

การระบุตัวตนในแต่ละพื้นที่ควบคุมโดยใช้เทคโนโลยี BLUETOOTH
PERSONAL IDENTIFICATION IN CONTROL AREA
WITH BLUETOOTH TECHNOLOGY

โดย
นายศิวักร
นายอรรถสิทธิ์
แต่ประจิตร
วิชาพูล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การระบุตัวตนในแต่ละพื้นที่ควบคุมโดยใช้เทคโนโลยี BLUETOOTH
PERSONAL IDENTIFICATION IN CONTROL AREA
WITH BLUETOOTH TECHNOLOGY

โดย
นายคิวกกร แต่้ประจิตร 61011025
นายอรรถสิทธิ์ วิชาพูล 61011211

อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ.ดร.กฤษณ์ วงศ์รุจิระ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2564

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การระบุตัวตนในแต่ละพื้นที่ควบคุมโดยใช้เทคโนโลยี BLUETOOTH
PERSONAL IDENTIFICATION IN CONTROL AREA
WITH BLUETOOTH TECHNOLOGY

ผู้จัดทำ

- | | | |
|------------------|------------|----------|
| 1. นายศิวก | แต่ประจิตร | 61011025 |
| 2. นายอรรถสิทธิ์ | วิชาพูล | 61011211 |


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ.ดร.กฤษณ์ วงศ์จุริระ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินปริญญานิพนธ์เรื่อง “การระบุตัวตนในแต่ละพื้นที่ควบคุมโดยใช้เทคโนโลยี Bluetooth” จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และความอนุเคราะห์ อย่างดียิ่งจากผศ.ดร.กฤษณ์ วงศ์จุริระ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เป็น ประโยชน์ต่อการศึกษา ค้นคว้าวิจัยให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมถึงสนับสนุน เครื่องมือ สถานที่ ที่ใช้ระหว่างจัดทำปริญญานิพนธ์

ขอขอบคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบังทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ ประสาทวิชา ความรู้ และประสบการณ์ให้แก่ผู้จัดทำ

นายศิวักร แต่ประจิตร
นายอรรถสิทธิ์ วิชาพูล
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การระบุตัวตนในแต่ละพื้นที่ควบคุมโดยใช้เทคโนโลยี BLUETOOTH
PERSONAL IDENTIFICATION IN CONTROL AREA
WITH BLUETOOTH TECHNOLOGY

โดย นายศิวกร แต่ประจิตร 61011025
นายอรรถสิทธิ์ วิชาพูล 61011211

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.กฤษณ์ วงศ์รุจิระ

บทคัดย่อ

เนื่องจากในปัจจุบันนี้เป็นสถานการณ์ของโรคระบาด Covid-19 เราเลยจะใช้เทคโนโลยีมาเพื่อลดการสัมผัสเชื้อและยังรักษาระยะห่างของผู้คนจึงคิดค้นเทคโนโลยีมาใช้ที่สามารถระบุพิกัดต่าง ๆ ทางภูมิศาสตร์ และค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น เวลา, วัน/เดือน/ปี, ความแรงของสัญญาณ, เลข mac address ฯลฯ เพื่อให้ทราบได้ว่าบุคคลที่เราต้องการติดตามอยู่ ณ ตำแหน่งใดของอาคารหรืออาคารไหนออกแบบและสร้างระบบติดตามผู้ใช้งานให้สามารถระบุพิกัดตำแหน่งได้โดยใช้ค่า mac address เพื่อให้ทราบว่าผู้ใช้งานของเราอยู่ตำแหน่งส่วนไหนภายในอาคารโดยมีการนำบอร์ด ESP-32 มาใช้เป็นส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ในระยะแรกของการทำงานและมีการสร้าง MQTT Broker เพื่อเป็นตัวกลางในการรับและส่งข้อมูลและนำไปจัดเก็บในฐานข้อมูล สามารถเข้าถึงอย่างสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น จึงได้มีการออกแบบพัฒนาเว็บไซต์เฟรมเวิร์ก เพื่อใช้ในการแสดงค่าของผู้ใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

Due to the current situation of the Covid-19 epidemic, we will use technology to reduce exposure and keep people's distance. Therefore, we have invented technology that can be used to locate different geographic coordinates. And various parameters such as time, day/month/year, signal strength, mac address, etc. to know where the person we want to track is located in the building or which building designed and built a user tracking system. The work to be able to locate using the mac address value to know where our users are located in the building by using the ESP-32 board as part of the microcontroller in the early stages of work and being built. MQTT Broker to be an intermediary to receive and send data and store it in the database. can be accessed more comfortably Therefore, the web server has been designed and developed. to be used to display user values

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	V
สารบัญตาราง	VI
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์	2
2.2 ภาษา python	5
2.3 Google cloud Platform	8
2.4 MQTT Broker	11
2.5 โปรแกรม Arduino	14
2.6 โปรแกรม Visual Studio Code	15
2.7 Node.js	16
2.8 MySQL	18
2.9 บลูทูธ (Bluetooth)	19
2.10 javascript Object Notation (JSON)	19
2.11 DigitalOcean	20
2.12 apache	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.13 ภาษา HTML	24
2.14 ภาษา CSS	25
2.15 react	25
บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำปฏิญญานิพนธ์	
3.1 การออกแบบ	27
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	38
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	38
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 ผลการทดสอบใช้บอร์ด ESP32 ในการสแกนหาค่าความแรงสัญญาณ	39
4.2 ผลการทดลองการส่งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จากฝั่งฮาร์ดแวร์และการ Publish ข้อมูลมายัง MQTT Broker	39
4.3 ผลการทดลองการ subscribe topic MQTT Broker	40
4.4 ผลการทดสอบวัดค่าความแรงสัญญาณเทียบกับระยะทางจริง	41
4.5 การทดสอบประมวลผลเพื่อระบุตำแหน่งจากระยะทาง	43
4.6 ผลการทดลองวัดความแม่นยำเพื่อระบุตำแหน่งภายในอาคาร	48
4.7 ผลการทดลองวัดความแม่นยำเพื่อระบุตำแหน่งภายนอกอาคาร	52
4.8 ผลการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองในการระบุตำแหน่ง	56
4.9 ผลการทดลองเก็บข้อมูลของผู้ใช้งาน	56
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผล	57
5.2 ข้อเสนอแนะ	57
บรรณานุกรม	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก	โค้ดสำหรับโปรแกรม Arduino ใช้สแกนหาอุปกรณ์ตัวปล่อยสัญญาณบลูทูธ
	โค้ดสำหรับ server ที่ใช้ในการคำนวณระยะทางและเพิ่มวันที่เวลาให้แก่ข้อมูล
	โค้ดสำหรับ server ที่ใช้ในการคำนวณระยะทางและเพิ่มวันที่เวลาให้แก่ข้อมูล
	โค้ดสำหรับแสดงผลในหน้าเว็บ

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.1	ESP-32	5
2.2	ส่วนประกอบของ ESP-32	5
2.3	สัญลักษณ์ของ google cloud platform	11
2.4	การติดต่อสื่อสาร MQTT	12
2.5	รับส่งข้อมูล TCP/IP	13
2.6	HTTP ขั้นตอนการติดต่อ	14
2.7	โมดูล npm	17
2.8	logo digitalocean	21
2.9	Apache	22
2.10	web server	23
2.11	การติดตั้ง Apache ด้วยคำสั่ง sudo apt-get install apache2	23
2.12	Web Browser บน Web Server	24
2.13	คำสั่งในการสร้างโปรเจค React	25
2.14	องค์ประกอบของ React	26
2.15	หน้าเว็บ react	26
3.1	บล็อกไดอะแกรมของการระบุตัวตนในแต่ละพื้นที่ควบคุมโดยใช้เทคโนโลยี Bluetooth	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

3.2	รูปแผนผังการทำงานของระบบ server	29
3.3	หน้าแสดง VM instances	30
3.4	หน้าจอแสดงผล SQL	30
3.5	ตารางในฐานข้อมูลชื่อ esp2	31
3.6	ตารางในฐานข้อมูลชื่อ espout	31
3.7	การ update & Install mosquito	32
3.8	การ grep เพื่อตรวจสอบการติดตั้ง mosquito	32
3.9	การ allow port 1883 ใน firewall	33
3.10	แผนผังการทำงานฮาร์ดแวร์	34
3.11	แผนผังงาน (flowchart) แสดงการทำงานของระบบล็อกอิน (Log in)	35
3.12	หน้าจอ log in แอดมิน	36
4.1	ค่าที่ ESP32 สแกนได้	39
4.2	ค่าที่ฝั่งฮาร์ดแวร์ได้ทำการ Publish มายัง MQTT Broker	40
4.3	ค่าที่ฝั่งฮาร์ดแวร์ได้ทำการ Publish มายัง MQTT Broker	40
4.4	ระยะทางที่ได้จากการคำนวณระหว่างภายในอาคารและภายนอกอาคารที่ 1 เมตร	41
4.5	ระยะทางที่ได้จากการคำนวณระหว่างภายในอาคารและภายนอกอาคารที่ 2 เมตร	41
4.6	ระยะทางที่ได้จากการคำนวณระหว่างภายในอาคารและภายนอกอาคารที่ 2 เมตร	42
4.7	ระยะทางที่ได้จากการคำนวณระหว่างภายในอาคารและภายนอกอาคารที่ 4 เมตร	42
4.8	ระยะทางที่ได้จากการคำนวณระหว่างภายในอาคารและภายนอกอาคารที่ 5 เมตร	43
4.9	แผนผังรูปแบบการทดลอง	44
4.10	4.10 แสดงการระบุตำแหน่งที่ฝั่ง server	45
4.11	data แสดงค่าพารามิเตอร์	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

4.12	รูปแสดงการคำนวณด้วยวิธี k-means	46
4.13	แบ่งตัวส่งและทำเครื่องหมายระบุไว้ชัดเจน	47
4.14	ค่าที่ไม่เคยพบมาก่อนโดยให้ระบบทำนายคำตอบของการประมวลผล	47
4.15	ตำแหน่งและร้อยละความแม่นยำจากตัวส่งสัญญาณ 3 ตัวภายในอาคาร	48
4.16	ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง C11	49
4.17	ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง C12	49
4.18	ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง C13	49
4.19	ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง C21	50
4.20	ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง C22	50
4.21	ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง C23	50
4.22	ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง C31	51
4.23	ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง C32	51
4.24	ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง C33	51
4.25	ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง C31	52
4.26	ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง O11	53
4.27	ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง O12	53
4.28	ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง O13	53
4.29	ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง O21	54
4.30	ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง O22	54
4.31	ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง O23	54
4.32	ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง O31	55
4.33	ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง O32	55
4.34	ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง O33	55
4.35	ผลการรันโปรแกรมฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server)	56
4.36	ข้อมูลผู้ใช้งาน	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันสถานการณ์ระบาดของโรค COVID-19 ทำให้การทำงานในออฟฟิศหรือการมาโรงเรียนของเด็กนักเรียนผู้คนมีความเสี่ยงในการสัมผัสใกล้ชิดกันมากขึ้นส่งผลให้เกิดความไม่ไว้วางใจกันและหาวิธีระงับในการทำงาน ปริญญาพนธ์นี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะอำนวยความสะดวกในเรื่องการลดการสัมผัสกันของบุคคลเพื่อลดความเสี่ยงของการติดโรค COVID-19 จากการเดินทางมาทำงานที่ออฟฟิส

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาเทคโนโลยีการส่งสัญญาณไร้สาย
- 2) เพื่อความสะดวกสบายรวดเร็วในการตรวจสอบผู้คนที่อยู่ในอาคาร
- 3) ศึกษาและออกแบบฐานข้อมูลในการจัดเก็บข้อมูลผู้ใช้งาน
- 4) ศึกษาและสร้างเว็บเซิร์ฟเวอร์

1.3 ขอบเขตของปริญญาพนธ์

ออกแบบและสร้างระบบติดตามผู้ใช้งานให้สามารถระบุพิกัดตำแหน่งได้โดยใช้ค่า mac address เพื่อให้ทราบว่าผู้ใช้งานของเราอยู่ตำแหน่งส่วนไหนภายในอาคารโดยมีการนำบอร์ด ESP-32 มาใช้เป็นส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ในระยะแรกของการทำงานและมีการสร้าง MQTT Broker เพื่อเป็นตัวกลางในการรับและส่งข้อมูลและนำไปจัดเก็บในฐานข้อมูล สามารถเข้าถึงอย่างสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น จึงได้มีการออกแบบพัฒนาเว็บเซิร์ฟเวอร์ เพื่อใช้ในการแสดงค่าของผู้ใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ปริญญานิพนธ์เรื่อง “การระบุตัวตนในแต่ละพื้นที่ควบคุมโดยใช้เทคโนโลยี Bluetooth” ได้ทำการออกแบบและพัฒนาระบบการตรวจจับบุคคลภายในอาคาร โดยมีทฤษฎีและหลักการที่สำคัญเกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู, หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน โครงสร้างโดยทั่วไป ของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้ [1]

- 1) หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit)
- 2) หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกับกระดานทดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่ว ๆ ไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยงก็ตาม

- 3) ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุต เพื่อรับสัญญาณ อาจจะใช้การกดสวิตช์ เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุต เพื่อแสดงผลเช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณ ข้อมูลระหว่าง ซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณ จำนวนมากอยู่

5) วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา เป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับกำหนัดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกา มีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

ESP32 เป็นชื่อของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รองรับการเชื่อมต่อ WiFi และ Bluetooth 4.2 BLE ในตัว ผลิตโดยบริษัท Espressif จากประเทศจีน โดยราคา ณ ที่เขียนบทความอยู่นี้ มีราคาไม่เกิน 500 บาท (บอร์ดพัฒนาสำเร็จรูป) โดยตัวไอซี ESP32 มีสเปคโดยละเอียด ดังนี้

- ซีพียูใช้สถาปัตยกรรม Tensilica LX6 แบบ 2 แกนสมอง สัญญาณนาฬิกา 240MHz
- มีแรมในตัว 512KB
- รองรับการเชื่อมต่อรวมภายนอกสูงสุด 16MB
- มาพร้อมกับ WiFi มาตรฐาน 802.11 b/g/n รองรับการใช้งานทั้งในโหมด Station softAP และ Wi-Fi direct
- มีบลูทูธในตัว รองรับการใช้งานในโหมด 2.0 และโหมด 4.0 BLE
- ใช้แรงดันไฟฟ้าในการทำงาน 2.6V ถึง 3V
- ทำงานได้ที่อุณหภูมิ -40°C ถึง 125°C

นอกจากนี้ ESP32 ยังมีเซ็นเซอร์ต่าง ๆ มาในตัวด้วย ดังนี้

- วงจรรองรับสัญญาณรบกวนในวงจรขยายสัญญาณ
- เซ็นเซอร์แม่เหล็ก
- เซ็นเซอร์สัมผัส (Capacitive touch) รองรับ 10 ช่อง
- รองรับการเชื่อมต่อคิสตอล 32.768kHz สำหรับใช้กับส่วนวงจรนับเวลา โดยเฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานต่าง ๆ ของ ESP32 รองรับการทำงานเชื่อมต่อต่าง ๆ ดังนี้

- มี GPIO จำนวน 32 ช่อง
- รองรับ UART จำนวน 3 ช่อง
- รองรับ SPI จำนวน 3 ช่อง
- รองรับ I²C จำนวน 2 ช่อง
- รองรับ ADC จำนวน 12 ช่อง
- รองรับ DAC จำนวน 2 ช่อง
- รองรับ I²S จำนวน 2 ช่อง
- รองรับ PWM / Timer ทุกช่อง
- รองรับการทำงานเชื่อมต่อกับ SD-Card

นอกจากนี้ ESP32 ยังรองรับฟังก์ชันเกี่ยวกับความปลอดภัยต่าง ๆ ดังนี้

- รองรับการทำงานเข้ารหัส Wi-Fi แบบ WEP และ WPA/WPA2 PSK/Enterprise
- มีวงจรเข้ารหัส AES / SHA2 / Elliptical Curve Cryptography / RSA-4096

ในตัว

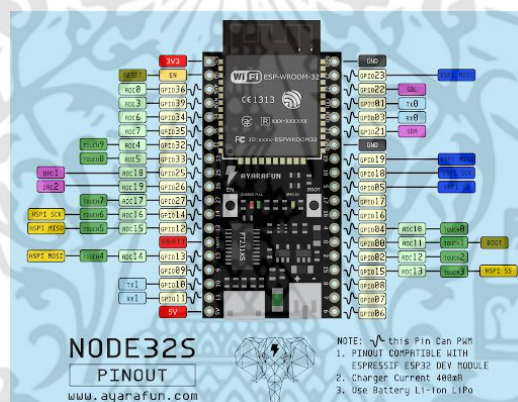
ในด้านประสิทธิภาพการใช้งาน ตัว ESP32 สามารถทำงานได้ดี โดย

- รับ – ส่ง ข้อมูลได้ความเร็วสูงสุดที่ 150Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11n HT40 ได้ความเร็วสูงสุด 72Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11n HT20 ได้ความเร็วสูงสุดที่ 54Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11g และได้ความเร็วสูงสุดที่ 11Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11b
- เมื่อใช้การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล UDP จะสามารถรับ – ส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็ว 135Mbps
- ในโหมด Sleep ใช้กระแสไฟฟ้าเพียง 2.5uA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ESP-32



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของ ESP-32

2.2 ภาษา python

Python เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ชนิดหนึ่งที่มีความคล้ายคลึงกับภาษามนุษย์มากที่สุด โครงสร้างของภาษาทำให้ผู้เขียนโปรแกรมเข้าใจได้ง่าย ซึ่งรากฐานถูกสร้างขึ้นมาจากภาษาซี Python มีคุณสมบัติเป็นภาษาเขียนโปรแกรมแบบไดนามิกส์ และมีระบบการจัดการหน่วยความจำอัตโนมัติและสนับสนุนการเขียนโปรแกรมหลายรูปแบบ ทำให้นักพัฒนาหลายคนเลือกใช้ภาษา Python ในการเขียนโปรแกรมมากขึ้น

คุณลักษณะเด่นของภาษา Python มีดังนี้ [2]

- สนับสนุนการเขียนโปรแกรมแบบ OOP (Object Oriented Programming)
- Code ที่เขียนด้วย Python สามารถนำไปรันบนระบบปฏิบัติการได้หลากหลาย
- เป็น Dynamic typing คือ สามารถเปลี่ยนชนิดข้อมูลได้ง่ายและสะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีไลบรารีสนับสนุนด้านปัญญาประดิษฐ์
- มีฟังก์ชันสนับสนุนฐานข้อมูล เช่น MySQL, Sybase, Oracle, Informix, ODBC และอื่นๆ

2.2.1 syntax พื้นฐานในการเขียนภาษา Python

2.2.1.1 Running Mode

ภาษา Python เป็นภาษาแบบ interpreter ซึ่งสามารถรันโปรแกรมได้ 2 รูปแบบ คือ

- 1) Terminal: เป็นวิธีการรัน Python ใน terminal หรือ command - line ซึ่งจะเป็นการพิมพ์คำสั่งทีละคำสั่ง โดยไม่ต้องสร้างไฟล์ .py ขึ้นมา วิธีการใช้คือรันคำสั่ง Python หลังจากนั้น terminal จะปรากฏขึ้นต่อมาให้พิมพ์โค้ดได้เลย
- 2) File: วิธีที่ 2 จะใช้กับการเขียนโปรแกรมแบบปกติ จะต้องเขียนโค้ดในไฟล์นามสกุล .py ของ Python ส่วนวิธีการรันโปรแกรมจะใช้คำสั่งเหมือนกับโหมด Terminal แต่ต้องเพิ่มชื่อไฟล์ตามหลังด้วย เช่น python main.py เป็นต้น

2.2.1.2 Input/Output

การรับค่าในภาษา Python จะใช้คำสั่ง input() ส่วนการแสดงค่าออกมาจะใช้คำสั่ง print() ซึ่งให้ค่าเป็น string เสมอ แต่หากต้องการค่าเป็นตัวเลข ก็สามารถเปลี่ยน string ให้เป็น int หรือตัวแปรชนิดอื่นๆ ได้ด้วยคำสั่ง int() และ float() เป็นต้น

2.2.1.3 Comment

Comment คือ ข้อความที่ Programmer มักเขียนแทรกไว้ในโค้ดเพื่อระบุว่าโค้ดส่วนนั้นใช้ทำอะไร หรือเขียนไว้ให้ผู้ที่รับช่วงพัฒนาโปรแกรมต่อได้รู้ความหมายหรือจุดมุ่งหมายในการเขียนโค้ดส่วนนั้นๆ ซึ่งการเขียนคอมเมนต์หรือคำอธิบายโค้ดในภาษา Python มี 2 รูปแบบดังนี้

- 1) Line Comment คือการเขียนคำอธิบายแบบบรรทัดเดียว โดยใช้เครื่องหมาย Hash (#) ซึ่งข้อความตัวอักษรนับตั้งแต่เครื่องหมาย # เป็นต้นไปจนถึงตัวอักษรสุดท้ายในบรรทัดนั้น จะถือว่าเป็นคอมเมนต์ทั้งหมดและจะไม่ถูกนำมาประมวลผล
- 2) Block Comment เป็นการเขียน Comment หรือคำอธิบายที่มีการกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด ซึ่งจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของ Comment นี้จะใช้เครื่องหมาย Single Quote จำนวน 3 อัน (‘‘‘คำอธิบาย’’’) หรือเครื่องหมาย Double Quotes จำนวน 3 อัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(““คำอธิบาย””) ซึ่งข้อความทั้งหมดที่อยู่ภายในเครื่องหมายดังกล่าว จะถือว่าเป็นคำอธิบายทั้งหมด

2.2.1.4 Variable

ตัวแปรในภาษา Python เป็นแบบ dynamic-type คือสามารถใช้ได้โดยไม่ต้องกำหนดประเภทของชนิดข้อมูล โดย Data Type หลักๆ ของภาษา Python มีดังนี้

int - จำนวนเต็ม เช่น 1, 200, 1024

float - ทศนิยม เช่น 12.34, 3.1416

str - ตัวอักษรและอักขระ ในภาษานี้ไม่ได้แยกเป็น char แต่จะนับรวมเป็นตัวอักษรทั้งหมด เช่น "Tamemo.com" หรือ "This is a book" (ใช้ได้ทั้งแบบ double-quote และแบบ single-quote)

bool - ค่าความจริง มีเพียง 2 ค่าคือ True / False

None - มีค่าคล้ายกับค่า null หรือ nil ในภาษาอื่น คือตัวแปรที่ไม่มีค่าใดๆ ซึ่งสถานะของตัวแปรตัวนั้นจะต่างจากตัวแปรที่ยังไม่ได้กำหนดค่ามาก่อนที่เป็น undefined

2.2.1.5 Data Structure

ชนิดตัวแปรแบบ data structure ในภาษา Python ประกอบด้วย

1) List เป็นตัวแปรที่เก็บได้หลายค่าในตัวแปรเดียว เทียบเท่ากับ array ในภาษาอื่น แต่ไม่จำกัดความยาว สามารถเพิ่มสมาชิกหรือลบทิ้งออกไปได้เรื่อยๆ index ของ list ใช้แบบ zero-base คือเริ่มต้นค่าแรกที่ตำแหน่ง 0 เช่นเดียวกับภาษา C

2) Tuple คือ list ที่ไม่สามารถแก้ไขข้อมูลได้ รวมถึงไม่สามารถเพิ่ม/ลบ data ได้ด้วย วิธีการสร้างจะคล้ายๆ กับ list แต่เปลี่ยนเครื่องหมาย [] เป็น ()

3) Dictionary เป็นตัวแปรแบบ key-value เทียบได้กับ HashMap ในภาษา Java หรือ โครงสร้างข้อมูลแบบ JSON

4) Set ตัวแปรนี้จะใช้หลักการตามวิชาคณิตศาสตร์ คือสมาชิกของ set จะมีค่าไม่ซ้ำกันเลย สัญลักษณ์ของ set จะใช้เหมือนกับ dict คือ { }

2.2.1.6 Control Flow

ตัวควบคุมการทำงานของโปรแกรมจะคล้ายกับภาษาอื่นๆ คือมี if-else while for แต่ไม่มี do..while

1) If โปรแกรมจะทำงาน statement ในคำสั่ง if หากเงื่อนไขเป็นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Else เป็นส่วนเสริมของ if ในกรณีที่เงื่อนไขไม่เป็นจริงโปรแกรมจะทำการ statement ใน else แทน

3) While เป็น loop ซึ่งจะวนทำซ้ำไปจนกว่าเงื่อนไขไม่เป็นจริง

4) For ใช้สำหรับการวนข้อมูลประเภท list, tuple, dict เป็นหลัก โดยจะทำการวนลูปตั้งแต่ข้อมูลตัวแรกจนถึงตัวสุดท้าย โดยไม่ต้องสร้าง counter หรือตัวแปรเพื่อนับรอบการทำงาน

5) Function การประกาศใช้ฟังก์ชันใน Python จะทำผ่านคีย์เวิร์ด def และส่วน body ของฟังก์ชันจะต้องแบ่งด้วย code block แบบ indent ซึ่งการใช้ function นั้นไม่จำเป็นต้องระบุ return-type

