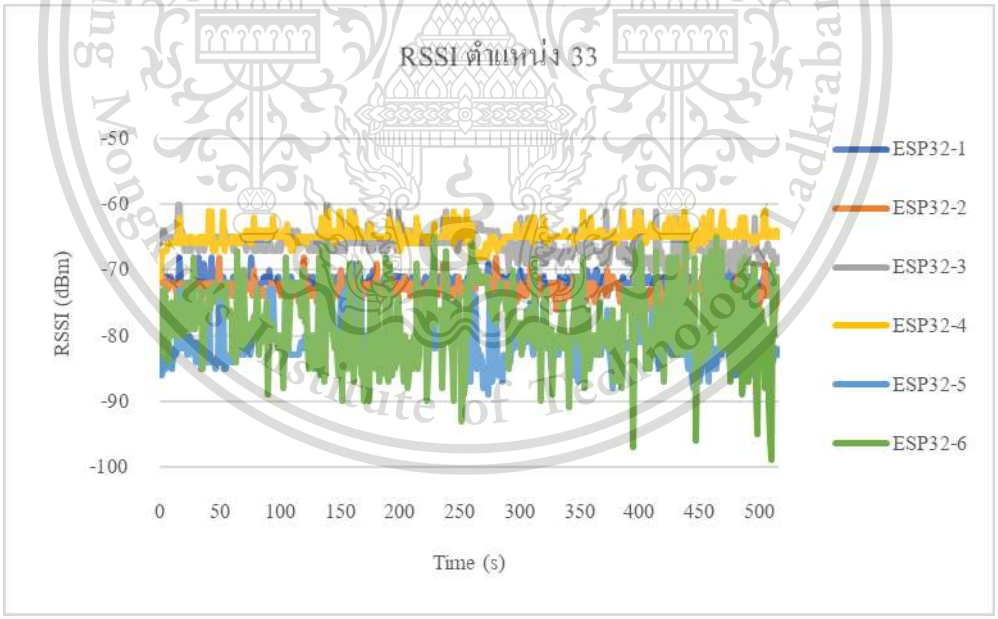


รูปที่ 4.40 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 31

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.

