รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ชุดอุปกรณ์ตรวจวัดสุขภาพของผู้ป่วยแบบพกพา

Portable Tele-Health Monitoring Device

ผศ.ดร. สรินพร วิสิฐสัทธาพงศ์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากทุนวิจัยเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ชุดอุปกรณ์ตรวจวัดสุขภาพของผู้ป่วยแบบพกพา

Portable Tele-Health Monitoring Device

ผศ.ดร. สรินพร วิสิฐสัทธาพงศ์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินทุนวิจัยเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์
ประจำปีงบประมาณ 2562
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) ชุดอุปกรณ์ตรวจวัดสุขภาพของผู้ป่วยแบบพกพา
ชื่อโครงการ(ภาษาอังกฤษ) Portable Tele-Health Monitoring Device
แหล่งเงิน งบประมาณเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562
จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 100,000 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2561 ถึง 30 กันยายน 2562
ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ ผศ.ดร. สรินพร วิสิฐสัทธาพงศ์
หน่วยงานต้นสังกัด คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการจัดทำระบบการจัดเก็บข้อมูลสุขภาพทางการแพทย์ โดยใช้ เอ็นบีไอโอที (NB-IoT) มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยลดขั้นตอนและความซ้ำซ้อน (Redundant) ในการเก็บข้อมูลสุขภาพจากผู้ป่วย และจัดเก็บข้อมูลให้เป็นระบบเพื่อใช้ในการติดตามการรักษาของผู้ป่วยเรื้อรัง ที่อาศัยอยู่ห่างไกลจากสัญญานอินเทอร์เน็ต โดยใช้ Narrow Band Internet of Thing (NB-IoT) เป็นตัวกลางในการส่งข้อมูลสู่ฐานข้อมูล (Database) ทำให้เป็นสารสนเทศทางสุขภาพที่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการการรักษาได้อย่างสะดวกรวดเร็วและเพื่อการพัฒนาคุณภาพการบริการของเจ้าหน้าที่

กระบวนการทำงานของระบบจัดเก็บข้อมูลทางการแพทย์ เริ่มจากติดตั้งและเชื่อมต่อโมดูลบลูทูธ (Bluetooth Module) ในเครื่องมือวัดสุขภาพ (Medical Instrument) และอุปกรณ์รับส่งข้อมูล (Data Transmission device) เพื่อให้มีการสื่อสารข้อมูลระหว่างกันได้ จากนั้น เชื่อมต่อเอ็นบีไอโอที เข้ากับฐานข้อมูล บนเซิร์ฟเวอร์ โดยใช้ฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรม Node-red ในส่วนของฐานข้อมูล โครงงานนี้เป็นการจำลองออกแบบฐานข้อมูลสำหรับผู้ป่วยหนึ่งคน และเพื่อให้สามารถดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลไปแสดงผลเป็นกราฟ เพื่อดูแนวโน้มของข้อมูลบนแดชบอร์ด (Dashboard)

เมื่อทำการทดลองวัดข้อมูลสุขภาพจากผู้ทดลองแล้ว พบว่า เอ็นบีไอโอที สามารถส่งข้อมูลไปจัดเก็บในฐานข้อมูลได้อย่างทันที พร้อมทั้งมีการแสดงข้อมูลล่าสุดและแนวโน้มของกราฟบนแดชบอร์ดได้แบบตามเวลาจริง (real time) การจัดทำโครงงานระบบจัดเก็บข้อมูลสุขภาพทางการแพทย์ จึงสามารถช่วยลดขั้นตอนการทำงานของเจ้าหน้าที่ในการบันทึกและจัดเก็บข้อมูล อีกทั้งยังสะดวกต่อการนำข้อมูลไปวิเคราะห์การรักษาของผู้ป่วยต่อไปได้

คำสำคัญ: ข้อมูลสุขภาพ, เอ็นบีไอโอที, ฐานข้อมูล, โมดูลบลูทูธ, เครื่องมือวัดสุขภาพ, อุปกรณ์รับส่งข้อมูล, โปรแกรม Node-red และ แดชบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Portable Tele-Health Monitoring Device

Researcher: Asst. Prof. Dr. Sarinporn Visitsattapongse

Faculty: Engineering **Department:** Biomedical Engineering

ABSTRACT

This research is to create a medical portable tele-health monitoring device. The objective is to reduce step of working and redundant of collecting healthcare data from patients. And to collect data as a system for tracking the treatment of chronic patients who live in outskirt. Narrow Band Internet of Thing (NB-IoT) is used as an intermediary to send data to the database, for making healthcare information that can be used easily in the process of patient treatment and for development of service quality of staff.

Processing of healthcare data transmission begin with set up and connect Bluetooth into healthcare instrument and into data transmission device or NB-IoT board for allowing data communicate between them. Then connect NB-IoT to database on server by using functional of Node-Red programming. In this project, the database is designed and tested with one person for bringing data to show in potable graph and to follow data trending on application.

The result of the experiment, see that, NB-IoT can sent the data immediately to database, including with display the lasted data and trending on dashboard in real-time. So, the advantage of this project is to reduce step of work in data storage system, easy to access the database and easy to use the data for analyzing.

Keywords: healthcare data, NB-IOT, database, Bluetooth, healthcare instrument, data transmission device, Node-Red programming and dashboard

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้จากความช่วยเหลือของหลายฝ่ายทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งงานวิจัยนี้จะสำเร็จลงไม่ไม่ได้หากปราศจากความช่วยเหลือของคณะอาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งได้สนับสนุนด้านคำแนะนำปรึกษา การจัดหาอุปกรณ์สำหรับทำการวิจัย และสถานที่ในการทำงานวิจัย โดยการวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุน งบประมาณเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

ผศ.ดร.สรินพร วิสิฐสัทธาพงศ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ i

ABSTRACT ii

กิตติกรรมประกาศ iii

สารบัญ iv

สารบัญภาพ vi

บทที่ 1 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 1

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 3

2.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก (Weight scale) 3

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) 5

2.3 บลูทูธ (Bluetooth) 8

2.4 โมดูลเซนเซอร์ขยายสัญญาณน้ำหนัก HX 711 (HX 711 Weight sensor Amplifier Module) 10

2.5 อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things; IoT) 10

2.6 ระบบบริหารจัดการฐานข้อมูล (Database Management System) 18

2.7 แหล่งเก็บข้อมูลบนก้อนเมฆ หรือ ระบบคลาวด์ (Cloud Storage) 27

2.8 Amazon EC2 29

2.9 Node-red 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 phpMyAdmin 31

บทที่ 3 32

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ 32

3.2 ทดลองการสื่อสารระว่างอาร์ดูโน่ (Arduino) ผ่าน โมดูลบลูทูธ (Bluetooth Module)..... 32

3.3 การรับ-ส่งข้อมูลจากเครื่องชั่งน้ำหนัก 34

3.4 การออกแบบและจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล 38

บทที่ 4 48

4.1 การแสดงผลในส่วนของเครื่องชั่งน้ำหนัก 48

4.2 การจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล 51

4.3 การแสดงผลบนแดชบอร์ด (Dashboard)..... 52

บทที่ 5 53

5.1 สรุปผลการทดลอง..... 53

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข 53

บทที่ 6 55

เอกสารอ้างอิง 56

ภาคผนวก 58

ภาคผนวก ก..... 59

ภาคผนวก ข..... 65

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย 76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

ภาพที่ 2.1 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล 3
ภาพที่ 2.2 แผนผังการทำงานของเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล 3
ภาพที่ 2.3 โหลดเซลล์เมื่อไม่มีแรงมากระทำ และมีแรงมากระทำ 4
ภาพที่ 2.4 การต่อสเตรนเกจแบบวงจรวีทสโตนบริจ 5
ภาพที่ 2.5 แผนผังแสดงการนำสัญญาณเอาต์พุต ไปแสดงผล 5
ภาพที่ 2.6 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ 6
ภาพที่ 2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ อาร์ดูโน่อูโน่ อาร์สาม 7
ภาพที่ 2.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์ อาร์ดูโน่นาโน 7
ภาพที่ 2.9 โมดูลบลูทูธ HC-05 9
ภาพที่ 2.10 การต่อโมดูล HX711 กับ อาร์ดูโน่ 10
ภาพที่ 2.11 ลักษณะของระบบไอโอที 11
ภาพที่ 2.12 อุปกรณ์เอ็นบีไอโอที (NB-IoT Shield) 12
ภาพที่ 2.13 คุณสมบัติของอุปกรณ์เอ็นบีไอโอที 14
ภาพที่ 2.14 สถาปัตยกรรมแบบซีโอเอพี 17
ภาพที่ 2.15 สถาปัตยกรรมฐานข้อมูลสามระดับตามมาตรฐาน ANSI 20
ภาพที่ 2.16 ความสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมประยุกต์กับระบบจัดการฐานข้อมูล 21
ภาพที่ 2.17 แสดงความเป็นอิสระของข้อมูล 24
ภาพที่ 2.18 แสดงการใช้ข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลร่วมกัน 25
ภาพที่ 3.1 การต่อวงจรสายระหว่างอาร์ดูโน่กับโมดูลบลูทูธ HC-05 32
ภาพที่ 3.2 โค้ดอาร์ดูโน่ของโหมดมาสเตอร์ 33
ภาพที่ 3.3 โค้ดอาร์ดูโน่ของโหมดสลาฟ 34
ภาพที่ 3.4 การต่อโหลดเซลล์ทั้ง 4 ตัวในเครื่องชั่งน้ำหนักเข้ากับโมดูล HX711 และอาร์ดูโน่ 34
ภาพที่ 3.5 โค้ดอาร์ดูโน่ในการสอบเทียบเครื่องชั่งน้ำหนัก 35
ภาพที่ 3.6 วงจรทั้งหมดภายในเครื่องชั่งน้ำหนัก โดยมีการเชื่อมต่อโหลดเซลล์ทั้ง 4 ตัวเข้ากับโมดูล HX711, อาร์ดูโน่ และบลูทูธ 35
ภาพที่ 3.7 โค้ดอาร์ดูโน่ที่เครื่องชั่งน้ำหนัก เพื่อทำการส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์รับส่งข้อมูล 36
ภาพที่ 3.8 การเชื่อมต่ออาร์ดูโน่เข้ากับบลูทูธและจอแอลซีดี 37
ภาพที่ 3.9 โค้ดอาร์ดูโน่ที่อุปกรณ์รับส่งข้อมูล เพื่อทำการรับข้อมูลจากเครื่องชั่งน้ำหนักและแสดงผลบนจอแอลซีดี 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.10 โค้ดอาดูโน่ที่อุปกรณ์รับส่งข้อมูล เพื่อทำการประกาศตัวแปร server ip และ port ที่รองรับ 37
ภาพที่ 3.11 โค้ดอาดูโน่ที่อุปกรณ์รับส่งข้อมูล เพื่อส่งข้อมูลไปยัง Node-red 37
ภาพที่ 3.12 การเปิดใช้งาน Amazon EC2 Instance 38
ภาพที่ 3.13 การเลือก Amazon Machine Image (AMI) 39
ภาพที่ 3.14 การเลือกประเภทอินสแตนซ์ 39
ภาพที่ 3.15 ตรวจสอบการตั้งค่าอินแสตนซ์ 40
ภาพที่ 3.16 การสร้างคู่คีย์ 40
ภาพที่ 3.17 ตรวจสอบสถานะอินแสตนซ์ที่เริ่มใช้งาน 41
ภาพที่ 3.18 สถานการณ์ทำงานของอินแสตนซ์ 41
ภาพที่ 3.19 ป้อนคำสั่งจำกัดสิทธิ์ให้คีย์ SSH ส่วนตัว 42
ภาพที่ 3.20 ใช้ SSH เพื่อเชื่อมต่อไปยังอินแสตนซ์ 42
ภาพที่ 3.21 ข้อความตอบกลับพร้อมใช้งานอินแสตนซ์ 42
ภาพที่ 3.22 การสร้างฐานข้อมูล 43
ภาพที่ 3.23 การสร้างตารางข้อมูล 43
ภาพที่ 3.24 ข้อมูลในตารางเมื่อสร้างเสร็จ 43
ภาพที่ 3.25 ออกแบบการทำงานบน Node-red 44
ภาพที่ 3.26 การตั้งค่าโหนดโพรโทคอลยูดีพี 44
ภาพที่ 3.27 การสร้างฟังก์ชั่นการทำงานที่โหนด send val to db 45
ภาพที่ 3.28 การตั้งค่าโหนด MySQL 45
ภาพที่ 3.29 การสร้างฟังก์ชันการทำงานที่โหนด select data 45
ภาพที่ 3.30 การสร้างฟังก์ชันการทำงานที่โหนด send to chart 45
ภาพที่ 3.31 การตั้งค่าโหนด chart 46
ภาพที่ 3.32 การตั้งค่าโหนด gauge 46
ภาพที่ 3.33 การตั้งค่าโหนด template 47
ภาพที่ 4.1 แผนผังแสดงการส่งข้อมูลไปที่ฐานข้อมูลและแสดงบนแดชบอร์ด (Dashboard) 48
ภาพที่ 4.2 จอแอลซีดีแสดง Healthcare Data Project 49
ภาพที่ 4.3 จอแอลซีดีแสดง Weight scale เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการชั่งน้ำหนัก 49
ภาพที่ 4.4 ทดลองชั่งน้ำหนัก 49
ภาพที่ 4.5 จอแอลซีดีแสดงคำว่า wait... เพื่อรอการประมวลผล 50
ภาพที่ 4.6 จอแอลซีดีแสดงค่าน้ำหนัก 50
ภาพที่ 4.7 เครื่องชั่งน้ำหนักและกล่องอุปกรณ์รับส่งข้อมูล 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.8 ภายในกล่องอุปกรณ์รับส่งข้อมูล 51
ภาพที่ 4.9 ฐานข้อมูล phpMyAdmin..... 51
ภาพที่ 4.10 หน้าแดชบอร์ด (Dashboard)..... 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการลงพื้นที่ดูความเรียบร้อยของหน่วยงานต่าง ๆ มีมากมาย ไม่ว่าจะเป็นการออกหน่วยดูแลความเรียบร้อยภายในหมู่บ้าน หรือตรวจสุขภาพของผู้คนในชนบท รวมถึงการออกหน่วยของเจ้าหน้าที่เพื่อเฝ้าติดตามรักษาผู้ป่วยเรื้อรังในพื้นที่ห่างไกลสัญญาณอินเทอร์เน็ต จากการสำรวจ พบว่า เจ้าหน้าที่อาสาสมัครมักต้องเผชิญกับปัญหาในการจัดเก็บข้อมูลที่เกิดจากการให้บริการตรวจสุขภาพของป่วยในชุมชน โดยส่วนใหญ่การตรวจสุขภาพของผู้ป่วยได้มีการจดบันทึกข้อมูลผู้ป่วยลงในกระดาษ จากนั้นจึงนำข้อมูลบันทึกลงบนคอมพิวเตอร์ จึงมองเห็นว่า การเก็บข้อมูลสุขภาพแบบเดิมทำให้เกิดความซ้ำซ้อนในการทำงาน ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อการสูญหายของข้อมูล หรือมีการบิดเบือดของข้อมูล และปัญหาที่เห็นได้ชัดที่สุดคือการค้นหาข้อมูลของผู้ป่วย และการนำข้อมูลไปวิเคราะห์ยังไม่ได้รับความสะดวกที่เพียงพอ ซึ่งอาจส่งผลต่อการทำงานของเจ้าหน้าที่ระดับสูงต่อไปเมื่อข้อมูลขั้นพื้นฐานผิดพลาด และเมื่อข้อมูลผู้ป่วยมีความบิดเบือนอาจจะส่งผลต่อตัวผู้ป่วยเอง เช่น เภสัชมีการจ่ายยาผิด จ่ายยาไม่ตรงกับโรค

จากปัญหาที่กล่าวมา ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดในการสร้างระบบจัดเก็บข้อมูลสุขภาพของผู้ป่วยเรื้อรัง ให้เชื่อมต่อกับเครื่องมือตรวจสุขภาพ โดยมีการส่งข้อมูลผ่านตัวกลางคือ เอ็นบีไอโอที ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำงานภายใต้สัญญาณโทรศัพท์ โดยเมื่อมีการตรวจวัดสุขภาพของผู้ป่วยในพื้นที่ไร้สัญญาณอินเทอร์เน็ตแล้ว ให้มีการส่งข้อมูลไปจัดเก็บในระบบได้ทันที เพื่อช่วยลดขั้นตอนการทำงานของเจ้าหน้าที่และเพื่อความถูกต้อง รวดเร็ว และความเป็นระเบียบของข้อมูล

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 สร้างระบบจัดเก็บข้อมูลสุขภาพเพื่อติดตามรักษาผู้ป่วยเรื้อรัง

1.2.2 เพื่อลดขั้นตอนการจัดเก็บข้อมูล ที่มีความเสี่ยงต่อการสูญหายของข้อมูลขณะเคลื่อนย้าย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ระบบจัดเก็บข้อมูลทางการแพทย์ สามารถจัดเก็บข้อมูลได้ตามเวลาจริง (real time) โดยออกแบบให้มีการรับข้อมูลจากเครื่องมือวัดผ่านบลูทูธ (Bluetooth) และนำข้อมูลที่ได้จัดเก็บลงฐานข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์ (Server) โดยมีเอ็นบีไอโอที (NB-IoT) เป็นตัวกลาง และนำข้อมูลไปแสดงผลผ่านแดชบอร์ด (Dashboard)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานในช่วงเริ่มต้นจะเป็นการศึกษาการทำงานต่าง ๆ รวมทั้งจัดหาอุปกรณ์สำหรับทำการวิจัย จากนั้นจึงเริ่มทดลองออกแบบอุปกรณ์ และจัดทำส่วนต่าง ๆ สุดท้ายเป็นการทดสอบและแก้ไข โดยมีกระบวนการเป็นลำดับขั้นดังนี้

1.4.1 ศึกษาข้อมูลการจัดทำโครงงานและออกแบบแผนผังการทำงาน รวมทั้งจัดเตรียมและสั่งซื้ออุปกรณ์

1.4.2 ศึกษาการทำงาน และการรับข้อมูลของเครื่องชั่งน้ำหนัก และเครื่องวัดความดัน

1.4.3 ศึกษาการทำงาน และการนำไปใช้ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ

1.4.4 ศึกษาการจัดเก็บ และบันทึกข้อมูล ลงบนฐานข้อมูล

1.4.5 เขียนโปรแกรมการรับส่งข้อมูลจากเครื่องชั่งน้ำหนักไปยังอาร์ดูโน่

1.4.6 เขียนโปรแกรมการนำข้อมูลจาก อาร์ดูโน่ไปแสดงผลบนแดชบอร์ด (Dashboard)

1.4.7 ศึกษาการจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล บนเซิร์ฟเวอร์

1.4.8 ทำการสร้างเซิร์ฟเวอร์ส่วนตัว และ ฐานข้อมูล

1.4.9 ทดลองการจัดเก็บและบันทึกข้อมูลลงบนฐานข้อมูล

1.4.10 ทำการสร้างแดชบอร์ด เพื่อแสดงผลข้อมูล

1.4.11 ทดสอบการทำงานของระบบจัดเก็บข้อมูลทางการแพทย์

1.4.12 ปรับปรุงและแก้ไขข้อผิดพลาด

1.4.13 รวบรวมข้อมูล จัดทำเป็นรูปเล่ม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ลดขั้นตอนและประหยัดเวลาในการจัดเก็บข้อมูลทางการแพทย์ และเพิ่มความสะดวกในการนำข้อมูลไปวิเคราะห์

1.5.2 ระบบการจัดเก็บข้อมูลทางการแพทย์สามารถใช้งานได้จริงในการออกหน่วยตรวจสุขภาพของ เจ้าหน้าที่อาสาสมัคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

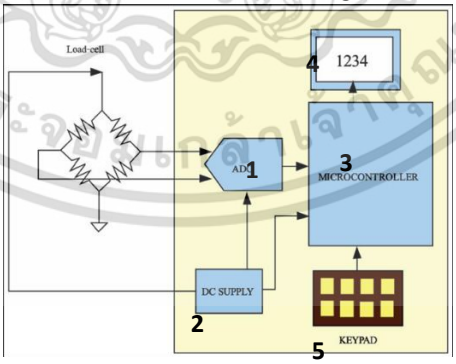
บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก (Weight scale) [1]