2.2.2 Tkinter

Tkinter เป็นไลบรารีสำหรับภาษา Python ใช้สร้าง GUI โดยจะมาพร้อมกับระบบปฏิบัติการ Linux, Microsoft Windows และ Mac OS X ที่ติดตั้ง Python ชื่อ Tkinter ย่อมาจากอินเทอร์เน็ต Tkinter เขียนโดย Fredrik Lundh Tkinter ให้ความหลากหลายของการควบคุม เช่น ปุ่ม ป้ายและกล่องข้อความ การใช้งานโปรแกรมประยุกต์แบบ GUI การควบคุมเหล่านี้มักจะเรียกว่าการควบคุมหรือส่วนประกอบ โดยมีจุดเด่นดังนี้

- 1) ใช้งานกันแพร่หลาย
- 2) มาพร้อมกับ Python ทุกรุ่น (ในกรณีที่มีการรวมมากับ distro)
- 3) มีเอกสารเป็นมาตรฐานอยู่ใน python doc
- 4) ทำงานได้รวดเร็ว
- 5) มี API ง่ายต่อการเรียนรู้ เหมาะกับโครงการขนาดเล็ก

2.3 Google cloud Platform

Google Cloud Platform หรือ GCP เป็นระบบคลาวด์แพลตฟอร์มที่ให้บริการลักษณะ Web Server ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยกูเกิลมีความสามารถในการวิเคราะห์และจัดการข้อมูล ที่ช่วยตอบโจทย์การทำงานของธุรกิจได้เป็นอย่างดี ข้อดีของบริการ Google Cloud Platform คือ ไม่จำเป็นต้องลงทุนกับ Server ไม่ต้องซื้อ Hardware เอง มีผู้ดูแลระบบให้ตลอด 24 ชม. ค่าใช้จ่าย คิดตามจำนวนการใช้งานจริง ทำให้ค่าใช้จ่ายในระยะยาวต่ำลงมีจุดที่เชื่อมต่อ Network ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Google อยู่ทั่วโลกมากกว่า 70 จุด ใน 33 ประเทศ นอกจากนี้ยังมีบริการที่แยกย่อยออกไปอีกมากมายให้เลือกใช้งาน ไม่ว่าจะเป็น Compute Engine, Storage & Databases, BigsData, API Platform and Ecosystems, Machine Learning, Identity & Security และอื่นๆ [3]

ด้วยความสามารถและบริการที่หลากหลายของ GCP การนำมาประยุกต์ใช้ในองค์กร จึงทำให้คุณไม่ต้องยุ่งยากกับการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐาน และระบบหลังบ้านต่างๆ อีกต่อไป อีกทั้งยังช่วยในเรื่องต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) ทรัพยากรและข้อมูลที่พร้อมใช้งานทุกที่ทุกเวลา

Google Cloud Platform เป็นโซลูชันที่ช่วยในการจัดการ ประมวลผล จัดเก็บ และ ปกป้องข้อมูลจากการโจรกรรมแบบครบวงจรด้วยการใช้งานแพลตฟอร์มเดียวผ่าน Drive และ Vault สามารถเรียกดูข้อมูลหรือเข้าถึงไฟล์ที่ต้องการและเป็นเวอร์ชันปัจจุบันได้รวดเร็วเป็นหน่วย มิลลิวินาที ช่วยเพิ่มความคล่องตัวในการทำงาน ตัดปัญหาความยุ่งยากในการค้นหาเอกสาร และลด ความเสียหายของข้อมูลที่เกิดจากการจัดเก็บเอกสาร พร้อมระบบรักษาความปลอดภัยมาตรฐาน ระดับโลกจาก Google และคุณสมบัติจำกัดสิทธิ์การเข้าถึงระดับรายบุคคล

2) รองรับการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่

ด้วยพีเจอร์ Big Query, Dataflow, DataLabs และบริการอื่นๆ ที่เตรียมมาให้พร้อม ใช้สำหรับงานที่มีข้อมูลขนาดใหญ่ จึงช่วยประหยัดเวลาในการวิเคราะห์เจาะลึกและประมวลผล ข้อมูลขนาดใหญ่อย่างแม่นยำและรวดเร็ว ช่วยลดความผิดพลาดที่เกิดจากการวิเคราะห์ด้วยคน

3) แก่ไขไฟล์และทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์

การแก้ไขเอกสารและงานนำเสนอต่างๆ รวมทั้งการเพิ่มข้อเสนอแนะ บนเอกสารที่ สร้างด้วย Docs, Sheets และ Slides หรือไฟล์งานที่สร้างบน G Suite สามารถเข้าทำได้พร้อมกัน จากหลายที่และรองรับ Device แทบทุกชนิดได้แบบเรียลไทม์เสมือนกำลังนั่งทำงานอยู่ที่เดียวกัน เพื่อให้ได้ผลงานที่ดีที่สุดและประหยัดเวลาที่สุด ทั้งยังช่วยลดต้นทุนด้านการพิมพ์งานและต้นทุน อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานเอกสารได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) สร้าง ทดสอบ และปรับใช้แอปพลิเคชันในโครงสร้างที่ยืดหยุ่น

โฟกัสกับผลิตภัณฑ์ของคุณทั้งการออกแบบ พัฒนา ปรับใช้ และปรับปรุงแอปพลิเคชันได้อย่างรวดเร็วและง่ายดายโดยไม่ต้องกังวลในเรื่องการดูแลระบบ ปล่องให้เป็นหน้าที่ของ GCP ในการจัดการแอปพลิเคชันและฐานข้อมูล

5) เพิ่มผลผลิตด้วยเทคโนโลยี AI

ลดเวลาที่เสียไปกับการเขียนรายงาน ส่งอีเมล ด้วยระบบ AI จาก GCP ที่จะทำหน้าที่เป็นเสมือนผู้ช่วยส่วนตัวให้กับคุณ ไม่ว่าจะเป็นจัดตารางเวลาและกำหนดรายการนัดหมายหรือประชุมในปฏิทิน ช่วยในการตอบอีเมลให้รวดเร็วขึ้น หรือติดตามเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโปรเจกบน Sheets, Docs และ Slides อย่างชาญฉลาด ให้คุณได้มีเวลาไปใช้ในการพัฒนาโปรเจกใหม่ๆ ได้เพิ่มเติม

6) ทำลายอุปสรรคด้านภูมิศาสตร์

ด้วย Hangouts คุณและพนักงานในองค์กรจะสามารถติดต่อสื่อสารกันผ่านแชทและวิดีโอคอล รวมถึงจัดการประชุมแบบออนไลน์พร้อมกันได้โดยไม่ต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง นอกจากนี้ ยังสามารถแชร์ไฟล์งานและบันทึกการสนทนา และซิงค์กับ Google Calendar ได้อีกด้วย

7) รองรับการปรับขนาด

เมื่อองค์กรและธุรกิจมีผู้ใช้บริการมากขึ้นก็สามารถเพิ่มขนาดทรัพยากรได้ไม่จำกัดรวดเร็ว และง่ายดายภายในชั่วข้ามคืน โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับระบบในองค์กรทั่วไป ซึ่งต้องเสียเวลาในการอัปเดตระบบ อีกทั้งยังลดระยะเวลาในการออกแบบ สั่งซื้อ ติดตั้งฮาร์ดแวร์ เพราะ GCP ประกอบด้วยทรัพยากรขนาดใหญ่ไว้คอยรองรับการใช้งานอยู่แล้ว ทำให้คุณสามารถสร้างระบบใหม่และนำมาใช้งานได้อย่างรวดเร็ว ลดค่าใช้จ่ายในการแก้ไขปัญหาและการจ้างบุคลากรในการดูแลระบบทรัพยากรสารสนเทศ ช่วยขจัดปัญหาด้าน IT ที่เกิดจากฮาร์ดแวร์ ความไม่เสถียรของระบบ เป็นต้น เพราะหน้าที่ในการดูแลระบบจะเป็นของ GCP แทน

นี่เป็นเพียงความสามารถส่วนหนึ่งของ GCP เท่านั้น ดังนั้น วินาทีนี้ Google Cloud Platform จึงเป็นแพลตฟอร์มที่จะช่วยให้องค์กรบริหาร ควบคุม และดูแลธุรกิจได้อย่างสมบูรณ์ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทุกๆ ด้าน อีกทั้งยังมีความยืดหยุ่นในการเลือกใช้ระบบปฏิบัติการและเครื่องมือที่เหมาะสมกับประเภทและขนาดของธุรกิจ รองรับภาษาได้หลากหลาย ทำงานได้บนคอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต และสมาร์ตโฟน มีระบบรักษาความปลอดภัยสูง ช่วยปกป้องข้อมูลขององค์กรและลูกค้า อีกทั้งช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการลงทุนและซ่อมบำรุงทรัพยากรคอมพิวเตอร์ และยังเปิดโอกาสให้กับองค์กรและธุรกิจที่มีเงินลงทุนจำกัดให้มีระบบสารสนเทศที่มีคุณภาพเทียบเท่ากับบริษัทอื่นๆ



รูปที่ 2.3 สัญลักษณ์ของ google cloud platform

2.4 MQTT Broker

MQTT ย่อมาจาก Message Queuing Telemetry Transport เป็นโปรโตคอลสำหรับใช้ในสื่อสารข้อมูลระหว่าง Machine to Machine (M2M) ถูกคิดค้นขึ้นในปี ค.ศ. 1999 โดย Dr Andy Stanford-Clark จาก IBM และ Arlen Nipper จาก Arcom (now Eurotech) ออกแบบมาเพื่อใช้สื่อสารในระบบเครือข่ายที่มีทรัพยากรค่อนข้างจำกัด ใช้งานแบนด์วิดท์ต่ำ สามารถ publish-subscribe ข้อมูลระหว่าง Device เพื่อสื่อสารกันระหว่างอุปกรณ์ และถ้ามองในด้านที่เกี่ยวกับ Internet of Things จะสามารถประยุกต์ให้อุปกรณ์ต่างๆ เชื่อมต่อกันผ่านเครือข่ายของอินเทอร์เน็ตได้ ทำให้เราสามารถสร้างสรรค์โครงการที่เกี่ยวกับการติดตามอุปกรณ์ เช่น มอนิเตอร์อุปกรณ์ผ่านอินเทอร์เน็ต ควบคุมอุปกรณ์ผ่านอินเทอร์เน็ต [4]

MQTT ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ



รูปที่ 2.4 การติดต่อสื่อสาร MQTT

MQTT Client เป็นส่วน publish ข้อมูลต่างๆ ขึ้นไปยัง MQTT Broker และสามารถ Subscribe ข้อมูลต่างๆจาก MQTT Broker ผ่านทาง TCP/IP Protocol ถ้ามองในมุมมองของ Internet of Things (IoT) อุปกรณ์จำพวกนี้จะเป็น Device ที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายได้ เช่น บอร์ด Arduino Uno Wifi 2, Arduino MKR Wifi 1010, บอร์ด ESP32, บอร์ด ESP8266, บอร์ด Raspberry Pi, เว็บไซต์, สมาร์ทโฟน

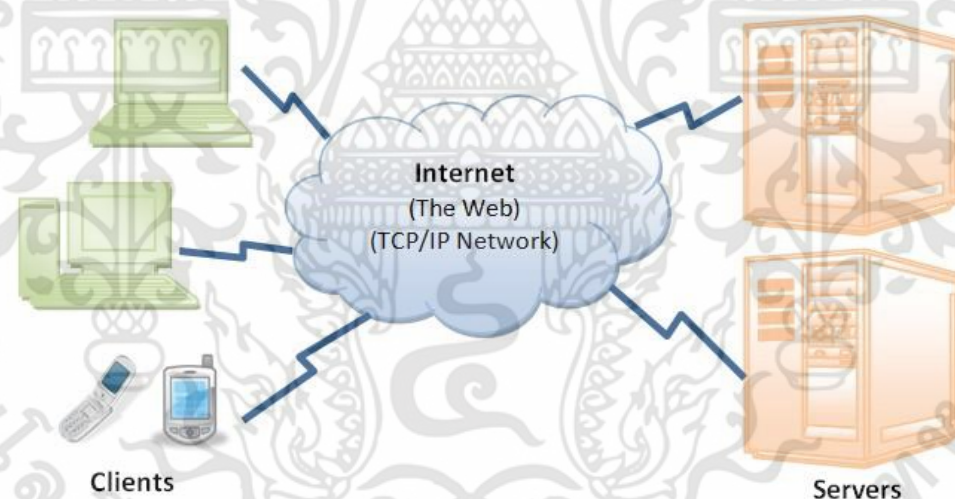
MQTT Broker หรือ MQTT Server เป็นซอฟต์แวร์สำหรับรับข้อมูลจาก MQTT Client ที่ได้ publish เข้ามาและสามารถ publish ข้อมูลจาก MQTT Broker ไปยัง MQTT Client ที่ได้ Subscribe ข้อมูลไว้ได้ หากมองในมุมมองของ Internet of Things อุปกรณ์นี้อาจจะเป็น Cloud Server ของค่ายต่างๆ เช่น CloudMQTT, NETPIE, Azure, AWS เป็นต้น หรือใช้ Single Board Computer เช่นบอร์ด Raspberry Pi, LattePanda, Beagle Bone, nanoPi, อื่นๆ แล้วติดตั้งซอฟต์แวร์เพิ่มเติมก็สามารถใช้งานได้เช่นกัน

การสื่อสารเบื้องต้นของ MQTT จะเห็นได้ว่าการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์นั้นสามารถเชื่อมต่อกันได้อย่างกว้างขวาง ไม่จำกัดในเรื่องชนิดอุปกรณ์ว่าจำเป็นต้องเป็นอุปกรณ์ชนิดเดียวกันสามารถสื่อสารกันได้หลากหลายแพลตฟอร์ม มีตัวอย่างการใช้งานสำหรับการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาต่างๆ มากมายเช่น ภาษา C, Python และอื่นๆ ทำให้การเชื่อมต่อแบบ MQTT นี้น่าสนใจสำหรับการนำมาประยุกต์ใช้ในงานพอสมควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 TCP/IP

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) คือ ระบบการสื่อสารผ่านอินเทอร์เน็ตระหว่าง 1 อุปกรณ์กับอีก 1 อุปกรณ์ โดยที่จะต้องทำการ connect กันก่อนถึงจะส่งหรือรับข้อมูลหากันได้ อย่างที่ได้บอกไปด้านบนการทำงานของ TCP/IP นั้นจะรับประกันว่าข้อมูลของเราจะไม่หล่นหายระหว่างทาง และรับประกันว่าผู้รับจะได้รับข้อมูลที่เราส่งไปทั้งหมด (ไม่เหมือนกับ UDP ที่ส่งข้อมูลไปแล้วจะไม่สนใจว่าผู้รับจะได้รับข้อมูลครบหรือไม่) แต่อย่างที่ได้อธิบายไปแล้ว TCP/IP เป็นการสื่อสารแบบ point-to-point หน้าที่ของมันคือการที่ต้องรับประกันว่าข้อมูลนั้นได้ถูกส่งไปครบถ้วนเท่านั้น TCP/IP อาจจะใช้กับระบบ IoT ได้ แต่ลองคิดดูถ้าเรามีหลายๆ อุปกรณ์อยู่ในระบบ เราต้องไปไล่ส่งข้อมูลอุปกรณ์ต่ออุปกรณ์ ทีละคู่ ๆ นั้นทำให้เปลืองพลังงานมาก แล้วยังต้องมาคอย connect กันอีกนั้นทำให้ TCP/IP ไม่เหมาะสมกับระบบ IoT ใหญ่ ๆ สักเท่าไรหรอก ดังนั้นเลือกใช้ protocol อันอื่นดีกว่า



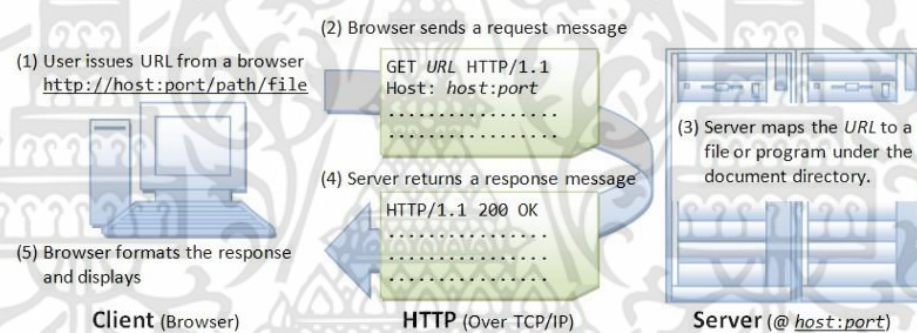
รูปที่ 2.5 รับส่งข้อมูล TCP/IP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 HTTP

HTTP (the Hypertext Transfer Protocol) คือการสื่อสารระหว่าง Web server and Clients (web browsers) โดยที่ใช้คอนเซ็ปต์ของการ decentralization มันใช้การสื่อสารแบบ request/response หรือหมายความว่า จะต้องมีการ response กลับไปหาผู้ที่ส่ง request มาเสมอ (ไม่เหมือน TCP/IP ที่อุปกรณ์ฝั่งหนึ่งอาจจะแค่รับหรือแค่ส่งอย่างเดียวก็ได้) HTTP พัฒนาต่อมาจาก TCP/IP เหมือนกันดังนั้นข้อมูลที่เราจะไม่หล่นหายเช่นเดียวกัน HTTP นั้นใช้ Web server ดังนั้น Client จะเป็นใครก็ได้ในโลกถ้ามี internet ตัว

server นั้นจะรับ request มา และประมวลผลแล้วทำการแจกแจงข้อมูลและส่งกลับไปยังผู้ที่ส่ง request มา ตัว client นั้นหลังจากส่งแล้วก็ต้องรอจนกว่าจะได้รับข้อมูลกลับมา ภาพข้างล่าง



รูปที่ 2.6 HTTP ขั้นตอนการติดต่อ

2.5 โปรแกรม Arduino

Arduino เป็นภาษาอิตาลี อ่านว่า "อาดูอีโน" หรือจะเรียกว่า "อาดูยโน" ก็ได้ ไม่ผิดเอาเป็นว่าเราเข้าใจตรงกันเป็นพอ Arduino เป็น Open-Source Platform (แพลตฟอร์มสาธารณะ) โดยเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR สำหรับการสร้างต้นแบบทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ง่ายต่อการใช้งาน

Arduino จะประกอบด้วย

1) ส่วนที่เป็น Hardware

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU: Microcontroller Unit) เป็นการรวมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ประกอบเป็นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กเพื่อให้่ายต่อการใช้งาน หรือที่เรียกกันว่า บอร์ด Arduino โดยบอร์ด Arduino เองก็มีหลายรุ่นให้เลือกใช้ โดยในแต่ละรุ่นอาจมีความแตกต่างกันในเรื่องของขนาดหรือสเปก เช่น จำนวนของขารับส่งสัญญาณ แรงดันไฟที่ใช้ประสิทธิ

2) ส่วนที่เป็น Software

ภาษา C / C++ เป็นภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมควบคุม Arduino IDE เป็นเครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Arduino คอมไพล์โปรแกรม (Compile) และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด (Upload)

Arduino ถูกใช้ประโยชน์ในลักษณะเดียวกับ MCU อื่นๆ คือ ใช้ติดต่อสื่อสารและควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ด้วยการเขียนโปรแกรมให้กับ MCU เพื่อควบคุมการรับส่งสัญญาณทางไฟฟ้าตามเงื่อนไขต่างๆ โดยตัวอย่าง การประยุกต์ใช้ Arduino ในชีวิตประจำวัน เช่น ระบบเปิด/ปิดไฟอัตโนมัติ ระบบเปิดปิดประตูอัตโนมัติ ระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ หรือใช้ควบคุมความเร็วและทิศทางการหมุนของมอเตอร์ เป็นต้น

2.6 โปรแกรม Visual Studio Code

Visual Studio Code หรือ VSCode เป็นโปรแกรม Code Editor ที่ใช้ในการแก้ไขและปรับแต่งโค้ด จากค่ายไมโครซอฟต์ มีการพัฒนาออกมาในรูปแบบของ Open Source ซึ่ง Visual Studio Code นั้น เหมาะสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมที่ต้องการใช้งานข้ามแพลตฟอร์มรองรับการใช้งานทั้งบน Windows, macOS และ Linux สนับสนุนทั้งภาษา JavaScript, TypeScript และ Node.js สามารถเชื่อมต่อกับ Git ได้ นำมาใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน มีเครื่องมือส่วนขยายต่าง ๆ ให้เลือกใช้อย่างมากไม่ว่าจะเป็น 1.การเปิดใช้งานภาษาอื่นๆ ทั้ง ภาษา C++, C#, Java, Python, PHP หรือ Go 2. Themes 3. Debugger 4. Commands เป็นต้น [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 Node.js

Node.js คือ สภาพแวดล้อมการทำงานของภาษา JavaScript นอกเว็บเบราว์เซอร์ที่ทำงานด้วย V8 engine นั้นหมายความว่าเราสามารถใช Node.js ในการพัฒนาแอปพลิเคชันพลิเคชันแบบ Command line แอปพลิเคชันพลิเคชัน Desktop หรือแม้แต่เว็บเซิร์ฟเวอร์ได้ โดยที่ Node.js จะมี APIs ที่เราสามารถใชสำหรับทำงานกับระบบปฏิบัติการ เช่น การรับค่าและการแสดงผล การอ่านเขียนไฟล์ และการทำงานกับเน็ตเวิร์ค Node.js ถูกพัฒนาและทำงานด้วยใช้ Chrome V8 engine สำหรับคอมไพล์ภาษา JavaScript ให้เป็นภาษาเครื่องด้วยการคอมไพล์แบบ Just-in-time (JIT) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของภาษา JavaScript จากที่แต่เดิมมันเป็นภาษาที่มีการทำงานแบบ Interpreted [7]

Node.js เป็นโปรแกรมที่สามารถใช้ได้ทั้งบน Windows, Linux และ Mac OS X นั้นหมายความว่าคุณสามารถเขียนโปรแกรมในภาษา JavaScript และนำไปรันได้ทุกระบบปฏิบัติการที่สนับสนุนโดย Node.js นี่เป็นแนวคิดของการเขียนครั้งเดียวแต่ทำงานได้ทุกที่ (Write once, run anywhere)

2.7.1 Node.js และภาษา JavaScript

ในช่วงเริ่มแรกภาษา JavaScript ถูกพัฒนาขึ้นมาสำหรับเขียน Script บนเว็บเบราว์เซอร์เพื่อทำให้หน้าเว็บสามารถตอบสนองได้แบบ Real-time สิ่งหนึ่งที่ทำให้ Node.js เลือกภาษา JavaScript เป็นภาษาหลักในการเขียนโปรแกรมเนื่องจากเห็นประสิทธิภาพการทำงานของ V8 engine ซึ่งเป็น Engine ที่ใช้รันภาษา JavaScript บน Google Chrome พร้อมทั้งภาษา JavaScript ยังมีรูปแบบการทำแบบ Asynchronous I/O ซึ่งเป็นสิ่งที่ Node.js ต้องการอยู่แล้ว

นั่นหมายความว่าในปัจจุบัน ภาษา JavaScript ไม่ได้ถูกจำกัดสำหรับการเขียนโปรแกรมเพียงบนเว็บเบราว์เซอร์อีกต่อไป ในการมาของ Node.js เราสามารถเขียนโปรแกรม Command line สร้างเว็บเซิร์ฟเวอร์ หรือเขียนโปรแกรมบน Desktop โดยการใช้ Framework อย่าง Electron หรือโปรแกรมทุกรูปแบบเหมือนกับภาษาอื่นๆ ได้

ข้อดีอีกอย่างหนึ่งในการใช้ภาษา JavaScript ของ Node.js คือทำให้การพัฒนาเว็บไซต์ทำได้อย่างขึ้นสำหรับนักพัฒนา เนื่องจากพวกเขาสามารถใช้ภาษา JavaScript สำหรับทั้ง Front-end และ Back-end ได้โดยไม่ต้องศึกษาภาษาเฉพาะในแต่ละด้าน ตัวอย่างของการพัฒนาเว็บไซต์ในรูปแบบนี้ เช่น React.js ซึ่งเป็นไลบรารีโดย Facebook

นอกจากนี้ คุณยังสามารถใช้ภาษาอื่นๆ สำหรับเขียนโปรแกรมบน Node.js ได้ เช่น ภาษา TypeScript เพื่อทำให้การเขียนโปรแกรมมีการเข้มงวดกับประเภทข้อมูลมากขึ้น และสามารถช่วยลดข้อผิดพลาดในการพัฒนาโปรแกรมได้ แต่เนื่องจาก Node.js สนับสนุนเพียงภาษา JavaScript ดังนั้นโปรแกรมที่เขียนโดยภาษาอื่นจะถูกแปลงเป็น JavaScript ก่อน