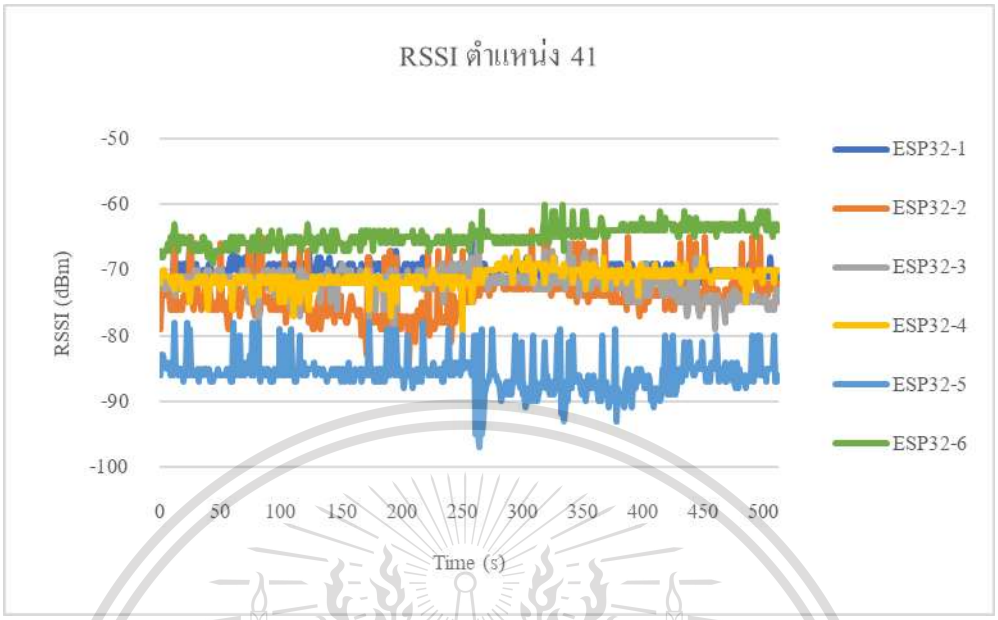


รูปที่ 4.41 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 32

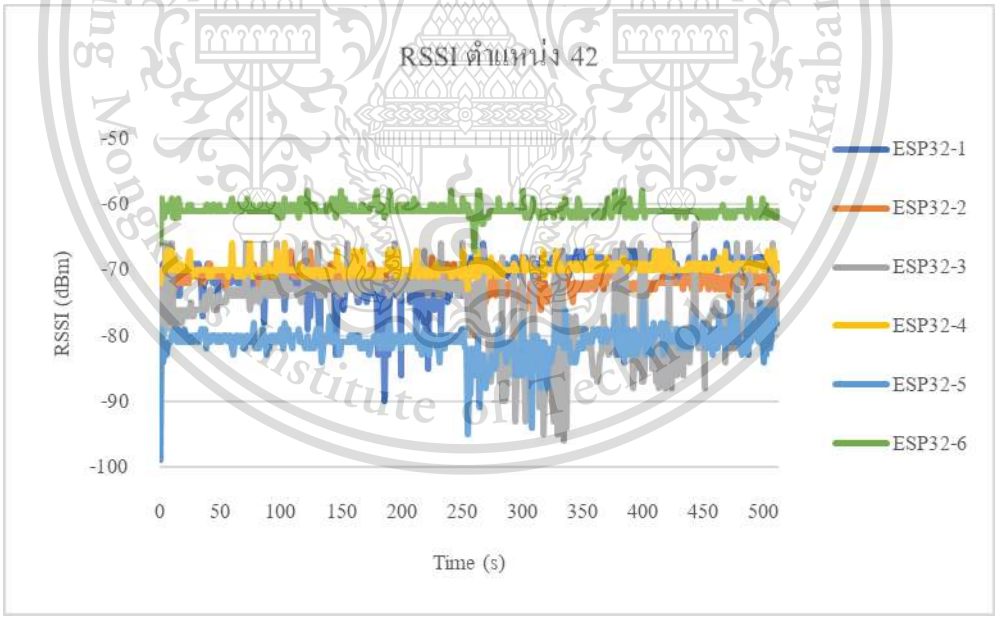


รูปที่ 4.42 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 33

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.

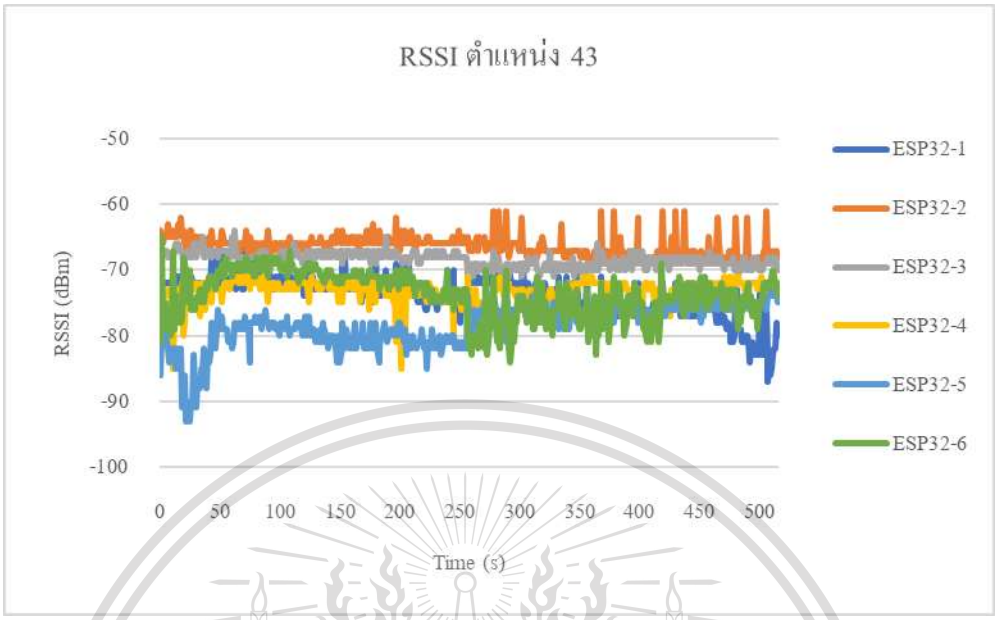


รูปที่ 4.43 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 41

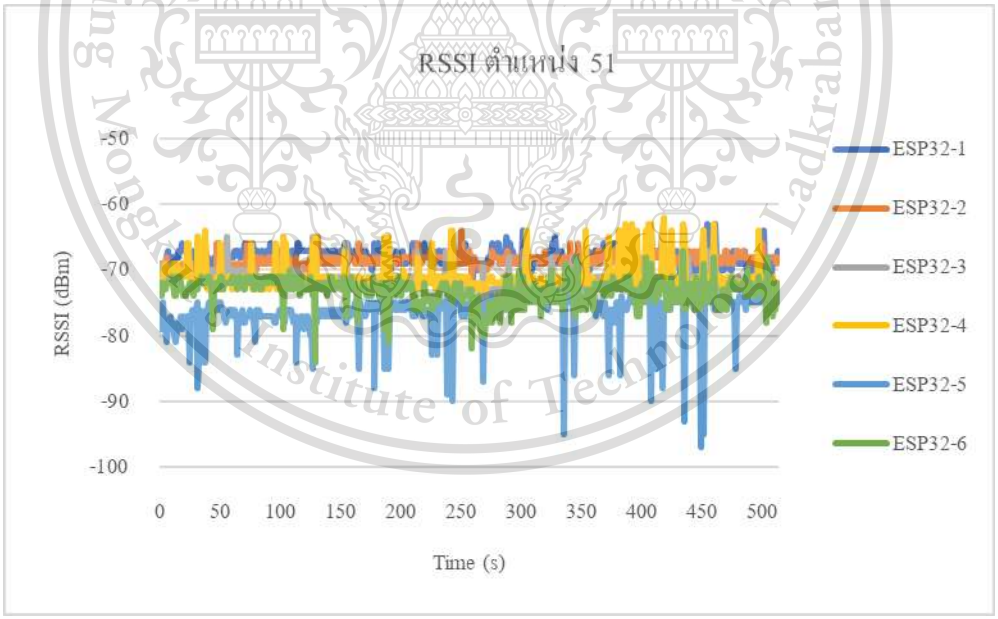


รูปที่ 4.44 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 42

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.

