

สถานีตรวจวัดข้อมูลเพื่อรวบรวมข้อมูลของเมืองอัจฉริยะ
INFORMATION COLLECTOR STATION FOR SMART CITY



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีตรวจวัดข้อมูลเพื่อรวบรวมข้อมูลเมืองอัจฉริยะ

นายสนธยา	ดวงสาร	60015049
นายอภิวุฒิ	ขันติวงศ์	60015056
รศ. ดร. เจริญ	วงษ์หุ้มเย็น	อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2562		

บทคัดย่อ

ปัจจุบันนี้การตรวจวัดค่าต่าง ๆ จากสภาพแวดล้อมทำได้ด้วยการใช้เครื่องมือที่ตรวจวัดเพียงที่เฉพาะเจาะจง แต่โครงการนี้ได้มุ่งเน้นไปที่ด้านการตรวจวัดข้อมูลที่หลากหลาย และการเข้าถึงข้อมูลที่ตรวจวัดได้เป็นไปด้วยความสะดวก และง่ายดายเพียงแค่อินเทอร์เน็ต ซึ่งในการตรวจวัดค่าต่าง ๆ ของสภาพแวดล้อมยกตัวอย่างเช่น การวัดอุณหภูมิ และความชื้นในอากาศ โดยเครื่องมือที่ใช้วัดที่เฉพาะเจาะจงนั้นมีราคาค่อนข้างสูง และข้อมูลที่ได้มาแสดงแค่ ณ จุด ๆ นั้น ด้วยเหตุนี้จึงได้คิดค้นการตรวจวัดสภาพแวดล้อมโดยการใช้เซนเซอร์ต่าง ๆ ในการเก็บค่า และนำค่าที่ได้ไปเก็บ และแสดงในเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทำการทำการเรียกดูข้อมูลเหล่านั้นได้โดยไม่ต้องซื้ออุปกรณ์ตรวจวัดค่าเฉพาะอย่าง ซึ่งช่วยให้ผู้ที่ต้องการทราบข้อมูลเหล่านี้ประหยัดค่าใช้จ่าย และสะดวกต่อการเรียกดู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Information Collector Station for Smart City

Mr.Sonthaya	Duangsan	60015049
Mr.Apiwut	Khantivong	60015056
Assoc. Prof. Dr.Charoen	Vongchumyen	Advisor

Academic Year 2019

ABSTRACT

Now a day measurement from the environment is achieved through use of tools, but we will focus measurement data and accessing that information just have internet. For example, an environment data such as temperature and humidity, the tools that are used to measure expensive and display information at that point. For this reason, create used sensors to get an environment collect and display in web application, to allow users retrieve data do not buy measurement equipment. Helping people want to buy save money and browse to easy

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดีด้วยคำแนะนำ คำปรึกษา และการดูแลจากบุคคลหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น ที่ช่วยเหลือในการจัดทำรายงานฉบับนี้ โดยการให้คำแนะนำ และชี้แนะแนวทางการปฏิบัติในหลาย ๆ ด้าน พร้อมทั้งอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่มอบความรู้ทั้งด้านวิชาการ และด้านการปฏิบัติตัวแก่ข้าพเจ้ามาตลอด

ขอกราบขอบคุณบุคคล ผู้มีพระคุณสูงสุด คือ บิดา และมารดา ที่ได้ทำการส่งเสีย เลี้ยงดู และอบรมสั่งสอนเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสด้านการศึกษา สนับสนุนทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา และเป็นประโยชน์ต่อข้าพเจ้าในทุก ๆ สิ่งมา ณ ที่นี้

สนธยา ดวงสาร
อภิวดี ชันติวงศ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.4 ขอบเขตของโครงการ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์.....	3
2.2 เซนเซอร์.....	6
2.3 การจ่ายพลังงาน.....	11
บทที่ 3 การออกแบบและขั้นตอนการดำเนินงาน	
3.1 ระบบสถานีตรวจวัดข้อมูลเพื่อการรวบรวมข้อมูลของเมืองอัจฉริยะ.....	15
3.2 การออกแบบและการทำงานของระบบ.....	16
3.3 ภาพรวมของสถานีระบบตรวจวัดข้อมูลเพื่อรวบรวมข้อมูลของเมืองอัจฉริยะ.....	22
3.4 Input /Output.....	24
3.5 กระบวนการทำงานในระบบ Data Flow Diagram.....	25

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	
4.1 การทดลองวัดค่าสภาพแวดล้อมด้วยเซนเซอร์.....	28
4.2 ผลการทดลอง.....	29
4.3 ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บใน Firebase.....	33
4.4 การแสดงผลใน Web Application.....	33
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1 บทวิจารณ์ และบทสรุป.....	35
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา.....	35
5.3 ข้อจำกัดการทำงานของระบบ.....	36
5.4 แนวทางการพัฒนาระบบการทำงานในอนาคต.....	36

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ข้อมูลจำเพาะของบอร์ด ESP32.....	4
2.2 ข้อมูลจำเพาะของโมดูลสื่อสารระยะไกล Lora Ra-02.....	5
2.3 ข้อมูลจำเพาะของเซนเซอร์แสง.....	6
2.4 ข้อมูลจำเพาะของเซนเซอร์วัดค่าแสงอัลตราไวโอเล็ต (UV).....	7
2.5 ข้อมูลที่ได้จากการวัดค่าแสงอัลตราไวโอเล็ต.....	7
2.6 ข้อมูลจำเพาะของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ.....	8
2.7 ข้อมูลจำเพาะของ Laser PM2.5 Sensor.....	10
2.8 การเปรียบเทียบค่าความเร็วลมแต่ละหน่วย.....	11
3.1 Use case การรับข้อมูลสภาพแวดล้อม.....	23
3.2 Use case การจัดเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม.....	23
3.3 Use case ตรวจสอบข้อมูลสภาพแวดล้อม.....	23
3.4 Use case ดูข้อมูลสภาพแวดล้อม.....	23
3.5 Use case เข้าใช้งานระบบ.....	24
3.6 Input.....	24
3.7 Output.....	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
2.1 ขาเชื่อมต่อของโมดูล ESP-WROOM-32 WiFi and Bluetooth.....	3
2.2 โมดูล ESP-WROOM-32 WiFi and Bluetooth.....	4
2.3 โมดูล LoRa Ra-02.....	5
2.4 เซนเซอร์แสง (TEMT6000 Ambient Light Sensor).....	6
2.5 เซนเซอร์วัดแสงอัลตราไวโอเล็ต (UVM-30A UV Sensor).....	7
2.6 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ.....	9
2.7 เซนเซอร์วัดปริมาณฝุ่นในอากาศ (SDS011).....	9
2.8 เซนเซอร์วัดความเร็วลม.....	11
2.9 เซลล์แสงอาทิตย์.....	12
2.10 การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบขนาน.....	13
2.11 การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรม.....	13
3.1 System Diagram.....	16
3.2 Block Diagram ของระบบ.....	17
3.3 การจ่ายพลังงานให้กับระบบ.....	17
3.4 การจ่ายพลังงานให้กับ ESP32.....	18
3.5 การเชื่อมต่อเซ็นเซอร์วัดความเร็วลม.....	18
3.6 การเชื่อมต่อเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ.....	19
3.7 การเชื่อมต่อเซ็นเซอร์วัดปริมาณฝุ่น PM2.5 SDS011.....	19
3.8 การเชื่อมต่อเซ็นเซอร์แสง TEMT6000.....	19
3.9 การเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ UVM30A, LDR, Rain Detection.....	20
3.10 Flow การทำงานของระบบ.....	21
3.11 Use case Diagram.....	22
3.12 Context Diagram.....	25
3.13 ระบบการทำงาน.....	26
3.14 ระบบการทำงานของผู้ใช้.....	26
3.15 ระบบการทำงานตรวจสอบสภาพแวดล้อม.....	27
3.16 ระบบจัดเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม.....	27
4.1 ผลการทดสอบวัดสภาพแวดล้อมตอนกลางวันเมื่อฝนไม่ตก.....	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
4.2 ผลการทดสอบวัดสภาพแวดล้อมตอนกลางวันเมื่อฝนตก.....	30
4.3 ผลการทดสอบวัดสภาพแวดล้อมตอนกลางคืนเมื่อฝนไม่ตก.....	31
4.4 ผลการทดสอบวัดค่าสภาพแวดล้อมตอนกลางคืนเมื่อฝนตก.....	32
4.5 ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บใน Firebase.....	33
4.6 การแสดงผลค่าที่วัดได้บน Web Application.....	34



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เมืองอัจฉริยะ หรือสมาร์ทซิตี้ (Smart City) เป็นรูปแบบการประยุกต์เทคโนโลยีดิจิทัลหรือข้อมูลสารสนเทศและการสื่อสาร ในการเพิ่มประสิทธิภาพ และคุณภาพของบริการทางด้านสังคม เพื่อช่วยลดปัญหาทางด้านต้นทุน และการอุปโภคบริโภคของประชากร โดยที่ยังคงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพ ในการให้คุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นกับประชาชนได้ เมืองอัจฉริยะนี้สร้างจากโครงสร้างพื้นฐานคือ Internet of Things (IoT) โดยการนำตัวคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับเซนเซอร์ชนิดต่าง ๆ ทำหน้าที่ตรวจวัดข้อมูลและรวบรวมข้อมูล และส่งต่อผ่านระบบเครือข่ายสื่อสาร (Network Communication) ไปยังศูนย์ข้อมูล (Data Center)

สาเหตุที่แนวคิดในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ หรือสมาร์ทซิตี้ (Smart City) นั้นแพร่หลายอย่างกว้างขวางเลย และหนึ่งในนั้นก็คือ การขยายตัวของความเป็นเมืองอย่างต่อเนื่อง และการเปลี่ยนแปลงทางด้านสภาพแวดล้อม ดังนั้นจึงมีแนวคิดในการทำโครงการ สถานีตรวจวัดข้อมูลเพื่อรวบรวมข้อมูลของเมืองอัจฉริยะ (Information Collector Station for Smart City) สำหรับรองรับการเปลี่ยนแปลงเหล่านั้น ในการที่จะตรวจวัด และเก็บข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับนำไปใช้ประโยชน์ในการบริหารจัดการเมืองอัจฉริยะต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) เพื่อสร้างระบบตรวจวัดข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม
- 2) เพื่อศึกษาการใช้อุปกรณ์ IoT ร่วมกับเซนเซอร์หลากหลายชนิด
- 3) เพื่อสร้างเว็บแอปพลิเคชันสำหรับเรียกดูข้อมูลที่เซนเซอร์ตรวจวัด
- 4) เพื่อทราบข้อมูลสภาพแวดล้อมจากอุปกรณ์ที่ตรวจวัดได้ และนำไปใช้ประโยชน์ หรือบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ระบบที่สามารถเรียกดูย้อนหลัง ข้อมูลที่ตรวจวัดและเก็บรวบรวมไว้
- 2) ระบบที่สามารถเรียกดูข้อมูลที่ตรวจวัดได้และเก็บรวบรวมไว้ตลอดเวลา (Real Time)
- 3) ระบบที่ตรวจวัดค่าต่าง ๆ ในสภาพแวดล้อมได้
- 4) ระบบที่แสดงข้อมูลที่ตรวจวัดได้ และคำอธิบายรายละเอียดต่าง ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

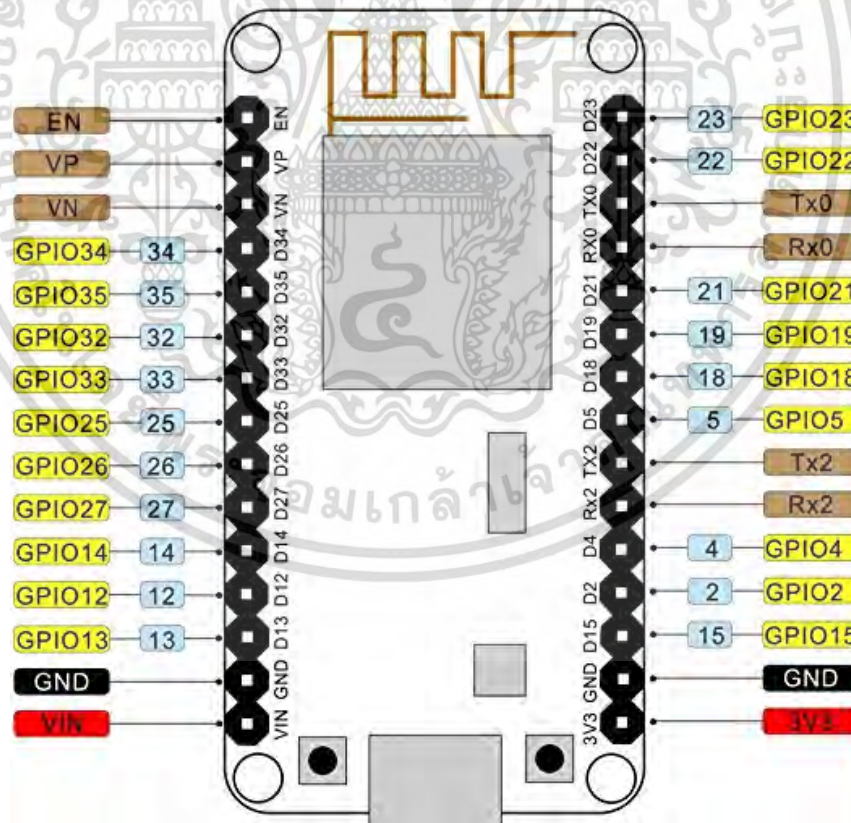
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์(Microcontroller)