ภาพที่ 2.1 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล [2]

เครื่องชั่งน้ำหนัก แบบไฟฟ้าหรือดิจิทัล (digital scale) ที่นำมาใช้กับงานชั่งทั่วไปมีค่าน้ำหนักตั้งแต่ 60 กิโลกรัม ถึง 500 กิโลกรัม สามารถใช้เครื่องชั่งแบบแท่นชั่งขนาดเล็กได้ ซึ่งแท่นชั่งน้ำหนักจะประกอบไปด้วย แท่นชั่ง คือส่วนที่ใช้วางวัตถุหรือสิ่งของเพื่อรับน้ำหนัก อาจจะมีโครงสร้างเป็นเหล็กหรือ สแตนเลส และ จอแสดงน้ำหนัก: ส่วนแสดงค่าน้ำหนัก แบบตัวเลขดิจิทัล (ทำให้อ่านค่าน้ำหนักง่ายขึ้น) จอแสดงน้ำหนัก (Weigh indicator) หรือมีชื่อเรียกอื่น เช่น หัวเครื่องชั่ง หัวอ่านน้ำหนัก จอเครื่องชั่ง ทางราชการเรียก ส่วนชั่งน้ำหนัก (Load-measuring device) เป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งของเครื่องชั่งน้ำหนัก การทำงานของมันคล้ายกันกับมิเตอร์วัดไฟที่ช่างไฟฟ้าใช้โดยทั่วไป จะมีส่วนที่เพิ่มเติมเข้ามา เช่น ส่วนจ่ายกระแสไฟที่ต้องจ่ายไปให้ส่วนรับน้ำหนัก หรือโหลดเซลล์ (Load-cell) ส่วนประมวลผลที่จะแปลงหน่วยการวัดจากแรงดันไฟฟ้าเป็นค่าน้ำหนัก

2.1.1 ส่วนประกอบของจอแสดงผลน้ำหนัก (Weight indicator)



ภาพที่ 2.2 แผนผังการทำงานของเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล [1]

2.1.1.1 ภาคการแปลงแอนะล็อกเป็นดิจิทัล (Analog to digital convertor; ADC) ADC เปรียบเสมือน มิเตอร์วัดไฟ เป็นการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าออกมาเป็นตัวเลข ซึ่งตัวเลขที่ได้จะยังไม่มีหน่วยวัด แต่เรียกว่า จำนวนนับ (Count) จากคุณสมบัติของจอแสดงผลน้ำหนัก พบคำว่า Internal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

resolution ซึ่งคือจำนวนนับสูงสุดตลอดช่วงการวัดของ ADC เช่น ถ้าใช้ ADC ขนาด 24 บิต Internal resolution จะเป็น 2 ยกกำลัง 24 เท่ากับ 16777216 ADC ขนาด 24 บิต จะไม่ได้เอาทั้ง 24 บิตมาใช้งาน โดยค่าที่ใช้งานได้จริงอยู่ที่ 20 บิต ซึ่ง Internal resolution จะเป็น 2 ยกกำลัง 20 เท่ากับ 1048576

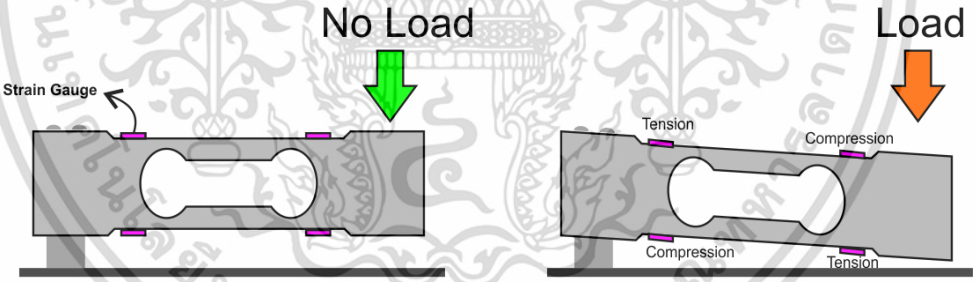
2.1.1.2 ภาคจ่ายไฟ ซึ่งจะจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับส่วนประกอบต่าง ๆ ทั้งหมด และจ่ายไฟให้กับโหลดเซลล์ด้วย

2.1.1.3 ส่วนประมวลผล ซึ่งจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผล ทำหน้าที่เหมือนกับเครื่องคิดเลข แต่จะทำการคำนวณเองโดยไม่ต้องให้คนคอยกดป้อนตัวเลข โดยจะเอาค่าจำนวนนับที่ได้จาก ADC มาทำการคำนวณค่าน้ำหนักที่กดบนโหลดเซลล์ตลอดเวลา และนำผลที่คำนวณแสดงออกมาที่จอแสดงผล

2.1.1.4 ภาคการแสดงผลตัวเลข (Display) นอกจากนี้ในส่วนประมวลผลจะต้องมีหน่วยความจำที่สามารถจดจำเลขสองจำนวนที่กล่าวไว้ข้างต้น คือ ซีโร่ (Zero) และ สแปน (Span) ซึ่งหน่วยความจำนี้ต้องสามารถเก็บข้อมูลไว้ได้แม้ว่าจะไม่มีการจ่ายไฟให้ เพราะไม่เช่นนั้นค่า ซีโร่ และสแปน ที่เก็บไว้จะสูญหายไปเมื่อปิดเครื่องและจะต้องทำการสอบเทียบน้ำหนักมาตรฐานทุกครั้งเมื่อมีการปิดเครื่อง

2.1.1.5 ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน ซึ่งคือปุ่มกดต่าง ๆ ที่อยู่บนแผงหน้าปัดของเครื่อง

2.1.2 โหลดเซลล์ (Load cell) [2]



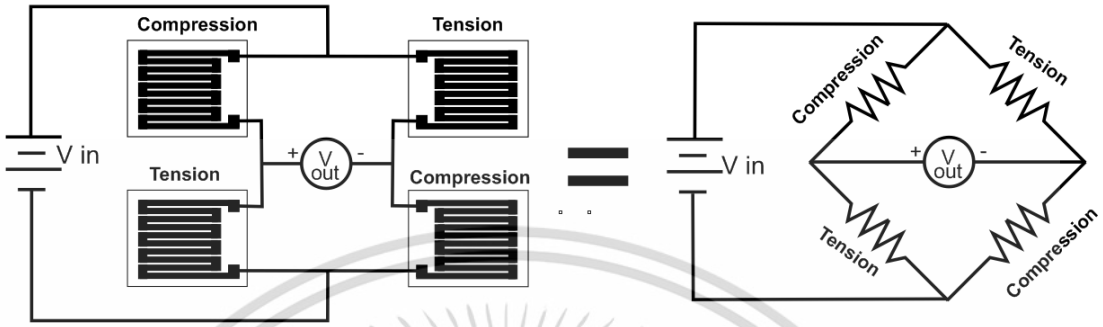
ภาพที่ 2.3 โหลดเซลล์เมื่อไม่มีแรงมากระทำ และมีแรงมากระทำ [3]

โหลดเซลล์ คือ เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดน้ำหนัก ทำหน้าที่เป็นตัวรับแรงกดแล้วส่งสัญญาณ แอนะล็อก (Analog) หรือ ดิจิทัล (Digital) ไปยังส่วนประมวลผล การวัดแรงกระทำทางกลหรือปริมาณของโหลด (Load) ที่ต้องการทราบค่า จะใช้ สเตรนเกจ (Strain Gauge) มาติดตั้งในบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปทรงของโหลดเซลล์ เมื่อมีแรงมากระทำกับตัวโหลดเซลล์จะทำให้สเตรนเกจที่ติดอยู่ในบริเวณที่มีการเปลี่ยนรูปทรงยืดหรือหดตัว ทำให้ค่าความต้านทานที่ตัวสเตรนเกจเปลี่ยนไป

จากภาพที่ 2.3 ในจุดที่สเตรนเกจได้รับแรงกด (Compression) จะทำให้สเตรนเกจหดตัวเข้าหากัน และในจุดที่ได้รับแรงดึง (tension) จะทำสเตรนเกจถูกยืดออก จึงทำให้ค่าความต้านทาน

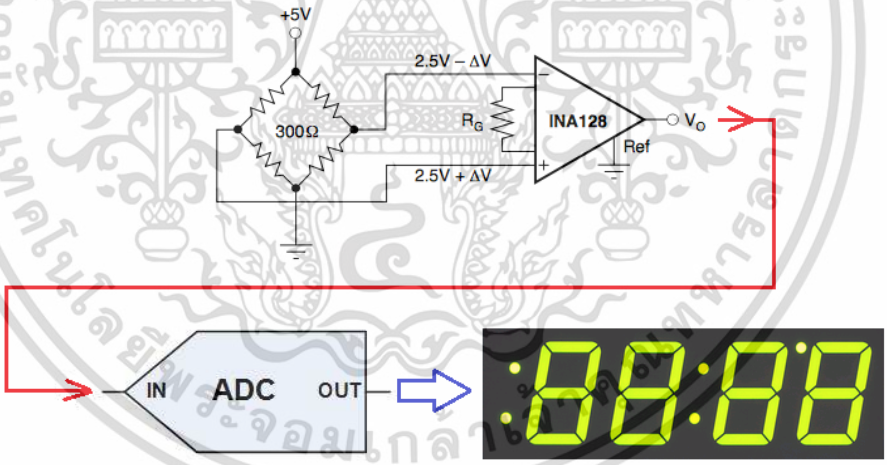
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของ สเตรนเกจเปลี่ยนแปลงไป สเตรนเกจทั้ง 4 ตัวที่อยู่บนโหลดเซลล์แบบแท่ง จะถูกต่ออยู่ด้วยกันในลักษณะของวงจรวีทสโตนบริจด์ (Wheatstone Bridge) เพื่อแปลงเป็นแรงดันไฟฟ้า (voltage difference) ต่อไป



ภาพที่ 2.4 การต่อสเตรนเกจแบบวงจรวีทสโตนบริจ [3]

ค่าแรงดัน (voltage) ที่ออกมาจะถูกขยายสัญญาณโดยตัวขยายสัญญาณ (amplifier) และจะถูกส่งเข้า ADC (Analog to Digital Converter) เพื่อแสดงผลเป็นตัวเลขน้ำหนัก



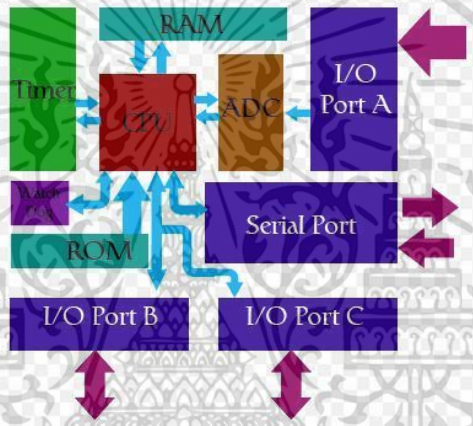
ภาพที่ 2.5 แผนผังแสดงการนำสัญญาณเอาต์พุต ไปแสดงผล [3]

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) [4]

ไมโครคอนโทรลเลอร์ มักย่อว่า μC, uC หรือ MCU คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ถ้าแปลความหมายแบบตรงตัวก็คือ ระบบคอนโทรลขนาดเล็กเรียกอีกอย่างหนึ่ง คือเป็นระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย โดยผ่านการออกแบบวงจรให้เหมาะกับงานต่าง ๆ และยังสามารถโปรแกรมคำสั่งเพื่อควบคุมขา อินพุต (Input) และเอาต์พุต (Output) เพื่อสั่งงานให้ไปควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อีกด้วย ซึ่งนับว่าเป็นระบบที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย ทั้งทางด้านดิจิทัลและแอนะล็อก ยกตัวอย่าง เช่น ระบบสัญญาณตอบรับอัตโนมัติ, ระบบบัตรคิว, ระบบตอกบัตรพนักงาน และอื่น ๆ ยิ่งระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ในยุคปัจจุบันนั้นสามารถทำการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย (Network) ของคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้อีกด้วย ดังนั้นการสั่งงานจึงไม่ใช่แค่หน้าแผงวงจร แต่อาจจะเป็นการสั่งงานอยู่คนละซีกโลกผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก็ได้



ภาพที่ 2.6 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ [5]

2.2.1 อาร์ดูโน่ (Arduino)

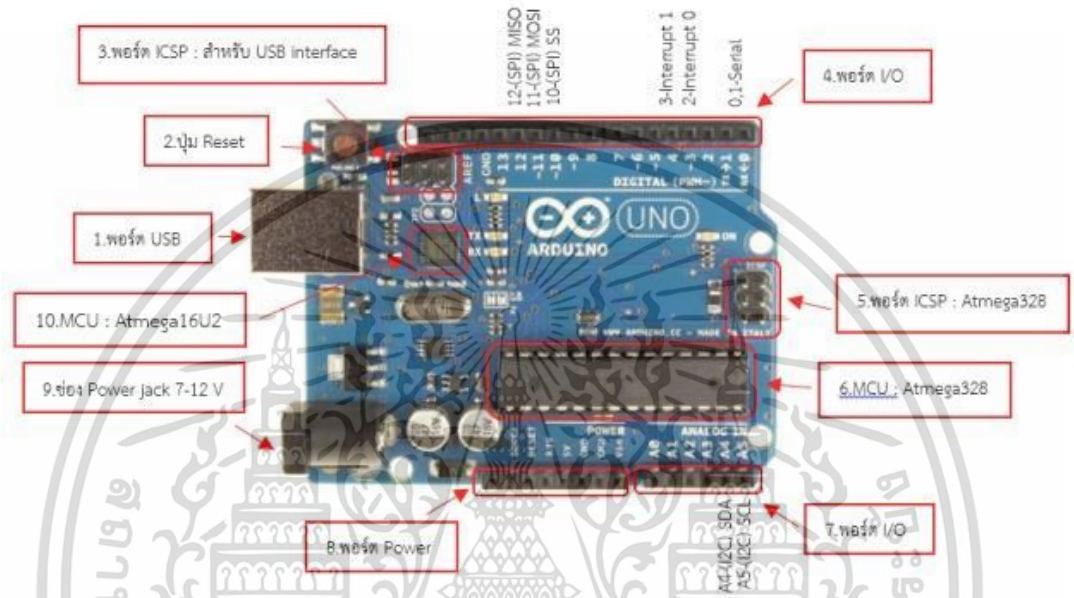
อาร์ดูโน่เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดแบบสำเร็จรูปในยุคปัจจุบัน ซึ่งถูกสร้างมาจาก คอนโทรลเลอร์ตระกูล ARM ของ ATMEL ข้อดีของไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดคือเรื่องของระบบเปิด (Open Source) ที่สามารถนำไปพัฒนาต่อเป็นอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ และความสามารถในการเพิ่มบูทโหลดเดอร์ (Boot Loader) เข้าไปที่ตัว ARM จึงทำให้การอัปโหลดโค้ดเข้าตัวบอร์ดสามารถทำได้ง่ายขึ้น และยังมีการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการควบคุมตัวบอร์ดของอาร์ดูโน่มีลักษณะเป็นภาษา C++ ที่นักเขียนโปรแกรมมีความคุ้นเคยในการใช้งาน ตัวบอร์ดสามารถนำโมดูลมาต่อเพิ่ม ซึ่งทางอาร์ดูโน่เรียกว่าเป็น ชิลด์ (shield) เพื่อเพิ่มความสามารถมากขึ้น

2.2.1.1 อาร์ดูโน่อูโน่ อาร์สาม (Arduino Uno R3)

คำว่า อูโน่ (Uno) เป็นภาษาอิตาลี ซึ่งแปลว่าหนึ่ง เป็นบอร์ดอาร์ดูโน่รุ่นแรกที่ผลิตออกมา มีขนาด ประมาณ 68.6x53.4 มิลลิเมตร เป็นบอร์ดมาตรฐานที่นิยมใช้งานมากที่สุด เนื่องจากเป็นขนาดที่เหมาะสำหรับการเริ่มต้นเรียนรู้อาร์ดูโน่และมีชิลด์ให้เลือกใช้งานได้มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

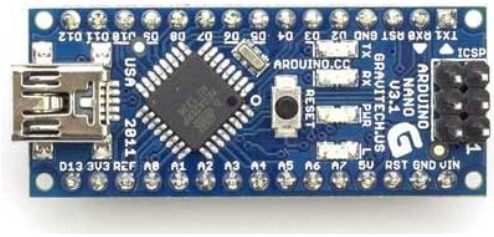
บอร์ดอาร์ดูโน่รุ่นอื่น ๆ ที่ออกแบบมาเฉพาะมากกว่า โดยบอร์ดอาร์ดูโน่อูโน่ ได้มีการพัฒนาเรื่อยมาตั้งแต่ R2 R3 และรุ่นย่อยที่เปลี่ยนชิปไอซี เป็นแบบ SMD เป็นบอร์ดอาร์ดูโน่ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากราคาไม่แพง และส่วนใหญ่โปรเจกต์และไลบรารี่ต่าง ๆ ที่พัฒนาขึ้นมาสนับสนุนจะอ้างอิงกับบอร์ดนี้เป็นหลัก และข้อดีอีกอย่างคือกรณีที่ MCU เสียผู้ใช้งานสามารถซื้อมาเปลี่ยนเองได้ง่าย อาร์ดูโน่อูโน่ อาร์สาม มี MCU ที่เป็น แพ็กเกจดีไอพี (Package DIP)



ภาพที่ 2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ อาร์ดูโน่อูโน่ อาร์สาม [6]

2.2.1.2 อาร์ดูโน่นาโน (Arduino Nano)

บอร์ดอาร์ดูโน่นาโน ออกแบบมาให้มีขนาดเล็ก และใช้กับงานทั่ว ๆ ไป ใช้ชิปไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ ATmega168 หรือเบอร์ ATmega328 โปรแกรมผ่านโพรโทคอล UART มีชิป USB to UART มาให้ ใช้ยูเอสบีขนาดเล็ก (Mini USB) เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ มีพอร์ตดิจิทัลอินพุต เอาต์พุต 14 พอร์ต มีพอร์ตแอนะล็อกอินพุต 8 พอร์ต บนบอร์ดยังมีตัวควบคุมอัตโนมัติ (Regulator) สามารถจ่ายไฟได้ตั้งแต่ 7 – 12 โวลต์ เพื่อให้บอร์ดทำงานได้ (จ่ายไฟที่ขา Vin) กรณีมีแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์อยู่แล้ว สามารถจ่ายไฟเข้าได้โดยตรงที่ขา 5 โวลต์



ภาพที่ 2.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์ อาร์ดูโน่นาโน [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 บลูทูธ (Bluetooth) [8]

บลูทูธ คือ ระบบสื่อสารของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบสองทาง ด้วยคลื่นวิทยุระยะสั้น (Short-Range Radio Links) โดยปราศจากการใช้สายเคเบิ้ล หรือ สายสัญญาณเชื่อมต่อ และไม่จำเป็นจะต้องใช้การเดินทางแบบเส้นตรงเหมือนกับอินฟราเรด ซึ่งถือว่าเพิ่มความสะดวกมากกว่าการเชื่อมต่อแบบอินฟราเรด ที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์มือถือกับอุปกรณ์ในโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นก่อนๆ และในการวิจัยไม่ได้มุ่งเฉพาะการส่งข้อมูลเพียงอย่างเดียว แต่ยังศึกษาถึงการส่งข้อมูลที่เป็นเสียง เพื่อใช้สำหรับชุดหูฟังบนโทรศัพท์มือถือ (Headset) ด้วย

2.3.1 การทำงานของบลูทูธ

บลูทูธ จะใช้สัญญาณวิทยุความถี่สูง 2.4 GHz (กิกะเฮิรตซ์) 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 ระยะทำการของ บลูทูธ จะอยู่ที่ 5-10 เมตร โดยมีระบบป้องกันโดยใช้การป้อนรหัสก่อนการเชื่อมต่อ และ ป้องกันการดักสัญญาณระหว่างสื่อสาร โดยระบบจะสลับช่องสัญญาณไปมา จะมีความสามารถในการเลือกเปลี่ยนความถี่ที่ใช้ในการติดต่อเองอัตโนมัติ โดยที่ไม่จำเป็นต้องเรียงตามหมายเลขช่อง ทำให้การดักฟังหรือลักลอบขโมยข้อมูลทำได้ยากขึ้น

โดยหลักของบลูทูธจะถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากใช้การขนส่งข้อมูลในจำนวนที่ไม่มาก อย่างเช่น ไฟล์ภาพ, เสียง, แอปพลิเคชันต่าง ๆ และสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ขอให้อยู่ในระยะที่กำหนดไว้เท่านั้น (ประมาณ 5-10 เมตร) นอกจากนี้ยังใช้พลังงานต่ำ กินไฟน้อย และสามารถใช้งานได้นาน โดยไม่ต้องนำไปชาร์จไฟบ่อย ๆ ด้วย

ส่วนความสามารถการส่งถ่ายข้อมูลของบลูทูธ จะอยู่ที่ 1 Mbps (1 เมกะบิตต่อวินาที) จึงไม่มีปัญหาอะไรมากกับขนาดของไฟล์ที่ใช้กันบนโทรศัพท์มือถือ หรือ การใช้งานแบบทั่วไป ซึ่งถือว่าเหลือเฟือมาก แต่ถ้าเป็นข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ อาจจะช้าเกินไป และถ้าถูกนำไปเปรียบกับแลนไร้สาย (Wireless LAN; WLAN) แล้ว ความสามารถของ บลูทูธ ยังห่างชั้นกันพอสมควร ซึ่งในส่วนของ WLAN ก็ยังมีระยะการรับ-ส่งที่ไกลกว่า แต่ข้อได้เปรียบของ บลูทูธ อยู่ที่ขนาดที่เล็กกว่า การติดตั้งทำได้ง่ายกว่า และที่สำคัญ การใช้พลังงานก็น้อยกว่ามาก อยู่ที่ 0.1 วัตต์ หากเทียบกับคลื่นมือถือแล้ว ยังห่างกันอยู่หลายเท่า

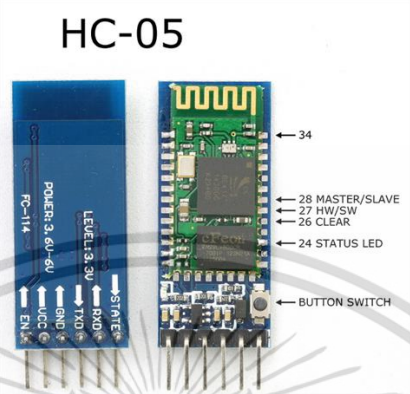
2.3.2 โมดูลบลูทูธ HC-05 (HC-05 Bluetooth Module) [9]

โมดูลบลูทูธ HC-05 เป็นโมดูลไร้สายที่ใช้สื่อสารกันด้วยบลูทูธซีเรียลพอร์ตโพรโทคอล (Serial Port Protocol; SPP) โดยซีเรียลพอร์ต (Serial Port) เป็นบลูทูธ V2.0+EDR (Enhance Data Rate) 3 Mbps Modulation พร้อมกับความถี่ใช้งาน 2.4 GHz สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์บลู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทูธอื่น ๆ ได้ รวมทั้ง เชื่อมต่อด้วยซีเรียลอินเทอร์เฟส (Serial Interface) ระหว่างคอมพิวเตอร์ด้วยวงจร RS232 เพื่อเข้าสู่ AT Command ในการปรับแต่งค่าต่าง ๆ ของโมดูล

โมดูลรุ่นนี้สามารถตั้งค่าให้เป็นได้ทั้งโหมดมาสเตอร์ (Master) และโหมดสลาฟ (Slave) ซึ่งรายละเอียดจะอยู่ในส่วนของ AT Command



ภาพที่ 2.9 โมดูลบลูทูธ HC-05 [9]

ขาของโมดูลบลูทูธ HC-05 มีดังนี้

- KEY เป็นขาอินพุต ใช้สำหรับเข้าสู่โหมด AT command
- VCC เป็นขาสำหรับแรงดันไฟเลี้ยงในช่วง +3.6V ... +5.5V
- GND เป็นขากราวด์
- TXD เป็นขาเอาต์พุตสำหรับซีเรียล (แรงดันลอจิกที่ 3.3V)
- RXD เป็นขาอินพุตสำหรับซีเรียล (แรงดันลอจิกที่ 3.3V)
- STATE เป็นขาเอาต์พุต ใช้ระบุสถานการณ์เชื่อมต่อผ่านบลูทูธ ว่ามีการเชื่อมต่อหรือไม่ (Disconnected / Connected)

คุณสมบัติต่าง ๆ

- ความตอบสนองสัญญาณ -80 dBm
- กำลังส่งคลื่นวิทยุเพิ่มได้ถึง +4 dbm
- แรงดัน 1.8-3.6 v
- PIO Control
- UART Interface พร้อมกับสามารถปรับแต่ง baud rate ได้
- เสาอากาศในตัว

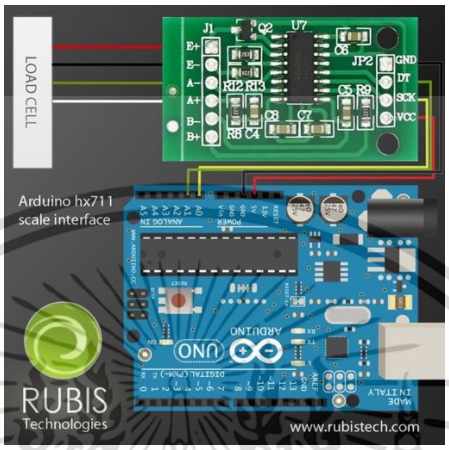
รายละเอียดการทำงานต่าง ๆ

- Baud Rate ปกติ: 38400, Data bits: 8, Stop Bits: 1, Parity: No
- รองรับ Baud Rate : 9600,19200,38400,57600,115200,230400,460800

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 โมดูลเซนเซอร์ขยายสัญญาณน้ำหนัก HX 711 (HX 711 Weight sensor Amplifier Module) [10]

โมดูลสำหรับขยายสัญญาณของโหลดเซลล์ สำหรับส่งให้อาร์ดูโน่โดยการแปลงสัญญาณจากแอนะล็อกเป็นดิจิทัล 24 บิต (ADC) เพื่อขยายสัญญาณของโหลดเซลล์ โดยมีช่องเสียบกับโหลดเซลล์โดยตรง สำหรับบอร์ดนี้รองรับแรงดันอยู่ในช่วง 2.6 ถึง 5.5 โวลต์

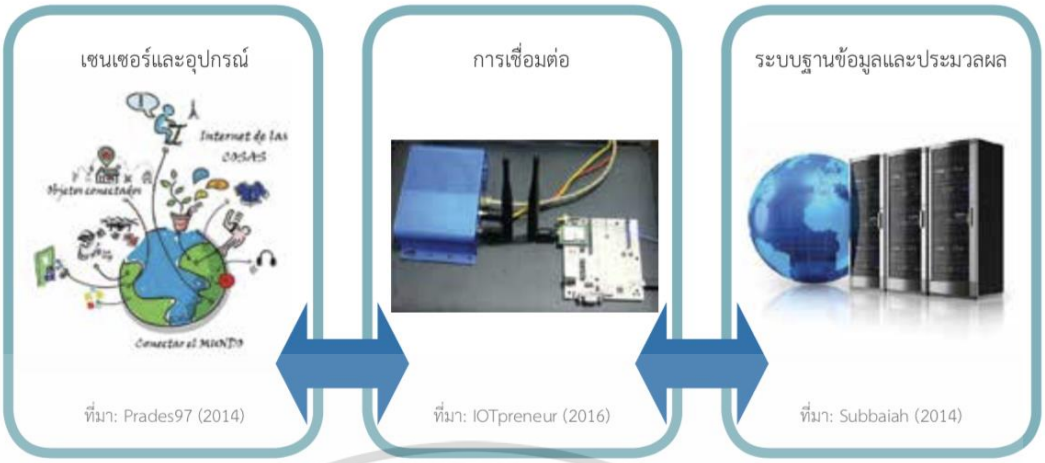


ภาพที่ 2.10 การต่อโมดูล HX711 กับ อาร์ดูโน่ [10]

2.5 อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things; IoT) [11]

เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) หรือ “อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง” หมายถึง การที่สิ่งต่าง ๆ ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทาให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุม ใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การสั่ง เปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือ สื่อสาร เครื่องใช้สำนักงาน เครื่องมือทางการเกษตร เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม อาคาร บ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น โดยเทคโนโลยีนี้จะเป็นทั้งประโยชน์อย่างมหาศาล และความเสี่ยงไปพร้อม ๆ กัน เพราะหากระบบรักษาความปลอดภัยของอุปกรณ์และเครือข่าย อินเทอร์เน็ตไม่ดีพอ จะทาให้ผู้ไม่ประสงค์ดีเข้ามากระทำการที่ไม่พึงประสงค์ต่ออุปกรณ์ข้อมูลสารสนเทศ หรือความเป็นส่วนตัวของบุคคลได้ ดังนั้น การพัฒนาไปสู่ระบบไอโอที จึงมีความจำเป็นต้อง พัฒนามาตรการและเทคนิคในการรักษาความปลอดภัยไอทีควบคู่กันไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.11 ลักษณะของระบบไอโอที [11]

การเชื่อมต่ออุปกรณ์ ไอโอทีบนเครือข่ายไร้สาย

การเชื่อมต่ออุปกรณ์ในไอโอทีมีหัวใจสำคัญคือ การเชื่อมต่อการสื่อสารด้วยระบบไร้สาย เทคโนโลยี เครือข่ายเป็นส่วนช่วยในการเชื่อมโยงอุปกรณ์เข้าด้วยกัน โดยอุปกรณ์จะส่งข้อมูลเข้าสู่เครือข่ายแบบไร้สาย เพื่อให้ทำการประมวลผลแอปพลิเคชันและบริการ (Applications and Services) บนคลาวด์ (Cloud) ได้ อินเทอร์เน็ตเป็นส่วนหลัก ในการประสานอุปกรณ์ทุกตัวให้สามารถสื่อสารระหว่างกันได้บนโพรโทคอลมาตรฐาน แม้จะมีการเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายที่แตกต่างกัน ลักษณะของระบบไอโอทีแสดงดังภาพที่ 2.11 โดยการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีบนเครือข่ายสามารถพิจารณาชั้นการเชื่อมต่ออย่างง่ายได้สามชั้นคือ

1. ชั้นกายภาพและเครือข่าย (Physical and Network Access Layer)
2. ชั้นอินเทอร์เน็ต (Internet Layer)
3. ชั้นแอปพลิเคชัน (Application Layer)

ซึ่งแต่ละชั้นจะมีเทคโนโลยีและมาตรฐาน รวมถึงผู้ผลิตที่หลากหลาย ที่สามารถนำมาใช้ ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีเข้ากับเครือข่ายได้ รายละเอียดของแต่ละชั้นแสดงดังต่อไปนี้

2.5.1 ชั้นกายภาพและเครือข่าย (Physical and Network Access Layer)

ชั้นกายภาพและเครือข่ายเป็นชั้นที่อยู่ล่างสุดของเครือข่ายไอโอที จะเป็นชั้นที่กำหนดกระบวนกานสื่อสารในระดับบิตของข้อมูล เทคนิคการมอดูเลต คลื่นความถี่และแบนด์วิดท์ (Bandwidth) ที่ใช้ รวมถึงการจัดรูปแบบของเฟรมข้อมูล ที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์และเครือข่าย เทคโนโลยีและมาตรฐานที่รองรับการเชื่อมต่อในชั้นกายภาพ มีจำนวนมาก แต่ละเทคโนโลยีมีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกันออกไป เช่น บริษัท Texas Instrument สร้างชิป แผงวงจรรวมในตระกูล CC2500 พร้อมชุดพัฒนาขึ้นตามมาตรฐานการสื่อสาร IEEE 802.15.4 หรือบริษัท Maxstream ได้สร้างอุปกรณ์ XBee และ XBee PRO พร้อมชุดพัฒนาขึ้นบนพื้นฐานของ Zigbee ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วน อุปกรณ์บลูทูธได้มีการพัฒนามาตรฐานใหม่ที่มีการใช้พลังงานต่ำกว่าเดิมมาก คือมาตรฐานบลูทูธพลังงานต่ำ หรือบีแอลอี (Bluetooth Low Energy; BLE) อุปกรณ์สื่อสารไร้สายที่ใช้พลังงานต่ำส่วนมากจะมีระยะทาง การสื่อสารไม่ไกลนัก เนื่องจากมีค่าความไวในการรับในระดับที่จำกัด แต่มีการพัฒนาการมอดูเลตที่ใช้การ กระจายสเปกตรัม ให้เป็นแถบกว้าง ซึ่งจะสามารถขยายระยะทางการสื่อสารให้มีมากขึ้น ที่เรียกว่า ลอรา (LoRa) โดยสามารถเชื่อมต่อการสื่อสารในระยะทางมากกว่า 500 เมตรได้ นอกจากนี้ยังมีการพัฒนามาตรฐานการสื่อสารไร้สายเพื่อใช้กับระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่เดิม ที่สามารถนำแถบความถี่ช่วงแถบความถี่คุมมาใช้ คือ มาตรฐานเอ็นบีไอโอที (NB-IoT) อีกด้วย ในโครงงานนี้จะนำเทคโนโลยีเอ็นบีไอโอทีมาใช้มีรายละเอียด ดังนี้

2.5.1.1 เอ็นบีไอโอที (Narrow Band Internet of Things; NB-IoT) [12]

ภาพที่ 2.12 อุปกรณ์เอ็นบีไอโอที (NB-IoT Shield) [12]

เอ็นบีไอโอที ถูกนำเสนอโดย 3GPP ผู้กำกับดูแล มาตรฐานด้านการสื่อสารบนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยถูกออกแบบให้ใช้กำลังงานต่ำความเร็วในการ สื่อสารและความถี่ในการส่งข้อมูลต่ำ อุปกรณ์เอ็นบีไอโอทีทำงานบนย่านความถี่เดียวกันกับที่ GSM, 3G หรือ LTE (Wang et. al, 2016) ซึ่งเป็นย่านความถี่ Licensed Band ที่ต้องได้รับการอนุญาตใช้งานจากหน่วยงาน ที่กำกับดูแลทอพอลอจี การเชื่อมต่อใช้ทอพอลอจีสตาร์ ส่งและรับข้อมูลจากสถานีฐานของเครือข่ายโทรศัพท์ เคลื่อนที่ที่ให้บริการ เอ็นบีไอโอทีใช้แถบความถี่อย่างน้อย 180 kHz ซึ่งสามารถทำได้สามลักษณะคือ ใช้อยู่บนคลื่นความถี่หนึ่งช่องของ GSM ใช้อยู่บนแถบความถี่คุมของ LTE หรือใช้อยู่บนคลื่นความถี่เดียวกันกับ LTE โดยให้ใช้บนแถบความถี่หนึ่งบล็อก มีความเร็วในการสื่อสาร 250 kbps และมีความไวการรับสัญญาณได้ ในระดับมากกว่า -150 dBm จึงมีระยะทางการสื่อสารที่ไกลมาก โดยมีความไวของการรับสัญญาณดีกว่า GSM และ LTE ที่ใช้อยู่เดิมประมาณ 20 dB ด้วย การที่ผู้ให้บริการโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นผู้ดำเนินการสื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์เอ็นบีไอโอทีจึงไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำเป็นต้องมีอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตเกตเวย์ ข้อมูลจะถูกส่งจาก อุปกรณ์เอ็นบีไอโอทีผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังแอปพลิเคชันเซิร์ฟเวอร์ได้โดยตรง

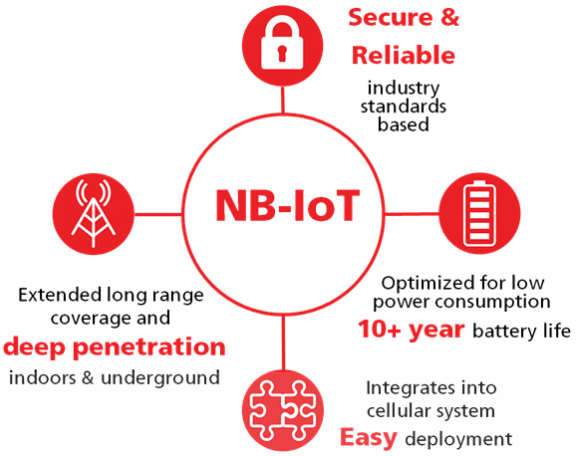
นอกจากนี้ในชั้นกายภาพยังต้องพิจารณาถึงแถบความถี่ที่จะใช้งานในการส่งสัญญาณแบบไร้สายด้วย โดยแบ่งแถบความถี่ออกเป็นสองประเภท คือ Unlicensed Band และ Licensed Band ซึ่งถูกกำหนด การใช้งานในประเทศไทยโดยคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคม แห่งชาติ หรือ กสทช. แถบความถี่ย่าน Unlicensed Band ในประเทศไทยมีการกำหนดให้สามารถใช้งานได้ โดยมีค่ากำลังส่งสูงสุดไม่เกินค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2.1 นอกจากนี้ที่ประชุม กสทช. มีมติเห็นชอบให้ใช้ คลื่นความถี่ย่าน 920-925 MHz เพื่อรองรับเทคโนโลยีไอโอที ตาม (ร่าง) ประกาศ กสทช. เรื่อง มาตรฐาน ทางเทคนิคของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์สำหรับเครื่องวิทยุคมนาคมที่ไม่ใช่ประเภท Radio Frequency Identification: RFID ซึ่งใช้คลื่นความถี่ย่าน 920-925 MHz

ในส่วนของ Licensed Band จะดำเนินการโดยผู้ให้บริการด้านเครือข่ายโทรคมนาคมที่ได้รับใบอนุญาต ในการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3G หรือย่านที่ให้บริการ LTE โดยสามารถใช้ได้ทั้งความถี่ในช่วงแถบความถี่คุม (Guard Band) หรือใช้ในแบรนด์ความถี่เดียวกันกับที่ให้บริการ LTE เลยก็ได้ (In Band)

ตารางที่ 2.1 แถบความถี่ที่ได้รับการยกเว้นใบอนุญาต (Unlicensed Band)

แถบความถี่	กำลังส่งสูงสุด (E.I.R.P)
13.553 – 13.567 MHz	10 mW
26.965 – 27.405 MHz	100 mW
30 – 50 MHz	10 mW
54-74 MHz	10 mW
300 – 500 MHz	10 mW
2400 – 2500 MHz	100 mW
5150 – 5300 MHz	200 mW
5470 – 5850 MHz	1 W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.13 คุณสมบัติของอุปกรณ์เอ็นบีไอโอที [13]

เอ็นบีไอโอที [13] เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารระยะไกลแบบใช้พลังงานต่ำ ที่มีการพัฒนาต่อยอดมาจากระบบ LTE (4G) เหมาะกับ แอปพลิเคชัน ที่ไม่ต้องการความเร็วในการส่งข้อมูลมากนักเช่น Smart Parking หรือ Smart metering NB-IoT มีคุณสมบัติดังนี้

1. รองรับการสื่อสารโดยใช้พลังงานต่ำ รองรับการใช้งานแบตเตอรี่ของอุปกรณ์ไอโอที ได้นานถึง 10 ปี
2. เพิ่มประสิทธิภาพในการรับสัญญาณให้ดีขึ้น (รองรับสัญญาณได้ดีขึ้น 20 dB หรือเพิ่มพื้นที่ให้บริการได้ 10 เท่า) ทำให้สามารถครอบคลุมพื้นที่ให้บริการได้มากขึ้นรวมถึงบริเวณที่สัญญานมือถือปกติเข้าไปไม่ถึงเช่น ใต้ดิน ผนัง กำแพงก็สามารถติดตั้งใช้งานอุปกรณ์ไอโอทีได้
3. สามารถรองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไอโอที ได้เป็นจำนวนมาก (มากกว่าแสนอุปกรณ์ต่อสถานีฐาน)
4. เหมาะสำหรับการใช้งานอุปกรณ์ไอโอที ที่ต้องการความเร็วในการส่งสัญญาณไม่เกิน 200 kb
5. ในระยะยาวอุปกรณ์จะมีราคาถูกกว่าอุปกรณ์ที่ใช้ 2G/3G/4G และ Cat-M1