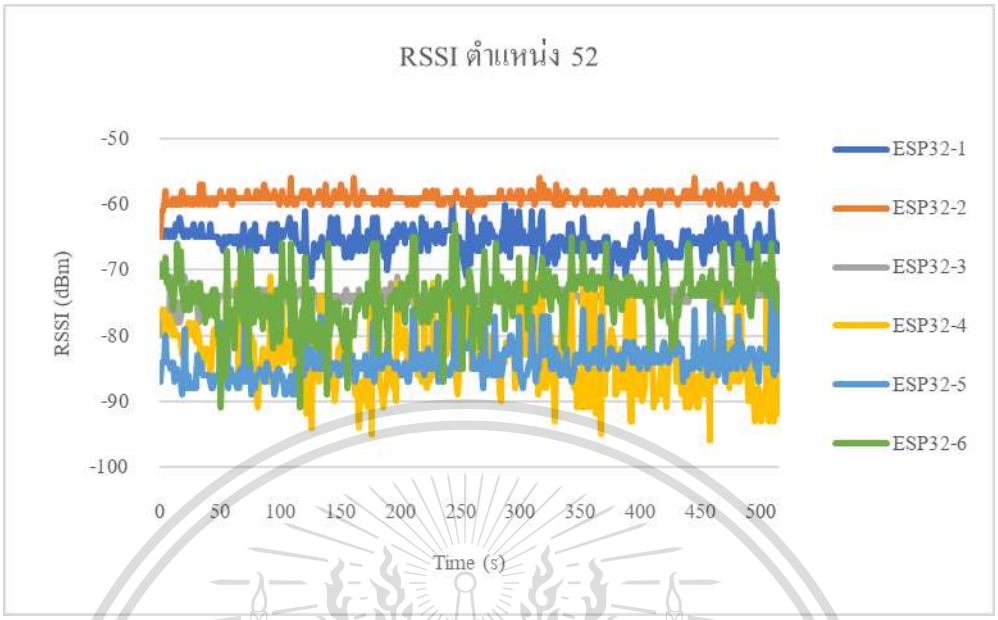


รูปที่ 4.45 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 43

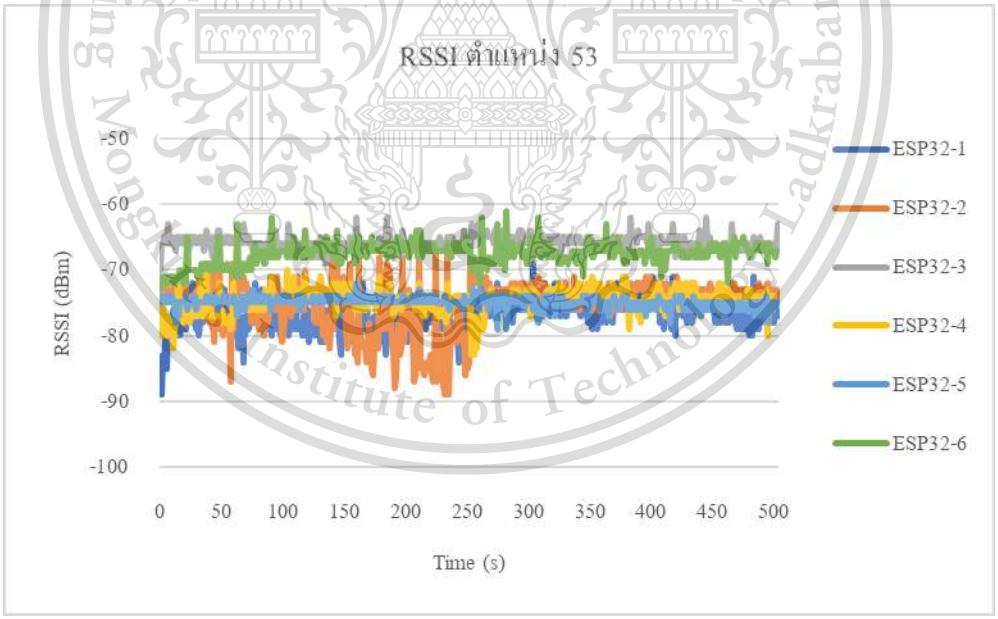


รูปที่ 4.46 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 51

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.