2.7.2 Chrome V8 engine

V8 engine นั้นเป็นตัวแปรสำหรับรันภาษา JavaScript หรือ JavaScript engine ที่ใช้บนเว็บเบราว์เซอร์ Google Chrome ซึ่ง Engine นี้ถูกพัฒนาโดย The Chromium Project สำหรับเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของภาษา JavaScript ร่วมกับเว็บเบราว์เซอร์ให้ดีขึ้น โดยการใช้หลักการคอมไพล์ก่อนที่จะประมวลผล (Just-in-time compilation) ด้วยเหตุผลนี้ Node.js เลือกที่จะใช้ V8 engine เป็นตัวคอมไพล์ภาษาของมัน

2.7.3 NPM Package management

NPM คือระบบจัดการแพ็คเกจ โมดูล หรือไลบรารีของภาษา JavaScript และ Node.js ใช้ npm สำหรับเป็นตัวจัดการแพ็คเกจ ในปัจจุบัน npm มีมากกว่า 1 ล้านไลบรารีบน [npm.js](https://www.npmjs.com/) จากนักพัฒนาทั่วโลกที่คุณสามารถนำมาใช้เขียนโปรแกรมบน Node.js โดยไลบรารีทั้งหมดบน npm ที่เป็นแบบสาธารณะ (Public repository) จะเป็นซอฟต์แวร์แบบโอเพ่นซอร์สและฟรี ในปัจจุบัน npm อยู่ภายใต้การดูแลของ Github และ Microsoft



รูปที่ 2.7 โมดูล npm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 MySQL

ความหมายอย่างเป็นทางการ เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System) โดยใช้ภาษา SQL โดย MySQL เป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส โดยมีการพัฒนาโดยบริษัท MySQL AB ในประเทศสวีเดน โดยจัดการ MySQL ทั้งในแบบที่ให้ใช้ฟรี และแบบที่ใช้ในเชิงธุรกิจ สรุปราย ๆ คือ MySQL ก็คือ เป็นฐานข้อมูลนั่นเอง แล้ว 2 ตัวนี้เกี่ยวพันกันอย่างไร เอาง่าย ๆ คือ MySQL เป็นฐานข้อมูล โดยมีภาษา SQL เป็นภาษาในการสื่อสารกัน เชื่อมโยงกันนั่นเองสรุปง่ายสุด ๆ ซึ่งภาษา SQL ยังเป็นภาษาที่ใช้ติดต่อกับฐานข้อมูลอื่นๆ อีกด้วย [8]

MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์โอเพนซอร์สบนพื้นฐานของ SQL ซึ่ง MySQL ได้รับการออกแบบและปรับให้เหมาะสมสำหรับเว็บแอปพลิเคชันและสามารถทำงานบนแพลตฟอร์มใดก็ได้ MySQL ทำงานเป็นดาต้าเบสเซิร์ฟเวอร์ และอนุญาตให้ผู้ใช้หลายคนจัดการและสร้างฐานข้อมูลจำนวนมาก มันเป็นองค์ประกอบสำคัญใน LAMP (LAMP ย่อมาจาก Linux, Apache, MySQL และ PHP) เมื่อความต้องการใหม่และแตกต่างกันเกิดขึ้นกับอินเทอร์เน็ต MySQL กลายเป็นแพลตฟอร์มทางเลือกสำหรับนักพัฒนาเว็บไซต์และเว็บแอปพลิเคชัน เนื่องจากได้รับการออกแบบมาเพื่อประมวลผลการค้นหานั้น และในการติดตั้ง WordPress ส่วนใหญ่ใช้ LAMP stack เพราะเป็นโอเพนซอร์สและทำงานร่วมกับ WordPress ได้อย่างราบรื่น MySQL เป็นตัวเลือกยอดนิยมสำหรับธุรกิจอีคอมเมิร์ซที่ต้องการจัดการการเงินหลายครั้ง ซึ่งมีความยืดหยุ่นตามความต้องการตามคุณสมบัติหลักของ MySQL

การจัดการฐานข้อมูล MySQL คุณสามารถใช้โปรแกรมแบบ command-line เพื่อจัดการฐานข้อมูล (โดยใช้คำสั่ง: mysql และ mysqladmin เป็นต้น) หรือจะดาวน์โหลดโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลแบบ GUI จากเว็บไซต์ของ MySQL ซึ่งคือโปรแกรม: MySQL Administrator และ MySQL Query Browser เป็นต้น

ส่วนเชื่อมต่อกับภาษาการพัฒนาอื่น (database connector)

มีส่วนติดต่อ (interface) เพื่อเชื่อมต่อกับภาษาในการพัฒนา อื่นๆ เพื่อให้เข้าถึงฟังก์ชันการทำงานกับฐานข้อมูล MySQL ได้เช่น ODBC (Open Database Connector) อันเป็นมาตรฐานกลางที่กำหนดมาเพื่อให้ใช้เป็นสะพานในการเชื่อมต่อกับโปรแกรมหรือระบบอื่นๆ เช่น MyODBC อันเป็นไดรเวอร์เพื่อใช้สำหรับการเชื่อมต่อในระบบปฏิบัติการวินโดวส์, JDBC คลาสส่วน

เชื่อมต่อสำหรับ Java เพื่อใช้ในการติดต่อกับ MySQL และมี API (Application Programming Interface) ต่างๆมาให้เลือกใช้มากมายในการที่เข้าถึง MySQL โดยไม่ขึ้นอยู่กับภาษาการพัฒนาคำภาษาหนึ่ง

2.9 บลูทูธ (bluetooth)

บลูทูธจะใช้สัญญาณวิทยุความถี่สูง 2.4 GHz. (จิกะเฮิรตซ์) แต่จะแยกย่อยออกไปตามแต่ละประเทศ อย่างในแถบยุโรปและอเมริกา จะใช้ช่วง 2.400 ถึง 2.4835 GHz. แบ่งออกเป็น 79 ช่องสัญญาณ และจะใช้ช่องสัญญาณที่แบ่งนี้ เพื่อส่งข้อมูลสลับช่องไปมา 1,600 ครั้งต่อ 1 วินาที ส่วนที่ญี่ปุ่นจะใช้ความถี่ 2.402 ถึง 2.480 GHz. แบ่งออกเป็น 23 ช่อง ระยะทำการของบลูทูธจะอยู่ที่ 5-100 เมตร โดยมีระบบป้องกันโดยใช้การป้อนรหัสก่อนการเชื่อมต่อ และ ป้องกันการดักสัญญาณระหว่างสื่อสาร โดยระบบจะสลับช่องสัญญาณไปมา จะมีความสามารถในการเลือกเปลี่ยนความถี่ที่ใช้ในการติดต่อเองอัตโนมัติ โดยที่ไม่จำเป็นต้องเรียงตามหมายเลขช่อง ทำให้การดักฟังหรือลักลอบขโมยข้อมูลทำได้ยากขึ้น โดยหลัก ของบลูทูธจะถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากใช้การขนส่งข้อมูลในจำนวนที่ไม่มาก อย่างเช่น ไฟล์ภาพ, เสียง, แอปพลิเคชันต่างๆ และสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ขอให้อยู่ในระยะที่กำหนดไว้เท่านั้น (ประมาณ 5-100 เมตร) นอกจากนี้ยังใช้พลังงานต่ำ กินไฟน้อย และสามารถใช้งานได้นาน โดยไม่ต้องนำไปชาร์จไฟบ่อยๆ [9]

2.10 javascript Object Notation (JSON)

2.10.1 ความหมายของ JSON

เจสัน เป็นรูปแบบสายอักขระ (String) ชนิดหนึ่งที่ถูกจัดเก็บในรูปแบบที่สามารถอ่านและเข้าใจได้ง่าย ถ้าจะให้เข้าใจง่าย ๆ ก็คือเจสันเปรียบเสมือนรูปแบบของ อาร์เรย์ (Array) ชนิดหนึ่งที่ใช้รับส่งข้อมูลผ่านอาแจ็กซ์เพราะซึ่งปกติแล้วถ้าเราต้องการรับ-ส่งข้อมูลผ่านอาแจ็กซ์ต่าง ๆ นั้น จะต้องรับ-ส่งมาในรูปแบบของสายอักขระทั้งก่อน และเมื่อฝั่งอาแจ็กซ์ทำการรับค่าที่ทำการส่งค่ากลับมาจากเซิร์ฟเวอร์ ก็จะต้องนำสายอักขระ เหล่านั้นมาตัดตำแหน่งที่ต้องการ เพื่อเอาสายอักขระตัวที่ต้องการมาใช้ แต่สำหรับเจสันแล้ว สามารถรับส่งชุดค่าตัวแปรได้ทั้งฝั่งไคลเอนต์ (Client) และ ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server) โดยทั้ง 2 ฝั่งสามารถทำการเข้ารหัสและถอดรหัสโดยใช้เจสันเอนโค้ด (Json Encode) และ เจสันดีโค้ด (Json Decode) เพื่ออ่านค่าตัวแปรเหล่านั้น และจะเรียกใช้งานมันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไร ซึ่งปกติแล้วจะอยู่ในรูปแบบของอาเรย์และสำหรับตัวแปรเจสันนั้นไม่จำกัดแค่รับส่งข้อมูลผ่านเว็บเบราว์เซอร์เท่านั้น แต่ยังสามารถนำเจสันไปประยุกต์กับการรับส่งข้อมูลในรูปแบบอื่น ๆ ได้ เช่นการจับเก็บข้อมูลในรูปแบบของ สายอักขระในข้อความหรือการรับส่งผ่านตัวให้บริการเว็บไซต์ [10]

2.10.2 ประเภทของ JSON

ประเภทของ JSON แบ่งได้ดังนี้

- 1) Number: ตัวเลขเท่านั้น
- 2) String: Unicode ใช้เครื่องหมาย double-quote (") เป็นตัวบ่งบอก และสามารถใช้ backslash syntax ได้
- 3) Boolean: True or False
- 4) Array: ชุดข้อมูล ซึ่งจะเป็นชนิดใดก็ได้ ใช้สัญลักษณ์ square bracket [var1,var2] เป็นตัวแสดง และคั่นด้วย comma แต่ละค่าใน array
- 5) Object: ชุดข้อมูลที่เป็นคู่ Key-Value แบบ strings ใช้สัญลักษณ์ปีกกา {key1:value1,key2:value2} ใช้ comma เป็นตัวแบ่งแต่ละคู่ และใช้ colon เป็นตัวแบ่งระหว่าง key และ value
- 6) Null: ค่าว่าง

2.11 Digital Ocean

Digital Ocean คือ Cloud Hosting ซึ่งให้บริการ Cloud server เรามีสิทธิจัดการกับเครื่องได้ทุกอย่าง (Root Access) เปรียบเสมือนผู้ใช้งานมีเครื่องคอมพิวเตอร์อีกเครื่องไว้ใช้งานได้ สามารถสร้างเครื่องเพิ่มได้ตามความต้องการ (Droplet) ถูกออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้งานคลาวด์ใช้งานได้อย่างสะดวกและง่าย ราคาไม่แพงเมื่อเทียบกับบริการคลาวด์ ของเจ้าอื่นๆ สามารถเข้าใช้งานได้ที่นี้

Droplet คือ Server แต่ละเครื่องที่ถูกสร้างขึ้นมา และทันทีที่สร้าง Droplet ขึ้นมา ก็จะได้ IP Assign ให้ทันที ต่างกับ AWS ที่ต้องผูก IP เอง

Snapshot คือ สามารถ Backup Droplet ที่ถูกสร้างขึ้นเก็บไว้เป็นก้อนได้ เรียกว่า Snapshot และเราสามารถสร้างเครื่องใหม่จากการ Snapshot across Region

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Volumes คือพื้นที่เก็บข้อมูล เปรียบได้กับ ฮาร์ดดิส เราสามารถขอซื้อบริการส่วนนี้เสริมได้เมื่อต้องการให้ Cloud Server หรือ Droplet ของเรามีความจุเพิ่มขึ้น โดยเราสามารถกำหนด พื้นที่ที่อยากจะเพิ่มได้เองค่าบริการปัจจุบัน อยู่ที่ประมาณ 1\$ ต่อ 10GB ต่อเดือน

Databases คือบริการที่ให้เราสร้างและใช้งาน Databases Server บน Cloud ของ Digital Ocean ซึ่งจะมีฐานข้อมูล 3 ตัวให้เลือกใช้งาน ณ ปัจจุบันที่เขียนบทความนี้ คือ PostgreSQL (เวอร์ชัน 10, 11, 12), MySQL(เวอร์ชัน 8) และ Redis (เวอร์ชัน 5)

Networking คือบริการเกี่ยวกับเครือข่ายภายใน และภายนอก รวมถึงการทำ floating IPs, Load Balancers, Virtual Private Cloud (VPC) เชื่อม Private Cloud เข้ากับ Digital Ocean บริการนี้เพิ่งมีเข้ามาให้เราใช้งานเมื่อปี 2020 นี้เอง, รวมถึงการจัดการ Firewall ก็อยู่ในเมนูนี้



รูปที่ 2.8 logo digitalocean

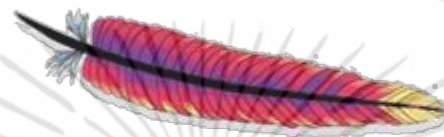
2.12 Apache

Apache คือ Web Server พัฒนามาจาก HTTPD Web Server โดยเจ้า Apache นี้จะทำหน้าที่ในการจัดเก็บ Homepage และส่ง Homepage ไปยัง Browser ที่มีการเรียกเข้า ยัง Web server ที่เก็บ HomePage นั้นอยู่ ซึ่งปัจจุบันจัดได้ว่าเป็น web server ที่มีความน่าเชื่อถือมาก เนื่องจากเป็นที่นิยมใช้กันทั่วโลก อีกทั้งอาปาเซยังเป็นซอฟต์แวร์ แบบ โอเพ่นซอร์ส ที่เปิดให้บุคคลทั่วไปสามารถเข้ามาร่วมพัฒนาส่วนต่างๆ ของอาปาเซได้ ซึ่งทำให้เกิดเป็น โมดูล ที่เกิดประโยชน์มากมาย เช่น mod_perl, mod_python หรือ mod_php และทำงานร่วมกับภาษาอื่นได้ แทนที่จะเป็นเพียงเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการเพียงแค่ HTML

นอกจากนี้อาปาเซเองยังมีความสามารถอื่นๆ ด้วย เช่น การยืนยันตัวบุคคล (mod_auth, mod_access, mod_digest) หรือเพิ่มความปลอดภัยในการสื่อสารผ่าน โปรโตคอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

https (mod_ssl) และยังมีโมดูลอื่นๆ ที่ได้รับความนิยมใช้ เช่น mod_vhost ทำให้สามารถสร้างโฮสต์เสมือน ภายในเครื่องเดียวกันได้ หรือ mod_rewrite ซึ่งเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ url ของเว็บนั้นอ่านง่ายขึ้น ยกตัวอย่างเช่น จากเดิมต้องอ้างถึงเว็บไซต์แห่งหนึ่งด้วยการพิมพ์ [11]



รูปที่ 2.9 Apache

Apache หรือ Apache Webserver เป็นซอฟต์แวร์เซิร์ฟเวอร์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย Apache พัฒนาและดูแลโดย Apache Software Foundation ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สที่สามารถใช้งานได้ฟรี โดยมีการใช้โดยรวมประมาณ 67% ของเว็บเซิร์ฟเวอร์ทั้งหมดในโลก ซึ่งรวดเร็วเชื่อถือได้และปลอดภัย สามารถปรับแต่งได้เพื่อตอบสนองความต้องการของสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย โดย สามารถเพิ่ม function พิเศษที่เป็น module plugin ได้โดยง่าย

Webserver (เว็บเซิร์ฟ) เป็นเหมือน host ร้านอาหาร เมื่อคุณมาถึงร้านอาหาร host จะทักทายคุณตรวจสอบข้อมูลการจองของคุณและพาคุณไปที่โต๊ะ โดยเว็บเซิร์ฟเวอร์จะทำหน้าที่ตรวจสอบหน้าเว็บที่คุณขอและทำการดึงข้อมูลออกมาให้ อย่างไรก็ตามเว็บเซิร์ฟเวอร์เว็บไม่ใช่ host อย่างเดียว แต่รวมถึงเซิร์ฟเวอร์ของคุณ เมื่อพบหน้าเว็บที่คุณขอแล้ว ระบบจะแสดงหน้าเว็บดังกล่าวด้วย เว็บเซิร์ฟเวอร์จะทำการสื่อสารกับเว็บไซต์ จัดการกับคำขอของคุณทำให้แน่ใจได้ว่าระบบพร้อมให้บริการคุณ นอกจากนี้ยังคอยเป็น housekeeping ทำความสะอาดหน่วยความจำแคชโมดูล และล้างข้อมูลเหล่านี้สำหรับคำขอใหม่ๆ

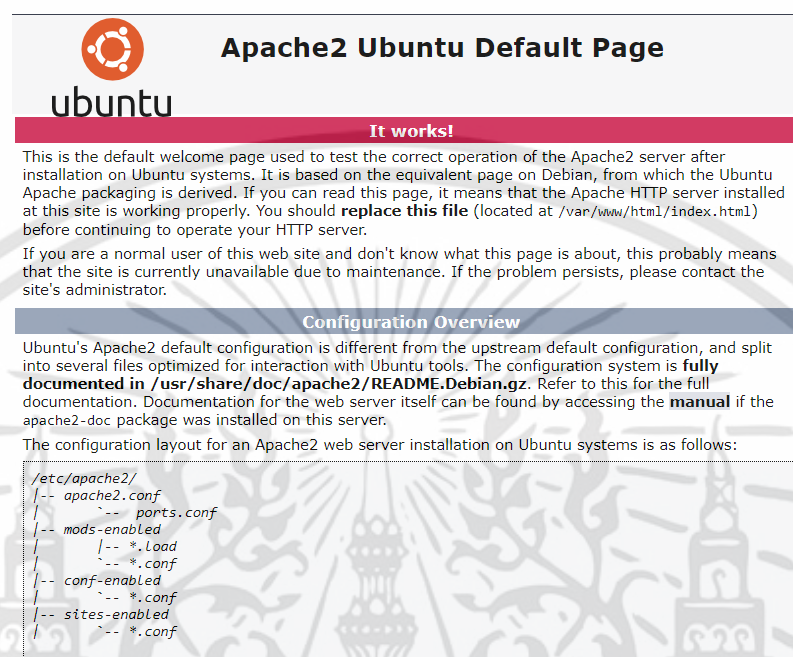
ดังนั้นโดยทั่วไปเว็บเซิร์ฟเวอร์คือซอฟต์แวร์ที่ได้รับคำขอให้เข้าใช้เว็บเพจ รวมถึงตรวจสอบความปลอดภัยบางอย่างในคำขอ HTTP ของคุณและนำคุณไปที่หน้าเว็บ หน้านี้อาจขอให้เซิร์ฟเวอร์เรียกใช้โมดูลพิเศษบางโมดูลในขณะที่สร้างเอกสารเพื่อให้บริการคุณ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับหน้าเว็บที่คุณ request ขึ้นมา จากนั้นจะแสดงข้อมูลนั้นให้กับคุณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1) ทำการติดตั้ง Apache ด้วยคำสั่ง `sudo apt-get install apache2 -y` (-y คือ ติดตั้งพละเกะพันทีโดยไม่ต้องถาม) ดังแสดงในรูป

รูปที่ 2.11 การติดตั้ง Apache ด้วยคำสั่ง `sudo apt-get install apache2`



รูปที่ 2.12 Web Browser บน Web Server

2.14 ภาษา HTML

HTML คือ ภาษาหลักที่ใช้ในการเขียนเว็บเพจ โดยใช้ Tag ในการกำหนดการแสดงผล HTML ย่อมาจากคำว่า Hypertext Markup Language โดย Hypertext หมายถึงข้อความที่เชื่อมต่อกันผ่านลิงค์ (Hyperlink) Markup language หมายถึงภาษาที่ใช้ Tag ในการกำหนดการแสดงผลสิ่งต่างๆที่แสดงอยู่บนเว็บเพจ ดังนั้น HTML จึงหมายถึง ภาษาที่ใช้ Tag ในการกำหนดการแสดงผลเว็บเพจที่ต่างก็เชื่อมถึงกันใน Hyperspace ผ่าน Hyperlink นั่นเอง

ความเป็นมาของ HTML เริ่มขึ้นเมื่อปี 1980 เมื่อ Tim Berners Lee เสนอต้นแบบสำหรับนักวิจัยใน CERN เพื่อแลกเปลี่ยนเอกสาร ข้อมูลด้านการวิจัย โดยใช้ชื่อว่า Enquire ในปี 1990 แควได้เขียนโปรแกรมเบราเซอร์ และทดลองรันบนเซิร์ฟเวอร์ที่แควพัฒนาขึ้น HTML ถูกพัฒนาจาก SGML และ Tim ก็คิดเสมือนว่า HTML เป็นโปรแกรมย่อยของ SGML อยู่ในตอนนั้น ต่อมาในปี 1996 เพื่อกำหนดมาตรฐานให้ตรงกัน W3C World Wide Web Consortium จึงเป็นผู้กำหนดสเปกทั้งหมดของ HTML และปี 1999 HTML 4.01 ก็ถือกำเนิดขึ้น โดยมี HTML 5 ซึ่งเป็น Web

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hypertext Application ถูกพัฒนาต่อมาในปี 2004 นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาไปเป็น XHTML ซึ่งคือ Extended HTMLซึ่งมีความสามารถและมาตรฐานที่รัดกุมกว่าอีกด้วย [12]

2.15 ภาษา CSS

CSS ย่อมาจาก Cascading Style Sheet มักเรียกโดยย่อว่า "สไตลชีต" คือภาษาที่ใช้เป็นส่วนของการจัดรูปแบบการแสดงผลเอกสาร HTML โดยที่ CSS กำหนดกฎเกณฑ์ในการระบุรูปแบบ (หรือ "Style") ของเนื้อหาในเอกสาร อันได้แก่ สีของข้อความ สีพื้นหลัง ประเภทตัวอักษร และการจัดวางข้อความ ซึ่งการกำหนดรูปแบบ หรือ Style นี้ใช้หลักการของการแยกเนื้อหาเอกสาร HTML ออกจากคำสั่งที่ใช้ในการจัดรูปแบบการแสดงผล กำหนดให้รูปแบบของการแสดงผลเอกสารไม่ขึ้นอยู่กับเนื้อหาของเอกสาร เพื่อให้ง่ายต่อการจัดรูปแบบการแสดงผลของเอกสาร HTML โดยเฉพาะในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาเอกสารบ่อยครั้ง หรือต้องการควบคุมให้รูปแบบการแสดงผลเอกสาร HTML มีลักษณะของความสม่ำเสมอทั่วกันทุกหน้าเอกสารภายในเว็บไซต์เดียวกัน

CSS มีประโยชน์อย่างไร

ภาษา CSS (Cascading Style Sheets) มีประโยชน์หลายอย่างเลยทีเดียวซึ่งทำให้การพัฒนาเว็บเพจด้วยภาษา HTML เป็นเรื่องที่ย่างมากขึ้น [13]

2.16 react

React เป็น JavaScript library ที่ใช้สำหรับสร้าง user interface ที่ให้เราสามารถเขียนโค้ดในการสร้าง UI ที่มีความซับซ้อนแบ่งเป็นส่วนเล็กๆออกจากกันได้ ซึ่งแต่ละส่วนสามารถแยกการทำงานออกจากกันได้อย่างอิสระ และทำให้สามารถนำชิ้นส่วน UI เหล่านั้นไปใช้ซ้ำได้อีก โดยใช้คำสั่งในการสร้างโปรเจคดังนี้

```
PS C:\Users\atthasit> npx create-react-app test
Creating a new React app in C:\Users\atthasit\test.
Installing packages. This might take a couple of minutes.
Installing react, react-dom, and react-scripts with cra-template...
[Progress bar] - idealTree:@babel/core: sill fetch manifest klona@2.0.4
```

รูปที่ 2.13 คำสั่งในการสร้างโปรเจค React

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งที่รันดังรูป 2.x พอติดตั้งเสร็จแล้วเราจะได้ไฟล์ดังนี้

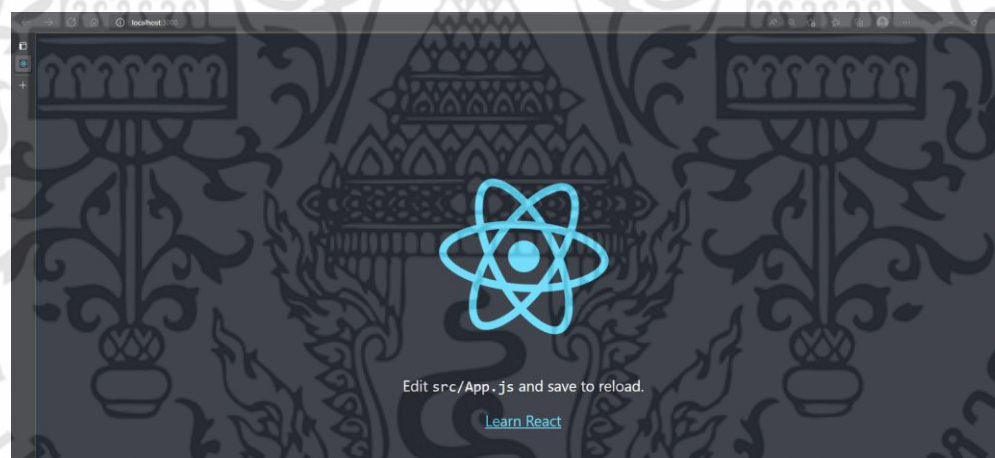
```
PS C:\Users\atthasit\test> ls

Directory: C:\Users\atthasit\test

Mode                LastWriteTime         Length Name
----                -
d-----          3/27/2022   6:46 PM             node_modules
d-----          3/27/2022   6:46 PM             public
d-----          3/27/2022   6:46 PM             src
-a-----          3/27/2022   6:45 PM              310 .gitignore
-a-----          3/27/2022   6:46 PM     1123226 package-lock.json
-a-----          3/27/2022   6:46 PM       807 package.json
-a-----          3/27/2022   6:45 PM     3359 README.md
```