2.5.2 ชั้นอินเทอร์เน็ต (Internet Layer)

อุปกรณ์ไอโอทีเป็นอุปกรณ์ที่ถูกออกแบบให้ส่งผ่านข้อมูลเข้าสู่โครงข่ายอินเทอร์เน็ต อุปกรณ์ไอโอที ที่สามารถส่งข้อมูลตรงเข้าอินเทอร์เน็ตได้จำเป็นจะต้องมีรูปแบบข้อมูลตามโพรโทคอลไอพี เพื่อให้สามารถ สื่อสารระหว่างเซิร์ฟเวอร์ที่อยู่บนอินเทอร์เน็ตได้ ในส่วนอุปกรณ์ไอโอทีที่มีการกำหนดโพรโทคอลในชั้นกายภาพ และเครือข่ายเท่านั้นจะมีความสามารถในการส่งผ่านข้อมูลระหว่างอุปกรณ์หรือระหว่างอุปกรณ์และเกตเวย์ ในลักษณะโลคัล ไม่สามารถส่งข้อมูลเข้าสู่อินเทอร์เน็ตได้ เนื่องจากรูปแบบของข้อมูลมีลักษณะเฉพาะตัวของ แต่ละวิธีการ ไม่ได้ถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบโพรโทคอลอินเทอร์เน็ตที่มีความซับซ้อนกว่า ดังนั้นอุปกรณ์ไอโอที จึงจำเป็นต้องส่งต่อข้อมูลต่อไปยังชั้นอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นชั้นที่รับข้อมูลต่อจากชั้นกายภาพและเครือข่าย ชั้นอินเทอร์เน็ตจะทำหน้าที่ระบุและจัดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นทางของแพ็กเกจข้อมูล ทั้งยังทำหน้าที่แปลงข้อมูลให้อยู่ใน รูปแบบโพรโทคอล มาตรฐานที่สามารถสื่อสารในโครงข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ในชั้นนี้อุปกรณ์โดยรวมอาจเรียกว่า เป็นแวนเกตเวย์ (Wide Area Network Gateway; WAN Gateway) ที่รับข้อมูลมาจากอุปกรณ์ไอโอทีโดยตรง หรือรับมาจากไอโอทีเกตเวย์ที่รวบรวมข้อมูลจากอุปกรณ์ไอโอทีหลายๆ ตัวรวมกันมาก็ได้ ตัวอย่างโพรโทคอล ที่นิยมนำมาใช้ในงานไอโอทีคือ โพรโทคอลซิกซ์โลแพน (6LoWPAN) เป็นโพรโทคอลที่จัดการเฮดเดอร์ของ ไอพีวีซิกซ์ (IPv6) ที่มีความยาวมากกว่าบนเครือข่ายตามมาตรฐาน IEEE 802.15.4 ที่มีขนาดแพ็กเกจเล็กกว่าได้ ปกติขนาดแพ็กเกจของ 802.15.4 มีความยาว 128 ไบต์ โพรโทคอลซิกซ์โลแพนมีการกำหนดแอดเดรสที่มี ความยาวแตกต่างกัน แบนด์วิดท์ใช้งานน้อย รองรับทอพอลอจีทั้งแบบสตาร์และเมช มีการจัดการพลังงานที่ดี สามารถใช้งานบนเครือข่ายที่อุปกรณ์โนดมีการเคลื่อนที่และรองรับการหลับของอุปกรณ์ที่มีระยะเวลานานได้ โพรโทคอลซิกซ์โลแพนจะทำการบีบอัดเฮดเดอร์ของเฟรมข้อมูลเพื่อลดปริมาณข้อมูลโอเวอร์เฮด (Overhead) ของเฟรมข้อมูล ทั้งยังมีกระบวนการแบ่งเฟรม (Fragmentation) เพื่อให้สามารถใส่ในเฟรมข้อมูลขนาด 128 ไบต์ได้ และรองรับการส่งข้อมูลแบบมัลติฮอป (Multi-hop)

การจัดการเฟรมของซิกซ์โลแพนแบ่งออก เป็น 4 รูปแบบ แตกต่างกันที่เฮดเดอร์ คือ

1. ไม่มีซิกซ์โลแพนเฮดเดอร์ สำหรับการส่งเฟรมข้อมูลที่ไม่เป็น ไปตามโพรโทคอลซิกซ์โลแพนจะถูกตัดทิ้งไป
2. ดิสแพตช์เฮดเดอร์ สำหรับการส่งแบบมัลติคาสต์ มีการบีบอัด เฮดเดอร์
3. เมชเฮดเดอร์ สำหรับการส่งแบบบรอดคาสต์
4. แฟรกเมนต์เฮดเดอร์ สำหรับการส่งเฟรม ข้อมูลที่มีขนาดยาวและถูกแบ่งเฟรม

นอกเหนือจากโพรโทคอลซิกซ์โลแพนยังมีโพรโทคอลอื่นๆ ที่รองรับการ สื่อสารข้อมูลในชั้นกายภาพและเครือข่ายที่แตกต่างกัน เช่น 6TiSCH รองรับมาตรฐาน IEEE 802.15.4e หรือ 6Lo ที่รองรับไอพีวีซิกซ์บน IEEE485 มาสเตอร์-สเลฟ/โทเคนพาส ไอพีวีซิกซ์บน IEEE 802.11ah หรือไอพีวีซิกซ์บนเอ็นเอฟซี เป็นต้น ส่วนไอพีวีซิกซ์บนบีแอลอีมีลักษณะคล้ายกับโพรโทคอลซิกซ์โลแพน ต่างกันเพียงจะไม่มีการแบ่งเฟรม เนื่องจากตามโพรโทคอลของบีแอลอีจะมีการแบ่งเฟรมให้มีขนาดเล็กอยู่แล้ว ให้มีขนาด 27 ไบต์ และตัดความสามารถในการส่งข้อมูลแบบมัลติฮอปออกไป

ในส่วนของลอราบนชั้นอินเทอร์เน็ตจะอยู่ในสถาปัตยกรรมเครือข่ายแบบลอราแวน (LoRa Alliance, 2015) ที่ใช้ทอพอลอจีแบบสตาร์ มีการใช้งานเกตเวย์ในการรีเลย์ข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ไอโอทีลอราปลายทาง มายังเซิร์ฟเวอร์ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต อุปกรณ์ลอรามีการส่งคลื่นที่แถบความถี่และสเปรดแฟกเตอร์ ที่แตกต่างกันได้ ลอราเกตเวย์จำเป็นต้องรองรับการส่งสัญญาณในลักษณะดังกล่าว และจากการที่ใช้ค่า สเปรดแฟกเตอร์ (Spread Factor) ที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถมีปริมาณจำนวนอุปกรณ์ไอโอทีในเครือข่ายลอราได้ จำนวนมากบนความเร็วของการสื่อสารที่แตกต่างกันระหว่าง 0.3-50 kbps แปรผันตามค่าสเปรดแฟกเตอร์ ที่ใช้ในการมอดูเลต ลอราแวนมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการในการจัดการพลังงานของอุปกรณ์ลอราแต่ละตัวให้มีระยะเวลา การใช้งานได้นานที่สุด ด้วยการปรับค่าอัตราความเร็วของการสื่อสารและค่ากำลังส่งแบบอัตโนมัติ (Adaptive Data Rate; ADR)

ลักษณะของการสื่อสารระหว่างลอราแวนและอุปกรณ์ลอรามี 3 ลักษณะ คือ

1. คลาสเอ (Class A) เป็นการสื่อสารสองทางที่มีการกำหนดเวลาการรับส่งโดยแบ่งช่วงเวลา มีรูปแบบคือ ช่วงเวลาอัปลิงค์ และตามด้วยช่วงเวลาดาวน์ลิงค์สองช่วง รูปแบบการสื่อสารนี้จะใช้พลังงานต่ำสุด เนื่องจากอุปกรณ์ลอรา ปลายทางจะหลับตลอดเวลา และจะตื่นมาเพื่อส่งข้อมูลเท่านั้น หากลอราแวนจะทำการส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ ปลายทางต้องรอจังหวะการตื่นของอุปกรณ์ลอราปลายทางก่อนเสมอ
2. คลาสบี (Class B) เป็นการสื่อสาร สองทางคล้ายกับคลาสเอ ที่เพิ่มช่องทางการรับด้วยการส่ง
3. คลาสซี (Class C) เป็นการสื่อสารสองทาง มีการเพิ่มช่องทางการรับมากที่สุด โดยให้จังหวะการรับเกือบตลอดเวลา มีเพียงจังหวะที่ทำการส่งข้อมูลเท่านั้นที่ไม่รับสัญญาณ เมื่อ ลอราแวนได้รับสัญญาณข้อมูล จากลอราเกตเวย์ จะทำการจัดรูปแบบของข้อมูล ใหม่ให้กับ โพรโทคอล การสื่อสารอินเทอร์เน็ต และส่งต่อข้อมูลไปยังแอปพลิเคชัน เซิร์ฟเวอร์ต่อไป

2.5.3 ชั้นแอปพลิเคชัน (Application Layer)

ชั้นแอปพลิเคชันจะรับข้อมูลมาจากชั้นอินเทอร์เน็ต หรือในลักษณะอุปกรณ์จะเป็นแอปพลิเคชันเซิร์ฟเวอร์ (Application Server) เพื่อทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลจากอุปกรณ์ไอโอทีต่าง ๆ ที่ส่งเข้ามาผ่าน แวนเกตเวย์ และรองรับการร้องขอและดูข้อมูลจากผู้ใช้ หรือจากอุปกรณ์ไอโอทีตัวอื่น ๆ โดยทั่วไปบน จะใช้ http ซึ่งสามารถนำมาใช้กับไอโอทีได้ โดยหากตัดทอนให้เหมาะสมกับไอโอทีที่มีความต้องการการใช้ พลังงานต่ำและมีจำนวนข้อมูลที่ถูกประมวลผลน้อย โพรโทคอลที่มีความเหมาะสมมากกว่าสำหรับไอโอที จึงพัฒนาเป็นโพรโทคอลดัง เช่น โพรโทคอลยูดีพี และ โพรโทคอลซีโอเอพี

การจัดทำโครงงานนี้มีการนำเทคโนโลยีมาใช้ซึ่ง โพรโทคอลที่รองรับคือ โพรโทคอลยูดีพี และโพรโทคอลซีโอเอพี [14]

2.5.3.1 โพรโทคอลยูดีพี (User datagram Protocol; UDP Protocol) [15]

ยูดีพี เป็นโพรโทคอลหลักในชุดโพรโทคอลอินเทอร์เน็ต การส่งข้อมูลผ่านยูดีพีนั้น คอมพิวเตอร์จะส่งข้อมูลขนาดเล็กที่เรียกว่า ดาทาแกรม (datagram) ผ่านเครือข่ายไปยังเครื่องปลายทาง โดยยูดีพีจะไม่รับประกันความน่าเชื่อถือและลำดับของเดทาแกรมอย่างที่ทีซีพีรับประกัน ซึ่งหมายความว่าเดทาแกรมอาจมาถึงไม่เรียงลำดับ หรือสูญหายระหว่างทางได้

แอปพลิเคชันที่ใช้ยูดีพีเป็นฐานในการส่งข้อมูลคือ ระบบการตั้งชื่อโดเมน, สื่อแบบส่งต่อเนื่อง, การสนทนาบนไอพี และเกมออนไลน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

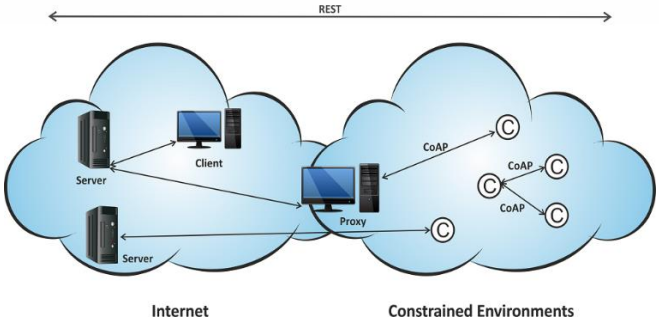
ยูดีพี มีจุดเด่นที่ความเร็ว ขนาดเล็ก และไม่มีการทำงานเกี่ยวการส่งข้อมูลซ้ำหรือคำนวณอัตราการส่งข้อมูล ซึ่งจะเหมาะกับการส่งข้อมูลตามเวลาจริง (real time) ซึ่งข้อมูลที่สูญหายบางส่วนหรือข้อมูลที่เกิดการล่าช้า (delay) จะถูกละความสนใจไป สามารถส่งข้อมูลได้เร็วกว่าแบบทีซีพี (TCP) เนื่องจาก ทีซีพี ต้องเสียโอ-เวอร์เฮด (overhead) ให้กับขั้นตอนการสื่อสาร (Connection) ที่ทำให้ทีซีพีมีความน่าเชื่อถือในการรับส่งข้อมูลนั่นเอง โดยยูดีพีจะไม่มีการสร้างขั้นตอนการสื่อสารกับอุปกรณ์ปลายทางเกิดขึ้น ทำให้ข้อมูลที่วิ่งในเครือข่ายมีน้อยลง เป็นการสื่อสารแบบคอนเนคชันเลส (Connectionless) คือข้อมูลจะถูกแบ่งเป็นชิ้นๆ ตามที่อยู่ปลายทาง แล้วส่งผ่านตัวกลางไปยังปลายทาง แต่อาจใช้เส้นทางคนละเส้นทางกัน รวมทั้งข้อมูลแต่ละชิ้นอาจจะถึงก่อนหลังแตกต่างกันไป ทำให้การเริ่มต้นส่งทำได้รวดเร็ว ไม่ต้องเสียเวลาสร้างขั้นตอนการสื่อสาร

2.5.3.2 โพรโทคอลซีโอเอพี (Constrained Application Protocol; CoAP Protocol) [16]

ซีโอเอพี เป็นมาตรฐานที่ถูกพัฒนาขึ้นใหม่โดย IETF ในปี 2014 โดยถูกออกแบบให้คล้ายกับเฮชทีทีพี(HTTP) ซึ่งเป็น Document transfer protocol แต่มีขนาดเล็กกว่ามาก (มีเฮดเดอร์แบบคงที่ขนาด 4 ไบต์) เพราะตัดส่วนที่ไม่จำเป็นทิ้งและรันบนยูดีพี ซึ่งเป็นโพรโทคอลที่ไม่มีการสร้างการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ปลายทาง จึงส่งข้อมูลได้เร็วมากแต่ไม่สามารถบ่งบอกได้ว่าข้อมูลจะถูกส่งไปยังปลายทางอย่างแน่นอนและถูกต้องตามลำดับ การส่งซ้ำและเรียงลำดับข้อมูลต้องไปทำบนระดับแอปพลิเคชัน

ซีโอเอพีเป็นสถาปัตยกรรมแบบ ไซเลนท์ (Client) หรือ เซิร์ฟเวอร์ (Server) โดยไซเลนท์จะทำการร้องขอทรัพยากรไปที่เซิร์ฟเวอร์โดยตรง จากนั้นเซิร์ฟเวอร์จะทำการตอบกลับคำร้องพร้อมกับออพชัน Content-Type เพื่อบอกไซเลนท์ว่ากำลังจะได้รับข้อมูลในรูปแบบไหนกลับไป (เช่น JSON, XML, CBOR เป็นต้น) โดยไซเลนท์สามารถ GET, PUT, POST และ DELETE ทรัพยากรบนเซิร์ฟเวอร์ด้วยยูอาร์แอล (URL) และ query string คล้ายกับเรสเอพีไอ (REST API)

ในสถาปัตยกรรมแบบซีโอเอพี ที่มีการแลกเปลี่ยนทรัพยากรกันโดยตรง เซนเซอร์โหนด (Sensor Node) ทำหน้าที่เป็นทั้งเซิร์ฟเวอร์และไซเลนท์ในเวลาเดียวกันเพราะต้องทำการตอบรับแพ็กเก็จ (packets) ที่ถูกส่งมา



ภาพที่ 2.14 สถาปัตยกรรมแบบซีโอเอพี [16]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในมุมของนักพัฒนาซีโอเอพีมีความคล้ายคลึงกับเฮชทีทีพีมาก ซึ่งทำให้การดึงข้อมูลจากเซ็นเซอร์ไม่ต่างจากการดึงข้อมูลผ่านเว็บเอพีไอ (Web API) อาจเปรียบเทียบซีโอเอพีได้ว่าเป็นเรสเอพีไอ (REST API) สำหรับเอ็มซียู (MCU) อีกทั้งยังเป็นโพรโทคอลที่มีความปลอดภัย เพราะมีการเข้ารหัสแบบดีทีแอลเอส (DTLS) ซึ่งสามารถรันบนอุปกรณ์ขนาดเล็กได้

ซีโอเอพีเป็นโพรโทคอลใหม่ที่กำลังถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องแตกต่างจากเอ็มคิวทีที (MQTT) ที่เติบโตจนอยู่ในขั้นที่เสถียรแล้ว และถูกออกแบบมาสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (one-to-one) เหมาะสำหรับแอปพลิเคชันแบบกระจายศูนย์ที่มีอุปกรณ์อยู่บนเครือข่ายเดียวกันสามารถติดต่อกันได้โดยตรง ตัวอย่างแอปพลิเคชันที่มีการนำซีโอเอพีไปใช้แพร่หลายคือระบบสมาร์ทโฮมหรือระบบที่ต้องมีการควบคุมและสั่งงานโดยผู้ใช้เป็นต้น

2.6 ระบบบริหารจัดการฐานข้อมูล (Database Management System) [17]

ระบบบริหารจัดการฐานข้อมูล ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาด้านความเป็นอิสระของข้อมูล (Data Independence) ที่ไม่มีในระบบแฟ้มข้อมูล ทำให้มีความเป็นอิสระจากทั้งส่วนของฮาร์ดแวร์และส่วนของข้อมูลภายในฐานข้อมูล เพราะการทำงาน ของโปรแกรมระบบบริหารจัดการฐานข้อมูลจะใช้ภาษาสอบถาม (Query Language) ซึ่งเป็นภาษาคอมพิวเตอร์มีรูปแบบคำสั่งคล้ายกับประโยคในภาษาอังกฤษสำหรับสอบถามหรือจัดการกับข้อมูลในฐานข้อมูล และการทำงานของระบบบริหารจัดการฐานข้อมูล จะไม่ขึ้นอยู่กับรูปแบบของฮาร์ดแวร์ที่นำมาใช้ และไม่ขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางกายภาพของข้อมูล ผู้ใช้สามารถเรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลได้โดยไม่จำเป็นต้อง ทราบถึงประเภทหรือขนาดของข้อมูล

2.6.1 ความหมายของระบบบริหารจัดการฐานข้อมูล

ระบบบริหารจัดการฐานข้อมูลคือชุดคำสั่ง หรือ โปรแกรม หรือ ซอฟท์แวร์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อทำหน้าที่บริหารจัดการฐานข้อมูล เช่น รวบรวมข้อมูลให้เป็นระบบ สะดวกและง่ายต่อการจัดการเกี่ยวกับระบบแฟ้มข้อมูลภายในฐานข้อมูล (การเก็บ รักษา การเรียกใช้ การแก้ไข การเข้าถึงข้อมูล) รวมถึงการที่จะนำมาปรับปรุงให้ ทันสมัย ระบบบริหารจัดการฐานข้อมูลจะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือ หรือเป็นตัวกลาง ระหว่างผู้ใช้ชุดคาสั่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูล เพื่อจัดการและควบคุมความ ถูกต้อง ความซ้ำซ้อนและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่อยู่ภายในฐานข้อมูล รวมถึงการรักษาความมั่นคง ความปลอดภัยของข้อมูล การสารองข้อมูล และ การเรียกคืนข้อมูล ในกรณีที่ข้อมูลเกิดความเสียหายโดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องทราบถึงรายละเอียดภายในโครงสร้างของฐานข้อมูล ตัวอย่างของระบบบริหารจัดการฐานข้อมูลที่นิยมใช้ กันอย่างแพร่หลาย เช่น MySQL, PostgreSQL, Microsoft Access, SQL Server, FileMaker, Oracle, Sybase, dBASE, Clipper และ FoxPro เป็นต้น