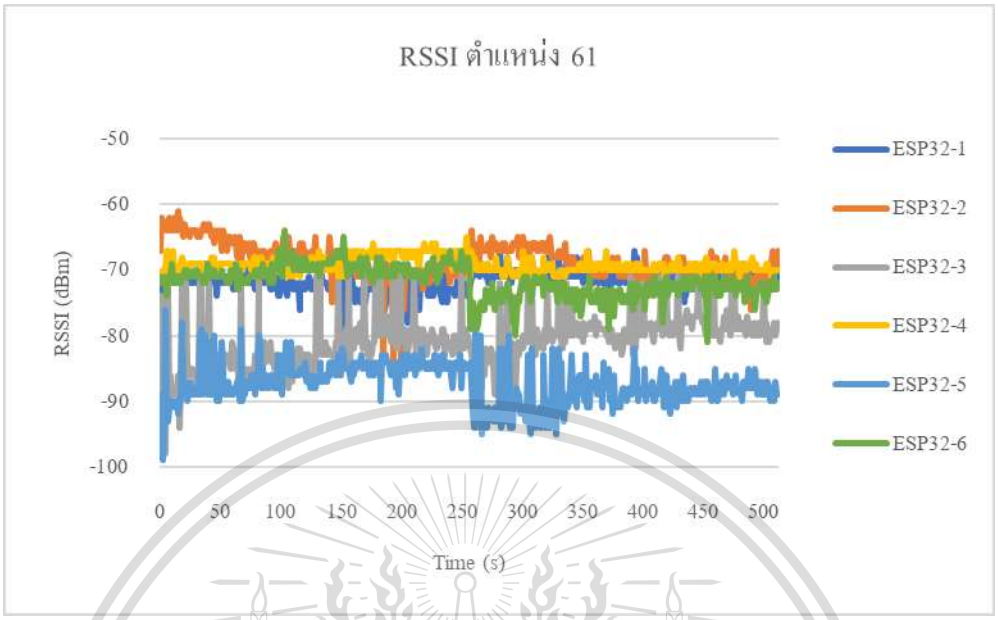


รูปที่ 4.47 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 52

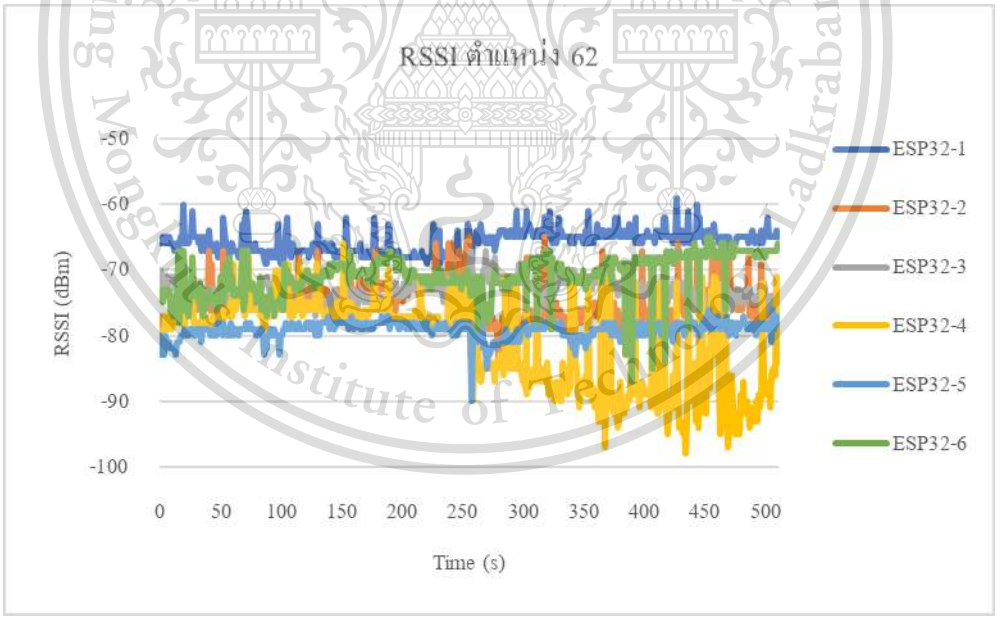


รูปที่ 4.48 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 53

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.

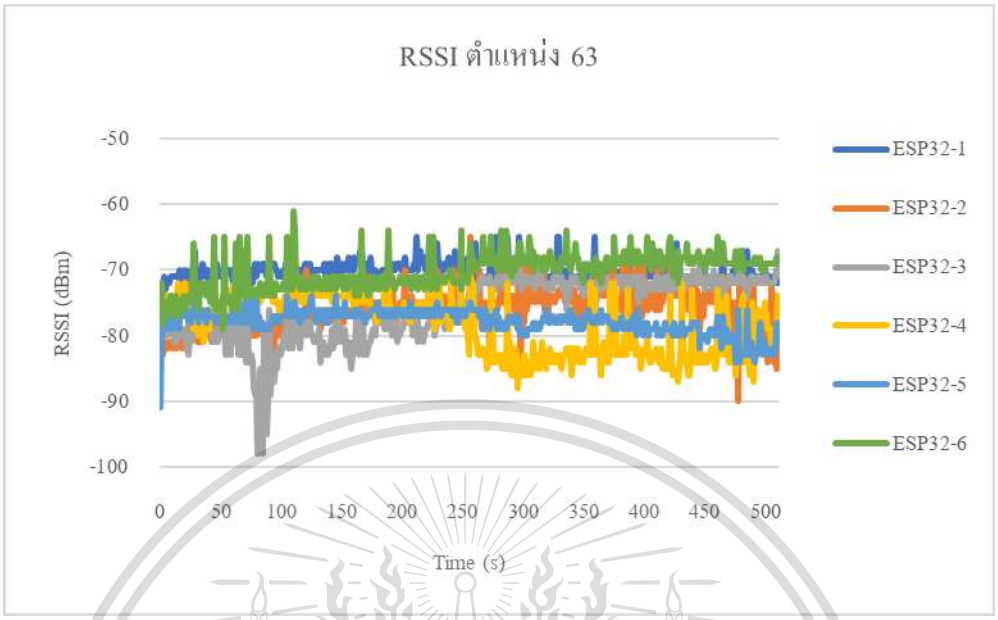


รูปที่ 4.49 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 61



รูปที่ 4.50 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 62

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 4.51 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับตำแหน่ง 63