รูปที่ 2.14 องค์ประกอบของไฟล์ React

เมื่อเราลองรันด้วยคำสั่ง npm start เราจะได้ผลลัพธ์ดังนี้



รูปที่ 2.15 หน้าเว็บ react

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

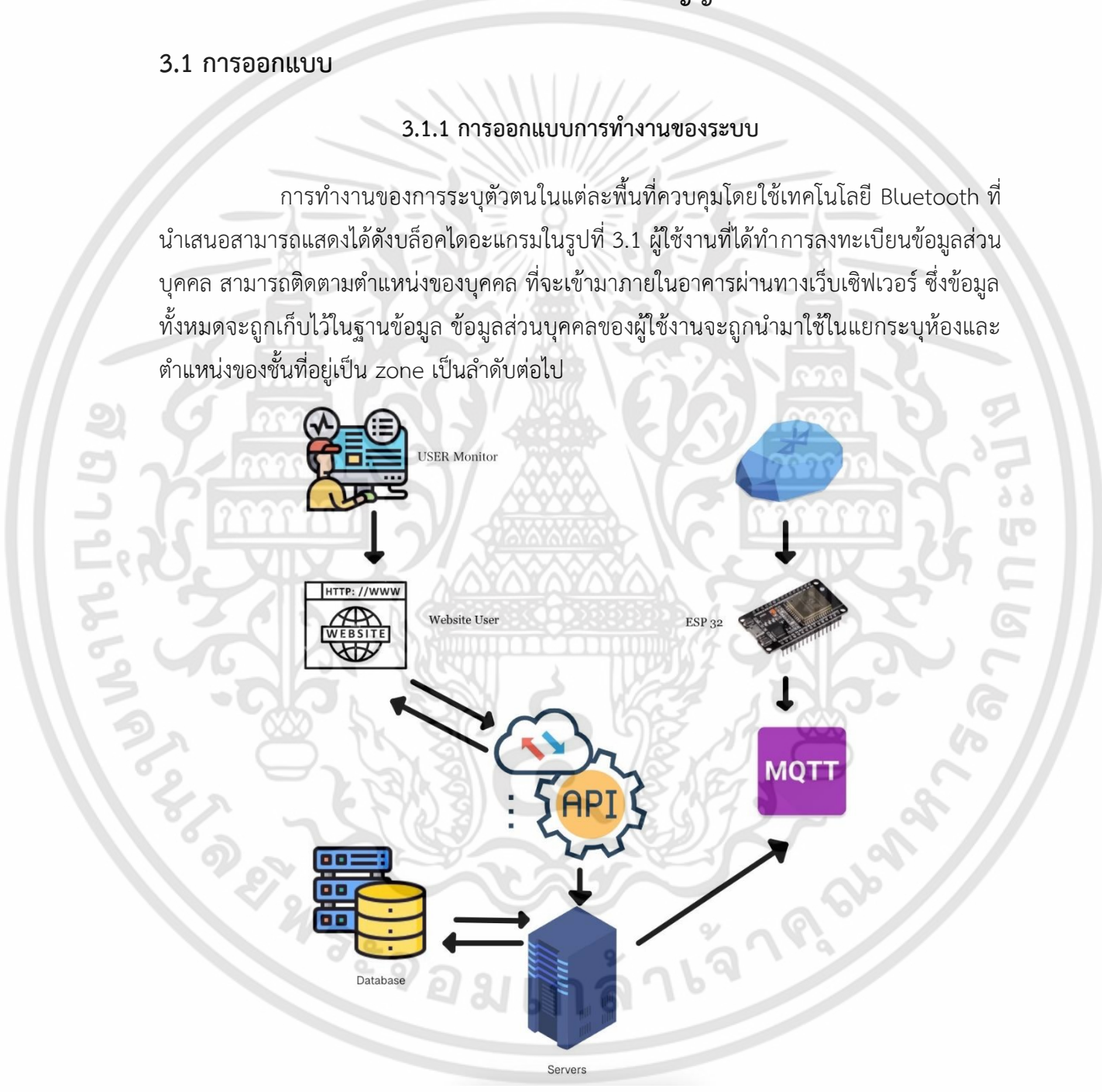
บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

3.1 การออกแบบ

3.1.1 การออกแบบการทำงานของระบบ

การทำงานของกระบวนทัศน์ในแต่ละพื้นที่ควบคุมโดยใช้เทคโนโลยี Bluetooth ที่นำเสนอสามารถแสดงได้ดังบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 3.1 ผู้ใช้งานที่ได้ทำการลงทะเบียนข้อมูลส่วนบุคคล สามารถติดตามตำแหน่งของบุคคล ที่จะเข้ามาภายในอาคารผ่านทางเว็บเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้งานจะถูกนำมาใช้ในแยกระบบห้องและตำแหน่งของชั้นที่อยู่เป็น zone เป็นลำดับต่อไป



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของการระบุตัวตนในแต่ละพื้นที่ควบคุมโดยใช้เทคโนโลยี Bluetooth

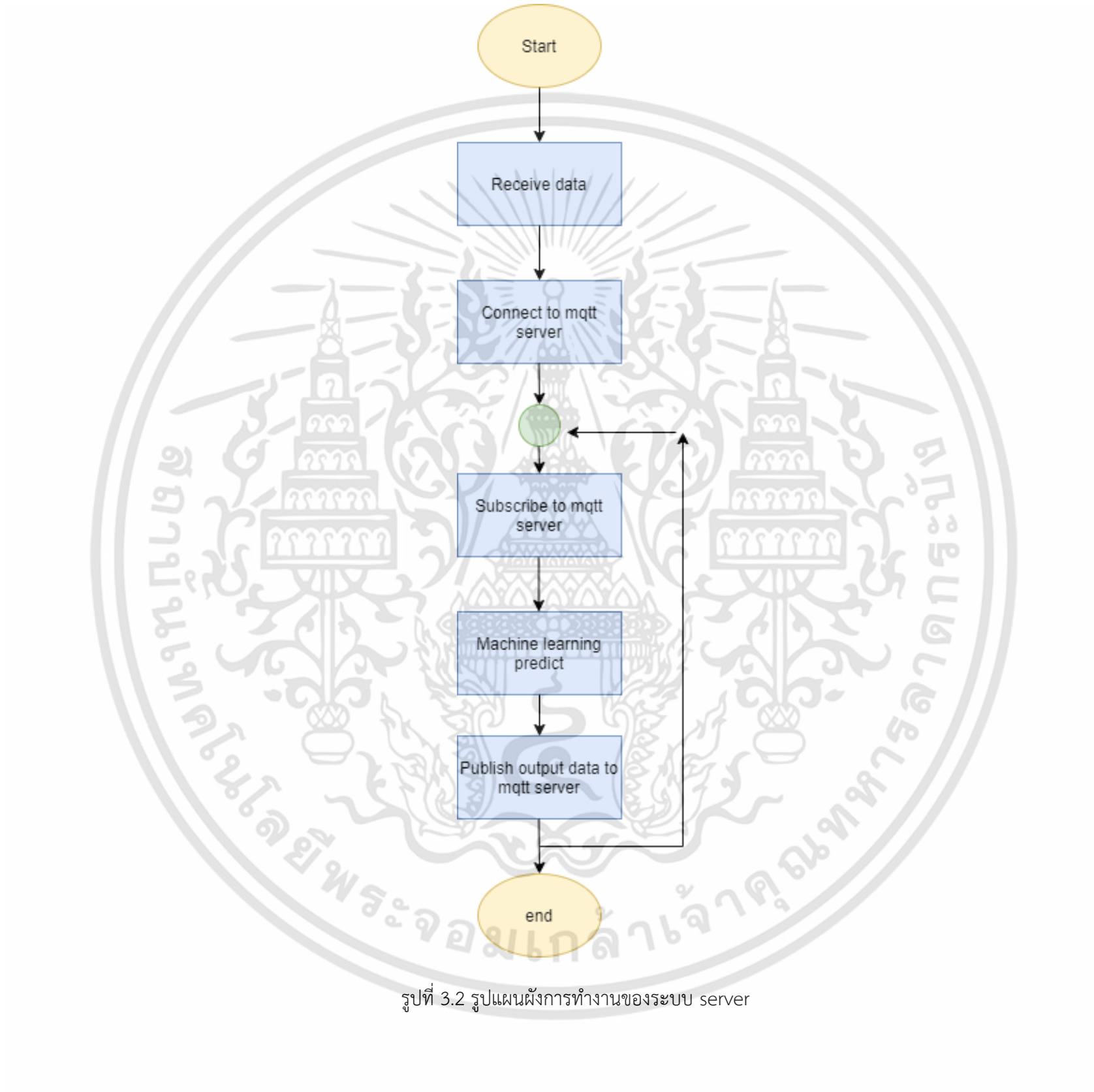
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 แผนผังการทำงานของระบบ

ผู้จัดทำได้ทำการออกแบบการทำงานของระบบ ระบบจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ Hardware และ Software โดยส่วนของ Hardware จะเริ่มจากตัว esp-32 จะทำการค้นหาตัว Bluetooth ของผู้ใช้งานแล้วจะได้ค่าของ mac address ของผู้ใช้งานแต่ละบุคคลจะมีความแตกต่างกันก็จะถือว่าผู้ใช้งานคนไหนเลขไอพีคือเลขอะไรแล้วส่ง data ให้ทางฝั่งของ server โดยวิธีการรับและวิธีการส่งข้อมูลนั้นได้ทำการส่งผ่านทาง MQTT Broker ซึ่งเป็นตัวกลางในการรับ-ส่งข้อมูลเมื่อฝั่ง server ได้รับข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้วก็จะนำข้อมูลไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล (database) โดยใช้ mysql มาช่วยในการจัดการข้อมูลโดยแบ่งออกเป็นตารางแสดงผลและประมวลผลข้อมูลโดยสำเร็จผ่านทาง server โดยขั้นตอนต่อไปของระบบนี้ก็จะส่งข้อมูลที่ประมวลผลและวิเคราะห์ที่ได้สำเร็จเรียบร้อยแล้วให้ทาง web server เป็นลำดับต่อไปเพื่อแสดงการระบุตำแหน่งของผู้ใช้งานได้อย่าง real-time

3.1.3 กระบวนการทำงานของระบบ

ออกแบบทำงานของโปรแกรมฝั่ง server ด้วยภาษา Node.js ภายใน Ubuntu ที่เราสร้างไว้และภาษาไพทอนในโปรแกรม Visual Studio Code โดยสร้างแบบจำลองของการเรียนรู้ของเครื่องในการระบุตำแหน่ง ซึ่งใช้แบบจำลองวิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดและเชื่อมต่อกับ MQTT Broker เพื่อใช้ในการรับส่งข้อมูลระหว่างผู้ใช้งานและ server การทำงานของโปรแกรมจะเริ่มขึ้นด้วยการนำข้อมูลค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับ จากการวัดและข้อมูลคำตอบหรือตำแหน่งภายในอาคาร มาให้เครื่องเรียนรู้ เพื่อให้ได้แบบจำลองของการเรียนรู้ของเครื่องที่ใช้สำหรับทำนายผลลัพธ์การระบุตำแหน่ง จากนั้นทำการเชื่อมต่อกับ MQTT Broker ที่ได้สร้างไว้ และทำการ Subscribe ไปที่หัวข้อ “test” โดยหัวข้อนี้มีข้อมูล ที่จะถูก Publish โดยแอปพลิเคชัน ซึ่งข้อมูลดังกล่าวประกอบด้วยค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับจากตัวส่งสัญญาณ โดยจะนำข้อมูลที่ได้รับมาเข้าสู่แบบจำลองเพื่อทำนายตำแหน่งของผู้ใช้งาน แอปพลิเคชัน เพื่อให้แอปพลิเคชันได้ Subscribe แล้วนำไปแสดงผลต่อไป แสดงแผนผังการทำงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 การออกแบบฝั่ง server

สร้าง VM instances ชื่อ project ซึ่งสามารถเข้าใช้งาน SSH สำหรับการเขียนโค้ด เพื่อเชื่อมต่อและรับค่าจากภายนอกหรือรับค่าการ scan หาพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น mac address, rssi, datatime, beacon และอื่นๆ มาเก็บยังฐานข้อมูล

VM instances

CREATE INSTANCEIMPORT VMREFRESHOPERATIONS

INSTANCESINSTANCE SCHEDULE

VM instances are highly configurable virtual machines for running workloads on Google infrastructure. [Learn more](#)

Filter Enter property name or value

	Status	Name	Zone	Recommendations	In use by	Internal	Connect
☐	✓	newproject-1	us-west4-b	Save \$26 / mo		10.182.(nic0)	SSH
☐	✓	project	asia-southeast1-b	Save \$29 / mo		10.148.(nic0)	SSH

รูปที่ 3.3 หน้าแสดงล VM instances

สร้างฐานข้อมูล (database) ใน Google Cloud Platform ในการเชื่อมต่อกันผ่าน mysql ไว้เป็น 2 ฐานข้อมูลเพื่อดูแลจัดเก็บข้อมูลต่างๆ

SQLInstancesCREATE INSTANCEMIGRATE DATA

Filter Enter property name or value

	Instance ID	Type	Public IP address	Private IP address	Instance connection name	High availability	Location	Actions
☐	project	MySQL 5.7	34.71.223.103		dogwood-cinema-33..	ENABLED	us-central1-c	
☐	root	MySQL 8.0	34.121.142.124		dogwood-cinema-33..	ENABLED	us-central1-c	

รูปที่ 3.4 หน้าจอแสดงผล SQL

ออกแบบและสร้างตารางในฐานข้อมูล ชื่อ esp2 และ espout เพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ ค่าละติจูด, ค่าลองจิจูด และค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ ตัว beacon, mac address, rssi, Tx power, datatime ซึ่งค่าต่าง ๆ เหล่านี้เป็นค่าที่ได้จากการ Subscribe ข้อมูลมาจาก MQTT Broker

```
mysql> desc esp2;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
code	varchar(10)	YES		NULL	
macaddress	varchar(50)	YES		NULL	
rsssi	int(10)	YES		NULL	
txpower	int(10)	YES		NULL	
distance	float	YES		NULL	
datetime	varchar(50)	YES		NULL	

6 rows in set (0.05 sec)

รูปที่ 3.5 ตารางในฐานข้อมูลชื่อ esp2

```
mysql> desc espout;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
code	varchar(20)	YES		NULL	
macaddress	varchar(50)	YES		NULL	
rsssi	int(10)	YES		NULL	
txpower	int(10)	YES		NULL	
distance	float	YES		NULL	

5 rows in set (0.05 sec)

รูปที่ 3.6 ตารางในฐานข้อมูลชื่อ espout

3.1.5 สร้าง MQTT Broker

ผู้จัดทำได้ออกแบบวงจรเครื่องรับยา โดยใช้เว็บไซต์ www.easyeda.com แสดงดังรูปที่ 3.5 ซึ่งประกอบไปด้วย Raspberry Pi, Switching power supply, รีเลย์, ไฟแสดงสถานะสีเขียวและสีแดง, ไฟหน้าช่องจ่ายยา, กลอนไฟฟ้า และเซนเซอร์ โดยวงจรของระบบจะมีการเชื่อมต่อดังตารางที่ 3.1

3.1.5.1 ในกรณีที่ทำการสร้าง VM instances สำเร็จแล้ว ให้กดเข้าที่ SSH และทำการ Update & Install mosquito จากนั้นทำการ grep เพื่อตรวจสอบการติดตั้ง mosquito ว่าสามารถติดตั้งได้หรือไม่

```

root@project:~# sudo apt-get update
Hit:1 http://asia-southeast1.gce.archive.ubuntu.com/ubuntu xenial InRelease
Get:2 http://asia-southeast1.gce.archive.ubuntu.com/ubuntu xenial-updates InRelease [109 kB]
Get:3 http://asia-southeast1.gce.archive.ubuntu.com/ubuntu xenial-backports InRelease [107 kB]
Hit:4 https://deb.nodesource.com/node_14.x xenial InRelease
Hit:5 http://archive.canonical.com/ubuntu xenial InRelease
Hit:6 http://ppa.launchpad.net/ondrej/php/ubuntu xenial InRelease
Get:7 http://security.ubuntu.com/ubuntu xenial-security InRelease [109 kB]
Fetched 325 kB in 1s (292 kB/s)
Reading package lists... Done
root@project:~# sudo apt-get install mosquitto
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
mosquitto is already the newest version (1.4.8-1ubuntu0.16.04.7).
The following packages were automatically installed and are no longer required:
  gyp libjs-inherits libjs-node-uuid libssl-dev libuv1-dev libvpx3 node-abbrev node-ansi node-ansi-color-table
  node-archy node-async node-block-stream node-combined-stream node-cookie-jar node-delayed-stream node-forever-agent
  node-form-data node-fstream node-fstream-ignore node-github-url-from-git node-glob node-graceful-fs node-gyp
  node-inherits node-ini node-json-stringify-safe node-lockfile node-lru-cache node-mime node-minimatch node-mkdirp
  node-mute-stream node-node-uuid node-nopt node-normalize-package-data node-npmlog node-once node-osenv node-q3
  node-read node-read-package-json node-request node-retry node-rimraf node-semver node-sha node-sigmund node-slide
  node-tar node-tunnel-agent node-underscore node-which
Use 'sudo apt autoremove' to remove them.
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.

```

รูปที่ 3.7 การ update & Install mosquitto

```

root@project:~# pwd
/root
root@project:~# ps
  PID TTY          TIME CMD
 8689 pts/0        00:00:00 su
 8690 pts/0        00:00:00 bash
 9069 pts/0        00:00:00 ps
root@project:~# ps ax|grep mosq
1680 ?          S    0:29 /usr/sbin/mosquitto -c /etc/mosquitto/mosquitto.conf
9071 pts/0      S+   0:00 grep --color=auto mosq

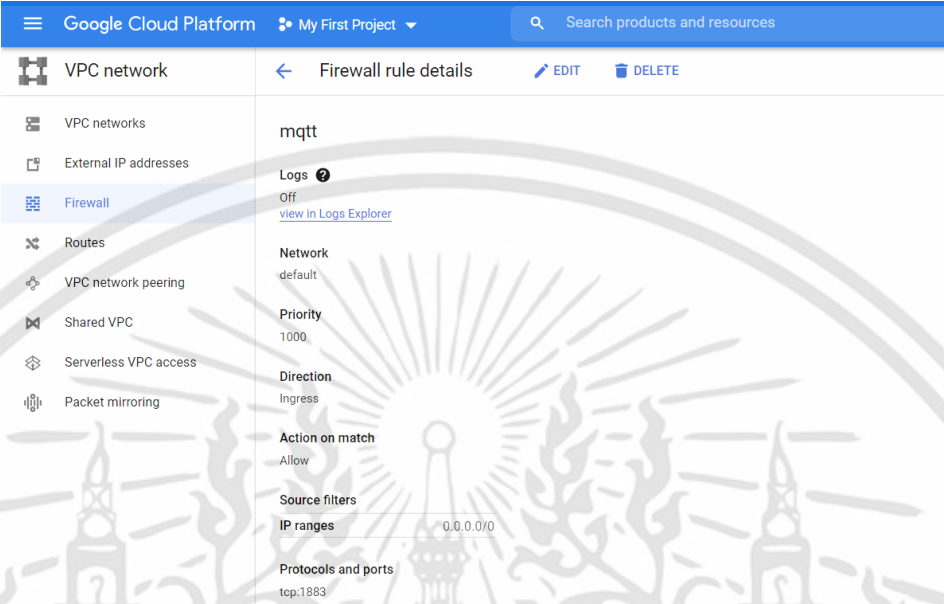
```

รูปที่ 3.8 การ grep เพื่อตรวจสอบการติดตั้ง mosquitto

3.1.5.2 บอร์ดเซนเซอร์

ทำการ allow port 1883 ใน firewall เนื่องจาก MQTT Broker ใช้ port 1883 ในการติดต่อสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

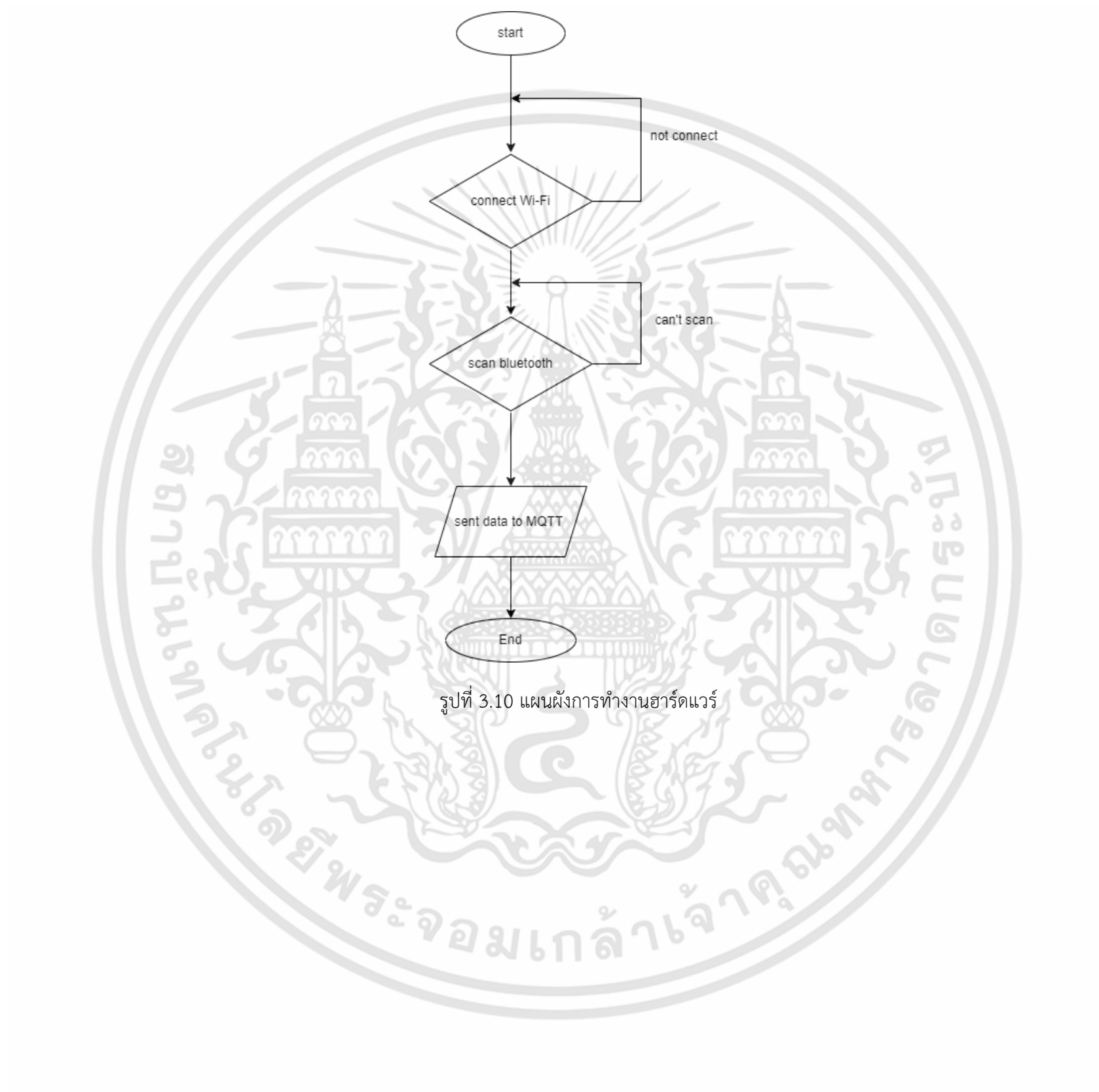


รูปที่ 3.9 การ allow port 1883 ใน firewall

3.1.5.3 เมื่อมาถึงขั้นตอนนี้ ถือว่าเป็นการสร้าง MQTT Broker จาก mosquitto ได้แล้ว ซึ่งเราสามารถใช้ External IP จาก VM instances มาใช้แทน Server IP ของ MQTT Broker ได้