สรุปได้ว่าระบบบริหารจัดการฐานข้อมูล คือกลุ่มของโปรแกรม หรือ ซอฟท์แวร์ ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลาง ดูแลจัดการ ควบคุมความถูกต้อง ความซ้ำซ้อน และความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่าง ๆ เกี่ยวกับฐานข้อมูล และอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ทั้งในด้านการสร้างและการปรับปรุงแก้ไข

ระบบบริหารจัดการฐานข้อมูลที่ดี จะต้องมีความสามารถในการจัดการที่หลากหลาย ความสามารถพื้นฐานที่ระบบบริหารจัดการฐานข้อมูลทุกตัวจะต้องมี คือ ความสามารถใน การจัดเก็บข้อมูล การเรียกค้น การแก้ไขเปลี่ยนแปลง การลบ และ การเพิ่มเติม เป็นต้น

2.6.2 สถาปัตยกรรมฐานข้อมูล (Database Architecture)

สถาปัตยกรรมฐานข้อมูล หมายถึงการอธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและ ส่วนประกอบหลักที่นำมาประกอบเป็นระบบฐานข้อมูล ซึ่งระบบฐานข้อมูลได้ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับโครงสร้างของข้อมูลที่มีผู้ใช้หลายๆคนเช่น ผู้บริหารผู้ดูแลระบบและผู้ใช้ทั่วไป โดยไม่มีผลกระทบต่อผู้อื่นที่กำลังใช้งานฐานข้อมูลนั้นอยู่ ผู้ใช้ไม่จำเป็นจะต้องสนใจโครงสร้างภายในฐานข้อมูล และผู้บริหารฐานข้อมูลสามารถ เปลี่ยนแปลงโครงสร้างฐานข้อมูลได้โดยไม่กระทบกับผู้ใช้ฐานข้อมูล ด้วยวัตถุประสงค์ดังกล่าวจึงต้องมีการแบ่งระดับของข้อมูลออกเป็นหลายระดับเพื่อให้ เหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้แต่ละคน

สถาปัตยกรรมฐานข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับภายใน (Internal level หรือ Physical Level) ระดับแนวคิด (Conceptual Level) และระดับภายนอกหรือ วิว (External Level หรือ View) ซึ่งเป็นรูปแบบและโครงสร้างที่ใช้กับระบบฐานข้อมูล โดยทั่วไปสถาปัตยกรรมฐานข้อมูลในแต่ละระดับจะมีระบบการจัดการฐานข้อมูลทำหน้าที่ในการแปลงข้อมูลจากระดับหนึ่งไปสู่ระดับหนึ่ง

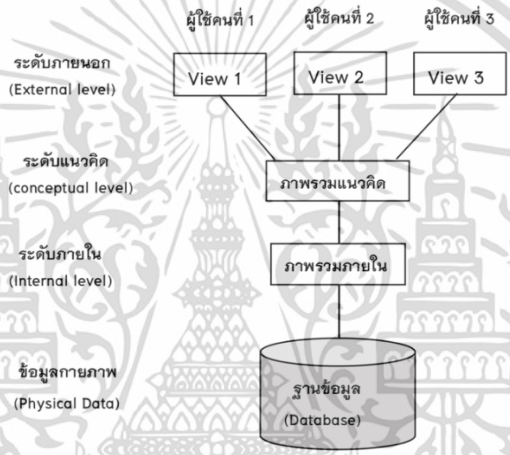
2.6.2.1 สถาปัตยกรรมฐานข้อมูลระดับภายใน (Internal level หรือ Physical Level) เป็นระดับของฐานข้อมูลที่อยู่ใกล้กับอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล เป็นระดับที่อธิบายเกี่ยวกับการจัดเก็บข้อมูลในเชิงกายภาพ ของฐานข้อมูลว่ามีรูปแบบ และ โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลเป็นอย่างไร เป็นระดับที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจริงซึ่งข้อมูลจะถูกเก็บอยู่จริงในสื่อบันทึกข้อมูล มีโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล รวมถึงการเข้าถึง ข้อมูลต่าง ๆ ในฐานข้อมูล เพื่อดึงข้อมูลที่ต้องการ ตามปกติแล้วผู้ใช้ทั่วไปจะไม่มีสิทธิ์ เข้ามายุ่งเกี่ยวในระดับนี้ ผู้ที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่ คือ ผู้เขียนโปรแกรม และผู้บริหารฐานข้อมูล (Database Administrator, DBA)

2.6.2.2 สถาปัตยกรรมฐานข้อมูลระดับแนวคิด (Conceptual Level) เป็นมุมมองของโครงร่างของฐานข้อมูลในแนวความคิด ไม่ใช่โครงร่างจริงที่สร้างขึ้นมาในการเก็บอุปกรณ์ โครงร่างของฐานข้อมูลในระดับแนวคิด หรือระดับ ตรรกะ (logical) เป็นระดับที่อยู่ถัดขึ้นมาจากระดับภายใน ที่มีการนำข้อมูลจาก ฐานข้อมูลไปใช้งานเป็นระดับของฐานข้อมูลที่เกี่ยวกับโครงสร้างฐานข้อมูลชนิดของ ข้อมูล ข้อกำหนดเกี่ยวกับข้อมูลและความสัมพันธ์ ของข้อมูล เป็นข้อมูลที่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์และออกแบบโดยผู้บริหารฐานข้อมูล หรือนักวิเคราะห์ และผู้ออกแบบ ฐานข้อมูล เป็นระดับของข้อมูลที่ถูกออกแบบเพื่อให้ผู้ใช้ข้อมูลในระดับภายนอก สามารถเรียกใช้ข้อมูลได้

2.6.2.3 สถาปัตยกรรมฐานข้อมูลระดับภายนอกหรือวิว (External Level หรือ View) เป็นมุมมองของผู้ใช้ที่มีต่อฐานข้อมูล หรือที่เรียกกันว่า วิว เป็นระดับฐานข้อมูลที่อยู่ใกล้กับโปรแกรมประยุกต์ และใกล้กับผู้ใช้มากที่สุด ผู้ใช้ภายนอกมีสิทธิ์เข้าไปใช้ได้ เป็นระดับที่อธิบายเกี่ยวกับฐานข้อมูลที่ใช้งานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ การใช้งานระบบฐานข้อมูล ผู้ใช้จะถูกกำหนดสิทธิ์ในการ เพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูล โดยผู้ใช้แต่ละคนจะมองเห็นข้อมูลตามสิทธิ์ที่กำหนดไว้เท่านั้น ซึ่งจะเป็นการ รักษาความปลอดภัยและความมั่นคงให้กับฐานข้อมูล และยังทำให้การติดต่อกับฐานข้อมูลทำได้ง่าย



ภาพที่ 2.15 สถาปัตยกรรมฐานข้อมูลสามระดับตามมาตรฐาน ANSI [17]

2.6.3 ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ทำงานกับฐานข้อมูล (Database Language)

ภาษา SQL (Structured Query Language) เป็นภาษาที่ได้รับความนิยมสำหรับใช้ในการจัดการ หรือ ใช้ในการติดต่อกับฐานข้อมูล เป็นภาษามาตรฐานบนระบบ ฐานข้อมูลที่ใช้ในการสั่งให้ฐานข้อมูลกระทำการใด ๆ ตามคำสั่ง เช่นการสร้าง การแก้ไข การบำรุงรักษา การจัดการ การควบคุม และการเข้าถึงฐานข้อมูล ภาษา SQL เป็นภาษาที่มีลักษณะคล้าย ๆ กับภาษาอังกฤษ เป็นภาษาที่เป็นที่ยอมรับโดยหน่วยงานมาตรฐาน เช่น ISO (International Standards Organization) และ ANSI (American National Standards Institute) เช่นเดียวกับภาษาคอมพิวเตอร์อื่น ๆ ในการติดต่อฐานข้อมูล ไม่ว่าจะเป็น Microsoft Access, SQL Server, MySQL, DB2 หรือ Oracleก็จะต้องใช้คำสั่งภาษา SQL ในการควบคุม

ภาษา SQL เป็นส่วนประกอบหนึ่งของ ระบบจัดการฐานข้อมูล มักพบในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (relational database) เป็นภาษาที่นิยมใช้กันมาก เพราะง่ายต่อการเรียนรู้ และในการใช้ภาษา SQL ผู้ใช้เพียงแค่รู้ว่าต้องการจะ “ทำอะไร” เท่านั้น ไม่จำเป็นจะต้องทราบว่า“ทำอย่างไร”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ผลิตซอฟท์แวร์ได้นาภาษา SQL มาพัฒนา ด้านระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์จนเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ตั้งแต่ระดับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กไปจนถึงระดับเมนเฟรม การใช้งานในภาษา SQL แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ภาษา SQL ที่โต้ตอบได้ (Interactive SQL) และภาษา SQL ที่ฝังในโปรแกรม (Embedded SQL) ใน ปีค.ศ. 1968 สถาบันมาตรฐานแห่งชาติอเมริกันหรือ ANSI ได้กำหนด มาตรฐานของภาษา SQL ขึ้นโดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

2.6.3.1 ภาษาสำหรับการนิยามข้อมูล (Data Definition Language; DDL)

ภาษาสำหรับการนิยามข้อมูลหรือภาษา DDL ประกอบด้วยกลุ่มคำสั่ง เช่น CREATE, ALTER และ DROP เป็นต้น ใช้สำหรับกำหนดโครงสร้างของตารางในฐานข้อมูล การกำหนดโครงสร้างข้อมูลว่าคอลัมน์ใด ประเภทข้อมูลเป็นประเภทใด รวมทั้งการจัดการด้านการเพิ่มการแก้ไขการลบคอลัมน์ต่าง ๆ ในตารางข้อมูล

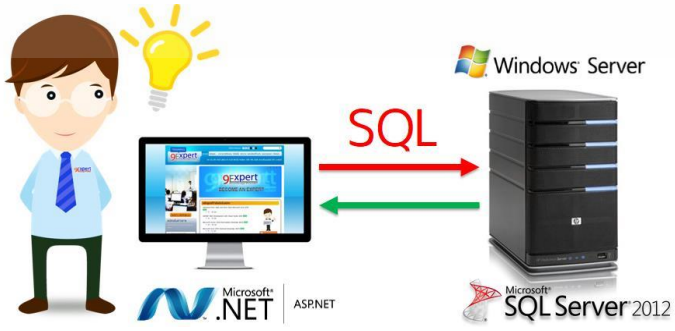
2.6.3.2 ภาษาสำหรับการจัดการข้อมูล (Data Manipulation Language; DML)

ภาษาสำหรับการจัดการข้อมูล หรือ ภาษา DML ประกอบด้วยคำสั่ง เช่น INSERT UPDATE และ SELECT เป็นต้น ที่ใช้ในการจัดการข้อมูลภายในตารางใน ฐานข้อมูลรวมถึงการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเช่นการลบข้อมูลและการเพิ่มเติมข้อมูล

2.6.3.3 ภาษาสำหรับการควบคุมข้อมูล (Data Control Language; DCL)

ภาษาสำหรับการควบคุมข้อมูล หรือ ภาษา DCL ประกอบด้วยคำสั่ง GRANT และ REVOKE เป็นต้น ที่ใช้ในการควบคุมระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูล ด้วยการกำหนดสิทธิของผู้ใช้ที่แตกต่างกัน

ระบบจัดการฐานข้อมูล ส่วนใหญ่แล้วจะมีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ ส่วนของภาษา SQL พจนานุกรมข้อมูล โปรแกรมอำนวยความสะดวก โปรแกรมช่วยในการสร้างโปรแกรมประยุกต์และโปรแกรมช่วยจัดทำรายงานฐานข้อมูลแต่ละตัวจะมีคุณสมบัติในการทางานที่แตกต่างกัน การที่จะพิจารณาว่าจะเลือกใช้ ระบบจัดการฐานข้อมูล ตัวใดนั้นจะต้องพิจารณาคุณสมบัติของ ระบบจัดการฐานข้อมูล แต่ละตัว ว่ามีความสามารถตรงตามที่ต้องการหรือไม่ ประเด็นในเรื่องราคาก็เป็นเรื่องสำคัญ เช่นกัน เพราะราคาของ ฐานข้อมูล แต่ละตัวไม่เท่ากัน นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงความเข้ากันได้กับฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ระบบปฏิบัติการที่มีอยู่ด้วย



ภาพที่ 2.16 ความสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมประยุกต์กับระบบจัดการฐานข้อมูล [17]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System; DBMS)

ระบบจัดการฐานข้อมูล หมายถึง ซอฟท์แวร์ที่ดูแลจัดการเกี่ยวกับฐานข้อมูล โดยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ทั้งในด้านการสร้าง การปรับปรุงแก้ไข การเข้าถึงข้อมูล และการจัดการเกี่ยวกับระบบแฟ้มข้อมูลทางกายภาพ (Physical File Organization)

หน้าที่ระบบจัดการฐานข้อมูลหลัก ๆ คือการเก็บข้อมูลลงไว้ในฐานข้อมูล และ การดึงข้อมูลเหล่านั้นออกมาจากฐานข้อมูล ที่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สะดวกสบาย ทำให้ผู้ใช้เกิดความมั่นใจในความถูกต้อง สอดคล้องกัน (Consistency) ของข้อมูลต่าง ๆ ภายในฐานขอ้มูลสามารถสรุปหน้าที่หลักของระบบจัดการฐานข้อมูล ได้ดังนี้

2.6.4.1 การจัดการพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary Management)

2.6.4.2 การจัดการเก็บข้อมูลและการแปลงข้อมูล (Data Storage Management and Transformation)

2.6.4.3 การจัดการด้านความปลอดภัย (Security Management)

2.6.4.4 การจัดการความคงสภาพของข้อมูล (Data Integrity Management)

2.6.4.5 การจัดการสำรองข้อมูลและการกู้คืนข้อมูล (Backup and Recovery Management)

2.6.4.6 ภาษาที่ใช้ในการเข้าถึงฐานข้อมูลและการเชื่อมต่อกับโปรแกรมประยุกต์

2.6.4.7 การควบคุมการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้หลายคน (Multiuser Access Management)

2.6.4.8 การติดต่อสื่อสารกับฐานข้อมูล (Database Communication)

ระบบการจัดการฐานข้อมูลที่ทันสมัยจะต้องสนับสนุนการใช้งาน ฐานข้อมูลผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเขียนคำสั่งด้วย โปรแกรมที่ทำงานบน Website เช่น เบราว์เซอร์ของ Internet Explorer เป็นต้น

2.6.4.9 การพัฒนาระบบงานได้รวดเร็ว (High Productivity Tools)

ระบบการจัดการฐานข้อมูล เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบงานได้ รวดเร็วในเวลาอันสั้น ช่วยลดค่าใช้จ่ายในพัฒนาได้ แต่อาจจะไม่ลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

2.6.5 แบบจำลองระบบฐานข้อมูล (Database Models)

แบบจำลองระบบฐานข้อมูล เป็นการนำแนวคิดต่าง ๆ มาเสนอให้เกิดเป็นแบบจำลองเพื่อนำเสนอข้อมูลและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจ ได้ง่ายและเพื่อใช้ในการสื่อสารระหว่างผู้ออกแบบฐานข้อมูลกับผู้ใช้ให้ตรงกัน

ปัจจุบันสามารถแบ่งแบบจำลองระบบฐานข้อมูลออกได้ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5.1 แบบจำลองฐานข้อมูลลำดับชั้น (Hierarchical Model)

เป็นแบบจำลองฐานข้อมูลที่นำเสนอข้อมูล และความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่มีลักษณะเป็นโครงสร้างคล้ายต้นไม้ (Tree Structure) ที่มีการสืบทอดแบบ เป็นลำดับ เป็นระบบฐานข้อมูลที่ลักษณะโครงสร้างเข้าใจได้ง่ายระบบโครงสร้างมีความซับซ้อนน้อย แต่มีข้อเสีย เช่น มีความยืดหยุ่นน้อย ยากต่อการพัฒนาเพราะการปรับโครงสร้าง ของต้นไม้ ค่อนข้างยุ่งยาก มีโอกาสเกิดความซ้ำซ้อนมาก และถ้าข้อมูลมีจำนวนมาก การเข้าถึงข้อมูลจะใช้เวลานานในการค้นหา เนื่องจากจะต้องเข้าถึงที่ต้นกำเนิดของข้อมูลเป็นสถาปัตยกรรมข้อมูลที่เก่าแก่ที่สุดปัจจุบันไม่นิยมใช้กันแล้ว

2.6.5.2 แบบจำลองฐานข้อมูลแบบเครือข่าย (Network Model)

ลักษณะแบบจำลองฐานข้อมูลแบบเครือข่ายนี้ โครงสร้างของข้อมูลแต่ละแฟ้ม ข้อมูลมีความสัมพันธ์คล้ายร่างแห สามารถเชื่อมโยงข้อมูลแบบไป-กลับได้ ทำให้สะดวกในการค้นหามากกว่าแบบจำลองแบบลำดับชั้น เพราะไม่ต้องไปเริ่มค้นหา ตั้งแต่ข้อมูลต้นกำเนิดโดยทางเดียว และการค้นหาข้อมูลมีเงื่อนไขได้มาก และกว้างกว่า ช่วยลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลได้ ปัจจุบันยังคงมีการใช้งานกับคอมพิวเตอร์ ระบบเมนเฟรม

2.6.5.3 แบบจำลองฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Model)

ลักษณะแบบจำลองฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์นี้ เป็นการจัดข้อมูลในรูปแบบของตาราง 2 มิติ คือมีแถว (Row) และคอลัมน์ (Column) ทำให้เข้าใจได้ง่าย การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างตารางจะใช้ แอททริบิวท์ ที่มีอยู่ทั้งสองตารางเป็นตัวเชื่อมโยงข้อมูล การเลือกดูข้อมูลทำได้ง่าย มีความซับซ้อนของข้อมูลระหว่าง แฟ้มข้อมูลต่าง ๆ น้อยมาก เป็นแบบจำลองฐานข้อมูลที่นิยมใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ตามค่าใช้จ่ายของระบบจะสูงมาก เพราะต้องใช้ฮาร์ดแวร์ และซอฟท์แวร์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการประมวลผลข้อมูล

2.6.5.4 แบบจำลองฐานข้อมูลเชิงวัตถุ (Object Oriented Model)

แบบจำลองฐานข้อมูลแบบเชิงวัตถุ มองเป็นวัตถุจึงทำให้เข้าใจได้ง่าย ใช้ในการประมวลผลข้อมูลด้านมัลติมีเดียคือมีข้อมูลภาพและเสียงหรือข้อมูลแบบ มีการเชื่อมโยงแบบเว็บเพจ (Web Page)

แบบจำลองระบบฐานข้อมูลทุกแบบจำลอง จะอธิบายการทำงานของระบบฐานข้อมูลว่าทำงานอย่างไร แบบจำลองที่ได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบันก็คือ RDBMS และ OODBMS ในปัจจุบันโปรแกรมทั้งหมดของระบบฐานข้อมูลได้ถูกออกแบบให้ใช้แบบจำลอง RDBMS ทั้งสิ้นเพราะมีโครงสร้างตามที่มนุษย์คุ้นเคย แต่ภายหลังเริ่มมีการนำเอา OODMBS มาใช้แต่ยังไม่ได้รับการยอมรับกันมากนัก

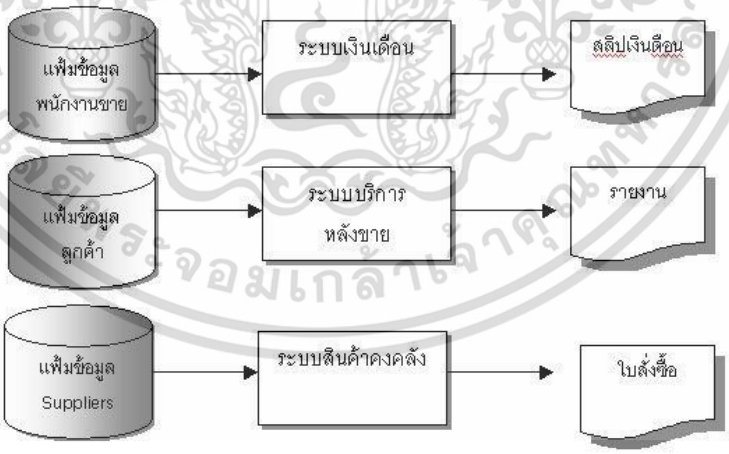
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6 ข้อดีของระบบจัดการฐานข้อมูล