2.1.1 ESP32 DOIT DEVKIT V1

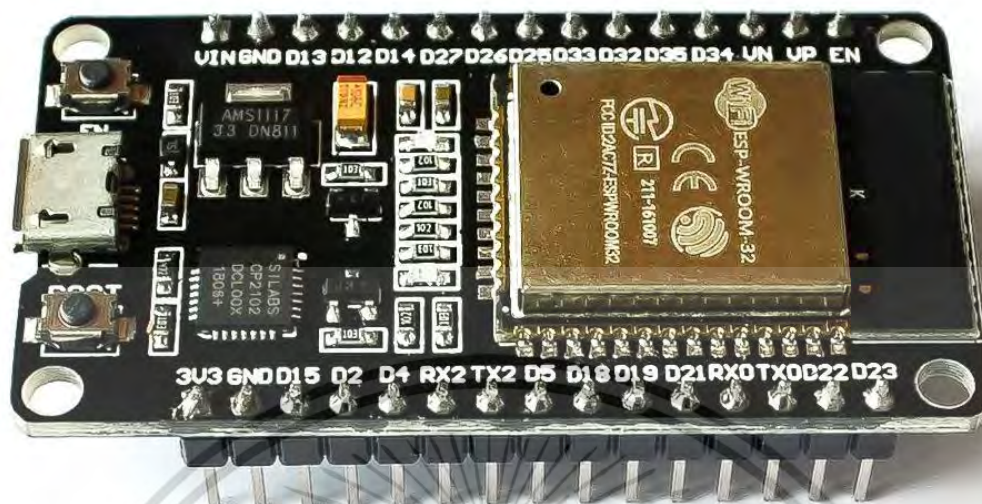
บอร์ด ESP32 DOIT DEVKIT V1 เป็นบอร์ดที่นำชิพ ESP 32 มาออกแบบพัฒนา โดย ESP32 เป็นไอซีที่พัฒนาเพิ่มเติมจาก ESP8266 เนื่องจากเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ราคาถูก และมี WIFI ติดมาด้วย และยังสามารถใช้ Arduino IDE ในการเขียนโปรแกรมลงบอร์ด และในตัว ESP32 ได้เพิ่มความสามารถให้มีการเชื่อมต่อ Bluetooth Low-Energy (BLE, BT4.0, Bluetooth Smart) และมี GPIO 30

ขา



รูป 2.1 ขาเชื่อมต่อของโมดูล ESP-WROOM-32 WiFi and Bluetooth

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.2 โมดูล ESP-WROOM-32 WiFi and Bluetooth

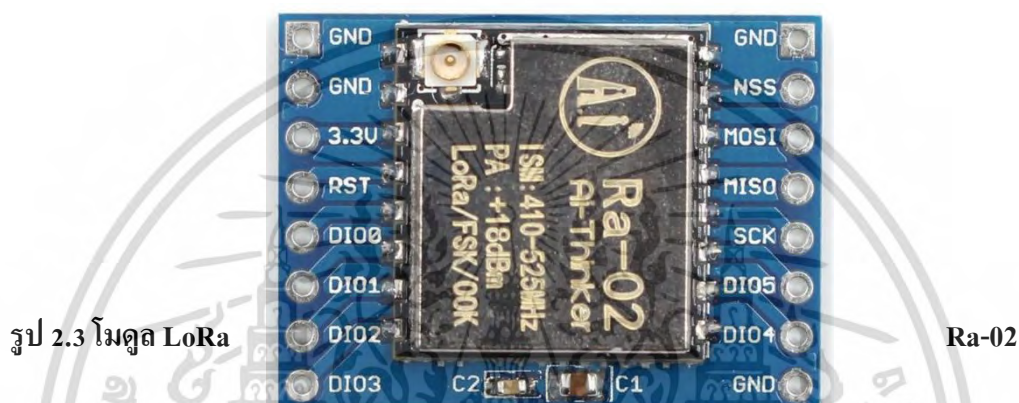
Specifications	ESP32
MCU	Xtensa® Dual-Core 32bit LX6 600 DMIPS
Bluetooth	Yes, HT40
Typical Frequency	160 MHZ
SRAM	512 kByte
Flash	SPI Flash up to 16 Mbyte
GPIO	30
Hardware /Software PWM	1 /16 Channels
SPI /I2C /I2S /UART	4 /2 /2 /2
ADC	12bit
CAN	1
Ethernet MAC Interface	1
Touch Sensor	Yes
Temperature Sensor	Yes
Working Temperature	- 40 °C ~ 125 °C

ตาราง 2.1 ข้อมูลจำเพาะของบอร์ด ESP32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 LoRa Ra-02 Module

เป็นโมดูลสื่อสารระยะไกล และออกแบบมาเพื่ออุปกรณ์ IoT โดยเฉพาะใช้เทคโนโลยี LoRa ในการเข้ารหัสสัญญาณ ทำให้สามารถรับ-ส่ง ข้อมูลที่มีขนาดเล็กได้รวดเร็ว สามารถรับสัญญาณได้ที่ -148dBm และมีกำลังส่ง $+20\text{dBm}$ การใช้งานสามารถใช้งานร่วมกับแพลตฟอร์ม Arduino ทั้งบอร์ด Arduino รุ่นต่าง ๆ หรือ ESP ได้ทันทีโดยมีไลบรารีรองรับ ใช้พลังงานต่ำ โดยที่ตัวโมดูลจะมีตัวถังครอบทับเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน



รูป 2.3 โมดูล LoRa

Ra-02

ตาราง 2.2 ข้อมูลจำเพาะของโมดูลสื่อสารระยะไกล LoRa Ra-02

Specification	LoRa Ra-02
Wireless Standard	433 MHz
Frequency Range	420 – 450 MHz
SPI	4
GPIO	16
Working Current	Receive: less than 10.8 mA (LnaBoost closed, Band 1)
	Transmit: less than 120 mA (+20dBm)
	Sleep Model: 0.2 uA
Working Temperature	$-40 \sim +85\text{ }^{\circ}\text{C}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เซนเซอร์ (Sensor)

เป็นอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวตรวจจับปริมาณทางฟิสิกส์ โดยอาศัยหลักการทำงานที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดเซนเซอร์ สามารถกำเนิดสัญญาณที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณของสิ่งที่ต้องการตรวจจับได้ โดยการแปลงสัญญาณทางด้านอินพุตซึ่งเป็นคุณสมบัติทางฟิสิกส์ให้เป็นสัญญาณทางด้านเอาต์พุตเป็นคุณสมบัติทางไฟฟ้า เพื่อป้อนให้กับระบบ หรือกระบวนการ แล้วนำไปประมวลผลขั้นตอนต่อไป

2.2.1 เซนเซอร์แสง (TEMT6000 Ambient Light Sensor)

เป็นเซนเซอร์ที่ใช้สำหรับการวัดค่าความเข้มแสง โดยตัวชิพเซนเซอร์เป็นชนิดคอนโฟโตทรานซิสเตอร์ NPN ให้เอาต์พุตเป็นอนาล็อก

ตาราง 2.3 ข้อมูลจำเพาะของเซนเซอร์วัดความเข้มแสง (TEMT6000 Ambient Light Sensor)

Specifications	Light Sensor (TEMT6000)
Operating Voltage	3.3 – 5 VDC
Current	20 mA
Range	1 ~ 1000 Lux
Operating Temperature	-40 ~ 80 °C



รูป 2.4 โมดูลเซนเซอร์ตรวจจับความเข้มแสง (TEMT6000 Ambient Light Sensor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 เซนเซอร์แสงอัลตราไวโอเล็ต (UVM-30A UV Sensor)

เป็นเซนเซอร์ที่ใช้สำหรับวัดแสงอัลตราไวโอเล็ต ใช้ตรวจวัดระดับแสงอัลตราไวโอเล็ต ให้เอาต์พุตออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้าในช่วง 0-1 โวลต์ เพื่อใช้ในการแทนค่าในตารางค่า UV-Index โดยค่าที่ได้จะเป็นค่าดัชนีของแสงอัลตราไวโอเล็ตตั้งแต่ 0-11+



รูป 2.5 โมดูลเซนเซอร์วัดค่ารังสีอัลตราไวโอเล็ต (UVM-30A UV Sensor)

ตาราง 2.4 ข้อมูลจำเพาะของเซนเซอร์วัดค่ารังสีอัลตราไวโอเล็ต (UVM-30A UV Sensor)

Specifications	UVM-30A
Operating Voltage	3.0 – 5.0
Current	0.06mA (Standard)
Response Wavelength	200 – 370 nm
Operating Temperature	-20 ~ +85 °C
Accuracy	±1 UV Index

ตาราง 2.5 ข้อมูลที่ได้จากการวัดค่ารังสีอัลตราไวโอเล็ต

UV Index	0	1	2	3	4	5
V _{out} (mV)	<50	227	318	408	503	606
UV Index	6	7	8	9	10	11+
V _{out} (mV)	696	795	881	976	1079	1170+

UV Index คือ ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ต เป็นการวัดมาตรฐานสากลในเรื่องของการเผาของแดดโดยการแผ่รังสี ของอัลตราไวโอเล็ต ในพื้นที่หรือเวลานั้นๆ โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ซึ่งแต่ละระดับจะมีสีเฉพาะที่บอกระดับความเสี่ยงไว้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระดับที่ 1 : UV Index 0 – 2.9 ระดับความเสียหายต่ำ (สีเขียว)
- ระดับที่ 2 : UV Index 1 – 2.9 ระดับความเสียหายปานกลาง (สีเหลือง)
- ระดับที่ 3 : UV Index 2 – 2.9 ระดับความเสียหายสูง (สีส้ม)
- ระดับที่ 4 : UV Index 3 – 2.9 ระดับความเสียหายสูงมาก (สีแดง)
- ระดับที่ 5 : UV Index 4 – 2.9 ระดับความเสียหายอันตราย (สีม่วง)

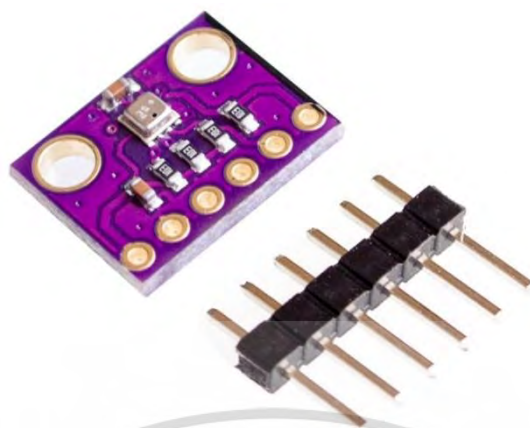
2.2.3 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ (BME280 Digital Temperature Humidity and Pressure Sensor)

เป็นเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ อินเทอร์เฟซแบบ I2C และ SPI สามารถทำงานที่แรงดันไฟฟ้าช่วง 1.71 โวลต์ ถึง 3.6 โวลต์ แรงดันไฟฟ้าอินเทอร์เฟซ VDDIO ต้องการคือตั้งแต่ช่วง 1.2 โวลต์ ถึง 3.6 โวลต์ กระแสไฟฟ้าที่ใช้คือ 1.8 μA ทำงานได้ที่อุณหภูมิตั้งแต่ -40 ถึง 85 °C และความชื้น 0 – 100%

ตาราง 2.6 ข้อมูลจำเพาะเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ (BME280)

Specifications	BME280 Sensor Module
Supply Voltage	1.8 – 5 VDC
Interface	I2C /SPI
Operational Range	Temperature : -40 ~ +85 °C
	Humidity : 0 – 100%
	Pressure : 300 – 1100 hPa
Resolutions	Temperature : 0.01 °C
	Humidity : 0.008%
	Pressure : 0.18 Pa
Accuracy	Temperature : $\pm 1^{\circ}\text{C}$
	Humidity : $\pm 3\%$
	Pressure : $\pm 1\text{ hPa}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.6 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ (BME280 Digital Temperature Humidity and Pressure Sensor)

2.2.4 เซนเซอร์วัดปริมาณฝุ่นในอากาศ (Laser PM2.5 Sensor Model SDS011)

เซนเซอร์ที่ใช้วัดปริมาณฝุ่นในอากาศ โดยอาศัยหลักการกระเจิงของแสง เมื่ออนุภาคฝุ่นผ่านจุดที่เลเซอร์ตรวจจับ จะเกิดการกระจายของแสง และถูกแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า และสัญญาณเหล่านั้นจะถูกขยาย และประมวลผลจำนวน และเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคฝุ่นที่สามารถตรวจจับได้โดยการวิเคราะห์ด้วยรูปคลื่นสัญญาณที่มีความสัมพันธ์กับขนาดของอนุภาคฝุ่น