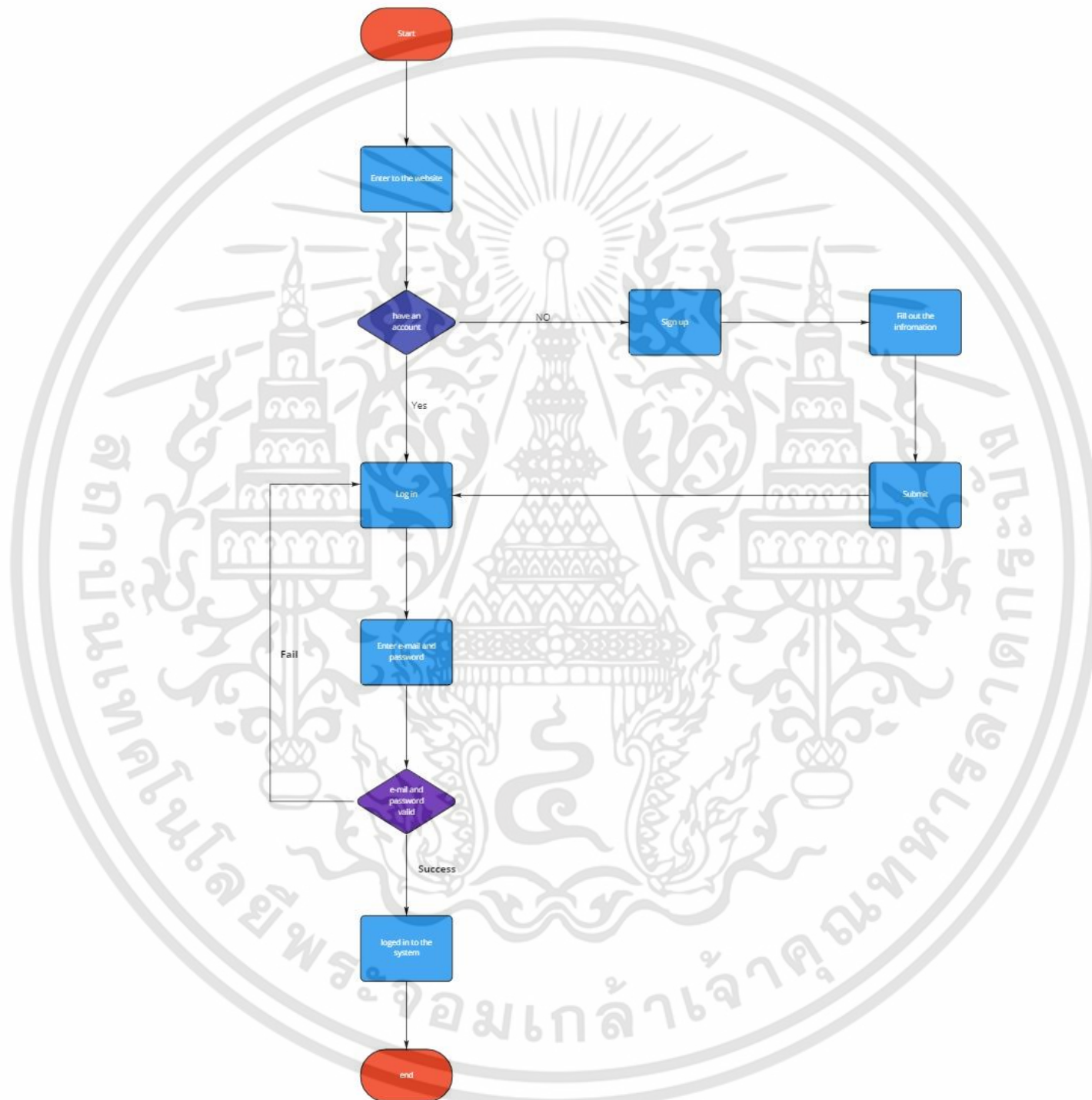
3.1.6 การออกแบบการทำงานของฮาร์ดแวร์

โดยการเขียนโค้ดในโปรแกรม Arduino เพื่อทำการตั้งค่า MQTT Broker จาก web server มายิงบอร์ด ESP-32-WROVER-B ผ่านทาง Bluetooth ซึ่งข้อมูลที่ทำการตั้งค่าจะถูกเขียน นอกจากนี้ยังสามารถดูค่าล่าสุดที่ได้ตั้งค่าไว้ โดยจะไปแสดงบน web server หลังจากนั้นทำการอ่านข้อมูลที่อยู่ใน database มาเก็บไว้ในตัวแปรที่ใช้เชื่อมต่อกับ MQTT Broker เมื่อเชื่อมต่อกับ MQTT Broker ได้สำเร็จจะเข้าสู่ขั้นตอนการรับค่าตำแหน่งของผู้ใช้งานและ รวมทั้งรับค่าพารามิเตอร์จาก ESP-32 และทำการส่งข้อมูลทั้งหมดผ่านทาง MQTT Broker เพื่อให้ฝั่ง server สามารถนำข้อมูลที่ได้รับไปดำเนินงานต่อไป ซึ่งแผนภาพการทำงานของฮาร์ดแวร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

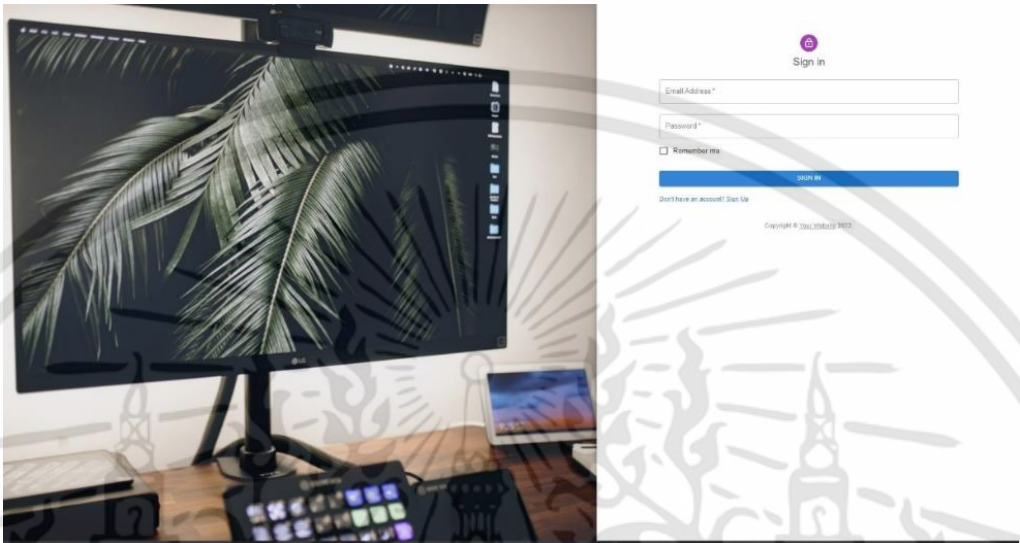
3.1.7 การออกแบบฐานข้อมูล



รูปที่ 3.11 แผนผังงาน (flowchart) แสดงการทำงานของระบบล็อกอิน (Log in)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.7.1 การออกแบบแสดงผลเว็บ



รูปที่ 3.12 หน้าจอ log in แอดมิน

3.1.8 การออกแบบฐานข้อมูล

ฐานข้อมูล (database) ที่ทำออกแบบจะใช้ apache จัดทำเป็น web server สำหรับการระบุตำแหน่ง โดยมี เทเบิล (table) ดังนี้

1) Table Indoortest

ประกอบไปด้วยจำนวนฟิลด์ (field) 7 ฟิลด์ (field) ได้แก่

- Id (int (10)) คือ ลำดับข้อมูล
- Code (varchar(20)) คือ ตำแหน่ง Esp-32
- Macaddress (varchar(50)) คือ ค่า macaddress
- Rssi(int(10)) คือ ความแรงสัญญาณ
- Txpower(int(10)) คือ ค่ากำลังสัญญาณ
- Distance(float(10)) คือ ระยะทาง (เมตร)
- Datetime(varchar(50)) คือ วัน/เวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Outdoortest

ประกอบไปด้วยจำนวนฟิลด์ (field) 7 ฟิลด์ (field) ได้แก่

- Id (int (10)) คือ ลำดับข้อมูล
- Code (varchar(20)) คือ ตำแหน่ง Esp-32
- Macaddress (varchar(50)) คือ ค่า macaddress
- Rssi(int(10)) คือ ความแรงสัญญาณ
- Txpower(int(10)) คือ ค่ากำลังสัญญาณ
- Distance(float(10)) คือ ระยะทาง (เมตร)
- Datetime(varchar(50)) คือ วัน/เวลา

3) Users

ประกอบไปด้วยจำนวนฟิลด์ (field) 5 ฟิลด์ (field) ได้แก่

- Id (int (10)) คือ ลำดับข้อมูล
- E-mail (varchar(20)) คือ e-mail
- password (varchar(50)) คือ password
- fname(varchar(10)) คือ ชื่อ
- lname(varchar(10)) คือ นามสกุล

4) Selectdata

ประกอบไปด้วยจำนวนฟิลด์ (field) 5 ฟิลด์ (field) ได้แก่

- user (varchar (20)) คือ ยืนยันตัวบุคคล
- location (varchar(10)) คือ ยืนยันตำแหน่ง
- timein (varchar(20)) คือ เวลาเข้า
- timeout(varchar(20)) คือ เวลาออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ในปริญญานิพนธ์นี้ มีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

- 1) ESP-32S Node-MCU 3 ตัว
- 2) กล่องพลาสติก 2 กล่อง
- 3) สมาร์ทโฟน 3 เครื่อง
- 4) คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก 3 เครื่อง

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

ระบุพิกัดต่าง ๆ ทางภูมิศาสตร์ และค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น เวลา, วัน/เดือน/ปี, ความแรงของสัญญาณ, เลข mac address ฯลฯ เพื่อให้ทราบได้ว่าบุคคลที่ที่เราต้องการติดตามอยู่ ณ ตำแหน่งใดของอาคารหรืออาคารไหนออกแบบและสร้างระบบติดตามผู้ใช้งานให้สามารถระบุพิกัดตำแหน่งได้โดยใช้ค่า mac address เพื่อให้ทราบว่าผู้ใช้งานของเราอยู่ตำแหน่งส่วนไหนภายในอาคารโดยมีการนำบอร์ด ESP-32 มาใช้เป็นส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ในระยะแรกของการทำงาน และมีการสร้าง MQTT Broker เพื่อเป็นตัวกลางในการรับและส่งข้อมูลและนำไปจัดเก็บในฐานข้อมูล สามารถเข้าถึงอย่างสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น จึงได้มีการออกแบบพัฒนาเว็บเซิร์ฟเวอร์ เพื่อใช้ในการแสดงค่าของผู้ใช้งานได้

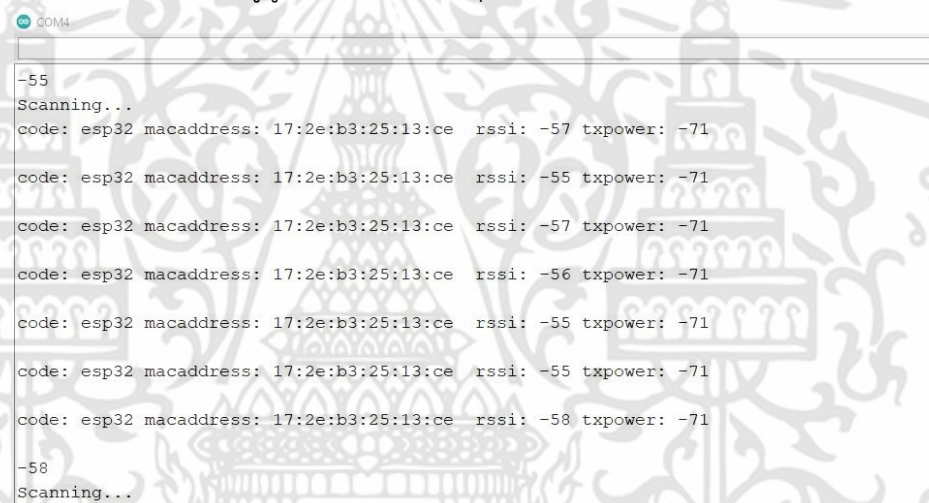
บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผู้จัดทำได้ทำการเก็บผลการทำงานของระบบโดยแบ่งการทดลองและการจัดเก็บผลการทดลองเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

4.1 ผลการทดสอบใช้บอร์ด ESP32 ในการสแกนหาค่าความแรงสัญญาณ

จากการทดสอบโค้ดในโปรแกรม Arduino ที่ทางผู้จัดทำได้เขียนขึ้น เพื่อใช้ ESP32 สแกนหาค่าความแรงของสัญญาณบลูทูธเพื่อใช้ในการระบุตำแหน่งต่อไป



```

COM4
-55
Scanning...
code: esp32 macaddress: 17:2e:b3:25:13:ce rssi: -57 txpower: -71
code: esp32 macaddress: 17:2e:b3:25:13:ce rssi: -55 txpower: -71
code: esp32 macaddress: 17:2e:b3:25:13:ce rssi: -57 txpower: -71
code: esp32 macaddress: 17:2e:b3:25:13:ce rssi: -56 txpower: -71
code: esp32 macaddress: 17:2e:b3:25:13:ce rssi: -55 txpower: -71
code: esp32 macaddress: 17:2e:b3:25:13:ce rssi: -55 txpower: -71
code: esp32 macaddress: 17:2e:b3:25:13:ce rssi: -58 txpower: -71
-58
Scanning...
  
```

รูปที่ 4.1 ค่าที่ ESP32 สแกนได้

โดยค่า txpower ได้มาจากการทดลองวัดค่าความแรงสัญญาณที่ระยะ 1 เมตรแล้วได้ทำการเฉลี่ยออกมาเพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำที่สุดและคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเพื่อในการคำนวณระยะทางจะได้ค่าใกล้เคียงความจริงที่สุด

4.2 ผลการทดลองการส่งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จากฝั่งฮาร์ดแวร์และการ Publish

ข้อมูลมายัง MQTT Broker

จากการทดสอบเขียนโค้ดในโปรแกรม Arduino ที่ทางผู้จัดทำได้เขียนขึ้นนั้น เพื่อทำการ Publish ค่าข้อมูลจากฮาร์ดแวร์ (ESP32) ไปยัง MQTT Broker ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า code, macaddress, rssi, txpower ซึ่งค่าต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นล้วนมีความสำคัญต่อการใช้ระบบตำแหน่งต่อไป

```
Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
Last login: Mon Nov 22 06:51:48 2021 from 161.246.149.24
film@newproject-1:~$ mosquitto_sub -h 34.125.44.74 -t "esp" -u "project" -P "123456"
{"code":"1ESP32","macaddress":"17:2e:b3:25:13:ce","rssi":"-54","txpower":"-71"}
{"code":"1ESP32","macaddress":"17:2e:b3:25:13:ce","rssi":"-56","txpower":"-71"}
{"code":"1ESP32","macaddress":"17:2e:b3:25:13:ce","rssi":"-55","txpower":"-71"}
{"code":"1ESP32","macaddress":"17:2e:b3:25:13:ce","rssi":"-61","txpower":"-71"}
{"code":"1ESP32","macaddress":"17:2e:b3:25:13:ce","rssi":"-59","txpower":"-71"}
{"code":"1ESP32","macaddress":"17:2e:b3:25:13:ce","rssi":"-58","txpower":"-71"}
{"code":"1ESP32","macaddress":"17:2e:b3:25:13:ce","rssi":"-59","txpower":"-71"}
{"code":"1ESP32","macaddress":"17:2e:b3:25:13:ce","rssi":"-61","txpower":"-71"}
{"code":"1ESP32","macaddress":"17:2e:b3:25:13:ce","rssi":"-66","txpower":"-71"}
{"code":"1ESP32","macaddress":"17:2e:b3:25:13:ce","rssi":"-69","txpower":"-71"}
{"code":"1ESP32","macaddress":"17:2e:b3:25:13:ce","rssi":"-68","txpower":"-71"}
{"code":"1ESP32","macaddress":"17:2e:b3:25:13:ce","rssi":"-70","txpower":"-71"}
{"code":"1ESP32","macaddress":"17:2e:b3:25:13:ce","rssi":"-68","txpower":"-71"}
{"code":"1ESP32","macaddress":"17:2e:b3:25:13:ce","rssi":"-64","txpower":"-71"}
```

รูปที่ 4.2 ค่าที่ฝั่งฮาร์ดแวร์ได้ทำการ Publish มายัง MQTT Broker

4.3 ผลการทดลองการ subscribe topic MQTT Broker

จากการทดสอบโค้ดในโปรแกรม Nodejs ที่ทางผู้จัดทำได้ทำการเขียนขึ้น เพื่อทำการรับค่าข้อมูลพารามิเตอร์ต่าง ๆ มาคำนวณหาระยะทางจากค่าความแรงสัญญาณและเพิ่มเวลาในการรับข้อมูลที่ฝั่งฮาร์ดแวร์ได้ Publish MQTT broker แล้วจากนั้นทำการ insert ข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ค่า code, macaddress, rssi, txpower, distance, datetime เข้าไปเก็บการประมวลผลใน database

```
root@newproject-1:/home/film/esp32# root@newproject-1:/home/film/esp32# node dist.js
MQTT Connect
Connected!
insert into dist value("5ESP32","17:2e:b3:25:13:ce","-70","-71","0.87","2021/12/08 16:20:04")
1 record inserted
Connected!
insert into dist value("1ESP32","17:2e:b3:25:13:ce","-64","-71","0.35","2021/12/08 16:20:05")
1 record inserted
Connected!
insert into dist value("4ESP32","17:2e:b3:25:13:ce","-60","-71","0.19","2021/12/08 16:20:07")
1 record inserted
Connected!
insert into dist value("5ESP32","17:2e:b3:25:13:ce","-69","-71","0.75","2021/12/08 16:20:10")
1 record inserted
Connected!
insert into dist value("1ESP32","17:2e:b3:25:13:ce","-67","-71","0.56","2021/12/08 16:20:11")
1 record inserted
```

รูปที่ 4.3 subscribe MQTT Broker คำนวณแล้ว insert database

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3 ผู้จัดทำได้ทำการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Nodejs เพื่อทำการ subscribe MQTT Broker แล้วนำข้อมูลเพิ่มวันเวลาและคำนวณหาระยะทางโดยการคำนวณหาระยะทำได้จากสูตรดังนี้

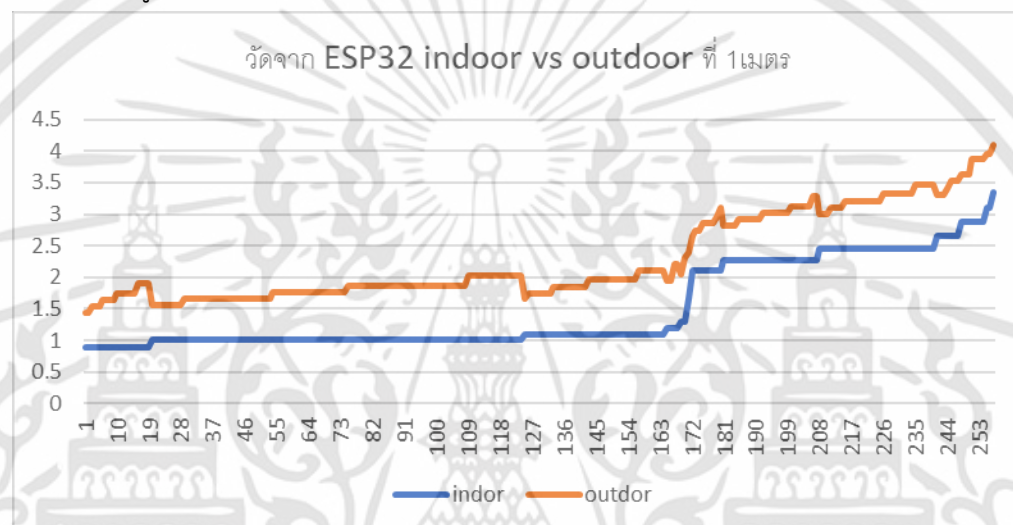
$$ratio = rssi * \frac{1.0}{txPower}$$

$$dintance = (0.89976 * ratio^{7.7095} + 0.111)/1000$$

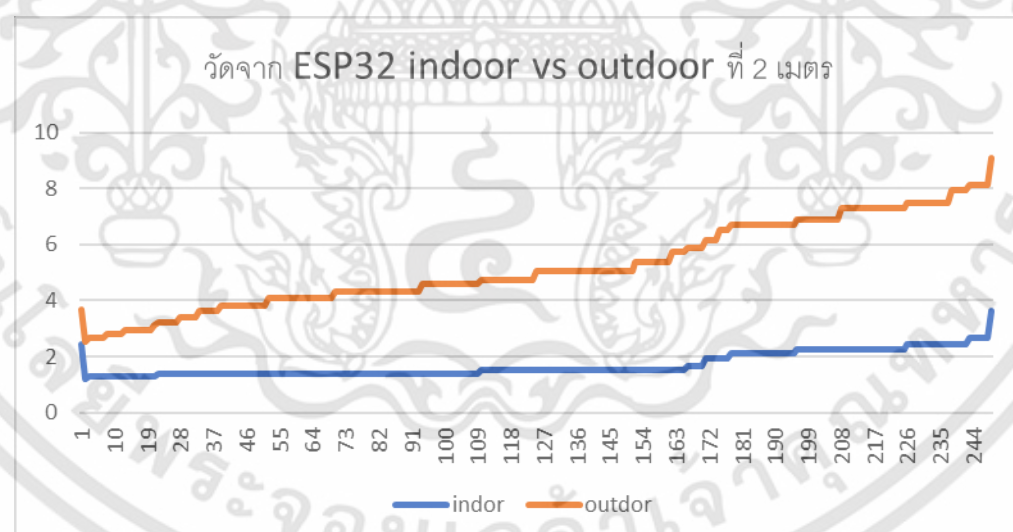
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดสอบวัดค่าความแรงสัญญาณเทียบกับระยะทางจริง

ทางผู้จัดทำได้ทำการทดลองวัดสัญญาณค่าความแรงแล้วได้ทำการคำนวณออกมาเป็นระยะทางได้ทำการทดสอบทั้งภายในอาคารและภายนอกอาคารเพื่อให้รู้สาเหตุและปัจจัยต่าง ๆ ที่เป็นที่มาของค่าที่คลาดเคลื่อนระหว่างระยะทางจริงและค่าที่คำนวณได้แสดงได้ดังรูปดังนี้โดยแกน x แทนจำนวนข้อมูลตัวอย่าง แกน y แทนระยะทาง (เมตร)

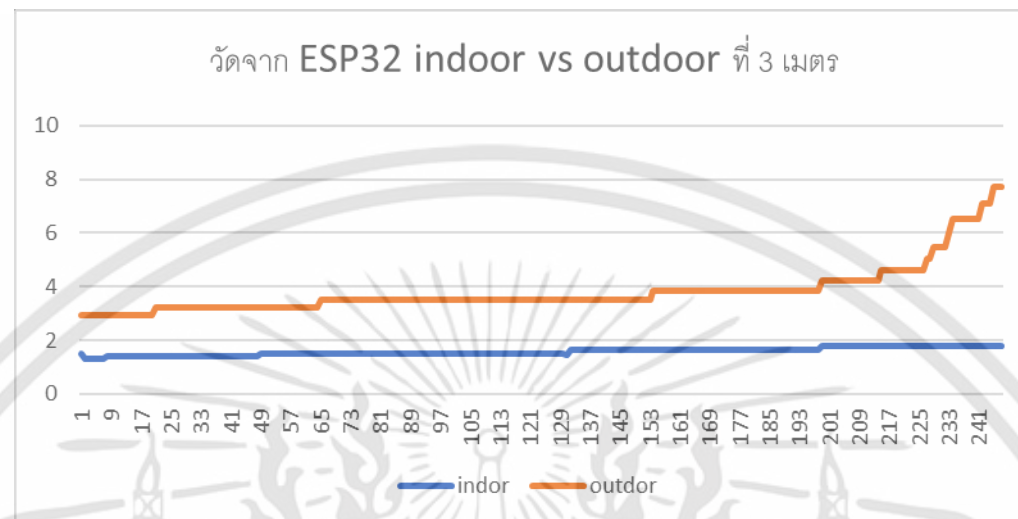


รูปที่ 4.4 ระยะทางที่ได้จากการคำนวณระหว่างภายในอาคารและภายนอกอาคารที่ 1 เมตร

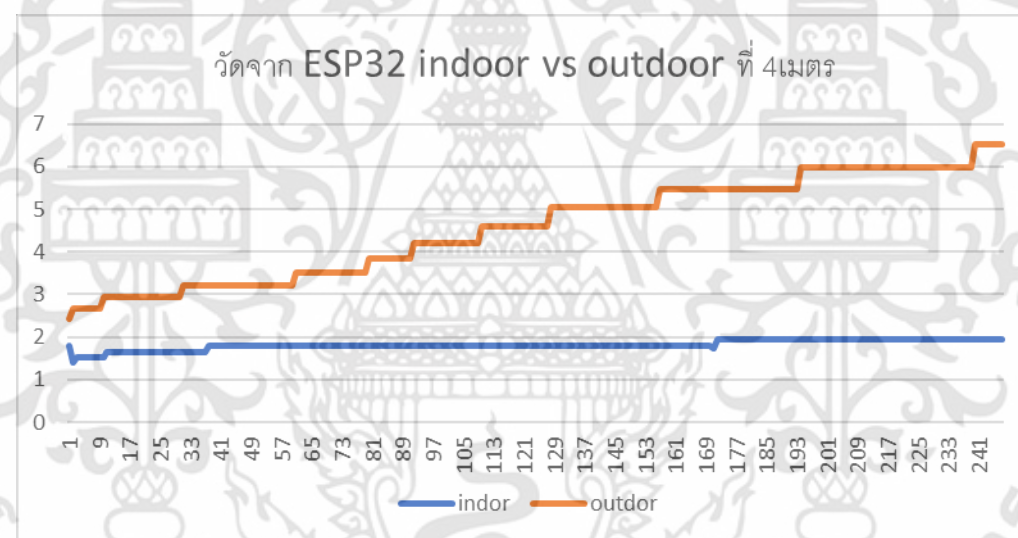


รูปที่ 4.5 ระยะทางที่ได้จากการคำนวณระหว่างภายในอาคารและภายนอกอาคารที่ 2 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