จากการจัดเก็บข้อมูลรวมกันเป็นฐานข้อมูลจะก่อให้เกิดประโยชน์ดังนี้

2.6.6.1 ความเป็นอิสระของโปรแกรมและข้อมูล (Program and Data Independence)

เนื่องจากโปรแกรมที่ใช้ในแต่ละไฟล์ข้อมูล มักจะมีรูปแบบและรายละเอียดของข้อมูลที่เก็บภายในฐานข้อมูลเอง ข้อมูลกับโปรแกรมประยุกต์จะแยกกัน ทำให้เกิดความอิสระของโปรแกรมและข้อมูล เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลใน ระดับใดระดับหนึ่งก็จะไม่ส่งผลกระทบต่อข้อมูลในระดับอื่น ความเป็นอิสระของ โปรแกรมและข้อมูล จะเป็นการลดค่าใช้จ่ายใน การบำรุงรักษา ความเป็นอิสระของ ข้อมูลแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือ ความเป็นอิสระของข้อมูลเชิงกายภาพ (Physical Data Independence) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของข้อมูลในระดับภายใน ไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างของข้อมูลในระดับแนวคิดหรือระดับตรรกะ เช่น การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลจากหรืออุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแบบอื่น จะไม่ส่งผลกระทบ ต่อโครงสร้างข้อมูลในฐานข้อมูล และแบบที่สองคือ ความเป็นอิสระของข้อมูลเชิงตรรกะ (Logical Data Independence) เป็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของข้อมูลในระดับแนวคิดหรือระดับ ตรรกะ แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างของข้อมูลในระดับภายนอก เช่น โปรแกรม จัดการข้อมูลร้านขายของสะดวกซื้อ ได้มีการปรับปรุงข้อมูลของสินค้า โดยการเพิ่มฟิลด์บางฟิลด์เข้าไปในโครงสร้างข้อมูลสินค้า จะไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของ โปรแกรมที่เกี่ยวข้อง



ภาพที่ 2.17 แสดงความเป็นอิสระของข้อมูล [17]

2.6.6.2 ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล (Minimal Data Redundancy)

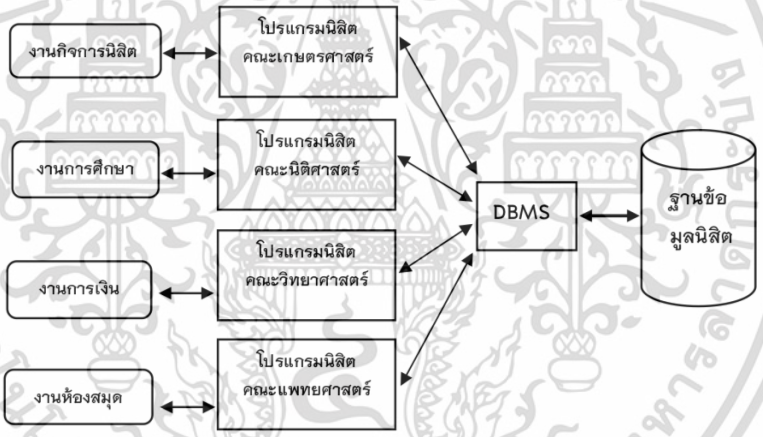
การจัดเก็บข้อมูลแบบแฟ้มข้อมูล ทำให้ข้อมูลประเภทเดียวกันถูกเก็บไว้ ในหลายแหล่ง เพราะมีผู้ใช้หลายคน การจัดเก็บแบบนี้ก่อให้เกิดความซ้ำซ้อน การแก้ไขเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลทำได้ไม่สะดวก วัตถุประสงค์หลักของการจัดทำระบบฐานข้อมูล คือ ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล โดยจัดเก็บข้อมูลให้รวมอยู่ในที่ ๆ เดียวกันโดยมีความสัมพันธ์กันของแต่ละตารางที่เกี่ยวข้องกันโดย ข้อมูลของระเบียนหนึ่ง ๆ จะ ไม่ซ้ำซ้อนในอีกตารางหนึ่ง ทำให้การปรับปรุง แก้ไข หรือการควบคุม ข้อมูลกระทำได้ง่าย และสามารถแบ่งข้อมูลกันใช้ได้ระหว่างผู้ใช้หลาย ๆ คน รวมทั้งการใช้ข้อมูล เดียวกันในเวลาพร้อม ๆ กันได้อีกด้วย ดังนั้นการที่นำข้อมูลทั้งหมดมาเก็บไว้ที่เดียวกัน ภายในระบบ การจัดการเดียวกันจะเป็นการ “ลด” ความซ้ำซ้อนลงไปได้

2.6.6.3 การใช้ข้อมูลร่วมกัน (Improved Data Sharing)

ระบบการจัดการฐานข้อมูล ได้ถูกออกแบบมาเพื่อให้สามารถแบ่งปันการใช้งาน โดยจัดเก็บข้อมูลไว้ด้วยกันที่แหล่งเดียวกัน ผู้ใช้งานหลาย ๆ คน สามารถใช้ ข้อมูลร่วมกันในเวลาเดียวกันได้ รายละเอียดที่แสดงจะมีเพียงบางส่วนสำหรับผู้ใช้คนหนึ่งเท่านั้น หรือข้อมูลที่แสดงนั้นมาจากตารางต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งตารางต่าง ๆ จะเก็บไว้ในแหล่งเดียวกันเพื่อใช้งานร่วมกัน ดังนั้นผู้ใช้ไม่ว่าจะอยู่ที่แผนกใด ต่างก็สามารถเข้ามาใช้ข้อมูลต่าง ๆ ในฐานข้อมูลได้



ภาพที่ 2.18 แสดงการใช้ข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลร่วมกัน [17]

2.6.6.4 ความคงที่ของข้อมูล (Data Consistency)

ระบบการจัดการฐานข้อมูล จะจัดเก็บข้อมูลอยู่เพียงที่เดียวหรือแหล่งเดียว เป็นการลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล ทำให้ข้อมูลมีความคงที่และมีความสอดคล้องตรงกันมากขึ้น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลใด ๆ ก็จะมีการแก้ไขที่จุดเดียว ทำให้ข้อมูลมีความถูกต้องเสมอ และระบบการจัดการฐานข้อมูลจะตรวจสอบความเป็นไปได้ของข้อมูลก่อนที่จะเก็บลงในฐานข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องตรงตาม กฎเกณฑ์ ผู้ออกแบบระบบฐานข้อมูลสามารถใส่กฎเกณฑ์เพื่อควบคุมดูแลให้ข้อมูลดังกล่าวถูกต้องตามกฎเกณฑ์ และยังเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการพัฒนาระบบงาน เนื่องจากกฎเกณฑ์ต่าง ๆ จะเก็บไว้ในฐานข้อมูล ไม่ได้เก็บไว้ในโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6.5 ความเป็นมาตรฐานเดียวกัน (Enforcement of Standards)

การเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลเดียวกันจะทำให้สามารถ กำหนดมาตรฐาน รวมทั้งมาตรฐานต่าง ๆ ในการจัดเก็บข้อมูล ให้เป็นไปในลักษณะเดียวกัน หรือให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลทำให้ข้อมูลนั้น ๆ นำไปใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบได้ เช่น การกำหนดรูปแบบให้เป็นไปในลักษณะเดียวกัน เช่น วัน/เดือน/ปี หรือ ปี/เดือน/วัน ทั้งนี้ จะมีผู้บริหารฐานข้อมูล (Database Administrator; DBA) ทำหน้าที่ในการกำหนดสิทธิการใช้งาน และเป็นผู้กำหนดมาตรฐานต่าง ๆ รวมทั้ง การบังคับใช้ให้เป็นไปตามมาตรฐาน

2.6.6.6 ข้อมูลมีคุณภาพมากขึ้น (Improved Data Quality)

การประมวลผลในระบบฐานข้อมูล จะมีเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเป็นจำนวนมาก ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องที่ทำให้ข้อมูลมีคุณภาพมากขึ้น คือ

1) ผู้ออกแบบฐานข้อมูล (database designers) เป็นผู้ที่สามารถ กำหนดหรือบังคับใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล โดยไม่ให้ผู้ที่ไม่มีสิทธิใช้งานเข้าไปทำลาย ข้อมูลการจัดการดังกล่าวทำให้ข้อมูลมีความถูกต้องและมีความปลอดภัยมากขึ้น

2) คลังข้อมูล (data warehouse) ถือเป็นแหล่งข้อมูลขนาดใหญ่ที่จัดเก็บไว้เพื่อใช้ในการประกอบการตัดสินใจ ก่อนที่จะนำข้อมูลเข้าไปจัดเก็บไว้ใน คลังข้อมูล จะต้องมีการคัดกรองข้อมูลก่อน ทำให้ข้อมูลที่จัดเก็บในคลังข้อมูล เป็นข้อมูลที่มีคุณภาพ ทำให้การนำเสนอข้อมูลที่ต้องการนำมาวิเคราะห์มีความชัดเจน และน่าเชื่อถือ

2.6.6.7 เพิ่มคุณประโยชน์ในการพัฒนาและบำรุงรักษาโปรแกรม (Increased Productivity of Program Development and Maintenance)

ข้อมูลที่จัดเก็บมักมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ทั้งการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือรูปแบบของข้อมูล เช่น ธนาคารเดิมมีเพียงการดำเนินการในการรับฝาก-ถอนเงิน และการกู้เงินเป็นหลัก แต่ในปัจจุบันมีการดำเนินการในเรื่องของการทำธุรกรรมด้านประกันภัยเข้ามาด้วย ทำให้ต้องมีการปรับเปลี่ยนแก้ไขฐานข้อมูลไปพร้อม ๆ กับ พัฒนาโปรแกรมที่ใช้ดำเนินงาน จะเห็นได้ว่าถ้าการเก็บข้อมูลใช้วิธีเก็บแบบแฟ้มข้อมูลจะมีความยุ่งยากมากใน การเขียนโปรแกรมเพื่อพัฒนาหรือปรับปรุง แต่สำหรับการเก็บข้อมูลโดยวิธีแบบ ฐานข้อมูล การเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างข้อมูลจะเป็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลใน ระดับความคิด เช่น การเพิ่มฟิลด์ หรือการเปลี่ยนแปลงชนิดของข้อมูลในฟิลด์ จะไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้าง การทำงานของโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง ทำให้โปรแกรมเมอร์สามารถที่จะทำการแก้ไขปรับปรุงหรือพัฒนาโปรแกรมเพิ่มเติม โดยไม่ต้องกังวลกับการออกแบบข้อมูล

2.6.7 ข้อเสียของระบบฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.7.1 ต้นทุนระบบจัดการฐานข้อมูลมีราคาสูง (Cost of DBMS)

ต้นทุนจากการนำระบบจัดการฐานข้อมูลมาใช้ จะขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ราคาของระบบจัดการฐานข้อมูล จะเพิ่มขึ้นตามจำนวนเครื่องลูกข่าย ที่ให้บริการ ระบบฐานข้อมูลขนาดใหญ่จะมีค่าใช้จ่ายในการการซ่อมบำรุงรักษา มากกว่าระบบฐานข้อมูลขนาดเล็ก รวมทั้งฮาร์ดแวร์ ซอฟท์แวร์ที่ใช้ในการจัดการระบบฐานข้อมูล ค่าจ้างบุคลากรในการปฏิบัติงาน เป็นต้น

2.6.7.2 ความซับซ้อน (Complexity)

การทำงานของระบบจัดการฐานข้อมูลมีความซับซ้อนมากกว่าการจัดการข้อมูลแบบแฟ้มข้อมูล ยิ่งฐานข้อมูลมีขนาดใหญ่ การวิเคราะห์ การออกแบบ และการใช้งานก็จะมีความยุ่งยากและซับซ้อนมากขึ้นตามไปด้วย

2.6.7.3 ผลกระทบต่อความเสียหายสูง (Higher Impact of a Failure)

ฐานข้อมูลมีการทำงานแบบศูนย์กลาง (Centralize Database) คือข้อมูลจัดเก็บรวมไว้ที่เดียวกัน หากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น จะทำให้การทำงานของระบบหยุดชะงัก อาจจะทำให้สูญเสียข้อมูลทั้งหมดในฐานข้อมูล ทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถเข้ามาใช้ข้อมูลในขณะนั้นได้ ดังนั้น การจัดทำฐานข้อมูลที่ดีจึงต้องมีการสำรองข้อมูลไว้เสมอ

2.6.7.4 ขนาดความจุเพิ่มขึ้น (Increased Size)

ระบบจัดการฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสูง ความซับซ้อนของระบบจัดการฐาน ข้อมูลนั้นก็จะมีความซับซ้อนมากขึ้นตามไปด้วย เช่น ต้องการขนาดของฮาร์ดดิสก์ในการติดตั้งระบบจัดการฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ขึ้นรวมถึงความต้องการ ใช้ขนาดของแรมเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เป็นต้น

2.7 แหล่งเก็บข้อมูลบนก้อนเมฆ หรือ ระบบคลาวด์ (Cloud Storage) [18]

ระบบคลาวด์ คือ การเก็บข้อมูลโดยใช้พื้นที่แบบออนไลน์โดยจะมีผู้ให้บริการเป็นเซิร์ฟเวอร์ ขนาดใหญ่หรือที่เรียกว่า คลาวด์ (Cloud) ให้กับผู้ใช้บริการสามารถเก็บข้อมูลประเภทต่าง ๆ ผ่านบัญชีที่ลงทะเบียนไว้ได้อย่างง่าย

2.7.1 ประเภทของระบบคลาวด์ [19]

2.7.1.1 ระบบคลาวด์แบบส่วนบุคคล (Personal) / ระบบคลาวด์บนโทรศัพท์ (Mobile Cloud Storage)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นประเภทการจัดเก็บข้อมูลแบบคลาวด์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน บนโทรศัพท์ เช่นแอนดรอยด์ (Android) และ ไอโฟน (Iphone) เพื่อความปลอดภัย โดยซิงค์โทรศัพท์ไว้ในออนไลน์เพื่อถ้าวันใดโทรศัพท์หาย จะสามารถสำรองข้อมูลในอุปกรณ์ใหม่ได้ทุกเมื่อ

2.7.1.2 ระบบคลาวด์แบบสาธารณะ (Publicly Cloud Storage)

สำหรับประเภทนี้ผู้ใช้จะได้ใช้ คลาวด์ ที่พร้อมใช้งานแบบสาธารณะ ซึ่งต้องทำการเช่าหรือสมัครสมาชิกเป็นระยะเวลาหนึ่งก่อน โดยทุกคนที่มีสิทธิ์เข้าถึงระบบ คลาวด์ จะมีข้อมูลเข้าสู่ระบบของผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลดังกล่าวจากส่วนใดส่วนหนึ่งของโลกก็ได้

2.7.1.3 ระบบคลาวด์แบบส่วนตัว (Privately Cloud Storage)

เป็นบริษัทที่ให้บริการจัดเก็บข้อมูลแบบคลาวด์ ตั้งศูนย์ข้อมูลไว้ในพื้นที่ที่ผู้ใช้จัดสรร เหตุผลหลักที่ทำให้มีการจัดเก็บข้อมูลแบบคลาวด์ส่วนตัว คือความต้องการความปลอดภัยและจำกัดการเข้าถึงข้อมูล

2.7.1.4 ระบบคลาวด์แบบจำกัดเฉพาะผู้ใช้บางราย (Hybrid Cloud Storage) ในกรณีที่ข้อมูลพร้อมใช้งานแบบสาธารณะ แต่บางส่วนของข้อมูลเป็นข้อมูลส่วนตัว ซึ่งด้วยเหตุนี้จึงมีการจำกัดเฉพาะสำหรับผู้ใช้บางรายเท่านั้น

2.7.2 ข้อพิจารณาการเลือกสรรบริการ [20] เพื่อให้ได้ประโยชน์จากบริการระบบคลาวด์อย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพสูงสุด ก็มีข้อพิจารณาในการเลือกสรรบริการดังนี้

2.7.2.1 ปริมาณความจุหรือพื้นที่ในการเก็บไฟล์ (Capacity) แน่นอนว่าข้อเสนอเรื่องขนาดพื้นที่สำหรับเก็บข้อมูลคือตัวเลือกหลักที่ผู้ใช้จะนำมาช่วยในการตัดสินใจเลือกใช้บริการระบบคลาวด์ เป็นอันดับแรก ผู้ให้บริการใดให้พื้นที่เก็บข้อมูลได้มากที่สุดก็ควรจะได้รับการพิจารณาเป็นพิเศษ

2.7.2.2 สนับสนุนระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ เนื่องจากคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้มีการติดตั้งระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกัน ดังนั้น ก่อนที่จะพิจารณาเลือกใช้บริการ ระบบคลาวด์จากผู้ให้บริการใดก็ควรพิจารณาถึงอุปกรณ์ (Device) ที่เราใช้อยู่เสียก่อน

2.7.2.3 รองรับการเก็บไฟล์ได้หลายประเภท เว็บไซต์ที่ให้บริการ ระบบคลาวด์บางเว็บไซต์รองรับประเภทของไฟล์ข้อมูลได้ค่อนข้างหลากหลายไม่ว่าจะเป็นไฟล์ภาพ ไฟล์เอกสาร

2.7.2.4 ใช้งานง่าย เมื่อได้ทดลองใช้งาน ผู้ใช้ควรจะรู้สึกสะดวกง่ายดาย เหมือนกับการจัดเก็บข้อมูลลงในสื่อบันทึกแบบที่คุ้นเคย เช่น FlashDrive หรือ External Hard Disk Drive แม้การจัดเก็บข้อมูลจะดูช้ากว่าบ้าง แต่ก็ควรจะแสดงสถานการณ์ใช้แบบพื้นฐานให้ผู้ใช้ทราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2.5 มีฟีเจอร์ Share with anyone ที่จะทำให้เราสามารถแชร์ไฟล์ให้กับใครต่อใครที่ต้องการสามารถดาวน์โหลดไฟล์ไปใช้งานได้ แม้คนเหล่านั้นจะไม่ได้ใช้ระบบคลาวด์แบบเราก็ตาม

2.7.2.6 มีแอปพลิเคชัน (Applications) ช่วยในการจัดการไฟล์ โดยปกติผู้ให้บริการระบบคลาวด์ แทบทุกที่จะเปิดให้ใช้บริการได้โดยตรงผ่านโปรแกรมท่องอินเทอร์เน็ตหรือเว็บบราวเซอร์ (Web Browser) ได้อยู่แล้ว และเพื่อความสะดวกยิ่งขึ้นผู้ให้บริการ ระบบคลาวด์ จึงได้พัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับอัปโหลดดาวน์โหลดไฟล์ (หรืออัพเดตเปลี่ยนแปลงไฟล์) บน ระบบคลาวด์แบบอัตโนมัติหรือที่เรียกกันว่าซิงโครไนซ์ (Synchronize) นั่นเอง

2.7.3 ประโยชน์ของการใช้งานระบบคลาวด์

2.7.3.1 สามารถเข้าถึงไฟล์ต่าง ๆ ได้ทุกที่ทุกเวลา

2.7.3.2 สามารถเพิ่มขนาดจัดเก็บไฟล์ได้

2.7.3.3 คุ้มค่ามากกว่าการซื้ออุปกรณ์จัดเก็บไฟล์อย่างพวกฮาร์ดดิสก์

2.7.3.4 ไม่มีความเสี่ยงกับในเรื่องของอุปกรณ์จัดเก็บไฟล์เสีย

2.7.3.5 ได้รับบริการเสริมต่าง ๆ เช่น การสำรองข้อมูล การรับประกันในกรณีข้อมูลสูญหาย เป็นต้น

2.7.4 ข้อเสียของการใช้งานระบบคลาวด์

2.7.4.1 จำเป็นต้องใช้งานผ่านการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเท่านั้น