รูป 2.7 เซนเซอร์วัดปริมาณฝุ่นในอากาศ (Laser PM2.5 Sensor Model SDS011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2.7 ข้อมูลจำเพาะของเซนเซอร์วัดปริมาณฝุ่นในอากาศ (Laser PM2.5 Sensor)

Specifications	PM2.5 Sensor
Measurement Parameter	PM2.5, PM10
Range	0.0 -999.9 $\mu\text{g} / \text{m}^3$
Rated Voltage	5V
Rate Current	70 mA \pm 10mA
Temperature Range	Storage Environment : -20 ~ +60 °C
	Work Environment : -10 ~ +50 °C
Humidity Range	Storage Environment : Max 90%
	Work Environment : Max 70%

2.2.5 เซนเซอร์วัดความเร็วลมแบบถ้วย (Cup Anemometer)

เป็นเซนเซอร์ที่เหมาะสมสำหรับการวัดภายนอก โดยการนำถ้วยจำนวน 3 ใบติดกับแกนในแนวนอน โดยแกนในแนวนอนจะติดกับแกนในแนวตั้ง เมื่อลมพัดผ่านถ้วยจะทำให้แกนหมุนจำนวนรอบของการหมุนจะถูกนำมาใช้คำนวณหาความเร็วลม การติดตั้งจะติดบนเสาเพื่อรับลมได้ดี ถ้าหากเซนเซอร์วัดความเร็วลมแบบถ้วยมีแรงเสียดทานที่มากเกินไป จะทำให้ความแม่นยำน้อยกว่าเครื่องมือวัดความเร็วลมประเภทอื่น ๆ

การใช้งาน คือ เชื่อมต่อสายสีดำ และสายสีน้ำตาล เข้ากับแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงขนาด 7 – 24 โวลต์ และวัดแรงดันไฟฟ้าแบบอนาล็อกที่สถานีน้ำเงิน แรงดันไฟฟ้าจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.4 โวลต์ (0 m/s) ถึง 2 โวลต์ (สำหรับความเร็วลม 32.4/s)

ค่าความเร็วลม (Air Velocity) คืออัตราส่วนระหว่างค่าระยะทางที่ลมพัดผ่าน ต่อหนึ่งหน่วยเวลาซึ่งมีหน่วยดังต่อไปนี้ m/s(เมตรต่อวินาที), ft/min (ฟุตต่อนาที), Km/h (กิโลเมตรต่อชั่วโมง), MPH (ไมล์ต่อชั่วโมง), Knot (นอต) โดยมีสูตรคำนวณ คือ

$$V = \frac{S}{t}$$

(1.1)

กำหนดให้

V = ความเร็ว

S = ระยะทาง

T = เวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2.8 การเปรียบเทียบค่าความเร็วลมแต่ละหน่วย

	m /s	ft /min	km /h	MPH	Knot
1 m /s	1	196.87	3.60	2.24	1.944
1 ft /min	0.00508	1	0.01829	0.01138	0.00987
1 km /h	0.2778	54.69	1	0.6222	0.54
1 MPH	0.4464	87.89	1.6071	1	0.8679
1 Knot	0.5144	101.27	1.8519	1.1523	1



รูป 2.8 เซนเซอร์วัดความเร็วลมแบบถ้วย (Cup Anemometer)

2.3 การจ่ายพลังงาน

2.3.1 เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์กรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้นเพื่อทำเป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการนำเอาสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิกอน ซึ่งมีราคาสูงที่สุด มาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อผลิตให้เป็นแผ่นบางบริสุทธิ์ และทันทีที่แสงตกกระทบบนแผ่นเซลล์ รังสีของแสงที่มีอนุภาคของพลังงานประกอบที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกว่า โปรตอน (Proton) จะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอน (Electron) ในสารกึ่งตัวนำจนมีพลังงานมากพอที่จะมีแรงดึงดูดของอะตอม (atom) และเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ เมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ครบวงจรถะทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงขึ้น ลักษณะการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์พบว่า เซลล์แสงอาทิตย์จะมีประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าสูงที่สุดในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งสอดคล้องและเหมาะสมในการนำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ผลิตไฟฟ้า เพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวัน

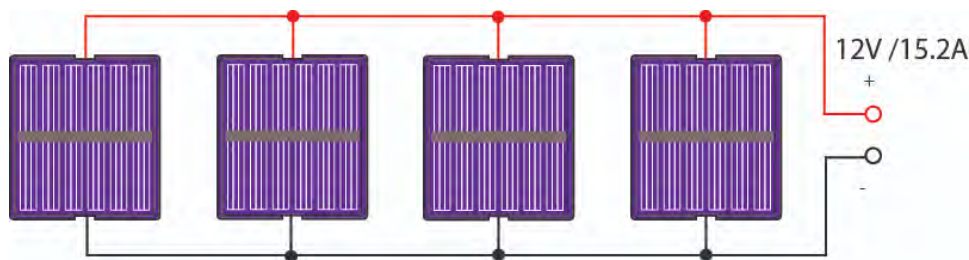


รูป 2.9 เซลล์แสงอาทิตย์

การนำไปใช้ คือ ต้องนำเซลล์หลายๆ เซลล์ มาต่อกันแบบอนุกรมเพื่อเพิ่มค่าแรงเคลื่อน ไฟฟ้าให้สูงขึ้น เซลล์ที่นำมาต่อกันในจำนวน และขนาดที่เหมาะสมเรียกว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ลักษณะการต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะขึ้นอยู่กับว่าต้องการกระแสไฟฟ้า หรือแรงดันไฟฟ้า โดยจะยกตัวอย่างเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว (หรือประมาณ 1 เซลล์) จะให้กระแสประมาณ 2-3 แอมป์ และให้แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดประมาณ 0.6 โวลต์

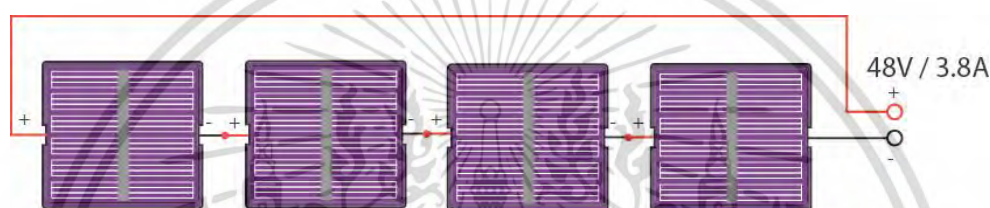
- การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบขนาน จะทำให้ได้กระแสไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น แต่แรงดันไฟฟ้าจะเท่าเดิม
- การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรม จะทำให้ได้แรงดันไฟฟ้าสูงขึ้น แต่กระแสไฟฟ้าจะเท่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 12V 64W ให้กระแสไฟฟ้า 3.8A / แผง

รูป 2.10 การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบขนาน



แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 12V 64W ให้กระแสไฟฟ้า 3.8A / แผง

รูป 2.11 การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรม

จากรูป 2.10 เป็นการต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบขนานจะสังเกตได้ว่ากระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นซึ่งคิดได้จาก จำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์คูณกับ กระแสไฟฟ้าที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์หนึ่งแผงซึ่งจะได้ 4×3.8 แอมป์ กระแสที่ได้จะเท่ากับ 15.2 แอมป์ ส่วนแรงดันไฟฟ้าจะเท่าเดิม และจากรูป 2.11 เป็นการต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรม จะสังเกตได้ว่าจะได้แรงดันที่สูงขึ้นซึ่งคิดได้จาก จำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์คูณกับ แรงดันไฟฟ้าที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์หนึ่งแผงซึ่งจะได้ 4×12 โวลต์ แรงดันที่ได้จะเท่ากับ 48 โวลต์

2.3.2 แบตเตอรี่ลิเทียมไอ-ออน (Lithium-Ion Battery)

เป็นแบตเตอรี่คุณภาพสูง และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (Rechargeable Battery) หรือใช้ซ้ำได้โดยการนำมาชาร์จประจุไฟฟ้าใหม่ โดยนิยมใช้กับโทรศัพท์มือถือ แล็ปท็อป หรือ แบตเตอรี่สำรอง โดยจะมีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันไปตามอุปกรณ์ที่ใช้ สำหรับคุณสมบัติหลักของ แบตเตอรี่ลิเทียมไอ-ออน คือ การจ่ายไฟที่แรง และคงที่ตลอดเวลา แม้ว่าประจุไฟในแบตเตอรี่จะต่ำ แล้ว ยังมีการชาร์จประจุไฟฟ้าที่เร็วกว่าแบตเตอรี่ชนิดอื่น ๆ และยังใช้งานได้นานกว่าแบตเตอรี่อื่น ๆ อีกเช่นกัน อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ชนิดนี้ ในระยะที่เต็มประสิทธิภาพ จะอยู่ระหว่าง 1 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึง 1 ปีครึ่ง ขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้งานว่ามากหรือน้อย รวมไปถึงการดูแลรักษา และหลังจากนั้นก็
จะเสื่อมสภาพลง แม้จะไม่ได้ใช้งานก็ตาม



รูป 2.12 แบตเตอรี่ลิเทียมไอ-ออน

2.3.2.1 การดูแลรักษาแบตเตอรี่ลิเทียมไอ-ออน

- 1) เก็บแบตเตอรี่ หรืออุปกรณ์ที่ใช้แบตเตอรี่ชนิดนี้ให้อยู่ภายในอุณหภูมิ และ
ความชื้นที่เหมาะสม หลีกเลี่ยงการชาร์จไฟภายใต้อุณหภูมิที่สูง เพราะจะทำให้แบตเตอรี่เสื่อมเร็ว
ขึ้น
- 2) ไม่ควรใช้แบตเตอรี่จนหมดประจุไฟ ควรหมั่นชาร์จให้มีไฟเลี้ยงตัว
แบตเตอรี่อยู่เสมอๆ
- 3) ใช้อุปกรณ์สำหรับชาร์จไฟที่มีมาตรฐาน มีการจ่ายกระแสไฟฟ้า และ
แรงดันไฟฟ้าที่คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 ระบบสถานีตรวจวัดข้อมูลเพื่อการรวบรวมข้อมูลของเมืองอัจฉริยะ

3.1.1 ระบบสถานีตรวจวัดข้อมูลเพื่อการรวบรวมข้อมูลของเมืองอัจฉริยะประกอบด้วยระบบย่อยต่าง ๆ ดังนี้

3.1.1.1 ระบบเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในเมืองและรอบเมืองอัจฉริยะ

ระบบเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมนี้ จะเป็นระบบที่คอยเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ(temperature), ความชื้น(humidity), ความกดอากาศ(Pressure), ความเร็วลม(Wind speed), ปริมาณแสงอัลตราไวโอเล็ต(UV), ปริมาณฝุ่น(PM2.5, PM10), ปริมาณความเข้มของแสง(Illuminance), ข้อมูลที่ตรวจจับน้ำฝน ภายในเมืองและรอบ ๆ เมืองแบบอัตโนมัติ โดยเราจะนำเอาอุปกรณ์เซ็นเซอร์ไปทำการติดตั้งตามจุดต่าง ๆ ภายในเมืองและรอบ ๆ เมือง โดยเก็บข้อมูลขณะเวลานั้นแล้วทำการส่งข้อมูลที่เก็บได้ส่งไปยัง Web Server เพื่อจัดการระบบข้อมูลสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ภายในเมืองและรอบเมืองอัจฉริยะ

3.1.1.2 ระบบจัดการข้อมูลสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ภายในเมืองและรอบเมืองอัจฉริยะ

ระบบนี้จะทำการนำเข้าข้อมูลที่เก็บได้มาแสดงผลข้อมูลสภาพแวดล้อม โดยจะรับข้อมูลเข้ามาเก็บลงในระบบฐานข้อมูลสภาพแวดล้อม โดยการนำเข้าข้อมูลสภาพแวดล้อมที่เก็บค่าได้นั้น ระบบจะทำการเก็บข้อมูลแบบอัตโนมัติแล้วส่งเข้าสู่ฐานข้อมูลแล้วไปแสดงผลในเว็บหรือแอปพลิเคชันต่อไปเพื่อที่ผู้ใช้จะวางแผนในการเดินทางได้

3.1.1.3 ระบบฐานข้อมูล

ระบบนี้จะทำการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่สถานีตรวจวัดได้ทำการวัดค่าภายในเมืองและรอบเมืองอัจฉริยะทั้งหมดในรูปแบบ Relational Database