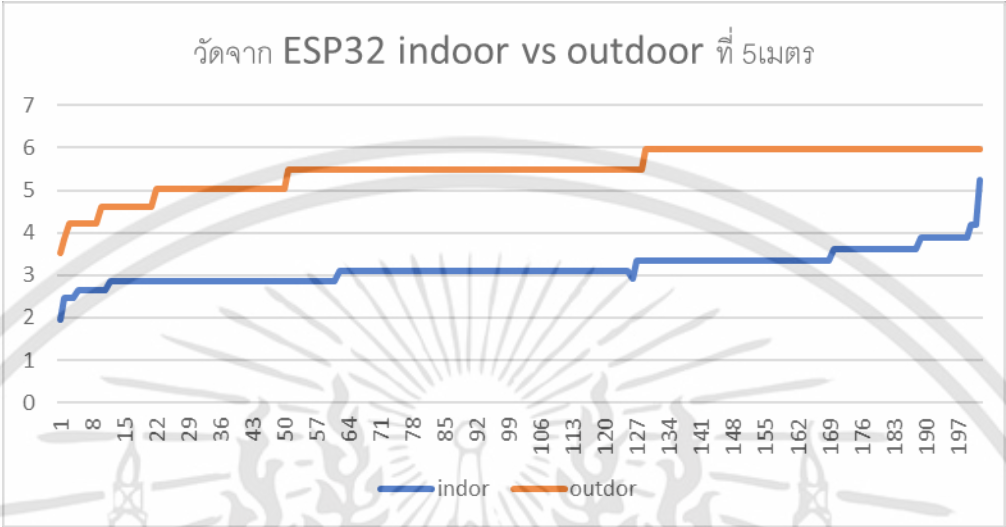


รูปที่ 4.6 ระยะทางที่ได้จากการคำนวณระหว่างภายในอาคารและภายนอกอาคารที่ 3 เมตร



รูปที่ 4.7 ระยะทางที่ได้จากการคำนวณระหว่างภายในอาคารและภายนอกอาคารที่ 4 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ระยะทางที่ได้จากการคำนวณระหว่างภายในอาคารและภายนอกอาคารที่ 5 เมตร

จากผลการทดลองข้างต้นจะเห็นได้ว่าการวัดสัญญาณภายในอาคารได้ค่าสัญญาณที่ต่ำกว่าภายนอกอาคารเนื่องจากได้วัดที่ระยะทางเท่ากันแต่กลับได้ค่าที่คำนวณต่ำกว่าภายนอกอาคารเนื่องจากการวัดภายในอาคารมีปัจจัยหลายอย่างในการทำให้สัญญาณเปลี่ยนแปลงไป อาทิ เช่น การที่สัญญาณสะท้อนกับกำแพงไปมาทำให้ตัวรับสัญญาณรับสัญญาณได้แรงขึ้นกว่าความเป็นจริง

4.5 การทดสอบประมวลผลเพื่อระบุตำแหน่งจากระยะทาง

ทางผู้จัดทำได้ทำการทดลองให้ฮาร์ดแวร์ 3 ตัวสแกนหาตำแหน่งของตัวกระจายสัญญาณบลูทูธแล้วให้ server ทำการคำนวณหาว่าอยู่โซนไหนโดยทางผู้จัดทำได้แบ่งเซนเป็น 3 โซน ได้แก่ โซน A,B,C ดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

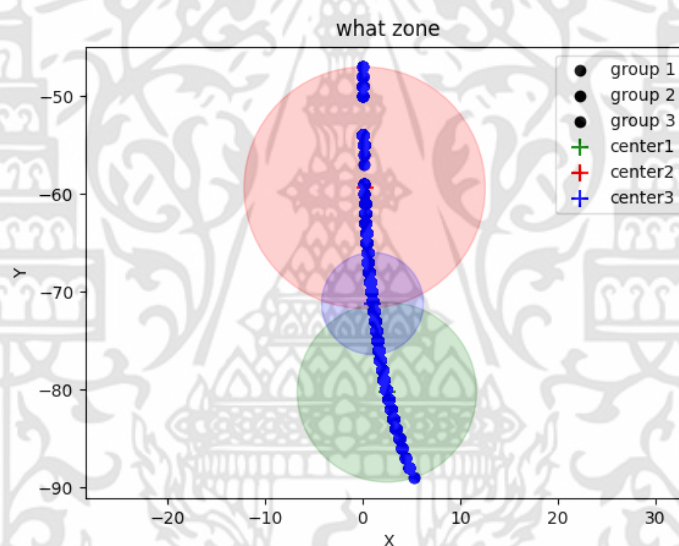
3		-77		12.15		21/10/09 13:45:59		Zone A
2		-65		3.37		21/10/09 13:46:06		Zone B
1		-47		0.02		21/10/09 13:45:53		Zone C
3		-59		1.66		21/10/09 13:46:10		Zone B
1		-42		0.01		21/10/09 13:45:59		Zone C
2		-59		1.66		21/10/09 13:46:17		Zone B
3		-57		1.29		21/10/09 13:46:16		Zone B
1		-48		0.03		21/10/09 13:46:05		Zone C
2		-59		1.66		21/10/09 13:46:23		Zone B
3		-57		1.29		21/10/09 13:46:22		Zone B
3		-73		8.09		21/10/09 13:46:28		Zone A
1		-44		0.01		21/10/09 13:46:17		Zone C
2		-57		1.29		21/10/09 13:46:34		Zone B
3		-59		1.66		21/10/09 13:46:34		Zone B
1		-42		0.01		21/10/09 13:46:23		Zone C
2		-65		3.37		21/10/09 13:46:45		Zone B
1		-44		0.01		21/10/09 13:46:30		Zone C
3		-57		1.29		21/10/09 13:46:45		Zone B
2		-65		3.37		21/10/09 13:46:51		Zone B
3		-57		1.29		21/10/09 13:46:51		Zone B
1		-42		0.01		21/10/09 13:46:42		Zone C
3		-59		1.66		21/10/09 13:46:57		Zone B

รูปที่ 4.10 แสดงการระบุตำแหน่งที่ฝัง server

จะเห็นได้จากรูปภาพว่าสามารถนำมาประมวลผลและแยกโซนได้อย่างชัดเจนและถูกต้องในส่วนของช่อง code นั้นมาจากการมีคอมพิวเตอร์จำนวน 3 เครื่องในการทดลองนั่นเอง จากนั้นคำนวณค่าโดยการแบ่งแยกเป็นโซนด้วยวิธีการ K-means

	code	macaddress	rss	txpower	distance	datetime
0	2ESP32	17:2e:b3:25:13:ce	-82	-71	2.84	2021/11/13 08:59:14
1	3ESP32	17:2e:b3:25:13:ce	-64	-71	0.35	2021/11/13 08:59:14
2	5ESP32	17:2e:b3:25:13:ce	-76	-71	1.63	2021/11/13 08:59:14
3	2ESP32	17:2e:b3:25:13:ce	-82	-71	2.84	2021/11/13 08:59:19
4	3ESP32	17:2e:b3:25:13:ce	-64	-71	0.35	2021/11/13 08:59:19
...	...	...	...	...	...	...
4118	3ESP32	17:2e:b3:25:13:ce	-59	-71	0.16	2021/11/13 11:08:43
4119	5ESP32	17:2e:b3:25:13:ce	-78	-71	1.97	2021/11/13 11:08:46
4120	2ESP32	17:2e:b3:25:13:ce	-81	-71	2.60	2021/11/13 11:08:48
4121	5ESP32	17:2e:b3:25:13:ce	-75	-71	1.48	2021/11/13 11:08:52
4122	5ESP32	17:2e:b3:25:13:ce	-78	-71	1.97	2021/11/13 11:08:57

รูปที่ 4.11 data แสดงค่าพารามิเตอร์

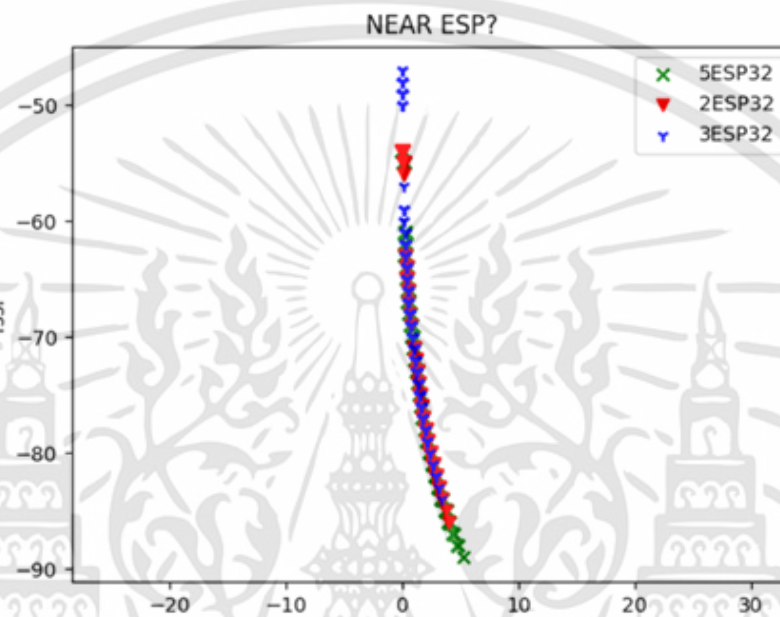


รูปที่ 4.12 รูปแสดงการคำนวณด้วยวิธี k-means

จากรูปจะเห็นได้ว่าค่าที่ได้รับมาจะมีข้อมูลประมาณ 4000 ชุดด้วยกันแล้วนำค่าความแรงของสัญญาณและระยะทางมาพล็อตตามจุดและแบ่งแยกค่าออกเป็น 3 ช่วงด้วยวิธีการของ k-means เพื่อความแม่นยำจะเห็นได้ว่ามีส่วนที่ Intersect กันอยู่ที่อยู่ในช่วงเดียวกันอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการแบ่งกราฟ k-means โดยแยกตัวสัญญาณส่งให้ชัดเจนและได้ทำการสุ่มค่าในการ predict



รูปที่ 4.13 แบ่งตัวส่งและทำเครื่องหมายระบุไว้ชัดเจน

```
#@title ข้อมูลไม่เคยพบมาก่อน
distance = 3.40 #@param {type:"slider", min:0, max:100, step:0.1}
rssi = -71 #@param {type:"slider", min:0, max:100, step:1}

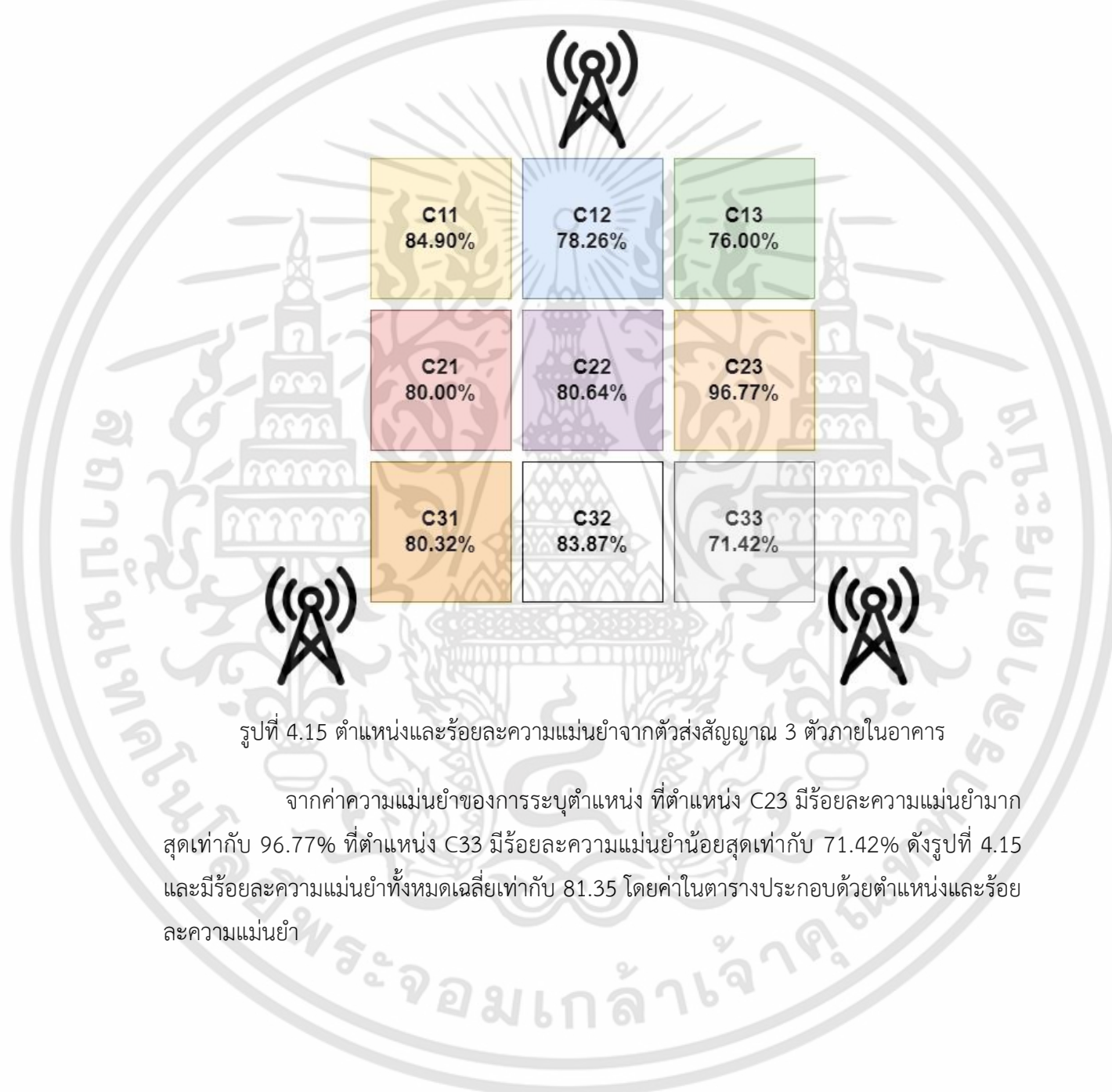
neighbors number = 3
คำตอบจะใกล้กับตัวปล่อยสัญญาณตัวไหน => 5ESP32
```

รูปที่ 4.14 ค่าที่ไม่เคยพบมาก่อนโดยให้ระบบทำนายคำตอบของการประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ผลการทดลองวัดความแม่นยำเพื่อระบุตำแหน่งภายในอาคาร

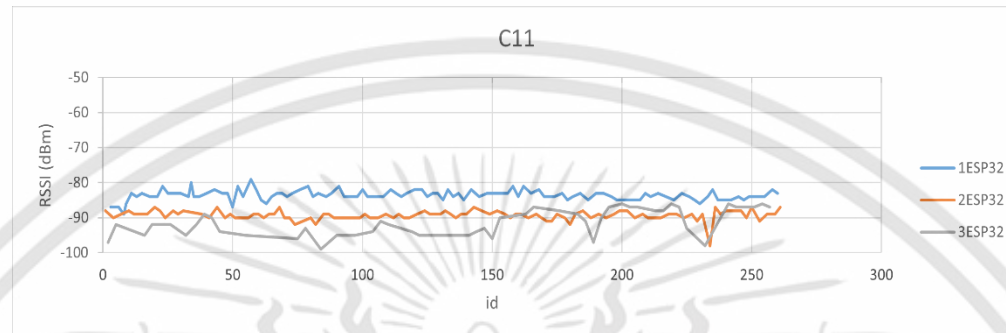
4.6.1 ผลการทดลองวัดความแม่นยำของการระบุตำแหน่งจากตัวส่งสัญญาณ 3 ตัว



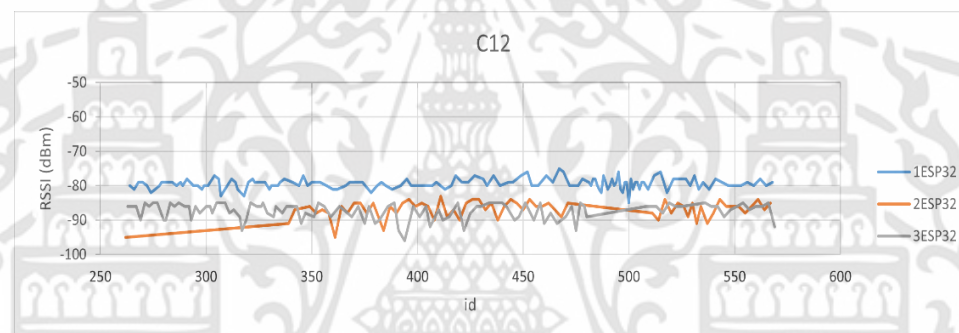
รูปที่ 4.15 ตำแหน่งและร้อยละความแม่นยำจากตัวส่งสัญญาณ 3 ตัวภายในอาคาร

จากค่าความแม่นยำของการระบุตำแหน่ง ที่ตำแหน่ง C23 มีร้อยละความแม่นยำมากที่สุดเท่ากับ 96.77% ที่ตำแหน่ง C33 มีร้อยละความแม่นยำน้อยที่สุดเท่ากับ 71.42% ดังรูปที่ 4.15 และมีร้อยละความแม่นยำทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 81.35 โดยค่าในตารางประกอบด้วยตำแหน่งและร้อยละความแม่นยำ

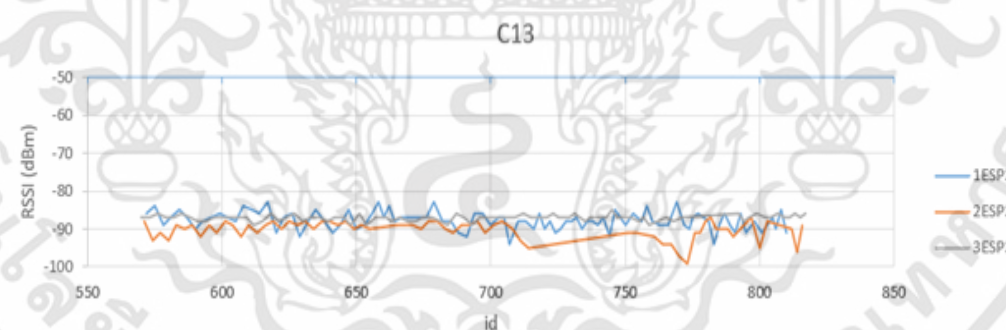
4.6.2 ผลการทดลองวัดค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับเพื่อทำเป็นชุดข้อมูล



รูปที่ 4.16 ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง C11

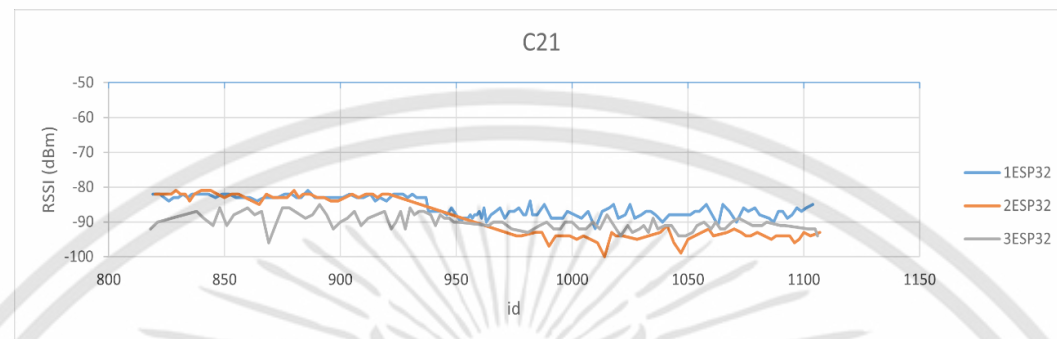


รูปที่ 4.17 ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง C12

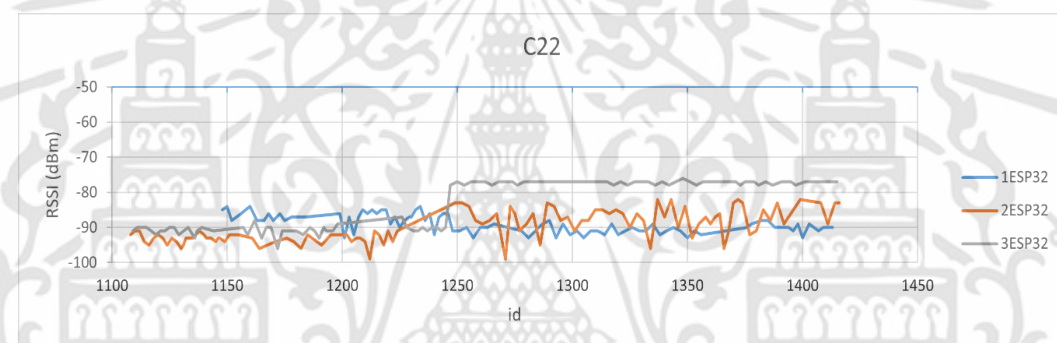


รูปที่ 4.18 ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง C13

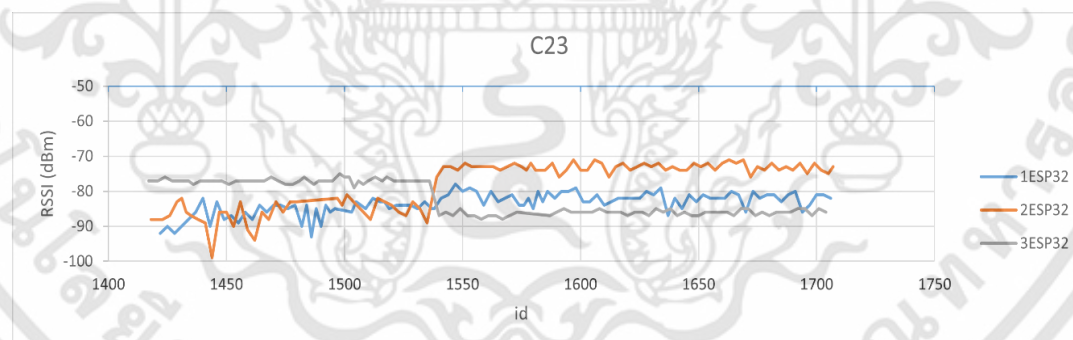
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง C21

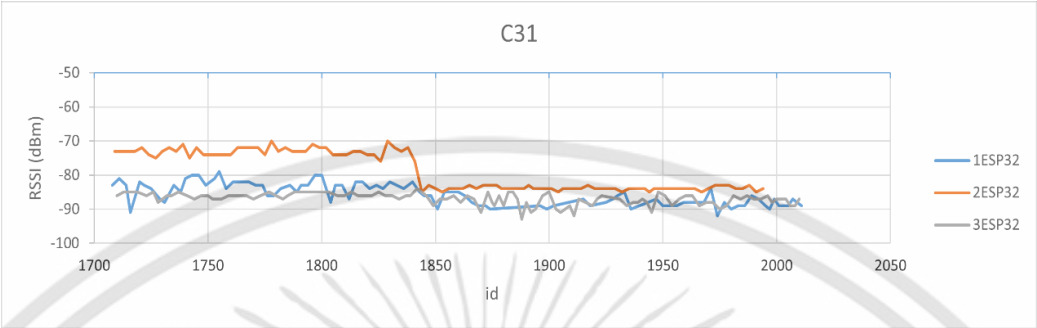


รูปที่ 4.20 ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง C22

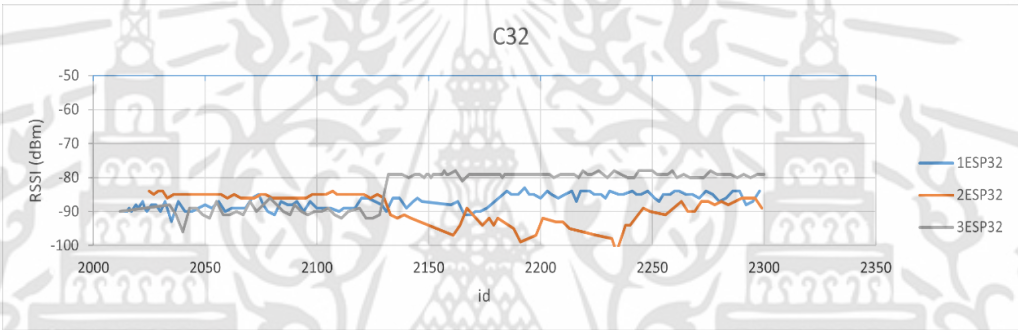


รูปที่ 4.21 ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง C23

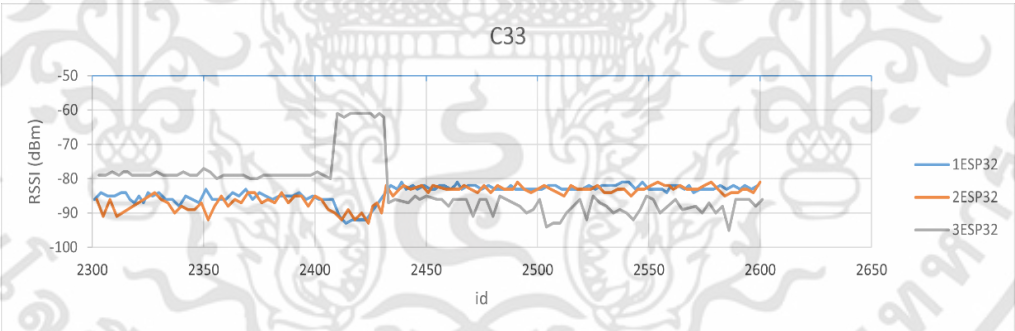
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง C31