2.7.4.2 ความปลอดภัยของข้อมูลซึ่งอาจถูกแฮ็คข้อมูลได้

2.7.4.3 เสียค่าบริการ ในกรณีที่มีการฝากไฟล์เกินขนาดที่ผู้ให้บริการแต่ละรายกำหนด

2.8 Amazon EC2 [21]

Amazon EC2 เป็นส่วนสำคัญของแพลตฟอร์มการทำงานของคอมพิวเตอร์ที่อยู่บนระบบคลาวด์ (Cloud Computing) ของ Amazon.com ซึ่งระบบ Cloud Computing คือ การให้บริการระบบคอมพิวเตอร์ ที่ผู้ใช้สามารถซื้อบริการไอที (IT Services) ชนิดต่าง ๆ ได้โดยตรงจากผู้ให้บริการ โดยผู้ให้บริการสามารถจัดสรรทรัพยากรตามที่ผู้ใช้ระบุและพร้อมใช้งานในเวลาเพียงไม่กี่นาที ทั้งนี้ผู้ใช้บริการไม่จำเป็นต้องมีการลงทุนด้านอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์แต่อย่างใด เพียงแค่สามารถเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ต ก็สามารถใช้บริการ Cloud Computing ได้
ระบบคลาวด์ จะมีคุณลักษณะที่สำคัญ ดังนี้

1. ผู้ใช้สามารถกำหนดและควบคุมปริมาณการใช้ทรัพยากรได้ด้วยตนเอง (On-demand Self-Service)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผู้ใช้สามารถเข้าถึงบริการได้จากทุกที่ที่สามารถเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตได้ (Broad Network Access)
3. มีความยืดหยุ่นและปรับเปลี่ยนได้ง่าย (Rapid Elasticity) โดยสามารถปรับ-ลดขนาด หรือ เพิ่ม - ลดความสามารถได้อย่างรวดเร็วตามความต้องการของธุรกิจ

Amazon EC2 หรือ Amazon Elastic Compute Cloud เป็นผลิตภัณฑ์ที่ให้บริการด้านเว็บ มีหน้าที่ในการสร้างและรันเครื่องเสมือน (Virtual Machine) ในระบบคลาวด์ AWS ซึ่งเครื่องเสมือนเหล่านี้ถูกเรียกว่า “อินสแตนซ์ (Instance)” Amazon EC2 เปรียบเสมือนการให้บริการเว็บเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในบริการของ Amazon Web Services หรือเรียกย่อ ๆ ว่า “Amazon AWS” หลักการทำงานของ EC2 คือการสร้างเซิร์ฟเวอร์เสมือน (Virtual Server) ขึ้นมาใช้งาน โดยที่ผู้ใช้สามารถเลือกขนาดของทรัพยากรได้ เช่น เลือกขนาดของ CPU, Memory และ Disk ได้ตามต้องการ อย่างไรก็ตาม ระบบ Amazon EC2 จะไม่มีค่าใช้จ่ายในส่วนของอุปกรณ์เซิร์ฟเวอร์และค่าซอฟต์แวร์ไลเซนส์ของระบบปฏิบัติการ อย่างเช่น ไลเซนส์ของ MS Windows Server เป็นต้น

จุดเด่นของระบบ Amazon EC2 ดังนี้

1. สามารถสร้างเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน (Virtual Machine) ขึ้นมาใช้งานได้อย่างรวดเร็ว
2. ผู้ใช้เลือกชนิดของระบบปฏิบัติการ OS ที่ต้องการได้ทั้ง Windows หรือ Linux
3. สามารถเลือกขนาดของฮาร์ดดิสก์ที่ต้องการ ตั้งค่าระบบรักษาความปลอดภัย โดยสามารถกำหนดได้เอง
4. สามารถต่อยอดในการทำระบบสำรองข้อมูล (Backup) หรือระบบกู้ข้อมูล (Disaster Recover) ได้อย่างง่ายดายและมีค่าใช้จ่ายต่ำ

2.9 Node-red [22]

Node-RED เป็นโปรแกรมที่เป็นเครื่องมือในการพัฒนาไอโอทีซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท IBM Emerging Technology และส่วนหนึ่งของทีมงาน JS Foundation ลักษณะของ Node-RED เป็นการจำลองการทำงานของอุปกรณ์ (Virtual Tool) ซึ่งเชื่อมโยงฮาร์ดแวร์ Service และ API ต่าง ๆ เข้าด้วยกันในลักษณะ Flow-Base ซึ่งฮาร์ดแวร์เซอร์วิส หรือ API ต่าง ๆ ที่อยู่ในแผนผัง (Flow) จะถูกแสดงผลในรูปแบบโหนด (Node) และโหนดแต่ละโหนดจะทำงานได้ด้วยตัวเอง ทำให้ผู้พัฒนาแอปพลิเคชันไม่ต้องเขียนโค้ดให้ยุ่งยาก

Node-RED ได้รับการคิดค้นโดย J. Paul Morrison ในทศวรรษที่ 1970 การเขียนโปรแกรมตามการไหล (flow-based programming) เป็นวิธีการอธิบายลักษณะการทำงานของแอปพลิเคชัน เสมือนเป็นเครือข่ายของ black-boxes หรือโหนดที่ถูกเรียกใน Node-Red โดยแต่ละโหนดจะมีวัตถุประสงค์และข้อมูลเพื่อให้มีการทำงานตามที่ระบุไว้ และเครือข่ายมีหน้าที่สำหรับให้ข้อมูลไหลระหว่างโหนดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Node-RED เป็นโปรแกรมที่ทำงานภายใต้ Node.js สามารถเขียนแผนผังการทำงานร่วมกันของแอปพลิเคชันต่าง ๆ ได้อย่างง่ายบนเบราว์เซอร์ และสามารถทำงานร่วมกันกับ JavaScript function ผ่าน text editor ได้ ตัว Node-RED มีไลบรารี่ในตัว หรือ ฟังก์ชัน ที่มีประโยชน์ต่าง ๆ ใช้อย่างเพียงพอ อีกทั้งยังมีรูปแบบ (Template) ที่สามารถใช้งานได้หลากหลาย

2.9.1 ประวัติความเป็นมาของ Node-red

Node-Red เริ่มต้นในช่วงก่อนปี 2013 จากโครงการเล็ก ๆ ของ Nick O'Leary และ Dave Conway-Jones จากกลุ่มบริการเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นใหม่ของ IBM สิ่งที่เริ่มเป็นหลักฐานแนวคิดสำหรับการแสดงภาพและการจัดการแผนภาพระหว่างหัวข้อ mqtt กลายเป็นมากกว่าเครื่องมือทั่วไปที่สามารถขยายได้ในหลายทิศทาง

2.10 phpMyAdmin [23]

phpMyAdmin เป็น freeware open sources หรือโปรแกรมที่ถูกพัฒนาโดยใช้ภาษา PHP เพื่อใช้ในการบริหารจัดการฐานข้อมูล MySQL แทนการคีย์คำสั่ง เนื่องจากถ้าใช้ฐานข้อมูลที่เป็น MySQL บางครั้งจะมีความลำบากและยุ่งยากในการใช้งาน ดังนั้นจึงมีเครื่องมือในการจัดการฐานข้อมูล MySQL ขึ้นมาเพื่อให้สามารถจัดการ ระบบจัดการฐานข้อมูล (Data base management system; DBMS) ที่เป็น MySQL ได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น โดย phpMyAdmin ถือเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งในการจัดการฐานข้อมูล MySQL ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ โดยสามารถทำการสร้างฐานข้อมูล หรือ สร้างตารางข้อมูลใหม่ได้ และยังมีฟังก์ชั่นที่ใช้สำหรับการทดสอบการคิวรี่ (query) ข้อมูลด้วยภาษา SQL พร้อมกันนั้น สามารถทำการ แทรก (insert), ลบ (delete), อัปเดต (update) หรือใช้คำสั่งต่าง ๆ เหมือนกันกับการใช้ภาษา SQL ในการสร้างตารางข้อมูล

phpMyAdmin เป็นโปรแกรมประเภท MySQL Client ตัวหนึ่งที่ใช้ในการจัดการข้อมูล MySQL ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ได้โดยตรง phpMyAdmin ตัวนี้จะทำงานบนเว็บเบราว์เซอร์เป็น พีเฮชพี แอปพลิเคชัน (PHP Application) ที่ใช้ควบคุมจัดการ MySQL Server ความสามารถของ phpMyAdmin [24] คือ

1. สร้างและลบฐานข้อมูล (Database)
2. สร้างและจัดการตาราง เช่น แทรกข้อมูล, ลบข้อมูล, แก้ไขข้อมูล, ลบตาราง, แก้ไขประเภท
3. โหลดเท็กซ์ไฟล์เข้าไปเก็บเป็นข้อมูลในตารางได้
4. หาผลสรุป (Query) ด้วยคำสั่ง SQL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

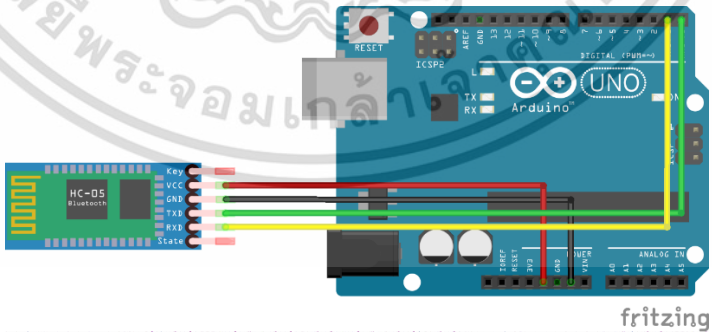
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน

1. เครื่องชั่งน้ำหนัก (Weight scale)
2. บอร์ดเอ็นบีไอโอที ของเครือข่าย ทรูมูฟ (True NB-IoT board)
3. อาร์ดูโน่อูโน่ อาร์สาม (Arduino UNO R3)
4. อาร์ดูโน่นาโน (Arduino Nano)
5. โมดูลบลูทูธ HC-05 (HC-05 Bluetooth Module)
6. โมดูลเซนเซอร์ขยายสัญญาณน้ำหนัก HX-711 (HX711 Weight Sensor Amplifier Module)
7. ลูกตุ้มน้ำหนัก

3.2 ทดลองการสื่อสารระว่างอาร์ดูโน่ (Arduino) ผ่าน โมดูลบลูทูธ (Bluetooth Module)

3.2.1 การตั้งค่าโมดูลบลูทูธ HC-05

ในการตั้งค่าโมดูลบลูทูธ HC-05 เพื่อแบ่งโหมดการทำงานเป็นโหมดมาสเตอร์ (Master Mode) หรือโหมดสลาฟ (Slave Mode) นั้น จะต้องใช้คำสั่งที่เรียกว่า AT Command Set ซึ่งคือชุดคำสั่งที่เอาไว้ใช้ในการควบคุมโมดูลบลูทูธ HC-05



ภาพที่ 3.1 การต่อวงจรสายระหว่างอาร์ดูโน่กับโมดูลบลูทูธ HC-05
(ที่มา: https://www.allaboutcircuits.com/projects/control-an-arduino-using-your-phone/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อวงจรตามภาพที่ 3.1 และเมื่อต่อสายไฟเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ ไฟบนโมดูลบลูทูธจะกระพริบเร็ว ซึ่งเป็นการเข้าสู่โหมดการทำงานปกติ โดยที่โมดูลบลูทูธยังไม่ได้รับการตั้งค่า

วิธีการเข้า AT Command Set ต้องถอดสายไฟจากแหล่งจ่ายไฟออก แล้วกดปุ่มรีเซ็ทของ โมดูลบลูทูธค้างไว้ จากนั้นต่อสายไฟเข้าที่แหล่งจ่ายไฟตามเดิม ถ้าไฟบนโมดูลกระพริบช้าๆ อย่างเป็นจังหวะ แสดงว่า เข้าสู่ AT Mode สำเร็จ

เมื่อเข้าสู่ AT Mode ให้ตั้งค่าโมดูลบลูทูธ แต่ละโหมดดังนี้

3.2.1.1 โหมดมาสเตอร์ (Master Mode)

- AT+RMAAD เป็นการล้างการจับคู่ของอุปกรณ์
- AT+ROLE = 1 ตั้งค่าอุปกรณ์เป็นโหมดมาสเตอร์
- AT+CMODE = 0 เชื่อมต่อโมดูลเฉพาะบลูทูธแอดเดรส (Address)
- AT+BIND = 98D3,31,F94620 ใส่แอดเดรสของบลูทูธที่เป็นโหมดสลาฟ
- AT+UART = 38400,0,0 ตั้งค่า baud rate ที่ 38400

3.2.1.2 โหมดสลาฟ (Slave Mode)

- AT+RMAAD เป็นการล้างการจับคู่ของอุปกรณ์
- AT+ROLE = 0 ตั้งค่าอุปกรณ์เป็นโหมดสลาฟ
- AT+ADDR ตรวจสอบแอดเดรสของบลูทูธ โดยนำแอดเดรสที่ได้ ใช้ในการตั้งค่าของบลูทูธที่เป็นโหมดมาสเตอร์
- AT+UART = 38400,0,0 ตั้งค่า baud rate ที่ 38400

3.2.2 การทดลองเปิด-ปิดไฟบนอาร์ดูโน่

เป็นการทดลองการสื่อสารระว่างอาร์ดูโน่สองตัวผ่านบลูทูธ โดยการเขียนโค้ดคำสั่งให้อาร์ดูโน่ที่อยู่ในโหมดมาสเตอร์ ให้มีการป้อนคำสั่ง 0 และ 1 เพื่อสั่งการให้มีการปิดและเปิดหลอดไฟแอลอีดี (LED) ที่ขา 13 ของอาร์ดูโน่อีกตัวที่อยู่ในโหมดสลาฟ ทำการอัปโหลดโค้ดในโหมดมาสเตอร์และโหมดสลาฟไปยังอาร์ดูโน่แต่ละตัว จากนั้นเปิดซีเรียลมอนิเตอร์ที่โหมดมาสเตอร์ เมื่อพิมพ์ 1 หลอดไฟแอลอีดีของอาร์ดูโน่ที่อยู่ในโหมดสลาฟจะติด และเมื่อพิมพ์ 0 หลอดไฟแอลอีดีจะดับ

```
// Keep reading from HC-05 and send to Arduino Serial Monitor
if (BTserial.available())
{
  c = BTserial.read();
  Serial.write(c);
}
// Keep reading from Arduino Serial Monitor and send to HC-05
if (Serial.available())
{
  c = Serial.read();
   BTserial.write(c);
}
```

ภาพที่ 3.2 โค้ดอาร์ดูโน่ของโหมดมาสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

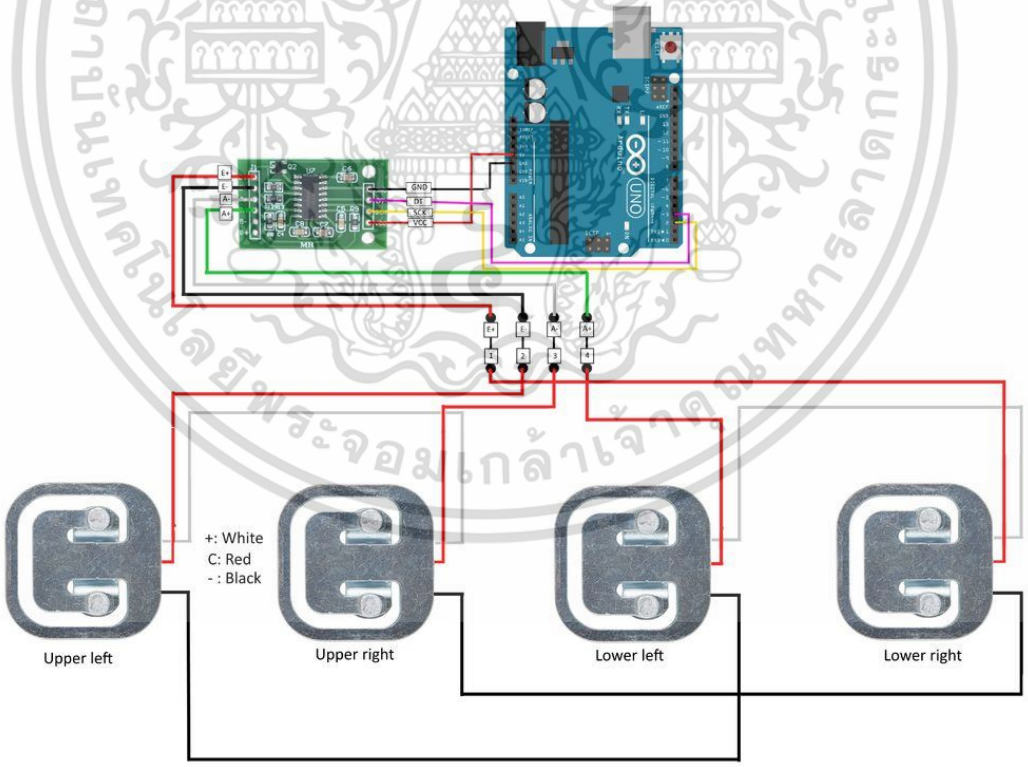
```
if (BTSerial.available() > 0)
{
  ch = BTSerial.read();
}
if (ch == '1')
{
  digitalWrite(13, HIGH);
}
else if (ch == '0')
{
  digitalWrite(13, LOW);
}
```

ภาพที่ 3.3 โค้ดอาร์ดูโน่ของโหมดสลาฟ

3.3 การรับ-ส่งข้อมูลจากเครื่องชั่งน้ำหนัก

3.3.1 การสอบเทียบเครื่องชั่งน้ำหนัก

ในขั้นตอนนี้จะต้องมีอุปกรณ์ที่สามารถทราบค่าน้ำหนักที่แน่นอนได้ เพื่อทำการสอบเทียบ โดยทั่วไปมักใช้ลูกตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน แต่ถ้าไม่มีลูกตุ้มสามารถใช้อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ระบุน้ำหนักได้ เช่น ขวดน้ำขนาดต่าง ๆ



ภาพที่ 3.4 การต่อโหลดเซลล์ทั้ง 4 ตัวในเครื่องชั่งน้ำหนักเข้ากับโมดูล HX711 และอาร์ดูโน่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการต่อวงจร ตามภาพที่ 3.4 จากนั้นทำการเขียนโค้ด เพื่ออ่านค่าจากเครื่องชั่งน้ำหนัก ผ่านโมดูล HX711 ค่าที่อ่านได้จะแสดงบนซีเรียลมอนิเตอร์ (Serial Monitor) จากนั้นทำการสอบเทียบเครื่องชั่งน้ำหนักให้ค่าที่อ่านได้ตรงกับน้ำหนักจริงของวัตถุ โดยการปรับค่า calibrate_factor ในโค้ด

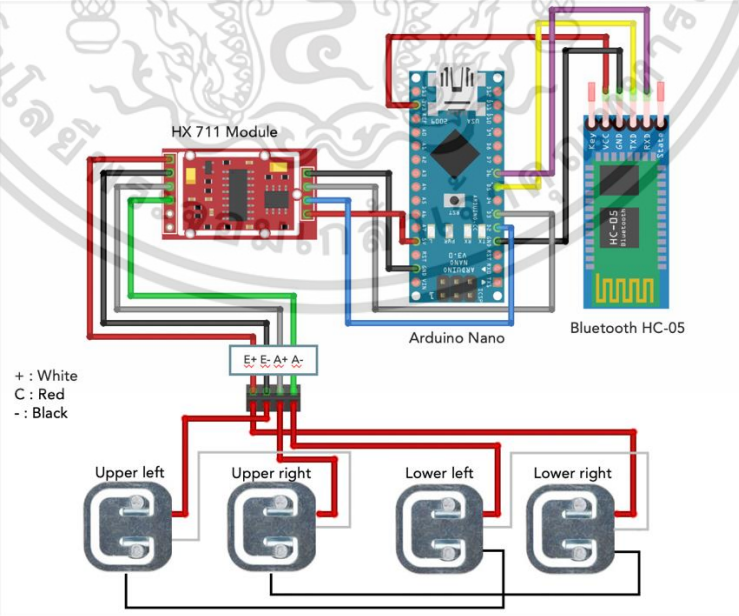
```
if(Serial.available())
{
  char temp = Serial.read();
  if(temp == '+' || temp == 'a')
    calibration_factor += 10;
  else if(temp == '-' || temp == 'z')
    calibration_factor -= 10;
}
```