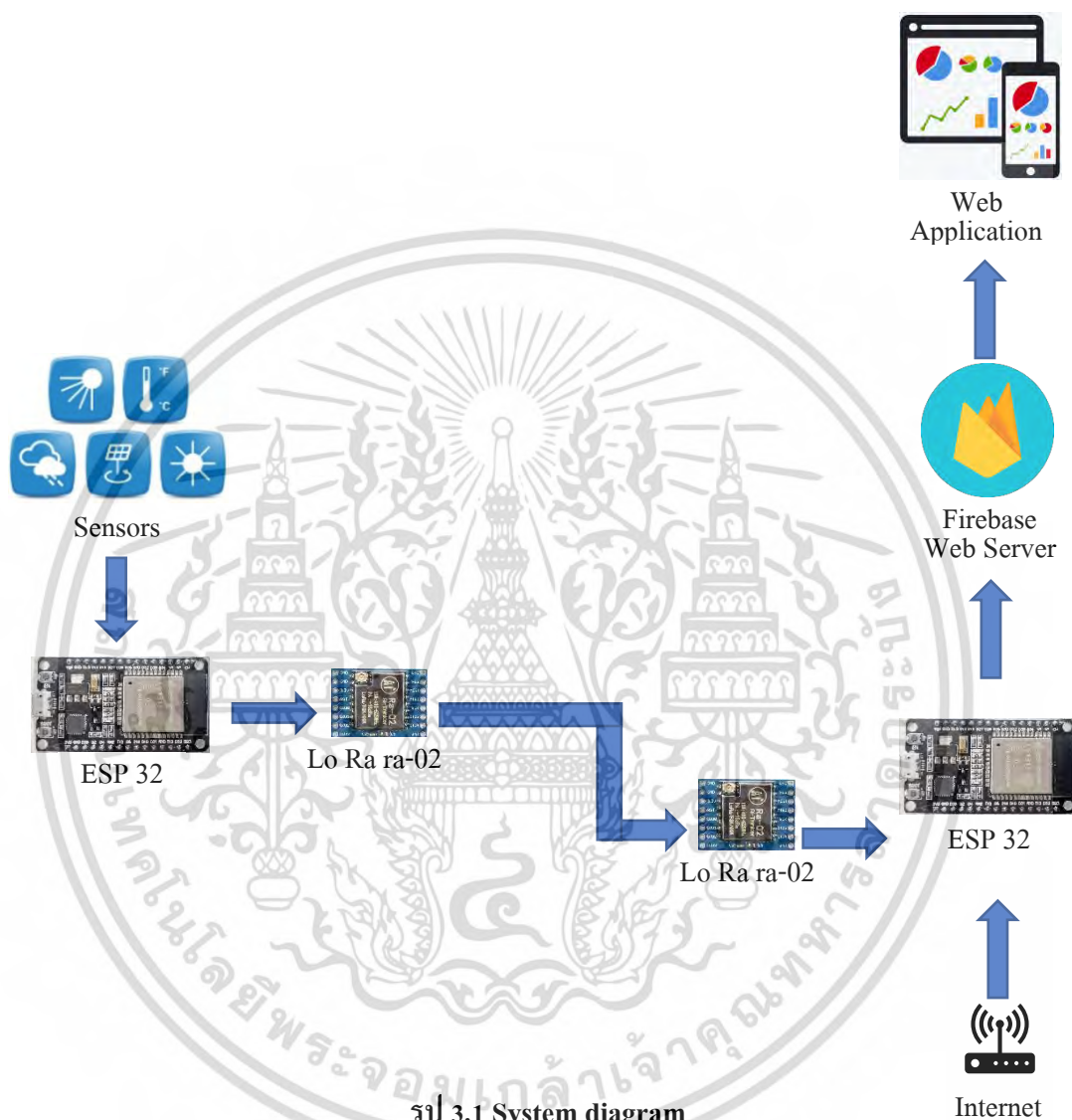
3.1.1.4 ระบบวิเคราะห์ข้อมูลสภาพแวดล้อมเบื้องต้น

เป็นระบบที่วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นว่าข้อมูลสภาพแวดล้อม ณ บริเวณนั้น มีค่าสภาพแวดล้อมดีหรือไม่โดยเราสามารถดูข้อมูลนั้นได้ในเว็บหรือแอปพลิเคชัน โดยจะบอกว่า ณ จุดนั้นสภาพอากาศเป็นอย่างไร

3.2 การออกแบบและการทำงานของระบบ

3.2.1 การออกแบบวงจรการใช้งาน

3.2.1.1 System diagram



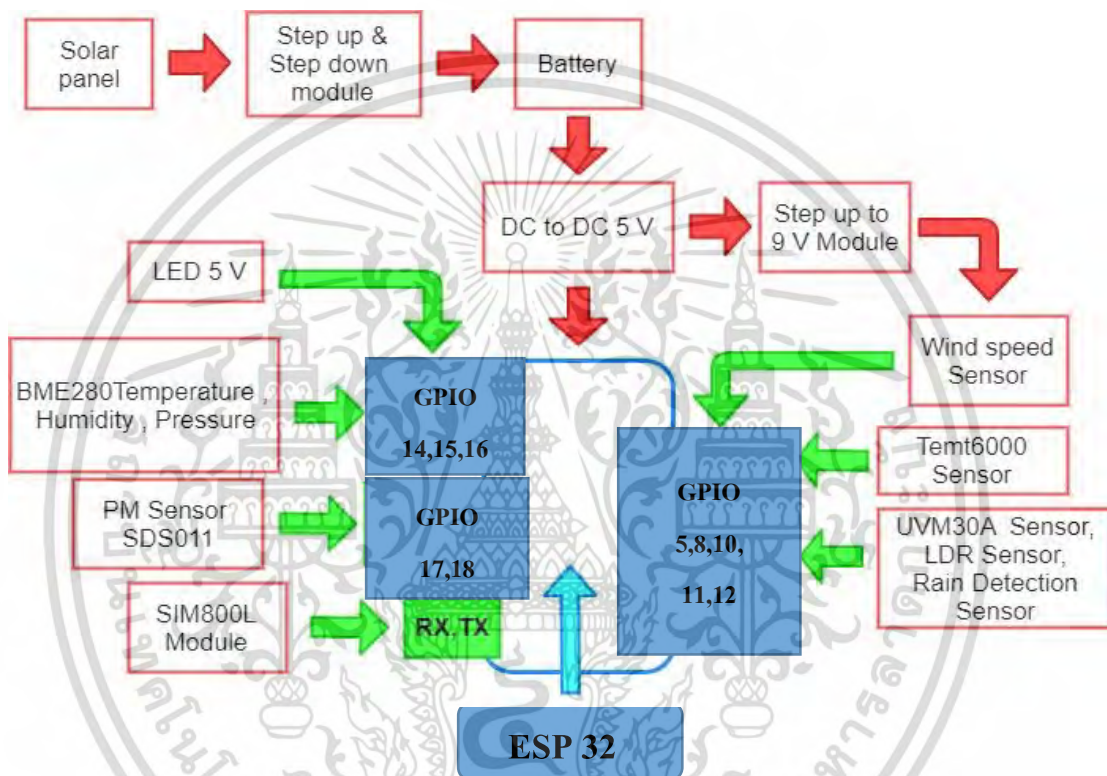
รูป 3.1 System diagram

ระบบสถานีตรวจวัดข้อมูลเพื่อการรวบรวมข้อมูลของเมืองอัจฉริยะจะใช้ ในการตรวจวัดข้อมูล สภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ(temperature), ความชื้น(humidity), ความกดอากาศ(Pressure), ความเร็วลม(Wind speed), ปริมาณแสงอัลตราไวโอเล็ต(UV), ปริมาณฝุ่น(PM2.5, PM10), ปริมาณ ความเข้มของแสง(Illuminance), ข้อมูลที่ตรวจจับน้ำฝน ที่ได้จากการใช้เซ็นเซอร์วัดค่าต่าง ๆ ได้แล้ว ให้ ESP 32 เก็บรวบรวมข้อมูล ณ เวลานั้น ๆ แล้วส่ง ข้อมูลผ่าน Wi-Fi เข้าไปยัง Web Server แล้ว ให้ Web Server ทำการเก็บข้อมูลที่ได้อไปแสดงผลใน Firebase และแสดงผลในแอปพลิเคชันด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

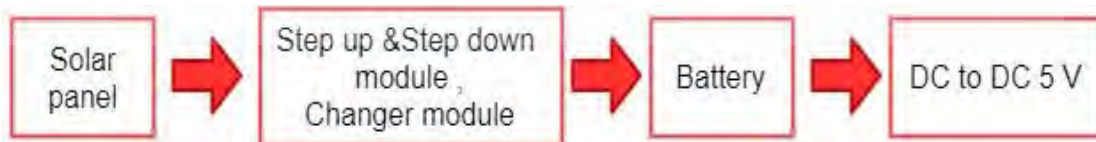
ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเข้าไปดูข้อมูลสภาพแวดล้อมได้ทั้ง Firebase และแอปพลิเคชันได้เหมือนกัน ข้อมูลที่ตรวจวัดได้เหล่านี้สามารถทำให้ผู้ใช้งานวางแผนการเดินทางและการใช้ชีวิตภายในเมืองนั้นได้ดียิ่งขึ้น

3.2.1.2 Block diagram



รูป 3.2 Block diagram

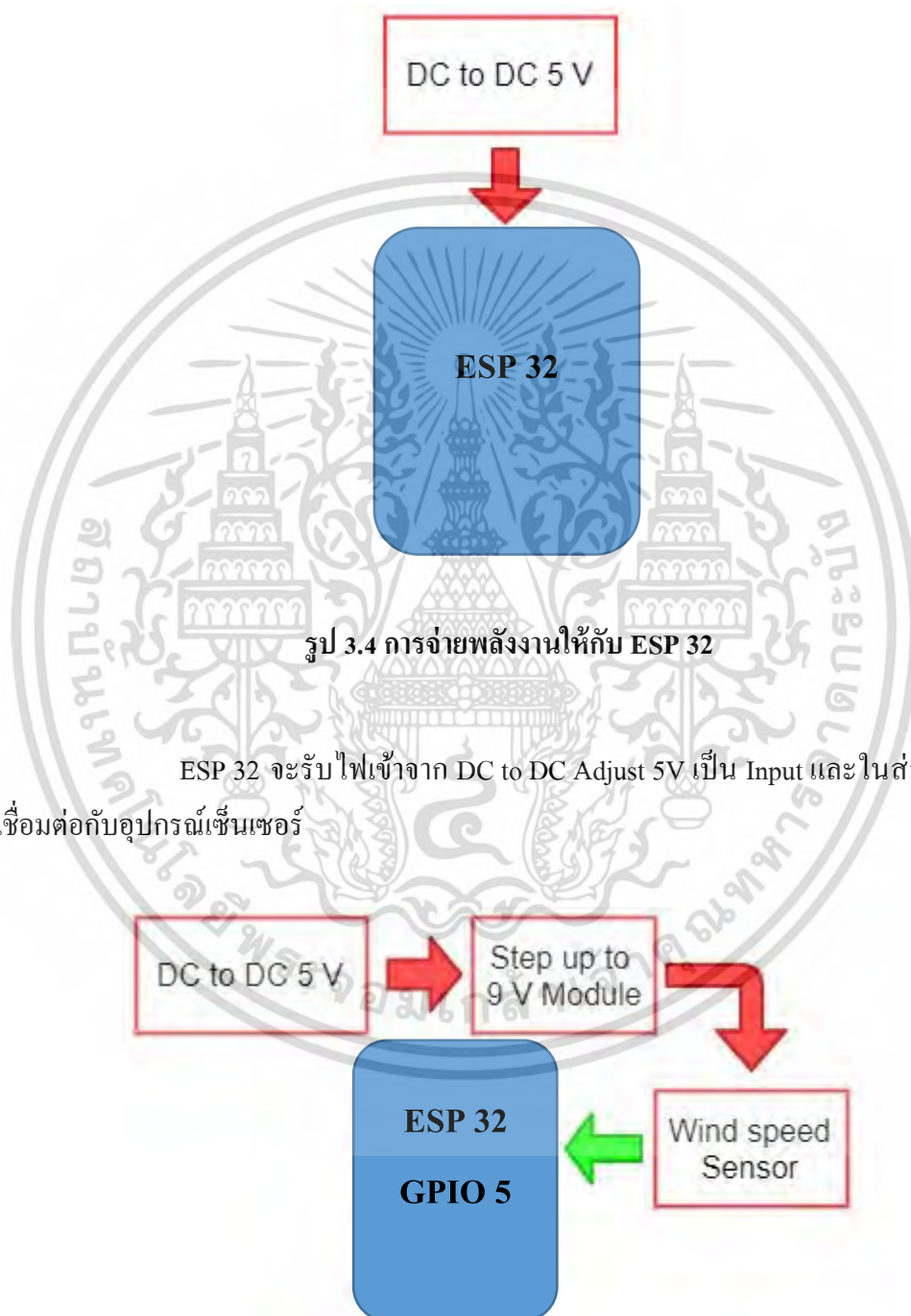
1) ส่วนประกอบของ Block diagram และการทำงาน



รูป 3.3 การจ่ายพลังงานให้กับระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนนี้จะมีอุปกรณ์ให้การจ่ายพลังงานดังนี้ แผง Solar panel ขนาด 18V 2.5 W, Step up & down module ใช้ในการแปลงค่าพลังงานศักย์ไฟฟ้าและจ่ายพลังงานให้กับแบตเตอรี่ 7.4 V ความจุ 15000mA และมี DC to DC Adjust 5V ทำหน้าที่ปรับค่าความต่างศักย์ให้มีขนาด 5 V