4.7 ผลการทดลองวัดความแม่นยำของการระบุตำแหน่งเพื่อหาจำนวนตัวส่งสัญญาณ

4.7.1 ผลการทดลองวัดความแม่นยำของการระบุตำแหน่งจากตัวส่งสัญญาณ 4 ตัว

จากค่าความแม่นยำของการระบุตำแหน่ง ที่ตำแหน่ง 41 มีร้อยละความแม่นยำมากสุดเท่ากับ 74 ที่ตำแหน่ง 43 และ 13 มีร้อยละความแม่นยำน้อยสุดเท่ากับ 39 ดังตารางที่ 4.1 และมีร้อยละความแม่นยำทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 53.50 โดยค่าในตารางประกอบด้วยตำแหน่งและร้อยละความแม่นยำ

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 4.1 ตำแหน่งและร้อยละความแม่นยำจากตัวส่งสัญญาณ 4 ตัว

11 -	12 -	13 39%
21 -	22 -	23 -
31 -	32 -	33 -
41 74%	42 -	43 39%
51 -	52 -	53 -
61 -	62 -	63 62%

4.7.2 ผลการทดลองวัดความแม่นยำของการระบุตำแหน่งจากตัวส่งสัญญาณ 6 ตัว

จากค่าความแม่นยำของการระบุตำแหน่ง ที่ตำแหน่ง 43 มีร้อยละความแม่นยำมากสุดเท่ากับ 96 ที่ตำแหน่ง 13 มีร้อยละความแม่นยำน้อยสุดเท่ากับ 66 ดังตารางที่ 4.2 และมีร้อยละความแม่นยำทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 80.50 โดยค่าในตารางประกอบด้วยตำแหน่งและร้อยละความแม่นยำ

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 ตำแหน่งและร้อยละความแม่นยำจากตัวส่งสัญญาณ 6 ตัว

11 -	12 -	13 66%
21 -	22 -	23 -
31 -	32 -	33 -
41 91%	42 -	43 96%
51 -	52 -	53 -
61 -	62 -	63 69%

4.8 ผลการทดลองความแม่นยำของแบบจำลองในการระบุตำแหน่งจากชุดข้อมูล

จากค่าความแม่นยำของแบบจำลองในการระบุตำแหน่งที่ตำแหน่ง 52 มีร้อยละความแม่นยำมากสุดเท่ากับ 100 ที่ตำแหน่ง 53 มีร้อยละความแม่นยำน้อยสุดเท่ากับ 56.64 ดังตารางที่ 4.3 และมีร้อยละความแม่นยำทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 80.37 โดยค่าในตารางประกอบด้วยตำแหน่งและร้อยละความแม่นยำ

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 4.3 ตำแหน่งและร้อยละความแม่นยำของแบบจำลองในการระบุตำแหน่ง

11 84.68%	12 89.47%	13 91.75%
21 75.89%	22 70%	23 76.15%
31 77.59%	32 74%	33 88%
41 97.35%	42 86.84%	43 88.60%
51 74.36%	52 100%	53 56.64%
61 71.13%	62 83.33%	63 60.90%

4.9 ผลการทดลองการใช้แอปพลิชันในการรับชมผลงานศิลปะ

จากการทดลองการใช้แอปพลิเคชันในการรับชมผลงานศิลปะ ที่ตำแหน่ง 43 มีร้อยละความแม่นยำมากสุดเท่ากับ 95 ที่ตำแหน่ง 33 มีร้อยละความแม่นยำน้อยสุดเท่ากับ 25 ดังตารางที่ 4.4 และมีร้อยละความแม่นยำทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 55 โดยค่าในตารางประกอบด้วยตำแหน่งและร้อยละความแม่นยำ

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 4.4 ตำแหน่งและร้อยละความแม่นยำการใช้แอปพลิเคชันในการรับชมผลงานศิลปะ

11 55%	12 45%	13 55%
21 -	22 -	23 40%
31 55%	32 -	33 25%
41 80%	42 -	43 95%
51 40%	52 -	53 30%
61 90%	62 60%	63 45%