รูปที่ 4.23 ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง C32

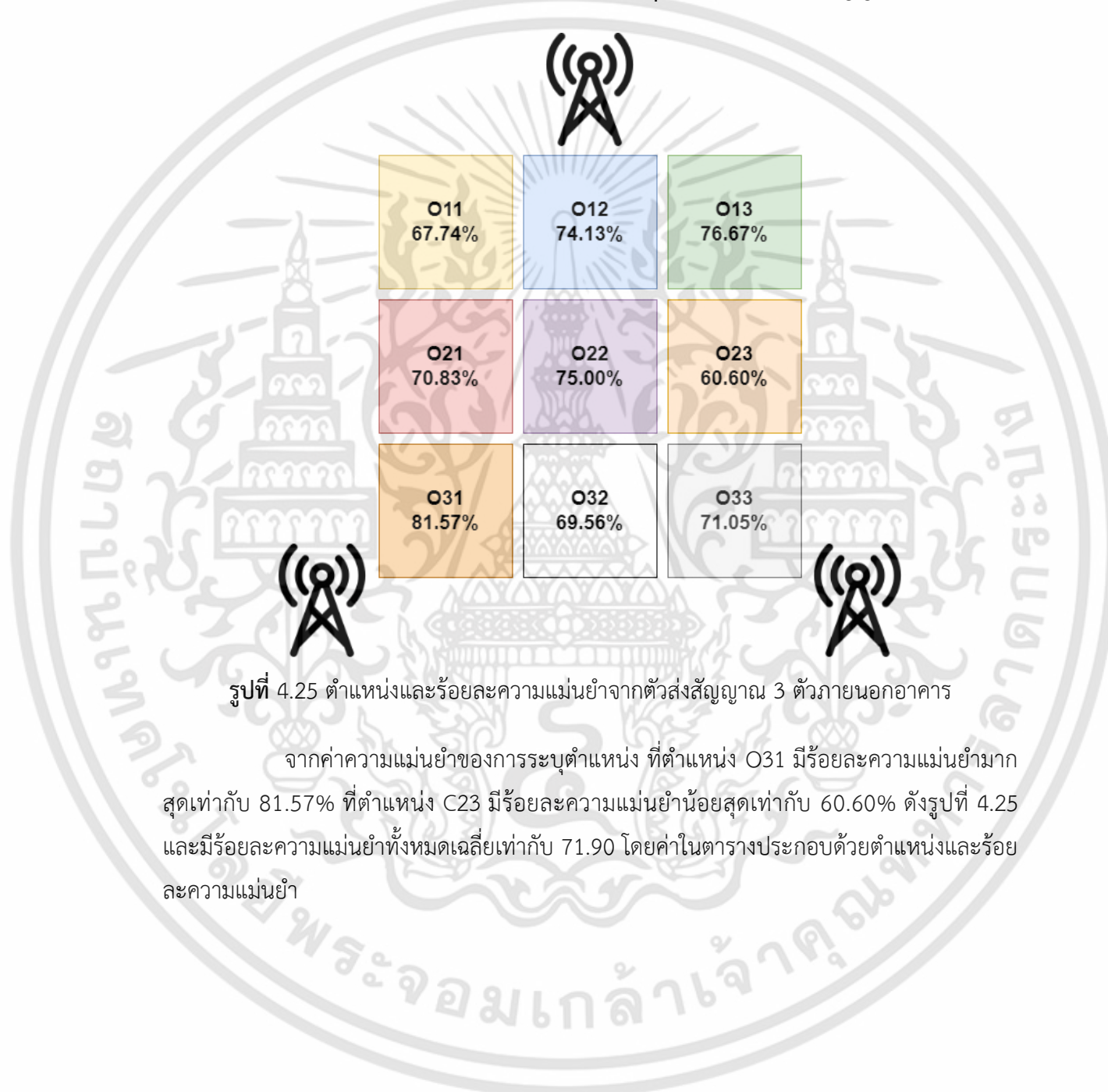


รูปที่ 4.24 ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง C33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

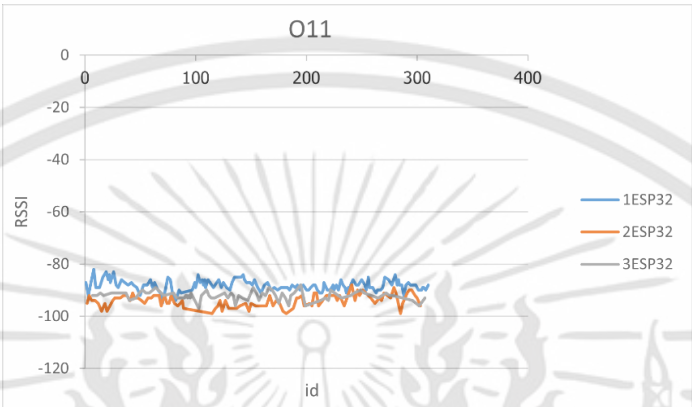
4.7 ผลการทดลองวัดความแม่นยำเพื่อระบุตำแหน่งภายนอกอาคาร

4.7.1 ผลการทดลองวัดความแม่นยำของการระบุตำแหน่งจากตัวส่งสัญญาณ 3 ตัว

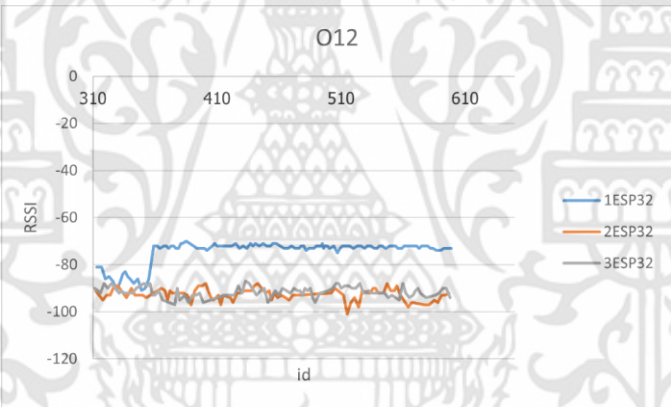


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

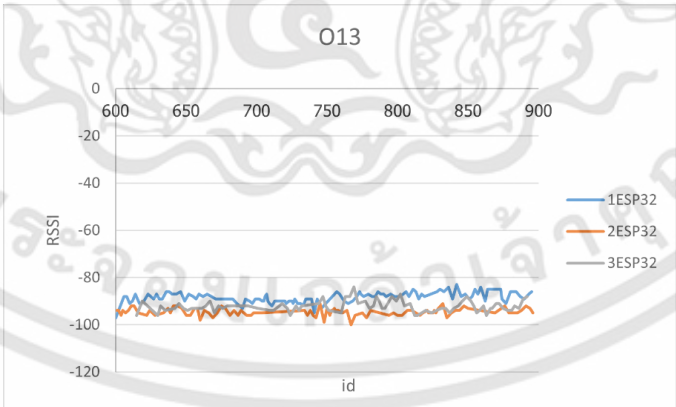
4.7.2 ผลการทดลองวัดค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับเพื่อทำเป็นชุดข้อมูล



รูปที่ 4.26 ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง O11

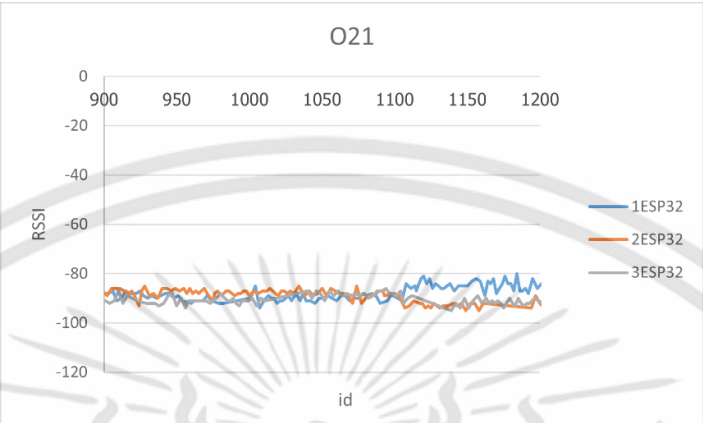


รูปที่ 4.27 ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง O12

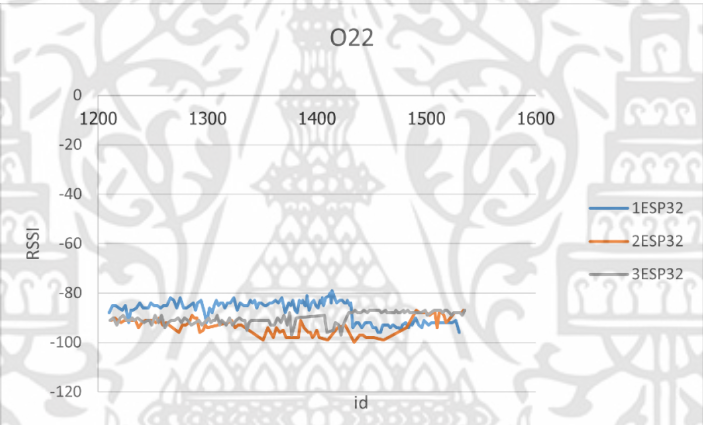


รูปที่ 4.28 ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง O13

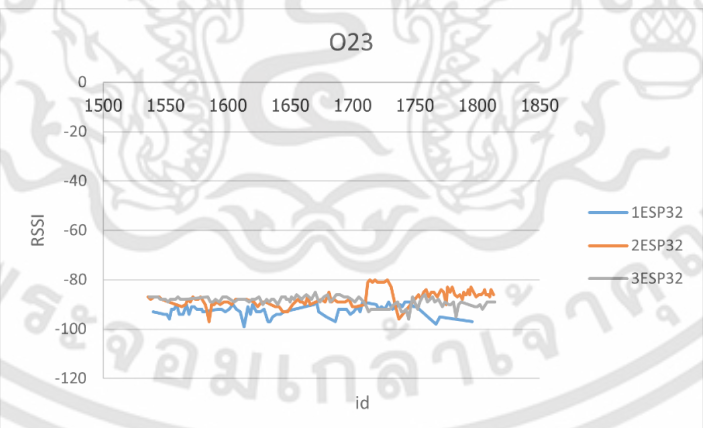
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง O21

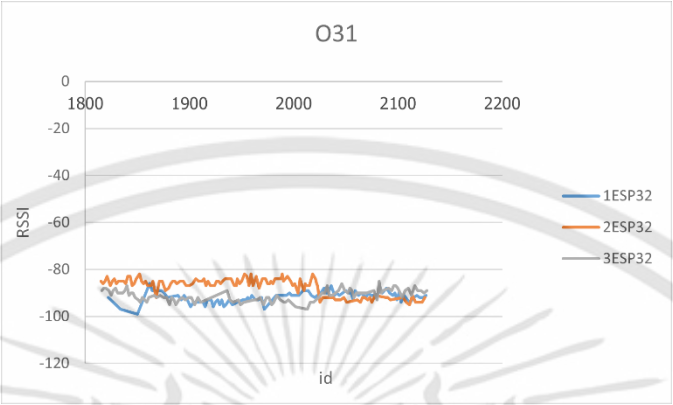


รูปที่ 4.30 ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง O22

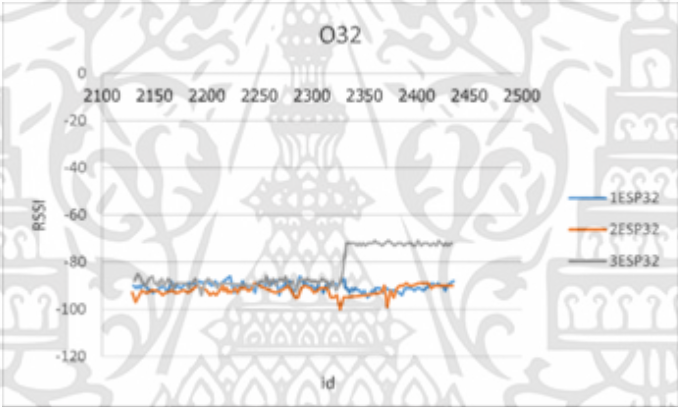


รูปที่ 4.31 ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง O23

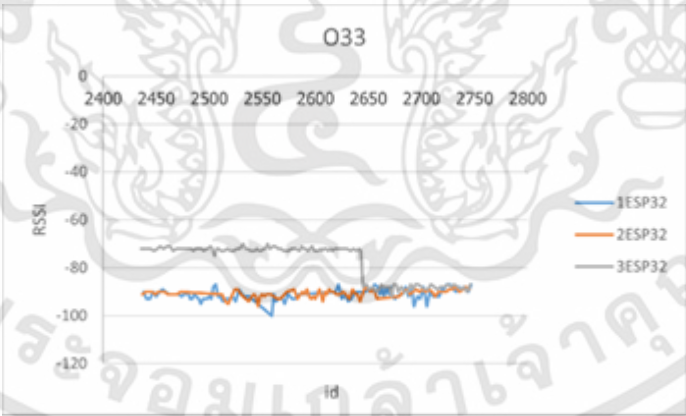
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.32 ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง O31



รูปที่ 4.33 ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง O32



รูปที่ 4.34 ค่าความแรงสัญญาณของตำแหน่ง O33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 ผลการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองในการระบุตำแหน่ง

การทดสอบความแม่นยำของแบบจำลองในการระบุตำแหน่งของผู้ใช้ สามารถทดสอบได้โดยการนำชุดข้อมูลที่ได้จากการวัดค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับ ทุกตำแหน่ง รวมทั้งหมด 9 ตำแหน่ง แบ่งเป็น 2 ชุด ได้แก่ ชุดข้อมูลเรียนรู้และชุดข้อมูลทดสอบ ในอัตราส่วน 80:20 ซึ่งมีร้อยละความแม่นยำของแบบจำลองเท่ากับ 77.58

	precision	recall	f1-score	support
1ESP32	0.75	0.82	0.78	22
2ESP32	0.67	0.88	0.76	16
3ESP32	1.00	0.65	0.79	20
accuracy			0.78	58
macro avg	0.81	0.78	0.78	58
weighted avg	0.81	0.78	0.78	58
Accuracy = 77.58620689655173				

รูปที่ 4.35 ผลการรันโปรแกรมฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server)

4.9 ผลการทดลองเก็บข้อมูลของผู้ใช้งาน

Data User			
User	Location	timein	timeout
	C2	2022/03/25 19:21:02	2022/03/25 19:22:03
	C13	2022/03/25 19:16:08	2022/03/25 19:12:03
	C11	2022/03/25 19:08:12	2022/03/25 19:04:47
	C21	2022/03/12 15:21:23	2022/03/12 15:23:45

รูปที่ 4.36 ข้อมูลผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์นี้ประสบความสำเร็จในการออกแบบระบบระบุตำแหน่งภายในอาคาร โดยผู้จัดทำได้ทำการออกแบบและพัฒนาระบบระบุตำแหน่งภายในอาคาร โดยมีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน 1) Hardware 2) Software 3) Web server ส่วนของ Hardware จะเป็นตัวทำหน้าที่ส่งข้อมูล แล้วข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูล (database) แล้วนำมาวิเคราะห์และประมวลผล เพื่อให้การระบุตำแหน่งแม่นยำแล้วส่งกลับไปไว้ในระบบฐานข้อมูล (database) ตามลำดับ จากการทดสอบพบว่าระบบระบุ ตำแหน่งภายในอาคารสามารถแบ่งแยกเป็นโซน 9 โซนตามเป้าหมายที่วางไว้ และสามารถส่งข้อมูลได้ครบถ้วนพร้อมทั้งแสดงผลผ่าน web server ได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารที่ออกแบบและจัดทำขึ้นสามารถนำไปพัฒนาและปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นซึ่งในขณะนี้ระบบ ยังมีข้อบกพร่องอยู่หลายประการเช่น web ยังไม่สามารถแสดงคนเข้าใช้งานมากกว่า 2 คนได้แต่ได้ทำการเก็บเป็นข้อมูลผู้ใช้งานแทน

บรรณานุกรม

- [1] ความรู้เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP_Unit_1.pdf
- [2] ทำความรู้จักกับ Python. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.borntodev.com/c/xakhririthnchotichwalwithy/ทำความรู้จักกับ-python-ภาษาเปลี่ยนโลก-5fddbe6484e78>
- [3] ธุรกิจเลือกใช้ GCP.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://blog.thaieasyelec.com/introduction-to-mqtt/>
- [4] MQTT คืออะไร.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://blog.thaieasyelec.com/introduction-to-mqtt/>
- [5] Arduino คืออะไร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://medium.com/horganice/smart-card-ประชาชนยุคดิจิทัล>
- [6] รู้จักกับ Visual Studio Code [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.mindphp.com/บทความ/microsoft/4829-visual-studio-code.HTML>
- [7] Node.js คือไร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.devahoy.com/blog/2015/07/getting-started-with-nodejs>
- [8] เรียนรู้คำสั่ง Sql ไปด้วยกัน step by step. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://race.nstru.ac.th/home_ex/blog/topic/show/2940
- [9] Arduino lesson – IR Obstacle Avoidance Sensor. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://osoyoo.com/2017/07/24/arduino-lesson-obstacle-avoidance-sensor/>
- [10] ทำความรู้จักกับ JSON. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.boxsingle.com/13/ทำความรู้จักกับ-JSON-คืออะไร>
- [11] Apache คืออะไร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2265-apache-คืออะไร.HTML>
- [12] ภาษา HTML คืออะไร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.codingbasic.com/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[13] CSS คืออะไร มีประโยชน์ อย่างไร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.wynnsoft-solution.net/th/article/view/80/>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

#include <WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>
#include <BLEDevice.h>
#include <BLEUtils.h>
#include <BLEScan.h>
#include <BLEAdvertisedDevice.h>

int scanTime = 5; //In seconds
BLEScan* pBLEScan;

// WiFi
const char *ssid = "Red"; // Enter your WiFi name
const char *password = "11111111"; // Enter WiFi password

// MQTT Broker
const char *mqtt_broker = "34.125.44.74";
const char *topic = "esp";
const char *mqtt_username = "project";
const char *mqtt_password = "123456";
const int mqtt_port = 1883;
WiFiClient espClient;
PubSubClient client(espClient);
int rssi[10];
int num=0;
int dat=0;
int rr;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

class MyAdvertisedDeviceCallbacks: public BLEAdvertisedDeviceCallbacks {

    void onResult(BLEAdvertisedDevice advertisedDevice) {
        String mac=advertisedDevice.getAddress().toString().c_str();
        if(mac=="17:2e:b3:25:13:ce"){

            rssi[10]={advertisedDevice.getRSSI()};
            Serial.printf("code: %s macaddress: %s rssi: %d txpower: %d\n\n","esp32",
advertisedDevice.getAddress().toString().c_str(), rssi[10],-71);
            num+=1;
            dat+=rssi[10];
        }
    }
};

void setup() {
    // Set software serial baud to 115200;
    Serial.begin(115200);

    //*****WiFi*****

    // connecting to a WiFi network
    WiFi.begin(ssid, password);

    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    delay(500);
    Serial.println("Connecting to WiFi..");
}
Serial.println("Connected to the WiFi network");
//*****

}

void loop() {
    //***** BLE *****
    Serial.println("Scanning...");

    BLEDevice::init("");
    pBLEScan = BLEDevice::getScan(); //create new scan
    pBLEScan->setAdvertisedDeviceCallbacks(new MyAdvertisedDeviceCallbacks());
    pBLEScan->setActiveScan(true); //active scan uses more power, but get results
    faster
    pBLEScan->setInterval(100);
    pBLEScan->setWindow(99); // less or equal setInterval value
    BLEScanResults foundDevices = pBLEScan->start(scanTime, false);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

pBLEScan->clearResults(); // delete results fromBLEScan buffer to release memory

//*****

//*****MQTT*****
//connecting to a mqtt broker
client.setServer(mqtt_broker, mqtt_port);
//client.setCallback(callback);
while (!client.connected()) {
    String client_id = "esp32-client-";
    client_id += String(WiFi.macAddress());
    Serial.printf("The client %s connects to the public mqtt broker\n", client_id.c_str());
    if (client.connect(client_id.c_str(), mqtt_username, mqtt_password)) {
        Serial.println("Public emqx mqtt broker connected");
    } else {
        Serial.print("failed with state ");
        Serial.print(client.state());
        delay(2000);
    }
}
Serial.println(rssi[10]);
char InformationWiFi[200];
rr=dat/num;

sprintf(InformationWiFi,{"code\":"%s", "macaddress\":"%s", "rssi\":"%d",
"\txpower\":"%d"}, "1ESP32", "17:2e:b3:25:13:ce", rr, -71);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

dat=0;
num=0;

client.publish(topic,InformationWiFi);
//*****
client.loop();
delay(200);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mqtt = require('mqtt')
math = require("mathjs")
mysql = require('mysql');

var con = mysql.createConnection({
  host: "34.71.223.103",
  user: "root",
  password: "123456",
  database: "beacon"
});

const MQTT_SERVER = "34.125.44.74"
const MQTT_PORT = "1883"
//if your server don't have username and password let blank.
const MQTT_USER = "project"
const MQTT_PASSWORD = "123456"

// Connect MQTT
var client = mqtt.connect({
  host: MQTT_SERVER,
  port: MQTT_PORT,
  username: MQTT_USER,
  password: MQTT_PASSWORD
})

client.on('connect', function () {
  // Subscribe any topic

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

console.log("MQTT Connect")
client.subscribe('esp', function (err) {
  if (err) {
    console.log(err)
  }
})
})

// Receive Message and print on terminal
client.on("message",function (topic, message) {
  // message is Buffer
  const data = JSON.parse(message.toString())
  const code = data.code
  const macaddress = data.macaddress
  const rssi = data.rssi
  const txpower = data.txpower
  const date=require('date-and-time')
  const now = new Date()
  const datee=date.format(now,'YYYY/MM/DD HH:mm:ss')

  if(rssi==0){
    console.log(-1);
  }
  else{
    const ratio = rssi*1.0 / txpower
    if(ratio<1.0){

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

const ans=math.pow(ratio,10)
const x=ans.toFixed(2)
con.connect(function(err) {

    console.log("Connected!");
    var sql = `insert into dist
value("${code}","${macaddress}","${rssi}","${txpower}","${x}","${datee}")`;
    console.log(`insert into dist
value("${code}","${macaddress}","${rssi}","${txpower}","${x}","${datee}")`);
    con.query(sql, function (err, result) {
        if (err) throw err;
        console.log("1 record inserted");
    });
});
}
else{
const ans2=(0.89976*(ratio ** 7.7095)) + 0.111
const y=ans2.toFixed(2)
con.connect(function(err) {

    console.log("Connected!");
    var sql = `insert into dist
value("${code}","${macaddress}","${rssi}","${txpower}","${y}","${datee}")`;
    con.query(sql, function (err, result) {
        if (err) throw err;
        console.log("1 record inserted");
    });
});
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

});

});

} }

})



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

import pandas as pd
import pymysql
import logging
import sshunnel
from sshunnel import SSHTunnelForwarder
import json
from sklearn import tree
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

ssh_host = '34.125.44.74'
ssh_username = 'film'
ssh_password = 'filmshelby'
database_username = 'root'
database_password = '123456'
database_name = 'beacon'
localhost = '34.71.223.103'
def open_ssh_tunnel(verbose=False):
    if verbose:
        sshunnel.DEFAULT_LOGLEVEL = logging.DEBUG

    global tunnel
    tunnel = SSHTunnelForwarder(
        (ssh_host, 22),
        ssh_username = ssh_username,
        ssh_password = ssh_password,
        remote_bind_address = ('34.71.223.103', 3306)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

)

tunnel.start()

def mysql_connect():
    global connection

    connection = pymysql.connect(
        host='127.0.0.1',
        user=database_username,
        passwd=database_password,
        db=database_name,
        port=tunnel.local_bind_port
    )

def run_query(sql):
    return pd.read_sql_query(sql, connection)

def mysql_disconnect():
    connection.close()

def close_ssh_tunnel():
    tunnel.close

open_ssh_tunnel()
mysql_connect()