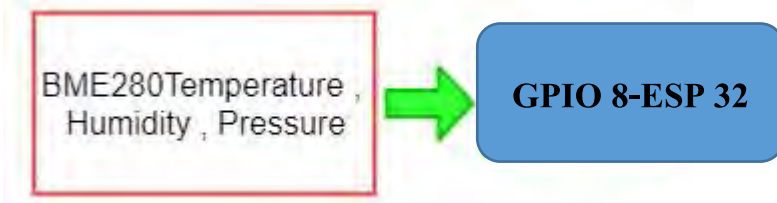
รูป 3.4 การจ่ายพลังงานให้กับ ESP 32

ESP 32 จะรับไฟเข้าจาก DC to DC Adjust 5V เป็น Input และในส่วนขาต่าง ๆ ที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์

รูป 3.5 การเชื่อมต่อเซ็นเซอร์วัดความเร็วลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อเซ็นเซอร์วัดความเร็วลม กับ บอร์ด ESP 32 ที่ GPIO PIN 5 และรับไฟเลี้ยง 9 V จาก Step up 9V เพราะเซ็นเซอร์วัดความเร็วลมต้องใช้ไฟเลี้ยงขนาด 9V ถึงจะทำงาน



รูป 3.6 การเชื่อมต่อเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศ

การเชื่อมต่อเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้นและความกดอากาศ กับบอร์ด ESP 32 ที่ GPIO PIN 14 และรับไฟเลี้ยงจาก บอร์ด ESP 32



รูป 3.7 การเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ PM 2.5 SDS011

การเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ PM 2.5 SDS011 บอร์ด ESP 32 ที่ GPIO PIN 17,18 และรับไฟเลี้ยงจาก บอร์ด ESP 32



รูป 3.8 การเชื่อมต่อเซ็นเซอร์แสง Temt6000

การเชื่อมต่อเซ็นเซอร์แสง Tent6000 กับ บอร์ด ESP 32 ที่ GPIO PIN 8 และรับไฟเลี้ยง 5 V จาก บอร์ด ESP 32

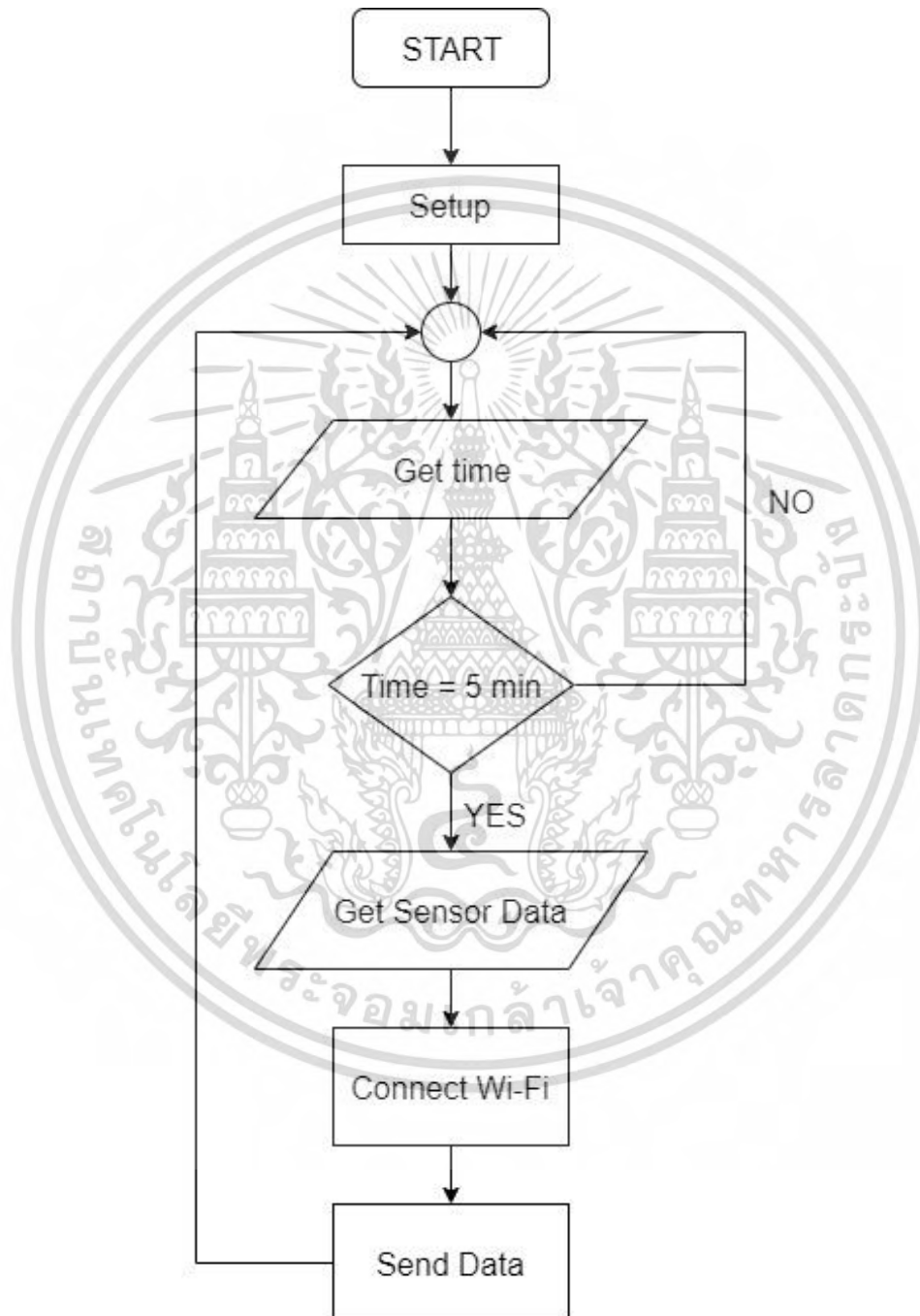


รูป 3.9 การเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ UVM30A , LDR ,Rain Detection

การเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ UVM30A , LDR , Rain Detection กับบอร์ด ESP 32 โดยกำหนดให้ เซ็นเซอร์ UVM30A เชื่อมต่อกับบอร์ด ที่ GPIO PIN 10, เซ็นเซอร์ LDR เชื่อมต่อกับบอร์ด ที่ GPIO PIN 11 และเซ็นเซอร์ Rain Detection เชื่อมต่อกับบอร์ด ที่ GPIO PIN 12 และรับไฟเลี้ยง 5 V จาก บอร์ด ESP 32

3.2.2 Flow Chart

Flow Chart การทำงานของสถานีตรวจวัดข้อมูลเพื่อการรวบรวมข้อมูลของเมืองอัจฉริยะ โดยแสดงขั้นตอนในการรับค่าข้อมูลและการส่งข้อมูลเพื่อแสดงผล



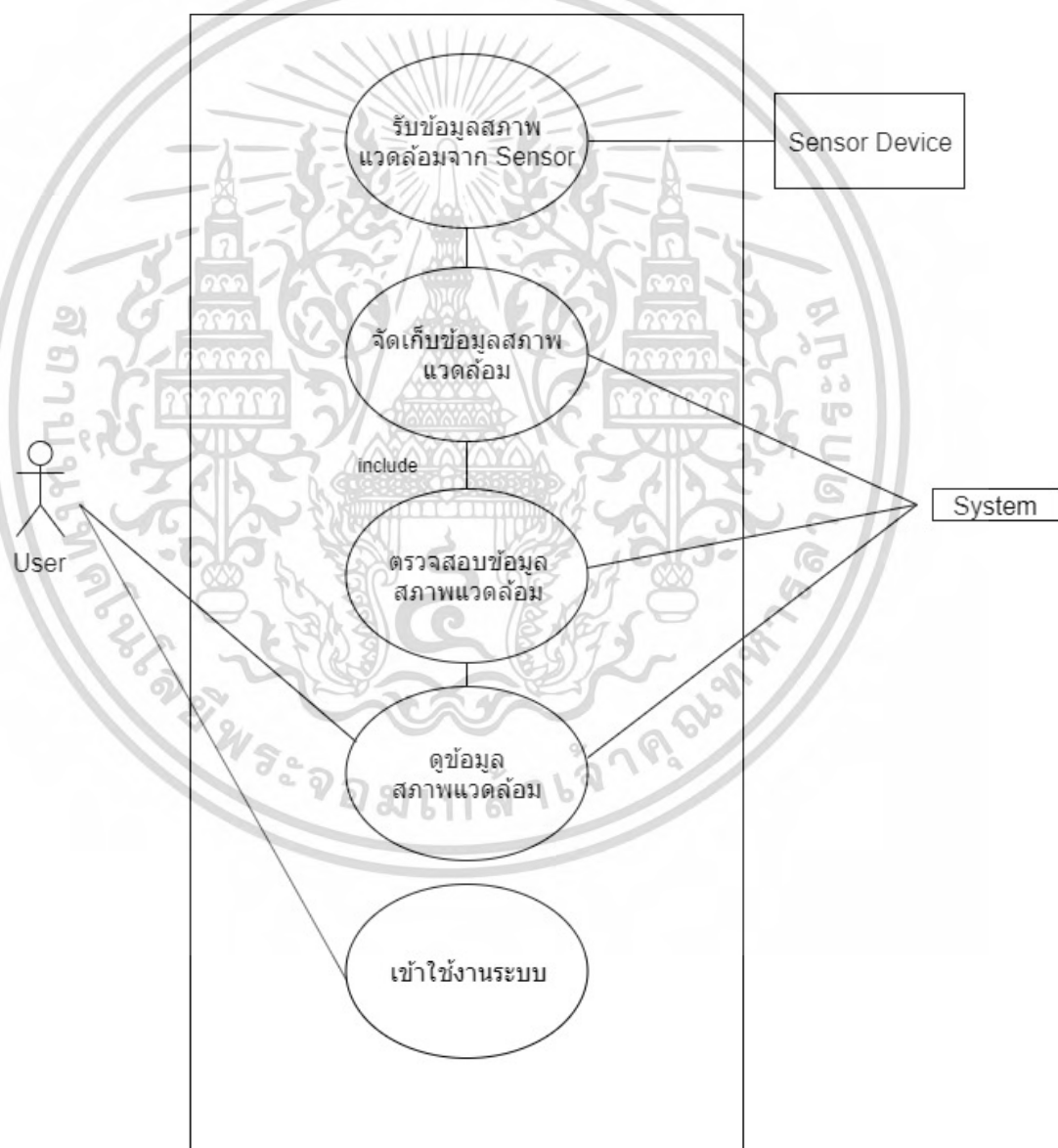
รูป 3.10 Flow การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ภาพรวมของระบบสถานีตรวจวัดข้อมูลเพื่อการรวบรวมข้อมูลของเมืองอัจฉริยะ

การทำงานของระบบทางด้าน Web Application โดยเมื่อมีข้อมูลเข้ามาก็จะทำการเก็บข้อมูลไปที่ระบบ Server หลังจากนั้นจะนำข้อมูลที่เก็บเข้ามาแสดงผลผ่าน Firebase และใน Application โดยในส่วนี้จะเป็นเว็บที่ทำการบันทึกข้อมูลที่เก็บค่าได้ แล้วแสดงผลลัพธ์ให้กับผู้ใช้งานที่จะทำการวางแผนในการเดินทางและการใช้ชีวิตประจำวัน

3 Use case Diagram



รูป 3.11 Use case Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.1 Use case การรับข้อมูลสภาพแวดล้อม

Use Case Title: รับข้อมูลสภาพแวดล้อมจาก Sensor	Use Case Id: 1
Primary Actor: Sensor Device	
Stakeholder Actor: -	
Main Flow: มีข้อมูลจากเซ็นเซอร์เข้ามาจากนั้นเว็บแอปพลิเคชันจะทำการบันทึกข้อมูลที่เซ็นเซอร์วัดค่าได้ลงดาต้าเบส	

ตาราง 3.2 Use case การจัดเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม

Use Case Title: จัดเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม	Use Case Id: 2
Primary Actor: System	
Stakeholder Actor: -	
Main Flow: ทำการเชื่อมต่อดาต้าเบสในการบันทึกข้อมูลลงในเซิร์ฟเวอร์	

ตาราง 3.3 Use case ตรวจสอบข้อมูลสภาพแวดล้อม

Use Case Title: ตรวจสอบข้อมูลสภาพแวดล้อม	Use Case Id: 3
Primary Actor: System	
Stakeholder Actor: -	
Main Flow: ระบบตรวจสอบข้อมูลในเซิร์ฟเวอร์ แล้วทำการส่งค่าที่ได้ไปยังแอปพลิเคชัน	

ตาราง 3.4 Use case ดูข้อมูลสภาพแวดล้อม

Use Case Title: ดูข้อมูลสภาพแวดล้อม	Use Case Id: 4
Primary Actor: System	
Stakeholder Actor: User	
Main Flow: User เซิร์ฟเวอร์บันทึกค่าข้อมูลและสรุปผลค่าที่วัดได้ลงในแอปพลิเคชัน	

ตาราง 3.5 Use case เข้าใช้งานระบบ

Use Case Title: เข้าใช้งานระบบ	Use Case Id: 4
Primary Actor: System	
Stakeholder Actor: User	
Main Flow: ผู้ใช้งานสามารถเข้าไปใช้งานในแอปพลิเคชันได้ว่าวันนี้สภาพแวดล้อมดีหรือไม่	