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

ปริญญานิพนธ์นี้มีเป้าหมายเป็นการสร้างแอปพลิเคชันเพื่อชมผลงานศิลปะในพิพิธภัณฑ์โดยใช้เทคโนโลยีไร้สาย แอปพลิเคชันนี้จะช่วยให้ผู้เข้าชมมีความหลากหลายและมีความเป็นส่วนตัวในการชมผลงานศิลปะมากยิ่งขึ้น และแอปพลิเคชันนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เกี่ยวกับงานนำเสนอที่มีผู้เข้าชมเยอะหรือที่ต้องนำเสนอหลายครั้งได้ จึงสรุปได้ว่าความแรงของสัญญาณในอาคารเมื่อเทียบกับระยะทางมีค่าใกล้เคียงกันในระยะต่าง ๆ เนื่องจากสัญญาณเกิดการสะท้อนภายในอาคาร รูปแบบแพร่กระจายคลื่นของตัวส่งสัญญาณมีค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับไม่เท่ากันและตำแหน่งติดตั้งของตัวส่งสัญญาณอยู่คนละระดับกับตัวรับสัญญาณ แอปพลิเคชันสามารถทำงานได้มีร้อยละความแม่นยำเท่ากับ 55 จึงทำให้ผู้เข้าชมมีความเข้าใจในการชมผลงานศิลปะและมีความเป็นส่วนตัวมากขึ้น ซึ่งข้อผิดพลาดเกิดจากสัญญาณที่ไม่เสถียรทำให้ใช้เวลานานในการระบุตำแหน่งและผู้ทดลองถือสมาร์ตโฟนแตกต่างจากลักษณะเดิมทำให้ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับไม่ตรงกับตอนเก็บชุดข้อมูล

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.2.1 ปัญหา

1.) รูปแบบแพร่กระจายคลื่นของตัวส่งสัญญาณมีค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับไม่เท่ากัน

2.) ความแรงของสัญญาณที่ได้รับไม่แปรผกผันกับระยะทาง

3.) มีสัญญาณสะท้อนภายในอาคาร

4.) แบบจำลองของการระบุตำแหน่งไม่สามารถทำนายทุกตำแหน่งได้อย่างแม่นยำ

5.) ผู้ใช้งานถือสมาร์ตโฟนแตกต่างจากลักษณะเดิมกับตอนเก็บชุดข้อมูล

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.

5.2.2 ข้อเสนอแนะ

1.) ออกแบบการติดตั้งตัวส่งสัญญาณให้ตัวรับสัญญาณสามารถรับสัญญาณได้อย่างเสถียรมากขึ้น

2.) เพิ่มจำนวนตัวส่งสัญญาณเพื่อให้แบบจำลองทำนายตำแหน่งได้แม่นยำมากขึ้น

3.) ศึกษาเทคนิคการระบุตำแหน่งอื่น ๆ เพื่อให้ระบุตำแหน่งได้แม่นยำมากขึ้น

4.) ออกแบบแบบจำลองและเพิ่มจำนวนชุดข้อมูลของการระบุตำแหน่งให้ทำนายตำแหน่งได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น

5.) ออกแบบกราฟฟิกยูสเซอร์อินเทอร์เฟสเพื่อให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น

6.) ออกแบบให้แอปพลิเคชันให้สามารถใช้งานได้หลากหลายมากขึ้น เช่น เพิ่มภาษาสำหรับฟังผลงานศิลปะ

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.

บรรณานุกรม

[1] Unknown. (2559). “หอศิลป์.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://ju1669.blogspot.com/2016/05/blog-post.html. (วันที่ค้นข้อมูล : 20 พฤศจิกายน 2563)

[2] nomad609. (2562). “คู่มือชมงานศิลป์ 101: ชมอย่างไรให้เป็นมืออาชีพ.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://favforward.com/lifestyle/art/49571.html. (วันที่ค้นข้อมูล : 20 พฤศจิกายน 2563)

[3] admin. (2560). “Indoor navigation with BLE.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://developex.com/blog/indoor-navigation-with-ble/. (วันที่ค้นข้อมูล: 8 ธันวาคม 2563)

[4] ถิรพล วงศ์สอาดสกุล. “ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับภาษา Java.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://lily.bu.ac.th/~thirapon.w/gim/OOP_files/Chapter1.pdf. (วันที่ค้นข้อมูล : 9 ธันวาคม 2563)

[5] netinbag. “Arduino® IDE คืออะไร.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.netinbag.com/th/internet/what-is-an-arduinoreg-ide.html. (วันที่ค้นข้อมูล : 8 ธันวาคม 2563)

[6] Palm. (2561). “เริ่มต้นสร้าง Android Application พื้นฐานด้วย Android Studio (Lab 3SB04).” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://medium.com/@palmz/เริ่มต้นสร้าง-android-application-พื้นฐานด้วย-android-studio-lab-3sb04-3fda43b07a1 (วันที่ค้นข้อมูล : 8 ธันวาคม 2563)

[7] Ponglang Petrung. “บทที่ 1 สถาปัตยกรรมของระบบแอนดรอยด์ (โครงสร้างของระบบแอนดรอยด์) เบื้องต้น”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://medium.com/@PongPloyAppDev/บทที่-1-สถาปัตยกรรมของระบบแอนดรอยด์-โครงสร้างของระบบแอนดรอยด์-เบื้องต้น-75481fcadbd8. (วันที่ค้นข้อมูล : 9 ธันวาคม 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.