# while True:
#     count=1
#     df = run_query("SELECT * FROM bletest")

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

# count+=1
# print(df)
# df.head()

df = run_query("select * from location ")
# SELECT DISTINCT my_table.* FROM my_table, JSON_TABLE(data, "$[*]"
# COLUMNS(nr INT PATH '$')) as ids WHERE ids.nr > 2;
# data=json.dumps(df)

mysql_disconnect()
close_ssh_tunnel()
print(df)

from sklearn.cluster import KMeans

plt.title("rssi vs distance")
plt.xlabel('distance')
plt.ylabel('rssi')
plt.plot(df.distance,df.rssi,'ob')

data = df[['distance', 'rssi']]
kmeans = KMeans(n_clusters=3, random_state=0).fit(data)

def get_distance(X, Y, pointX, pointY):
    distance = np.sqrt( (X - pointX)**2 + (Y - pointY)**2 )
    return np.sort(distance)

group1 = df[kmeans.labels_ == 0]
group2 = df[kmeans.labels_ == 1]

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

group3 = df[kmeans.labels_ == 2]

cx1, cy1 = kmeans.cluster_centers_[0]
distance1 = get_distance(group1.distance, group1.rssi, cx1, cy1)
radius1 = max(distance1)

cx2, cy2 = kmeans.cluster_centers_[1]
distance2 = get_distance(group2.distance, group2.rssi, cx2, cy2)
radius2 = max(distance2)

cx3, cy3 = kmeans.cluster_centers_[2]
distance3 = get_distance(group3.distance, group3.rssi, cx3, cy3)
radius3 = max(distance3)

plt.title("what zone")
plt.xlabel('X')
plt.ylabel('Y')

plt.axis("equal")

circle1=plt.Circle((cx1, cy1), radius1, alpha=0.2, lw=1, color='g')
plt.gcf().gca().add_artist(circle1)

circle2=plt.Circle((cx2, cy2), radius2, alpha=0.2, lw=1, color='r')
plt.gcf().gca().add_artist(circle2)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

circle3=plt.Circle((cx3, cy3), radius3, alpha=0.2, lw=1, color='b')
plt.gcf().gca().add_artist(circle3)

plt.scatter(group1.distance, group1.rssi, c='k', label='group 1')
plt.scatter(group2.distance, group2.rssi, c='k', label='group 2')
plt.scatter(group3.distance, group3.rssi, c='k', label='group 3')

plt.scatter(cx1, cy1, s=100, c='g', marker='+', label='center1')
plt.scatter(cx2, cy2, s=100, c='r', marker='+', label='center2')
plt.scatter(cx3, cy3, s=100, c='b', marker='+', label='center3')

plt.legend(loc='upper right')
plt.show()

import pandas as pd
import pymysql
import logging
import sshunnel
from sshunnel import SSHTunnelForwarder
import json
from sklearn import tree
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

ssh_host = '128.199.129.110'
ssh_username = 'root'
ssh_password = '1Filmpete'

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

database_username = 'project'
database_password = 'filmpete'
database_name = 'beacon'
localhost = '128.199.129.110'

def open_ssh_tunnel(verbose=False):
    if verbose:
        sshunnel.DEFAULT_LOGLEVEL = logging.DEBUG

    global tunnel
    tunnel = SSHTunnelForwarder(
        (ssh_host, 22),
        ssh_username = ssh_username,
        ssh_password = ssh_password,
        remote_bind_address = ('128.199.129.110', 3306)
    )

    tunnel.start()

def mysql_connect():
    global connection

    connection = pymysql.connect(
        host='127.0.0.1',
        user=database_username,
        passwd=database_password,
        db=database_name,
        port=tunnel.local_bind_port
    )

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

def run_query(sql):
    return pd.read_sql_query(sql, connection)

def mysql_disconnect():
    connection.close()

def close_ssh_tunnel():
    tunnel.close

open_ssh_tunnel()
mysql_connect()
# while True:
#     count=1
#     df = run_query("SELECT * FROM bleetest")
#     count+=1
#     print(df)
# df.head()
df = run_query("select code,rssi,distance from indoortest where id between 818 and
1106 or id between 1416 and 1704 ")
# SELECT DISTINCT my_table.* FROM my_table, JSON_TABLE(data, "$[*]"
COLUMNS(nr INT PATH '$')) as ids WHERE ids.nr > 2;
# data=json.dumps(df)

mysql_disconnect()
close_ssh_tunnel()

from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import StandardScaler

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

from sklearn.neighbors import KNeighborsClassifier
from sklearn.metrics import confusion_matrix
from sklearn.metrics import f1_score
from sklearn.metrics import accuracy_score

dataset = df
print( len(dataset))
print( dataset.head())

import matplotlib
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

group1 = df[df.code == '1ESP32']
group2 = df[df.code == '2ESP32']
group3 = df[df.code == '3ESP32']

# plt.title("NEAR ESP?")
# plt.xlabel('rssi')
# plt.ylabel('distance')

# plt.axis("equal")
# plt.scatter(group1.rssi, group1.distance, c='g', marker='x', label='1ESP32')
# plt.scatter(group2.rssi, group2.distance, c='r', marker='v', label='2ESP32')
# plt.scatter(group3.rssi, group3.distance, c='b', marker='1', label='3ESP32')
# plt.legend(loc='upper right')

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

# plt.show()

from sklearn.model_selection import train_test_split
X = df.drop(['rssi', 'code'], axis='columns')
y = df.code
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=1)
print(len(X_train))
print(len(X_test))

from sklearn.neighbors import KNeighborsClassifier
knn = KNeighborsClassifier(n_neighbors=10)
knn.fit(X_train, y_train)
knn.score(X_test, y_test)

from sklearn.metrics import confusion_matrix
y_pred = knn.predict(X_test)
cm = confusion_matrix(y_test, y_pred)
cm

from sklearn.metrics import classification_report
print(classification_report(y_test, y_pred))

import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib as mpl
import numpy as np

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
#plt.figure(figsize=(7,5))
#sns.heatmap(cm, annot=True)
#plt.xlabel('Predicted')
#plt.ylabel('Truth')

print(" Accuracy = ",accuracy_score(y_test,y_pred)*100)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

import React, { useEffect, component } from 'react';
import AppBar from '@mui/material/AppBar';
import Button from '@mui/material/Button';
import Cameralcon from '@mui/icons-material/PhotoCamera';
import Card from '@mui/material/Card';
import CardActions from '@mui/material/CardActions';
import CardContent from '@mui/material/CardContent';
import CardMedia from '@mui/material/CardMedia';
import CSSBaseline from '@mui/material/CSSBaseline';
import Grid from '@mui/material/Grid';
import Stack from '@mui/material/Stack';
import Box from '@mui/material/Box';
import Toolbar from '@mui/material/Toolbar';
import Typography from '@mui/material/Typography';
import Container from '@mui/material/Container';
import Link from '@mui/material/Link';
import { createTheme, ThemeProvider } from '@mui/material/styles';
import { handleBreakpoints } from '@mui/system';
import Item from '@mui/material/AppBar';
import Logo from './15838.jpg';
import { Avatar } from '@mui/material';
import './index.CSS';
import indoor from './indoortest.png';
import outdoor from './outdoortest.png';
import signal from './signal.png';
import IconButton from '@mui/material/IconButton';
import Menulcon from '@mui/icons-material/Menu';
import { unstable_styleFunctionSx } from '@mui/system';
import NoSsr from '@mui/base/NoSsr';
import styled from 'styled-components';
import './big-screen.styles.CSS';
const themes = createTheme();

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
const Div = styled('div')(unstable_styleFunctionSx);
```

```
const mark = {background: 'linear-gradient(45deg, #FE6B8B 30%, #FF8E53 90%)',
border: 0,
borderRadius: 3,
boxShadow: '0 3px 5px 2px rgba(255, 105, 135, .3)',
color: 'white'}
const nmark={ borderRadius: 3}
// const cards = [1,2,3,4,5,6,7,8,9];
const cards =[1];
/////chane state//////////
//////////
class Hello extends React.Component {
  constructor(){
    super();
    this.state = {
      c11: nmark,
      c12: nmark,
      c13: nmark,
      c21: nmark,
      c22: nmark,
      c23: nmark,
      c31: nmark,
      c32: nmark,
      c33: nmark,

    };
    this.updateMessage = this.updateMessage.bind(this);
  }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

updateMessage() {
  fetch('http://128.199.129.110:3000/selectdata',{method: 'GET',
  headers : {
    'Content-Type': 'application/json',
    'Accept': 'application/json'
  }
})
  .then(response => response.json())
  .then(data => {

    let state1=data.status[data.status.length-1].location
    console.log(state1);
    if(state1==='C11'){

      this.setState({
        c11: mark,
        c12: nmark,
        c13: nmark,
        c21: nmark,
        c22: nmark,
        c23: nmark,
        c31: nmark,
        c32: nmark,
        c33: nmark,
      });

    }

    if(state1==='C12'){

      this.setState({
        c11: nmark,
        c12: mark,

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

c13: nmark,
c21: nmark,
c22: nmark,
c23: nmark,
c31: nmark,
c32: nmark,
c33: nmark,
});

}
if(state1==='C13'){
  this.setState({
    c11: nmark,
    c12: nmark,
    c13: mark,
    c21: nmark,
    c22: nmark,
    c23: nmark,
    c31: nmark,
    c32: nmark,
    c33: nmark,
  });
}
if(state1==='C21'){
  this.setState({
    c11: nmark,
    c12: nmark,
    c13: nmark,
    c21: mark,
    c22: nmark,

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

c23: nmark,
c31: nmark,
c32: nmark,
c33: nmark,
});

```

```

}
if(state1==='C22'){

```

```

  this.setState({
    c11: nmark,
    c12: nmark,
    c13: nmark,
    c21: nmark,
    c22: mark,
    c23: nmark,
    c31: nmark,
    c32: nmark,
    c33: nmark,
  });

```

```

}
if(state1==='C23'){

```

```

  this.setState({
    c11: nmark,
    c12: nmark,
    c13: nmark,
    c21: nmark,
    c22: nmark,
    c23: mark,
    c31: nmark,
    c32: nmark,

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        c33: nmark,
      });

```

```

    }
    if(state1==='C31'){

```

```

      this.setState({
        c11: nmark,
        c12: nmark,
        c13: nmark,
        c21: nmark,
        c22: nmark,
        c23: nmark,
        c31: mark,
        c32: nmark,
        c33: nmark,
      });

```

```

    }
    if(state1==='C32'){

```

```

      this.setState({
        c11: nmark,
        c12: nmark,
        c13: nmark,
        c21: nmark,
        c22: nmark,
        c23: nmark,
        c31: nmark,
        c32: mark,
        c33: nmark,

```

```

      });

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    }
    if(state1==='C33'){

        this.setState({
            c11: nmark,
            c12: nmark,
            c13: nmark,
            c21: nmark,
            c22: nmark,
            c23: nmark,
            c31: nmark,
            c32: nmark,
            c33: mark,
        });
    }
    else{
        this.setState({
            message: "null"
        });
    }
})
.catch((error) => {
    console.error(error);
})

}

render(){
    return (

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

<div className="big-screen" >
  <container >

    <Grid
      sx={{pt:5}}
      container
      spacing={0}
      direction="column"
      alignItems="center"
      justifyContent="center"
      style={{ minHeight: '5vh' }}
    >
      <img src={signal} onClick={this.updateMessage} height={180} width=
{180}></img>
    </Grid>

    <Container sx={{ py: 1 }} maxWidth="md">
      { /* End hero unit */ }
      <Grid container
        spacing={2}
        direction="row"
        alignItems="center"
        justifyContent="center"

        style={{ minHeight: '10vh' }}>

        {cards.map((card) => (
          <Grid item key={card} xs={12} sm={6} md={4}>
            <Card style={this.state.c11}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

sx={{ height: 200,width: "100%", display: 'flex', flexDirection:
'column' }}

>

<CardContent sx={{ flexGrow: 1 }}>
  <Typography gutterBottom variant="h12" component="h2"
align="center" >
    C11
  </Typography>
</CardContent>
<CardActions>
  { /* <Button size="small">View</Button> */ }
</CardActions>
</Card>
</Grid>
)))
{cards.map((card) => (
  <Grid item key={card} xs={12} sm={6} md={4}>
    <Card style={this.state.c12}
      sx={{height: 200,width: "100%", display: 'flex', flexDirection: 'column'
}}
    >
      <CardContent sx={{ flexGrow: 1 }}>
        <Typography gutterBottom variant="h12" component="h2"
align="center" >
          C12
        </Typography>
      </CardContent>
      <CardActions>
        { /* <Button size="small">View</Button> */ }
      </CardActions>
    </Card>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

</Grid>
)}}
{cards.map((card) => (
  <Grid item key={card} xs={12} sm={6} md={4}>
    <Card style={this.state.c13}
      sx={{height: 200,width: "100%", display: 'flex', flexDirection: 'column'
}}
    >
      <CardContent sx={{ flexGrow: 1 }}>
        <Typography gutterBottom variant="h12" component="h2"
align="center">
          C13
        </Typography>
      </CardContent>
      <CardActions>
        {/* <Button size="small">View</Button> */}
      </CardActions>
    </Card>
  </Grid>
)}}
{cards.map((card) => (
  <Grid item key={card} xs={12} sm={6} md={4}>
    <Card style={this.state.c21}
      sx={{height: 200,width: "100%", display: 'flex', flexDirection: 'column'
}}
    >
      <CardContent sx={{ flexGrow: 1 }}>
        <Typography gutterBottom variant="h12" component="h2"
align="center">
          C21
        </Typography>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

</CardContent>
<CardActions>
  { /* <Button size="small">View</Button> */ }
</CardActions>
</Card>
</Grid>
)))
{cards.map((card) => (
  <Grid item key={card} xs={12} sm={6} md={4}>
    <Card style={this.state.c22}
      sx={{height: 200,width: "100%", display: 'flex', flexDirection: 'column'
}}
    >
      <CardContent sx={{ flexGrow: 1 }}>
        <Typography gutterBottom variant="h12" component="h2"
align="center">
          C22
        </Typography>
      </CardContent>
      <CardActions>
        { /* <Button size="small">View</Button> */ }
      </CardActions>
    </Card>
  </Grid>
))
{cards.map((card) => (
  <Grid item key={card} xs={12} sm={6} md={4}>
    <Card style={this.state.c23}
      sx={{height: 200,width: "100%", display: 'flex', flexDirection: 'column'
}}
    >

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

<CardContent sx={{ flexGrow: 1 }}>
  <Typography gutterBottom variant="h12" component="h2"
align="center">
    C23
  </Typography>
</CardContent>
<CardActions>
  {/* <Button size="small">View</Button> */}
</CardActions>
</Card>
</Grid>
)))
{cards.map((card) => (
  <Grid item key={card} xs={12} sm={6} md={4}>
    <Card style={this.state.c31}
      sx={{height: 200,width: "100%", display: 'flex', flexDirection: 'column'
    >
      <CardContent sx={{ flexGrow: 1 }}>
        <Typography gutterBottom variant="h12" component="h2"
align="center">
          C31
        </Typography>
      </CardContent>
      <CardActions>
        {/* <Button size="small">View</Button> */}
      </CardActions>
    </Card>
  </Grid>
))
{cards.map((card) => (
  <Grid item key={card} xs={12} sm={6} md={4}>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

<Card style={this.state.c32}
  sx={{height: 200,width: "100%", display: 'flex', flexDirection: 'column'
}}
>

  <CardContent sx={{ flexGrow: 1 }}>
    <Typography gutterBottom variant="h12" component="h2"
align="center">
      C32
    </Typography>
  </CardContent>
  <CardActions>
    { /* <Button size="small">View</Button> */ }
  </CardActions>
</Card>
</Grid>
)))}
{cards.map((card) => (
  <Grid item key={card} xs={12} sm={6} md={4}>
    <Card style={this.state.c33}
      sx={{height: 200,width: "100%", display: 'flex', flexDirection: 'column'
}}
    >

      <CardContent sx={{ flexGrow: 1 }}>
        <Typography gutterBottom variant="h12" component="h2"
align="center">
          C33
        </Typography>
      </CardContent>
      <CardActions>
        { /* <Button size="small">View</Button> */ }
      </CardActions>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

</Card>
</Grid>
)))
</Grid>

</Container>

<Grid
  container
  spacing={0}
  direction="row"
  // alignItems="center"
  justifyContent="center"
  style={{ minHeight: '10vh' }}
>
  <img src={signal} height={180} width= {180}/>

  <Box
    sx={{
      display: 'flex',
      alignItems: 'flex-start',
      p: 6,
      m: 1,
      height: 124,
      width: 124,
      borderRadius: 100,
    }}
  >
</Box>

<Box
  sx={{

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

display: 'flex',
alignItems: 'flex-start',
p: 6,
m: 1,
height: 124,
width: 124,
borderRadius: 100,
}}
>
</Box>
<Box
sx={{
display: 'flex',
alignItems: 'flex-start',
p: 6,
m: 1,
height: 124,
width: 124,
borderRadius: 100,
}}
>
</Box>
<Box
sx={{
display: 'flex',
alignItems: 'flex-start',
p: 6,
m: 1,
height: 124,
width: 124,

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        borderRadius: 100,
      }}
    >
  </Box>
  <Box
    sx={{
      display: 'flex',
      alignItems: 'flex-start',
      p: 6,
      m: 1,
      height: 124,
      width: 124,
      borderRadius: 100,
    }}
  >
  </Box>
  <Box
    sx={{
      display: 'flex',
      alignItems: 'flex-start',
      p: 6,
      m: 1,
      height: 124,
      width: 124,
      borderRadius: 100,
    }}
  >
  </Box>
  <img src={signal} height={180} width= {180}></img>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    </Grid>
  </container>

</div>
)

}
}
/////stop chane state//////////

const theme = createTheme();

export default function Album() {
  useEffect(() => {
    const token = localStorage.getItem('token')
    fetch('http://128.199.129.110:3000/authen', {
      method: 'POST', // or 'PUT'
      headers: {
        'Content-Type': 'application/json',
        'Authorization': 'Bearer ' + token,
      }
    })
    .then(response => response.json())
    .then(data => {
      if (data.status === 'ok') {
        // alert('authen sucess')
      } else {
        alert('authen failed')
        localStorage.removeItem('token')
        window.location = ('/login')
      }
    })
  })
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        .catch((error) => {
            console.error('Error:', error);
        });
    }, [])
    //logout
    const handleLogout = (event) => {
        event.preventDefault()
        localStorage.removeItem('token')
        window.location = ('/login')
    }

    const rescarch = (event) => {
        event.preventDefault()
        // localStorage.removeItem('token')
        window.location = ('/app')
    }

    ////////////

    return (
        <ThemeProvider theme={theme}>
        <CSSBaseline />
        <Box sx={{ flexGrow: 1, bgcolor: 'text.disabled'}}>
            <AppBar position="static">
                <Toolbar>
                    <IconButton
                        size="large"
                        edge="start"
                        color="inherit"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

    </ThemeProvider>
  </NoSsr>

  </Typography>
  <Typography variant="h5" align="center" color="text.secondary" paragraph>

  </Typography>
  <Stack
    sx={{ pt: 4 }}
    direction="row"
    spacing={2}
    justifyContent="center"
  >
    <Button variant="contained" onClick={resarch}>DataUser</Button>
  </Stack>
</Container>
</Box>

<Hello/>
<Box
  sx={{
    // bgcolor: 'text.disabled',
    pt: 8,
    pb: 6,
  }}
>
  <Container >
    <Typography
      component="h"
      variant="h5"
      align="center"
      color="inherit"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
gutterBottom
>
    แผนผังการทดลอง => จากการทดลองทั้ง indoor และ outdoor
</Typography>
<Typography variant="h5" align="center" color="text.secondary" paragraph>

</Typography>
<Stack
    sx={{ pt: 4 }}
    direction="row"
    spacing={2}
    justifyContent="center"
  >
    <div>
      <img src={Logo} />
    </div>

  </Stack>
</Container>
</Box>
<Box
  sx={{
    // bgcolor: 'text.disabled',
    pt: 8,
    pb: 6,
  }}
>

  <Container >
    { /* maxWidth="sm" */ }
    <Typography
      component="h"
      variant="h5"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
align="center"
color="inherit"
gutterBottom
>
    ผลการทดลองเป็นเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำที่ได้จากการทดลอง indoor
</Typography>

<Stack
  sx={{ pt: 4 }}
  direction="row"
  spacing={2}
  justifyContent="center"
>
  <div>
    <img src={indoor} />
  </div>

</Stack>
</Container>
</Box>
<Box
  sx={{
    // bgcolor: 'text.disabled',
    pt: 8,
    pb: 6,
  }}
>
  <Container>
    <Typography
      component="h"
      variant="h5"
      align="center"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        color="inherit"
        gutterBottom
    >
        ผลการทดลองเป็นเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำที่ได้จากการทดลอง outdoor
    </Typography>
    <Typography variant="h5" align="center" color="text.secondary" paragraph>

    </Typography>
    <Stack
        sx={{ pt: 4 }}
        direction="row"
        spacing={2}
        justifyContent="center"
    >
        <div>
            <img src={outdoor} />
        </div>

    </Stack>
    </Container>
</Box>

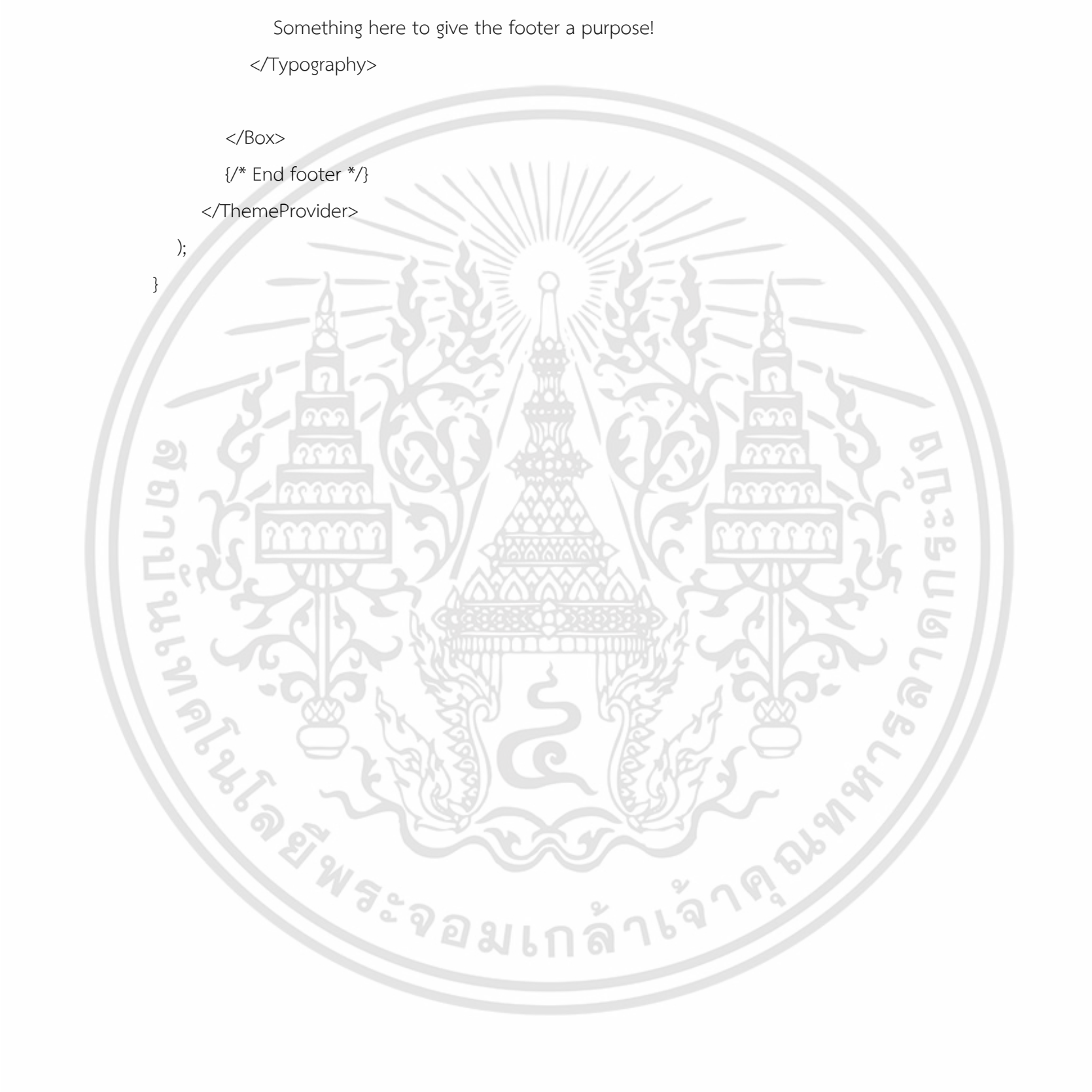
</main>
{/* Footer */}
<Box sx={{ bgcolor: 'background.paper', p: 6 }} component="footer">
    <Typography variant="h6" align="center" gutterBottom>
        Footer
    </Typography>
    <Typography
        variant="subtitle1"
        align="center"
        color="text.secondary"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        component="p"
      >
        Something here to give the footer a purpose!
      </Typography>

    </Box>
    { /* End footer */ }
  </ThemeProvider>
);
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้