3.4 Input Output ของระบบสถานีตรวจวัดข้อมูลเพื่อการรวบรวมข้อมูลของเมืองอัจฉริยะ

3.4.1 Input (ระบบสามารถเพิ่มชนิดข้อมูลอื่น ๆ ได้ในภายหลัง)

ตาราง 3.6 ตาราง Input

แหล่งที่มา	ชนิดข้อมูล
เซ็นเซอร์ (ค่าสภาพแวดล้อมของระบบสถานีตรวจวัดข้อมูลเพื่อการรวบรวมข้อมูลเมืองอัจฉริยะ)	อุณหภูมิในอากาศ
	ความชื้นสัมพัทธ์
	ความเร็วลม
	ความกดอากาศ
	ปริมาณฝุ่นละออง
	ความเข้มของแสง
	ปริมาณแสง UV
	ปริมาณฝนตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

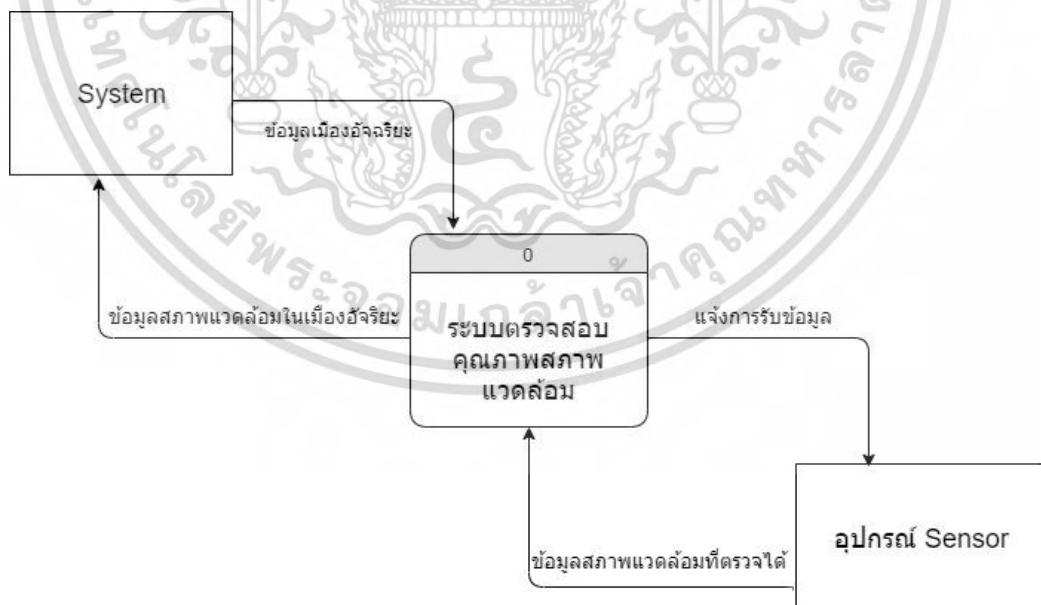
3.4.2 Output (ระบบสามารถเพิ่มชนิดข้อมูลอื่น ๆ ได้ในภายหลัง)

ตาราง 3.7 Output

การแสดงผล	ชนิดข้อมูล
System, User (ค่าสภาพแวดล้อมของระบบสถานีตรวจวัดข้อมูลเพื่อการรวบรวมข้อมูลเมืองอัจฉริยะ)	อุณหภูมิในอากาศ
	ความชื้นสัมพัทธ์
	ความเร็วลม
	ความกดอากาศ
	ปริมาณฝุ่นละออง
	ความเข้มของแสง
	ปริมาณแสง UV
	ปริมาณฝนตก
System	ค่าชนิดข้อมูลสภาพแวดล้อม
	ข้อมูลจากการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมเบื้องต้น

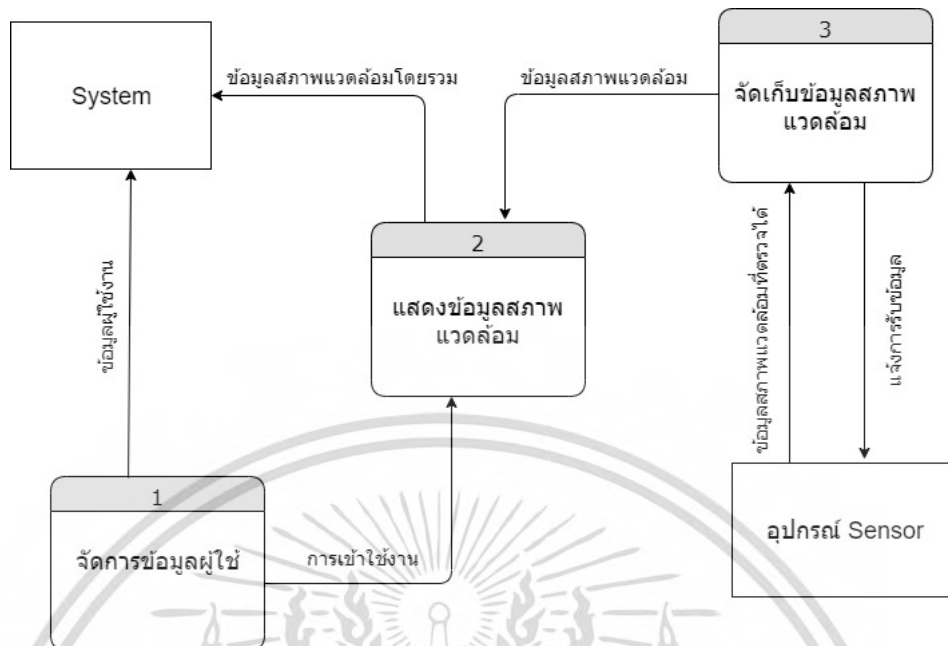
3.5 กระบวนการทำงานในระบบ Data Flow Diagram

กระบวนการการทำงานในระบบจัดเป็น Data Flow ดังนี้

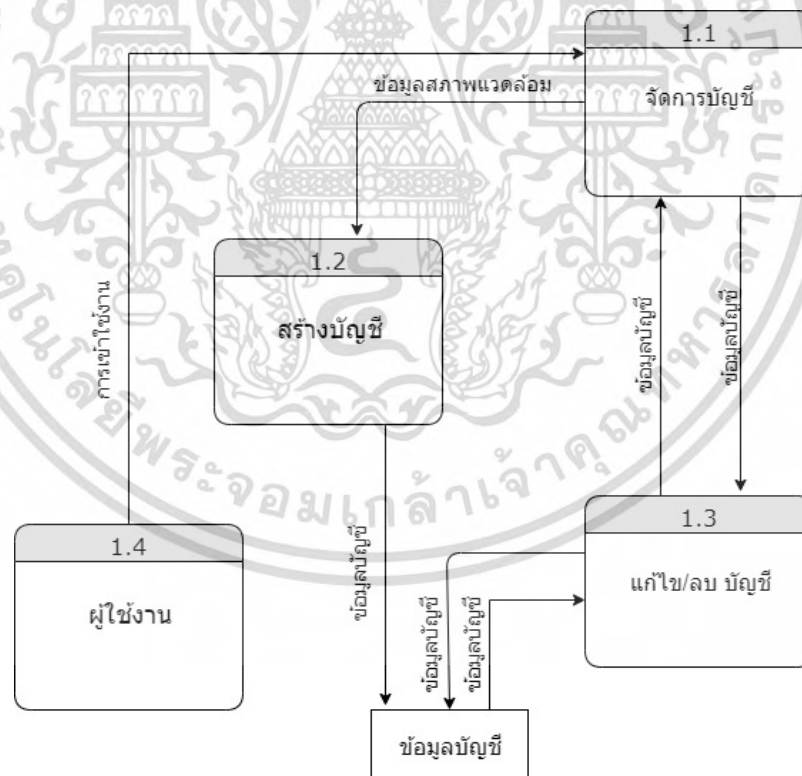


รูป 3.12 Context Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

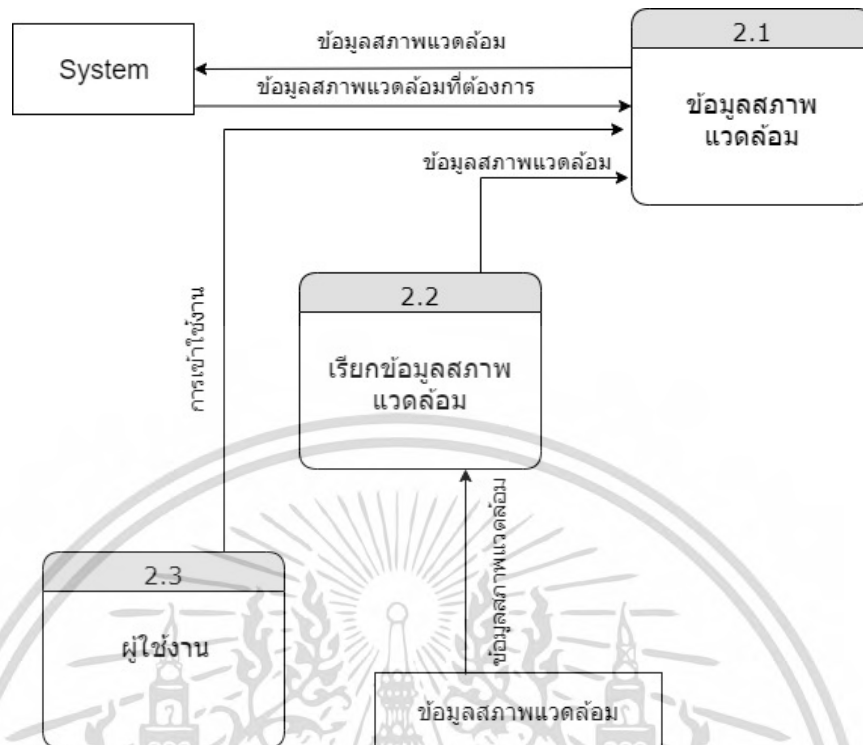


รูป 3.13 ระบบการทำงาน

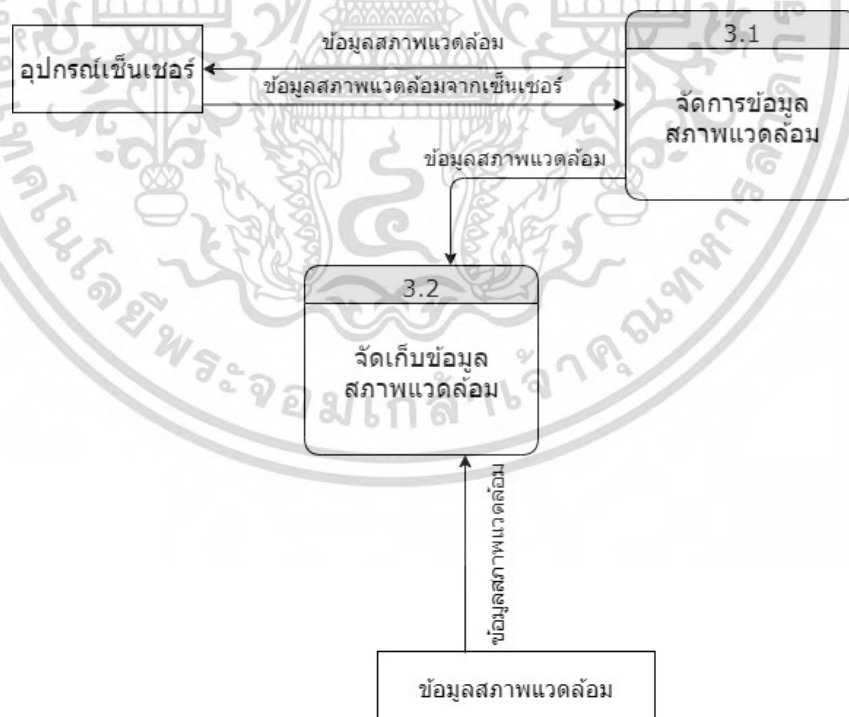


รูป 3.14 ระบบการทำงานข้อมูลของผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.15 ระบบการทำงานตรวจสอบสภาพแวดล้อม



รูป 3.16 ระบบจัดเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การทดลองวัดค่าสภาพแวดล้อมด้วยเซนเซอร์

4.1.1 ค่าที่ต้องการวัด

- 1) อุณหภูมิ
- 2) ความชื้น
- 3) ค่าความเข้มของแสง
- 4) ค่ารังสี UV
- 5) ค่าน้ำฝนที่ตกลงมา

4.1.2 สถานที่ที่ต้องการแสดงเพิ่ม

- 1) เวลากลางวัน/กลางคืน
- 2) ปริมาณฝนตกมากหรือน้อย
- 3) ระดับอันตรายของรังสี UV

4.1.3 ขั้นตอนการทดลอง

- 1) นำเครื่องอุปกรณ์ที่ประกอบเสร็จแล้วไปทำการวัดตามจุดที่ต้องการจะวัด
- 2) ทำการตรวจสอบการว่าอุปกรณ์นั้นมีสายอะไรหลวมหรือไม่
- 3) ทำการตรวจสอบเช็คอุปกรณ์อีกก่อนเปิดระบบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลอง

4.2.1 แสดงผลผ่านทาง Serial Monitor โดยใช้ Arduino IDE เป็นตัวคอมไพล์

4.2.1.1 การทดลองวัดค่าสภาพแวดล้อมตอนกลางวันเมื่อฝนไม่ตก

Status	Humidity (%)	Temperature (C)	(F)	LDR	StatusDay
OK	86.3	28.0	82.4	34	เวลากลางวัน
OK	86.4	28.0	82.4	34	เวลากลางวัน
OK	86.4	28.0	82.4	34	เวลากลางวัน
OK	86.3	28.0	82.4	34	เวลากลางวัน
OK	86.3	28.0	82.4	34	เวลากลางวัน
OK	86.2	28.0	82.4	35	เวลากลางวัน
OK	86.4	28.1	82.6	34	เวลากลางวัน

ก)

จากรูป ก จะเป็นการแสดงผลผ่านทาง Monitor โดยใช้ Arduino IDE เป็นตัวคอมไพล์ซึ่งอุปกรณ์เซ็นเซอร์จะทำการวัดค่าต่างๆ แล้วแสดงผลผ่านทาง Monitor จะบอกว่า Status OK ถ้าไม่มีอะไรผิดพลาดก็จะแสดงค่าต่างๆ เช่น ค่าความชื้น , ค่าอุณหภูมิ(บอกทั้งเป็นองศาเซลเซียส และ องศาฟาเรนไฮต์) และ LDR จะเป็นตัวตรวจเช็คค่าตอนนี้เป็นเวลากลางวัน

Illuminant (Lux)	rainValue	StatusWeather	Uv(index)	Status (Uv)
75	849	ฝนไม่ตก	3.0	Medium
70	849	ฝนไม่ตก	4.0	Medium
75	849	ฝนไม่ตก	4.0	Medium
81	849	ฝนไม่ตก	4.0	Medium
75	850	ฝนไม่ตก	3.0	Medium
78	850	ฝนไม่ตก	4.0	Medium
79	850	ฝนไม่ตก	4.0	Medium
74	851	ฝนไม่ตก	4.0	Medium
75	850	ฝนไม่ตก	3.0	Medium

ข)

จากรูป ข จะเป็นการแสดงผลผ่านทาง Monitor โดยใช้ Arduino IDE เป็นตัวคอมไพล์ซึ่งอุปกรณ์เซ็นเซอร์จะทำการวัดค่าต่างๆ แล้วแสดงผลผ่านทาง Monitor จะแสดงค่าต่างๆ เช่น ค่าความเข้มของแสง , ค่าตรวจเช็คปริมาณฝนว่าตกหรือไม่ตก และ มีค่า UV และจะมี Status บอกว่าค่าที่วัดได้นั้นมีความรุนแรงระดับไหน

จากรูป (ข) StatusWeather บอกว่าฝนไม่ตก

จากรูป (ข) ค่า Uv จะอยู่ในระดับ ปานกลางหรือ Medium

รูป 4.1 ผลการทดสอบวัดสภาพแวดล้อมตอนกลางวันเมื่อฝนไม่ตก

ก) ผลการทดลองวัดสภาพแวดล้อม ณ เวลาหนึ่ง

ข) ผลการทดลองวัดสภาพแวดล้อม ณ เวลาหนึ่ง (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.2 การทดลองวัดค่าสภาพแวดล้อมตอนกลางวันเมื่อฝนตก

Status	Humidity (%)	Temperature (C)	(F)	LDR	StatusDay
OK	85.5	28.1	82.6	34	เวลากลางวัน
OK	85.4	28.1	82.6	34	เวลากลางวัน
OK	85.3	28.1	82.6	35	เวลากลางวัน
OK	85.2	28.1	82.6	35	เวลากลางวัน
OK	85.1	28.1	82.6	35	เวลากลางวัน
OK	85.4	28.1	82.6	35	เวลากลางวัน
OK	85.4	28.1	82.6	35	เวลากลางวัน

ก)

จากรูป ก จะเป็นการแสดงผลผ่านทาง Monitor โดยใช้ Arduino IDE เป็นตัวคอมพิวเตอร์ซึ่งอุปกรณ์เซ็นเซอร์จะทำการวัดค่าต่างๆ แล้วแสดงผลผ่านทาง Monitor จะบอกว่า Status OK ถ้าไม่มีอะไรผิดพลาดก็จะแสดงค่าต่างๆ เช่น ค่าความชื้น , ค่าอุณหภูมิ(บอกทั้งเป็นองศาเซลเซียส และองศาฟาเรนไฮต์) และ LDR จะเป็นตัวตรวจเช็คว่ตอนนี้เป็นเวลากลางวัน

Illuminant (Lux)	rainValue	StatusWeather	Uv (index)	Status (Uv)
11	303	ฝนตก	0.50	LOW
11	304	ฝนตก	0.70	LOW
25	257	ฝนตก	0.70	LOW
27	256	ฝนตก	0.80	LOW
28	261	ฝนตก	0.80	LOW
26	270	ฝนตก	0.80	LOW
28	278	ฝนตก	0.80	LOW

ข)

จากรูป ข จะเป็นการแสดงผลผ่านทาง Monitor โดยใช้ Arduino IDE เป็นตัวคอมพิวเตอร์ซึ่งอุปกรณ์เซ็นเซอร์จะทำการวัดค่าต่างๆ แล้วแสดงผลผ่านทาง Monitor จะแสดงค่าต่างๆ เช่น ค่าความเข้มของแสง , ค่าตรวจเช็คปริมาณฝนว่าตกหรือไม่ตก และมีค่า UV และจะมี Status บอกว่าค่าที่วัดได้นั้นมีความรุนแรงระดับไหน

จากรูป (ข) StatusWeather บอกว่าฝนตก

จากรูป (ข) ค่า Uv จะอยู่ในระดับ ต่ำหรือ LOW

รูป 4.2 ผลการทดสอบวัดสภาพแวดล้อมตอนกลางวันเมื่อฝนตก

ก) ผลการทดลองวัดสภาพแวดล้อม ณ เวลาหนึ่ง

ข) ผลการทดลองวัดสภาพแวดล้อม ณ เวลาหนึ่ง (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.3 การทดลองวัดค่าสภาพแวดล้อมตอนกลางคืนเมื่อฝนไม่ตก

Status	Humidity (%)	Temperature (C)	(F)	LDR	StatusDay
OK	85.6	28.1	82.6	1017	เวลากลางคืน
OK	85.6	28.1	82.6	1017	เวลากลางคืน
OK	85.5	28.1	82.6	1016	เวลากลางคืน
OK	85.7	28.2	82.8	1017	เวลากลางคืน
OK	85.6	28.1	82.6	1017	เวลากลางคืน
OK	86.6	28.1	82.6	1016	เวลากลางคืน
OK	86.5	28.1	82.6	1018	เวลากลางคืน

ก)

จากรูป ก จะเป็นการแสดงผลผ่านทาง Monitor โดยใช้ Arduino IDE เป็นตัวคอมพิวเตอร์ซึ่งอุปกรณ์เซ็นเซอร์จะทำการวัดค่าต่างๆ แล้วแสดงผลผ่านทาง Monitor จะบอกว่า Status OK ถ้าไม่มีอะไรผิดพลาดก็จะแสดงค่าต่างๆ เช่น ค่าความชื้น , ค่าอุณหภูมิ(บอกทั้งเป็นองศาเซลเซียส และ องศาฟาเรนไฮต์) และ LDR จะเป็นตัวตรวจเช็คค่าตอนนี้เป็นเวลากลางคืน

Illuminant (Lux)	rainValue	StatusWeather	Uv (index)	Status (Uv)
0	1016	ฝนไม่ตก	0.34	LOW
0	1016	ฝนไม่ตก	0.35	LOW
4	1016	ฝนไม่ตก	0.36	LOW
8	1015	ฝนไม่ตก	0.36	LOW
6	1015	ฝนไม่ตก	0.36	LOW
5	1015	ฝนไม่ตก	0.38	LOW
8	1015	ฝนไม่ตก	0.38	LOW

ข)

จากรูป ข จะเป็นการแสดงผลผ่านทาง Monitor โดยใช้ Arduino IDE เป็นตัวคอมพิวเตอร์ซึ่งอุปกรณ์เซ็นเซอร์จะทำการวัดค่าต่างๆ แล้วแสดงผลผ่านทาง Monitor จะแสดงค่าต่างๆ เช่น ค่าความเข้มของแสง , ค่าตรวจเช็คปริมาณฝนว่าตกหรือไม่ตก และมีค่า UV และจะมี Status บอกว่าค่าที่วัดได้นั้นมีความรุนแรงระดับไหน

จากรูป (ข) StatusWeather บอกว่าฝนไม่ตก

จากรูป (ข) ค่า Uv จะอยู่ในระดับ ต่ำหรือ LOW

รูป 4.3 ผลการทดสอบวัดสภาพแวดล้อมตอนกลางคืน เมื่อฝนไม่ตก

ก) ผลการทดลองวัดสภาพแวดล้อม ณ เวลาหนึ่ง

ข) ผลการทดลองวัดสภาพแวดล้อม ณ เวลาหนึ่ง (ต่อ)

4.2.1.4 การทดลองวัดค่าสภาพแวดล้อมตอนกลางคืนเมื่อฝนตก

Status	Humidity (%)	Temperature (C)	(F)	LDR	StatusDay
OK	87.5	28.1	82.6	1017	เวลากลางคืน
OK	87.4	28.1	82.6	1016	เวลากลางคืน
OK	86.7	28.1	82.6	1016	เวลากลางคืน
OK	86.7	28.1	82.6	1016	เวลากลางคืน
OK	86.3	28.1	82.6	1016	เวลากลางคืน
OK	86.3	28.1	82.6	1017	เวลากลางคืน
OK	86.2	28.1	82.6	1017	เวลากลางคืน

ก)

จากรูป ก จะเป็นการแสดงผลผ่านทาง Monitor โดยใช้ Arduino IDE เป็นตัวคอมพิวเตอร์ซึ่งอุปกรณ์เซ็นเซอร์จะทำการวัดค่าต่างๆ แล้วแสดงผลผ่านทาง Monitor จะบอกว่า Status OK ถ้าไม่มีอะไรผิดปกติก็จะแสดงค่าต่างๆ เช่น ค่าความชื้น , ค่าอุณหภูมิ(บอกทั้งเป็นองศาเซลเซียส และ องศาฟาเรนไฮต์) และ LDR จะเป็นตัวตรวจเช็คว่าเป็นเวลากลางคืน

Illuminant (Lux)	rainValue	StatusWeather	Uv (index)	Status (Uv)
1	193	ฝนตก	0.39	LOW
3	214	ฝนตก	0.59	LOW
3	220	ฝนตก	0.61	LOW
3	222	ฝนตก	0.59	LOW
2	227	ฝนตก	0.60	LOW
2	232	ฝนตก	0.59	LOW
3	237	ฝนตก	0.57	LOW
3	241	ฝนตก	0.57	LOW

ข)

จากรูป ข จะเป็นการแสดงผลผ่านทาง Monitor โดยใช้ Arduino IDE เป็นตัวคอมพิวเตอร์ซึ่งอุปกรณ์เซ็นเซอร์จะทำการวัดค่าต่างๆ แล้วแสดงผลผ่านทาง Monitor จะแสดงค่าต่างๆ เช่น ค่าความเข้มของแสง , ค่าตรวจเช็คปริมาณฝนว่าตกหรือไม่ตก และ มีค่า UV และจะมี Status บอกว่าค่าที่วัดได้นั้นมีความรุนแรงระดับไหน

จากรูป (ข) StatusWeather บอกว่าฝนตก

จากรูป (ข) ค่า Uv จะอยู่ในระดับ ต่ำหรือ LOW

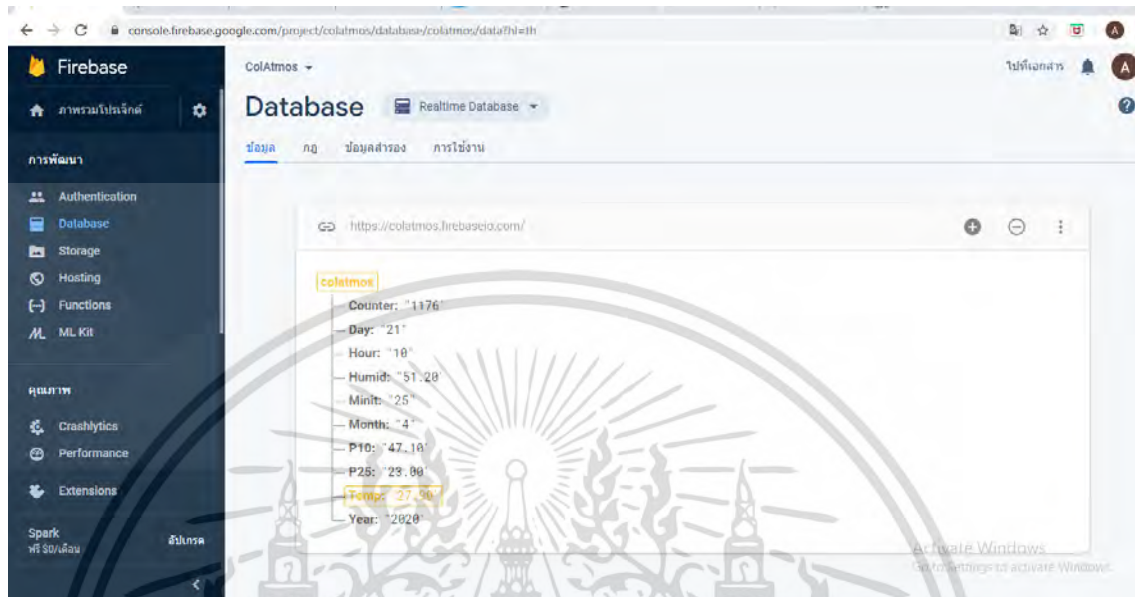
รูป 4.4 ผลการทดลองวัดสภาพแวดล้อม ณ เวลาหนึ่งตอนกลางคืนเมื่อฝนตก