[8] Jedsada Saengow. (2561). “[Firebase] คืออะไร มาดูวิธีสร้าง Project และทำความรู้จักกับ Firebase.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://medium.com/jed-ng/ firebase-คืออะไร-มาดูวิธีสร้าง-project-และทำความรู้จักกับ-firebase-d48bfac67b14. (วันที่ค้นข้อมูล : 8 ธันวาคม 2563)

[9] AI-Thinker. (2559). “ESP-32S Datasheet.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.es.co.th/Schemetic/PDF/ESP32.PDF. (วันที่ค้นข้อมูล : 8 ธันวาคม 2563)

[10] Nati Thaiyathum.(2562). “KNN หรือ K-Nearest Neighbors คืออะไร.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.glurgeek.com/education/knn/. (วันที่ค้นข้อมูล : 28 มีนาคม 2564)

[11] Sarayut Nonsiri. “ภาษาโปรแกรม Python คืออะไร ?.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.9experttraining.com/articles/python-คืออะไร. (วันที่ค้นข้อมูล : 28 มีนาคม 2564)

[12] Sivadee. (2561). “Machine Learning – นิยามความหมาย.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.toolmakers.co/machine-learning-นิยามและตัวอย่างการใ/. (วันที่ค้นข้อมูล : 28 มีนาคม 2564)

[13] ปฏิพล ศรีชุ่มสิน และ จันตรี ผลประเสรฐิ. (2020). “การระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยการวิเคราะห์สัญญาณ WiFi ด้วยเทคโนโลยีการเรียนรู้ของเครื่อง.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://msds.science.swu.ac.th/wp-content/uploads/2020/09/Indoor-Localization.pdf. (วันที่ค้นข้อมูล : 27 มีนาคม 2564)

[14] อาจารย์ ดร.ณัฐพล แสนคำ. (2020). “วิธีการใช้งาน Visual Studio Code.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://cs.bru.ac.th/สอนวิธีการใช้-visual-studio-code-2/. (วันที่ค้นข้อมูล : 30 มีนาคม 2564)

[15] Chatchapong Mekgamol. (2017). “Kotlin คืออะไร และทำไมต้อง Kotlin.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://medium.com/@minhokokocrunch/kotlin-คืออะไร-และทำไมต้อง-kotlin-548a84ca4cf. (วันที่ค้นข้อมูล : 30 มีนาคม 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.

[16] Jirawatee. (2016). “รู้จัก Cloud Storage for Firebase ตั้งแต่ Zero จนเป็น Hero.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://medium.com/firebasethailand/รู้จัก-firebase-storage-ตั้งแต่-zero-จนเป็น-hero-e65db2d1873f. (วันที่ค้นข้อมูล : 30 มีนาคม 2564)

[17] beryl8. (2019). “เหตุผลที่หลายๆ ธุรกิจเลือกใช้ GCP เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://beryl8.com/th/insight/เหตุผลที่หลายๆ-ธุรกิจเล/. (วันที่ค้นข้อมูล : 30 มีนาคม 2564)

[18] Thanaphoom Babparn. (2019). “Becomes CloudDev - เริ่มต้นใช้ GCE.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://tpbabparn.medium.com/becomes-clouddev-series-เริ่มต้นใช้-gce-7c05bf4491c4. (วันที่ค้นข้อมูล : 30 มีนาคม 2564)

[19] Unknown. (2019). “มารู้จักกับ MQTT กัน.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.lamax.co.th/content/4821/มารู้จักกับ-mqtt-กัน-. (วันที่ค้นข้อมูล : 30 มีนาคม 2564)

[20] Unknown. “MQTT (MQ TELEMETRY TRANSPORT).” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://netpie.gitbooks.io/doc/content/second-chapter.html. (วันที่ค้นข้อมูล : 30 มีนาคม 2564)

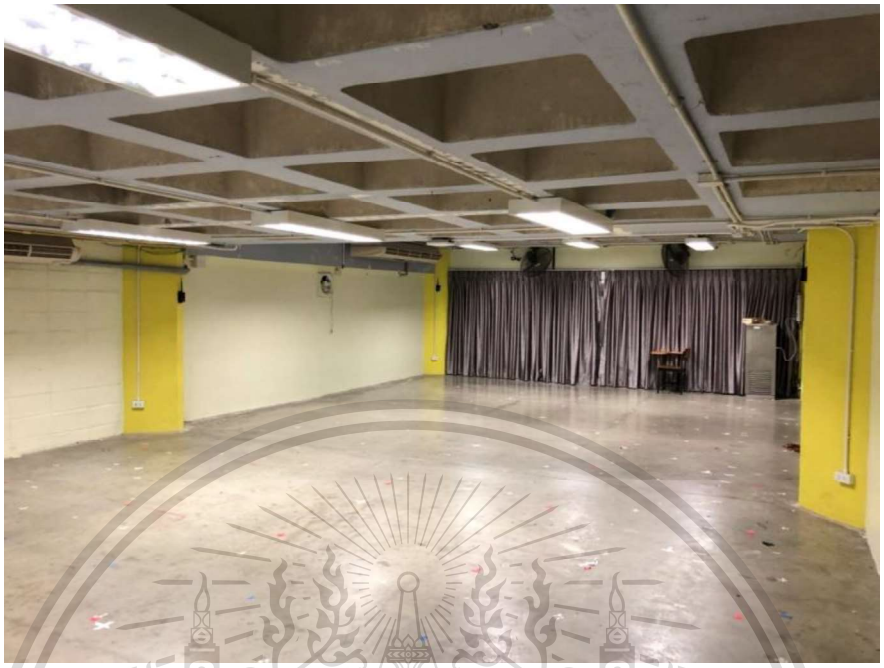
[21] Jirawatee. “รู้จัก Firebase Realtime Database ตั้งแต่ Zero จนเป็น Hero.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://medium.com/firebasethailand/รู้จัก-firebase-realtime-database-ตั้งแต่-zero-จนเป็น-hero-5d09210e6fd6. (วันที่ค้นข้อมูล : 30 มีนาคม 2564)

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.

ภาคผนวก ก

ภาพสถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

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 1 สถานที่ทำการทดลอง (1)

รูปที่ 2 สถานที่ทำการทดลอง (2)

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 อุปกรณ์ตัวส่งสัญญาณ (1)

รูปที่ 4 อุปกรณ์ตัวส่งสัญญาณ (2)

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 5 ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ส่งสัญญาณ

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.

ภาคผนวก ข

โค้ดสำหรับการทำงานของโปรแกรมฝั่งเซิร์ฟเวอร์

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.

```
import pandas as pd
import numpy as np
import paho.mqtt.client as mqtt
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.neighbors import KNeighborsClassifier

broker =        #IP Address
port   = 1883  #MQTT Port
username =     #User name
password =     #Password

#read data
df = pd.read_csv("Dataset\FP_DATASET.csv")
x_train = df[[ 'RSSI1', 'RSSI2', 'RSSI3', 'RSSI4', 'RSSI5', 'RSSI6']].values
y_train = df["TARGET"].values

#model
knn = KNeighborsClassifier(n_neighbors=1)

#training
knn.fit(x_train,y_train)

def fringerprint(rssi1, rssi2, rssi3, rssi4, rssi5, rssi6):
    #prediction
    prediction_result = knn.predict([[rssi1, rssi2, rssi3, rssi4, rssi5, rssi6]])
    prediction_result = str(prediction_result)
    with open('accurasy7.csv','a') as emp_file:
```

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.

```
        emp_writer = csv.writer(emp_file, delimiter=',', quotechar='"', quoting=csv.QUO
TE_MINIMAL)
        emp_writer.writerow([rssi1, rssi2, rssi3, rssi4, rssi5, rssi6,prediction_result[1:-1]])
    print("Position : "+prediction_result)

    return prediction_result

def on_publish(client, userdata, result):
    print("data published \n")


def on_subscribe(client, userdata, mid, granted_qos):
    print("Subscribed : "+str(mid)+" "+str(granted_qos))


def on_message(client, userdata, msg):
    global data
    print(msg.topic+" : "+msg.payload.decode("utf-8"))
    data = str(msg.payload)
    data = data[4:-3]
    data = data.split(',')
    data = [int(numeric_string) for numeric_string in data]
    client.publish("Position",fringerprint(data[0], data[1], data[2], data[3], data[4], data[
5]))


#create client object
client = mqtt.Client()
client.username_pw_set(username, password)


client.on_publish    = on_publish
```

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.

```
client.on_subscribe = on_subscribe
client.on_message   = on_message

#establish connection
client.connect(broker,port)

#Publish / Subscribe
client.subscribe("rssiData", qos=1)
client.loop_forever()
```

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.

ภาคผนวก ค

โค้ดสำหรับสัญญาณบลูทูธพลังงานต่ำของตัวส่งสัญญาณ

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.

```
#include "BLEUtils.h"
#include "BLEScan.h"
#include <esp_log.h>
#include <string>

#include "BLEDevice.h"
#include "BLEAdvertisedDevice.h"
#include "sdkconfig.h"

#include <BLEDevice.h>
#include <BLEUtils.h>
#include <BLEServer.h>

// See the following for generating UUIDs: // https://www.uuidgenerator.net/

#define SERVICE_UUID        "4fafc201-1fb5-459e-8fcc-c5c9c331914b"
#define CHARACTERISTIC_UUID "beb5483e-36e1-4688-b7f5-ea07361b26a8"

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  Serial.println("Starting BLE work!");

  BLEDevice::init("BLE No.3");
  BLEServer *pServer = BLEDevice::createServer();
  BLEService *pService = pServer->createService(SERVICE_UUID);
  BLECharacteristic *pCharacteristic = pService->createCharacteristic(
                                         CHARACTERISTIC_UUID,
```

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.

```
                                        BLECharacteristic::PROPERTY_READ |
                                        BLECharacteristic::PROPERTY_WRITE
                                      );

  pCharacteristic->setValue("Hello World says Neil");
  pService->start();
  // BLEAdvertising *pAdvertising = pServer->getAdvertising();  // this still is working
for backward compatibility
  BLEAdvertising *pAdvertising = BLEDevice::getAdvertising();
  pAdvertising->addServiceUUID(SERVICE_UUID);
  pAdvertising->setScanResponse(true);
  pAdvertising->setMinPreferred(0x06);  // functions that help with iPhone
connections issue
  pAdvertising->setMinPreferred(0x12);
  BLEDevice::startAdvertising();
  Serial.println("Characteristic defined! Now you can read it in your phone!");
  static const char LOG_TAG[] = "SampleScan";
  class MyAdvertisedDeviceCallbacks: public BLEAdvertisedDeviceCallbacks {
    void onResult(BLEAdvertisedDevice advertisedDevice) {
      ESP_LOGD(LOG_TAG, "Advertised Device: %s", advertisedDevice.toString().c_str());
    }
  };
}
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  delay(500);
}
```

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.