ก) ผลการทดลองวัดสภาพแวดล้อม ณ เวลาหนึ่ง

ข) ผลการทดลองวัดสภาพแวดล้อม ณ เวลาหนึ่ง (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

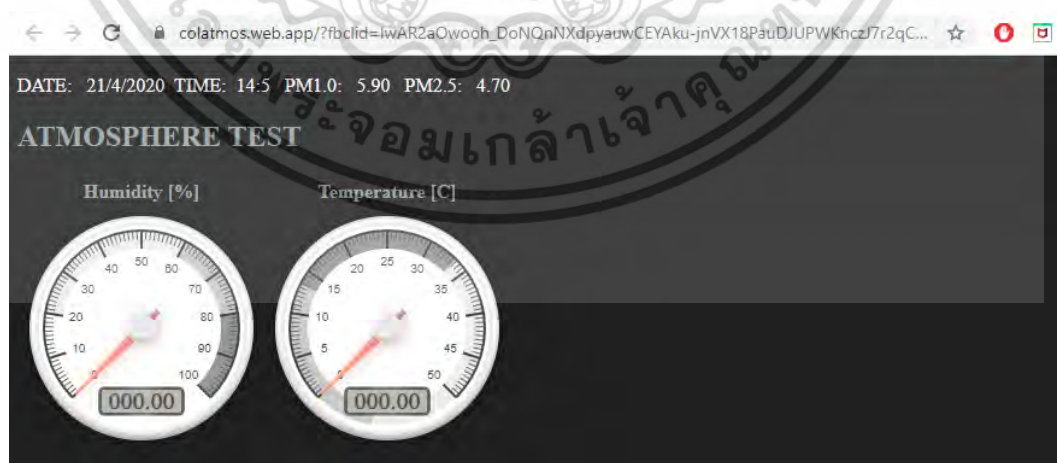
4.3 ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บใน Firebase



รูป 4.5 ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บใน Firebase

จากรูปที่ 4.5 ใน Firebase จะเก็บค่าต่างๆที่เราวัดได้จากอุปกรณ์ตรวจวัด โดย อุปกรณ์ตรวจวัด จะส่งข้อมูลผ่าน Esp-32 เชื่อมต่อ Lo Ra ra-02 แล้วส่งข้อมูลมาให้กับ Firebase server โดยที่ Firebase จะทำการประมวลผลค่าต่างๆ ที่ได้รับมาแล้วส่งไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์

4.4 การแสดงผลใน Web Application

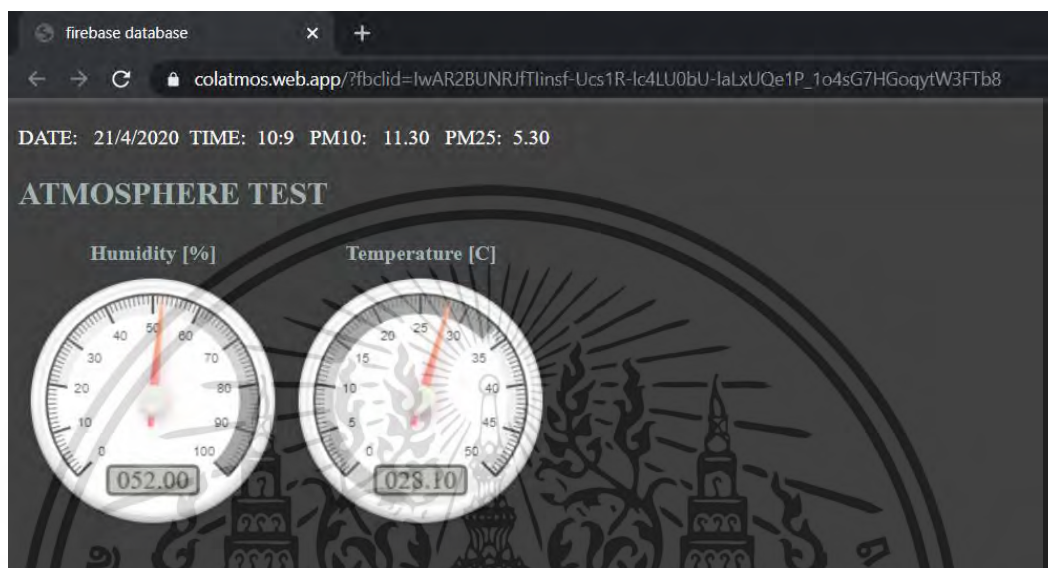


ก)

รูป 4.6 การแสดงผลค่าที่วัดได้บน Web Application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป ก ข้างบนเป็นการแสดงผลผ่านทางเว็บเซิร์ฟเวอร์โดยที่เว็บเซิร์ฟเวอร์จะดึงข้อมูลมาแสดงผลจาก Firebase แล้วแสดงค่าที่ขึ้นมานั้น ค่าที่ปรากฏขึ้นมาเป็นค่าที่เราทำการวัดได้ในวันที่ 21 เมษายน 2563 ที่ บางนา โดยในเว็บจะบอกค่าต่างๆ เช่น ค่าPM10, PM2.5 อุณหภูมิและความชื้น



รูป 4.7 การแสดงผลค่าที่วัดได้บน Web Application

จากรูปที่ 4.7 เป็นการแสดงผลผ่านทางเว็บเซิร์ฟเวอร์ โดยค่าที่เว็บเซิร์ฟเวอร์โชว์เป็นค่าที่ดึงมาจาก Firebase แล้วมาแสดงผลบนเว็บ ซึ่งค่าที่แสดงผลจะเป็นค่าที่อุปกรณ์เซ็นเซอร์ตรวจวัดได้จากจุดที่อุปกรณ์เซ็นเซอร์ตรงนั้นติดตั้งอยู่ เช่นค่า PM10 , PM 2.5 ค่าความเร็วลม

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทวิจารณ์ และบทสรุป

เนื่องจากปัจจุบันการใช้อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อมนั้นสามารถทำการตรวจวัดค่าได้เพียงแค่อ่างเดียวหรือสองอย่างเท่านั้น จึงไม่สามารถบ่งบอกได้ทีเดียวว่าสภาพแวดล้อมตรงจุดนั้นดีหรือไม่ ดังนั้นจึงมีการคิดค้นหาวิธีการทดลองสร้าง สถานีตรวจวัดเพื่อรวบรวมข้อมูลเมืองอัจฉริยะขึ้นมาเพื่อให้สามารถตรวจวัดและเก็บข้อมูลได้หลายๆอย่างไว้ แล้วรวบรวมข้อมูลที่วัดได้ภายใน Smart City ไปแสดงผลในเว็บเซิร์ฟเวอร์และภายในแอปพลิเคชันได้ เพื่อที่จะช่วยให้การเดินทางและการใช้ชีวิตประจำวันนั้นได้ดียิ่งขึ้น และสถานีตรวจวัดเพื่อรวบรวมข้อมูลเมืองอัจฉริยะนั้นเป็นการเอาเซ็นเซอร์หลายประเภทมารวมกัน โดยอุปกรณ์ที่เอามาทำทดลองนั้นหาซื้อได้ง่ายตามร้านขายของอิเล็กทรอนิกส์หรือสั่งซื้อผ่านทางเว็บไซต์ขายของออนไลน์ได้ และมีราคาถูกกว่าเราซื้ออุปกรณ์ตรวจวัดแบบสำเร็จรูปมาก

การแสดงผลข้อมูลที่สถานีตรวจวัดเพื่อรวบรวมข้อมูลเมืองอัจฉริยะที่ได้ทำการเก็บข้อมูลมานั้นต้องทำการเชื่อมต่อข้อมูลเพื่ออัปเดตให้กับผู้ใช้งานที่ต้องการจะรู้ข้อมูลสภาพแวดล้อมในวันนั้นๆ ได้ นั้น ปัจจุบันเราไม่ต้องมานั่งฟังข่าวสภาพแวดล้อมทุกวันแล้ว เพราะทุกวันนี้มีแต่โลกออนไลน์ เราสามารถดูข้อมูลที่สถานีตรวจวัดเพื่อรวบรวมข้อมูลเมืองอัจฉริยะตรวจวันได้นั้นผ่านทางเว็บเซิร์ฟเวอร์และในแอปพลิเคชันได้

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางการแก้ปัญหา

- 1) ยังมีปัจจัยหลายๆอย่างที่ต้องคำนึงถึงเกี่ยวกับอุปกรณ์การทำงานและความเสถียรของอุปกรณ์นั้นที่ทำการจำทำขึ้นมาบางอุปกรณ์ก็ยังไม่ได้ทำการทดลอง
- 2) การทดลองใช้งานอุปกรณ์ที่จัดทำขึ้นมานั้นผู้จัดทำยังขาดความรู้ในด้านวงจรไฟฟ้า เพื่อที่จะช่วยให้ประหยัดพลังงาน และใช้งานให้ได้นาน ซึ่งส่วนนี้จะต้องทำการปรับปรุงในภายภาคหน้า
- 3) ทางด้านอุปกรณ์ที่เลือกนำมาทำการทดลองนั้นยังมีข้อบกพร่องในด้านข้อมูลอยู่พอสมควร เพราะยังไม่มีกำบังกันข้อมูลเกิดการสูญหายเมื่อแบตเตอรี่หมดหรือไวไฟที่เชื่อมต่อหลุด
- 4) ข้อมูลที่วัดได้บางชนิดยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่พอสมควรเนื่องจากอุปกรณ์ที่ซื้อมามีราคาไม่สูงมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ในการเชื่อมต่อข้อมูลกับเซิร์ฟเวอร์นั้นมีความล่าช้าเนื่องจากระบบมีการเก็บรายละเอียดค่อนข้างมาก ดังนั้นต้องอาศัยการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมและประสบการณ์

5.3 ข้อจำกัดการทำงานของระบบ

- 1) ผู้ใช้งานต้องมีความรู้ความเข้าใจในการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลของสภาพแวดล้อมต่าง ๆ
- 2) การแสดงผลข้อมูลสภาพแวดล้อมนั้นยังถูกจำกัดให้สามารถตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูลได้เบื้องต้นเท่านั้น
- 3) พลังงานที่ใช้อาจจะอยู่ได้แค่จนถึงสองวันหากไม่มีการชาร์จพลังงานจากแสงอาทิตย์
- 4) การดึงข้อมูลจากเซ็นเซอร์นั้นยังไม่สามารถดึงข้อมูลไปแสดงผลที่ระบบเซิร์ฟเวอร์แบบเรียลไทม์ได้ แต่ระบบจะดึงข้อมูลล่าสุดได้ทุก 5 นาที

5.4 แนวทางการพัฒนาระบบการทำงานในอนาคต

- 1) ควรเพิ่มอุปกรณ์การตรวจวัดสภาพอากาศอีก เช่น เซ็นเซอร์วัดคาร์บอนไดออกไซด์ เซ็นเซอร์วัดออกซิเจน และอื่น ๆ
- 2) ต้องปรับปรุงการใช้พลังงานของอุปกรณ์ที่ทำการทดสอบเพื่อสามารถใช้งานได้ยาวนานมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิตติวัฒน์ ลักษณะสมบูรณ์ และ จตุพร ไพฑุภุช. 2558. “ระบบการตรวจสอบสภาพอากาศสำหรับ
เมล่อนฟาร์ม” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิต
วิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชนวัฒน์ คุณารักษ์ และ ภณกวิรินทร์ ทองแท้. 2559. “ระบบเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหมุนเวียน
อัตโนมัติ สำหรับ ฟาร์มปลานิล” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรม
คอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขนิษฐา คุณแสน, ศิริณญา แก้วคำหา และหิรัญญา วรางคนารัตน์. 2561. “ระบบตรวจวัดคุณภาพ
อากาศโดยใช้ เครื่องข่าย LORA” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรม
คอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Spec Microcontroller. 2019. ESP 32

[Online]. Available: <https://www.myarduino.net/product/1149/esp32-nodemcu-esp-wroom-32-wi-fi-and-bluetooth-module-dual-core-consumption>