ภาพที่ 3.5 โค้ดอาร์ดูโนในการสอบเทียบเครื่องชั่งน้ำหนัก

3.3.2 การรับข้อมูลจากเครื่องชั่งน้ำหนักโดยการสื่อสารผ่านโมดูลบลูทูธ HC-05

3.3.2.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก

เมื่อเครื่องชั่งน้ำหนักผ่านการสอบเทียบเรียบร้อยแล้ว จากนั้นทำการรับข้อมูลจากเครื่องชั่งน้ำหนักมาแสดงที่ซีเรียลมอนิเตอร์ผ่านบลูทูธ โดยที่เครื่องชั่งน้ำหนักจะต่อเข้ากับบลูทูธที่ทำหน้าที่ในโหมดมาสเตอร์ เพื่อส่งค่าไปยังอาร์ดูโน่ที่ต่อเข้ากับบลูทูธที่ทำหน้าที่ในโหมดสลาฟ เพื่อรับค่ามาแสดงผล



ภาพที่ 3.6 วงจรทั้งหมดภายในเครื่องชั่งน้ำหนัก โดยมีการเชื่อมต่อโหลดเซลล์ทั้ง 4 ตัวเข้ากับโมดูล HX711, อาร์ดูโน่ และบลูทูธ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ ในขั้นตอน 3.3.2.1 ได้เปลี่ยนจากการใช้ Arduno Uno R3 ไปเป็น Arduino Nano

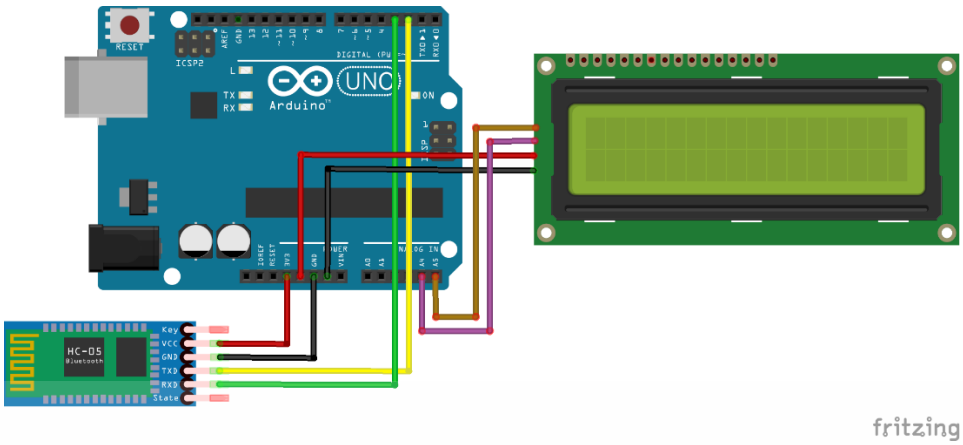
```
if (c == 0)
{
  float data = scale.get_units();
  a = data * 100;
  if (a == b && a >= 30)
  {
    c = 2;
  }
  b = a;
  if (c == 2)
  {
    d = a;
    val = d / 100;
    Serial.print(val);
    mySerial.print(val);
    Serial.println(" kg.");
  }
}
else
{
  delay(500);
  float data = scale.get_units();
  a = data * 100;
  if(a <= 30)
  {
    c=0;
  }
}
```

ภาพที่ 3.7 โค้ดอาร์ดูโน่ที่เครื่องชั่งน้ำหนัก เพื่อทำการส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์รับส่งข้อมูล

3.3.2.2 อุปกรณ์รับส่งข้อมูล (Data Transmission device)

เชื่อมต่อเอ็นบีไอโอทีชิลด์ (NB-IoT Shield) เข้ากับอาร์ดูโน่ที่เชื่อมต่อกับโมดูลบลูทูธที่ทำหน้าที่ในโหลดสลาฟเพื่อสามารถรับข้อมูลมาจากเครื่องชั่งน้ำหนัก และเชื่อมต่อกับจอแอลซีดีเพื่อให้มีการแสดงผลข้อมูลน้ำหนัก จากนั้นเขียนโค้ดส่งข้อมูลไปจัดเก็บลงฐานข้อมูล โดยใช้เอ็นบีไอโอทีเป็นตัวกลางในการส่งข้อมูลไปที่เซิร์ฟเวอร์ผ่านคลื่นสัญญาณโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.8 การเชื่อมต่ออาร์ดูโน่เข้ากับบลูทูธและจอแอลซีดี

```
if (mySerial.available() > 0)
{
  lcd.setCursor(4,1);
  lcd.print("Wait...");
  data = mySerial.read();
  delay(3);
  val += (char)data;
  a = 1;
}
```

ภาพที่ 3.9 โค้ดอาร์ดูโน่ที่อุปกรณ์รับส่งข้อมูล เพื่อทำการรับข้อมูลจากเครื่องชั่งน้ำหนักและแสดงผลบนจอแอลซีดี

3.3.3 การส่งข้อมูลจากอุปกรณ์รับส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูล

เมื่ออาร์ดูโน่รับข้อมูลจากเครื่องชั่งน้ำหนักมายังอุปกรณ์รับส่งข้อมูล (Data transmission device) จะมีการเขียนโค้ดให้มีการส่งข้อมูลไปจัดเก็บลงฐานข้อมูลบน phpMyAdmin ผ่าน เอ็นบีไอโอที ที่มีรูปแบบการส่งข้อมูลแบบโพรโทคอลยูดีพี (UDP Protocol) โดยข้อมูลจะถูกส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์ผ่านการทำงานบนโปรแกรม Node-red

```
String udpRemoteIP = "13.229.229.244"; // Your Server IP
String udpRemotePort = "50005"; // Your Server Port
```

ภาพที่ 3.10 โค้ดอาดูโน่ที่อุปกรณ์รับส่งข้อมูล เพื่อทำการประกาศตัวแปร server ip และ port ที่รองรับ

```
/* send data to node red */
modem.sendUDPstr(udpRemoteIP, udpRemotePort, val);
Serial.println("Sent = OK!");
```

ภาพที่ 3.11 โค้ดอาดูโน่ที่อุปกรณ์รับส่งข้อมูล เพื่อส่งข้อมูลไปยัง Node-red

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบและจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล

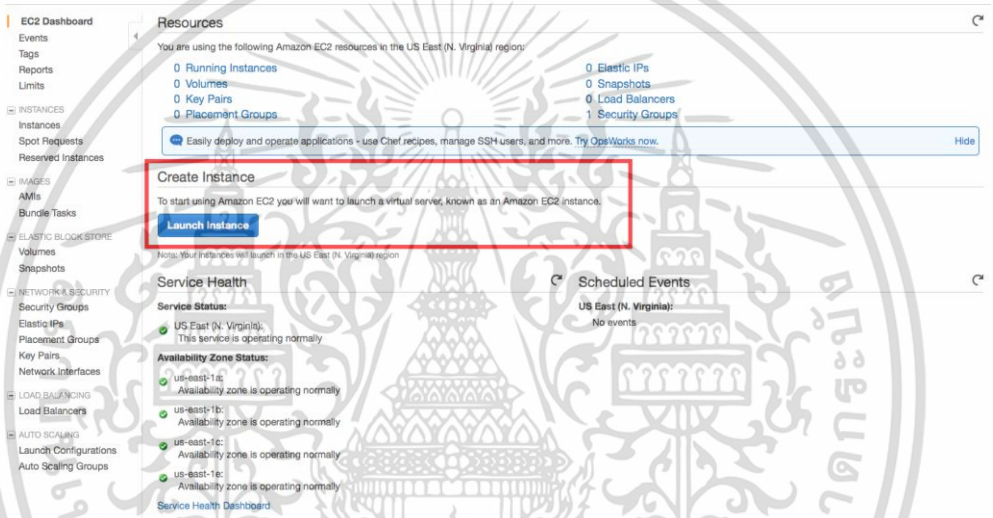
3.4.1 การสร้างเซิร์ฟเวอร์ส่วนตัว

Amazon Elastic Compute Cloud (EC2) คือ Amazon Web Service ที่ใช้เพื่อสร้างและรันเครื่องเสมือนในระบบคลาวด์ AWS โดยเรียกเครื่องเสมือนเหล่านี้ว่า “อินสแตนซ์”

3.4.1.1 ตั้งค่าและลงชื่อสมัครใช้งาน AWS

3.4.1.2 เปิดใช้งาน Amazon EC2 Instance

ในแดชบอร์ด (Dashboard) Amazon EC2 เลือก “Launch Instance” (เปิดใช้งานอินสแตนซ์) เพื่อสร้างและกำหนดค่าเครื่องเสมือน



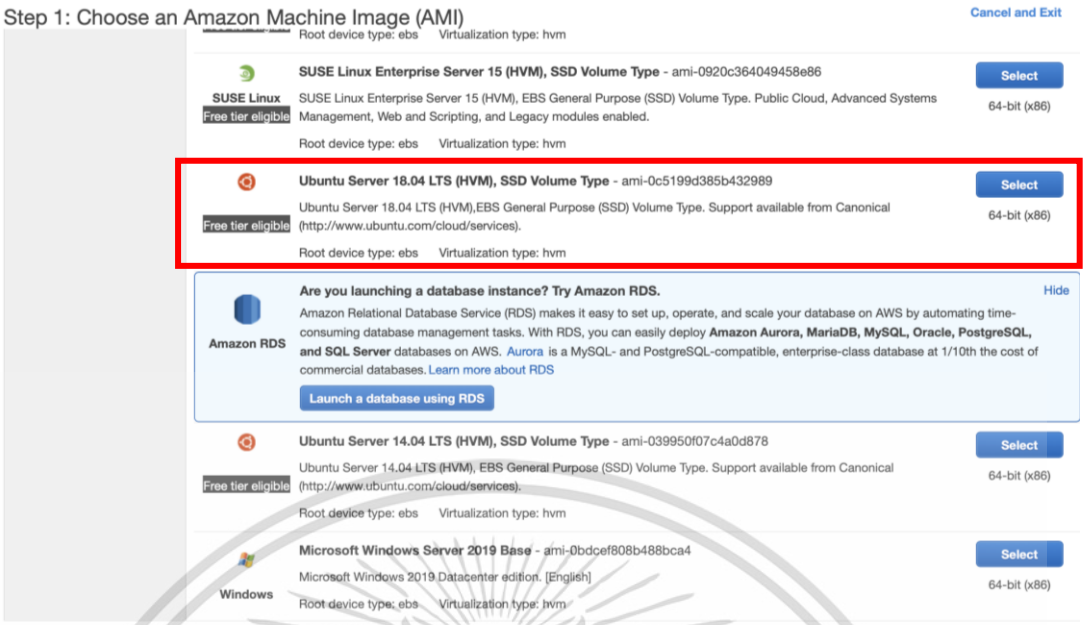
ภาพที่ 3.12 การเปิดใช้งาน Amazon EC2 Instance

3.4.1.3 กำหนดค่าอินสแตนซ์

เลือก Amazon Machine Image (AMI) AMI คือ เทมเพลตเซิร์ฟเวอร์ที่กำหนดค่าไว้ล่วงหน้า ซึ่งสามารถใช้เพื่อเปิดใช้งานอินสแตนซ์ แต่ละ AMI มีระบบปฏิบัติการหนึ่งระบบและสามารถรวมแอปพลิเคชันและเซิร์ฟเวอร์แอปพลิเคชันได้

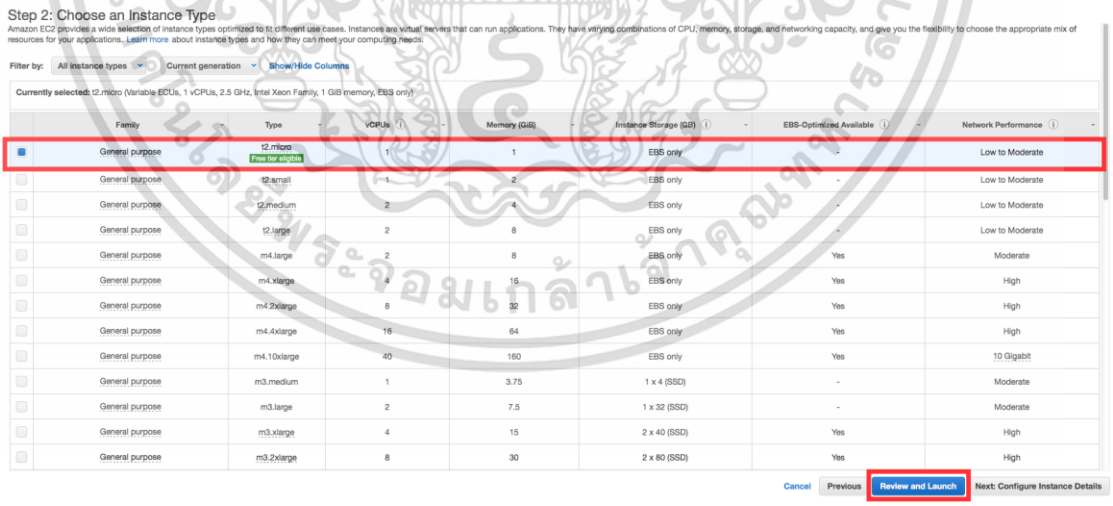
ใช้ Ubuntu Server 18.04 และคลิก Select

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.13 การเลือก Amazon Machine Image (AMI)

เลือกประเภทอินสแตนซ์ โดยประเภทอินสแตนซ์ประกอบด้วยส่วนประกอบแตกต่างกัน ทั้งหน่วยความจำ พื้นที่จัดเก็บหน่วยความจำ และความสามารถในการเชื่อมต่อเครือข่าย เลือก t2.micro และคลิก Review and Launch

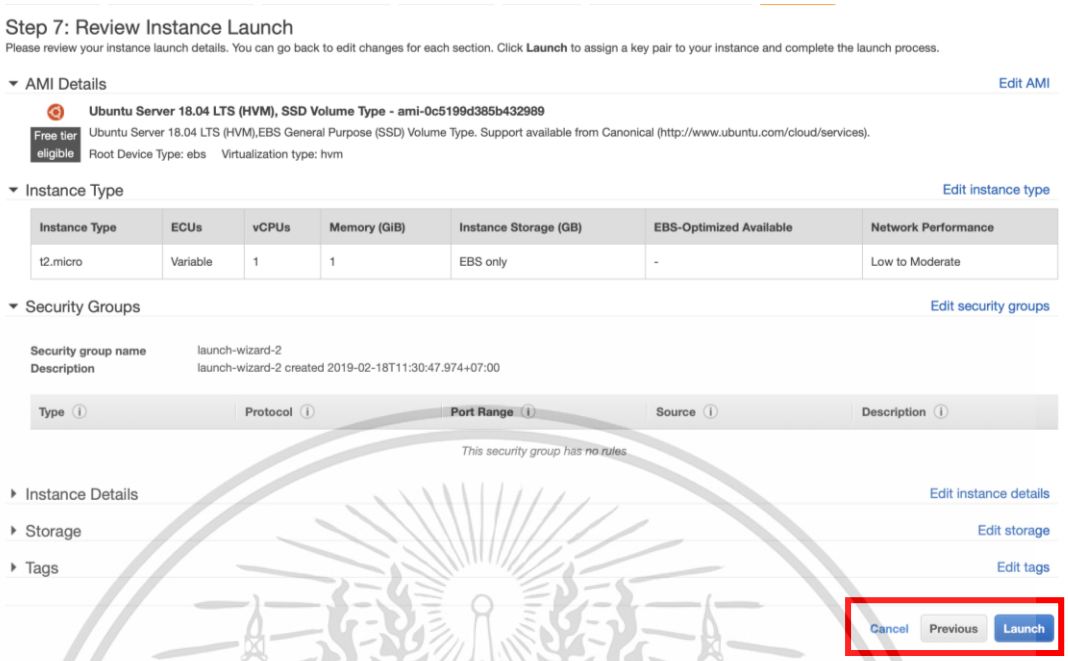


ภาพที่ 3.14 การเลือกประเภทอินสแตนซ์

ตรวจสอบการกำหนดค่า พื้นที่จัดเก็บ การติดแท็ก และการตั้งค่าความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

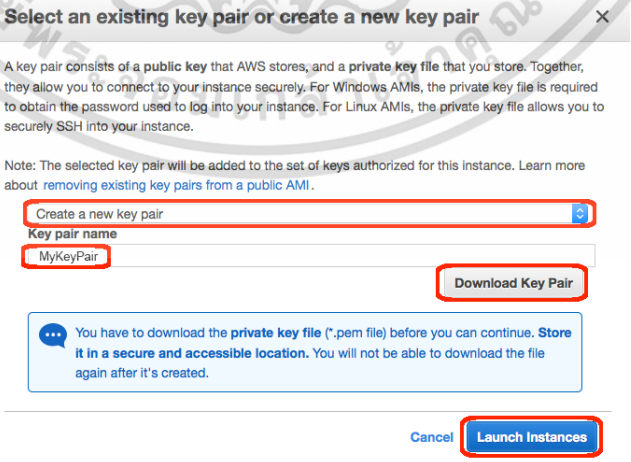
คลิก Launch



ภาพที่ 3.15 ตรวจสอบการตั้งค่าอินแสตนซ์

สร้างคู่คีย์ คู่คีย์จะใช้ในการเข้าถึงอินสแตนซ์ Linux อย่างปลอดภัยโดยใช้ SSH AWS จัดเก็บส่วนที่เป็นสาธารณะของคู่คีย์

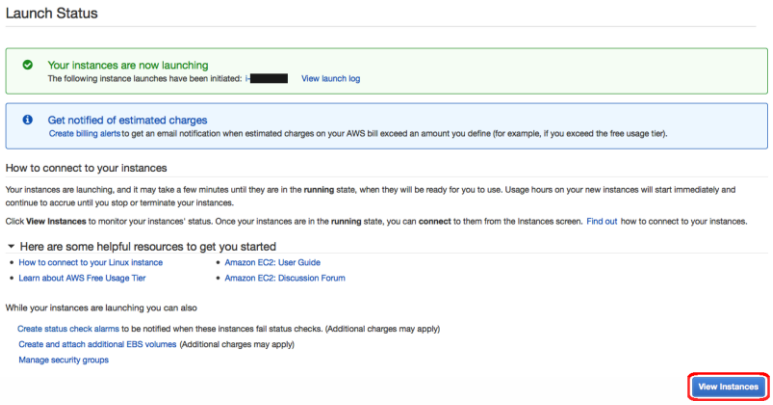
เลือก Create a new key pair และตั้งชื่อว่า MyKeyPair จากนั้นคลิกปุ่ม Download Key Pair หลังจากนั้นให้จัดเก็บคีย์ในตำแหน่งที่ปลอดภัย แล้วคลิก Launch Instance เพื่อเริ่มต้นใช้อินสแตนซ์ Linux



ภาพที่ 3.16 การสร้างคู่คีย์

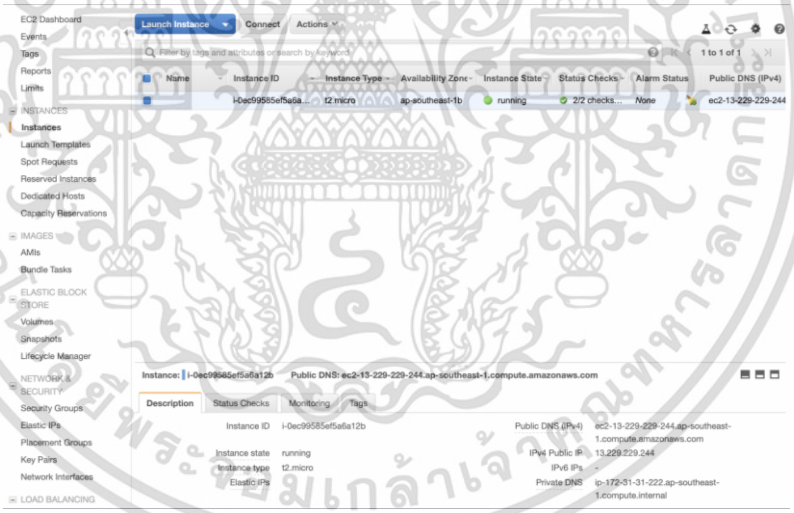
คลิก View Instances บนหน้าจอถัดไปเพื่อดูอินสแตนซ์และสถานะของอินสแตนซ์ที่เพิ่งเริ่มใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.17 ตรวจสอบสถานะอินแสตนซ์ที่เริ่มใช้งาน

คอลัมน์ Instance State บนอินสแตนซ์จะเปลี่ยนเป็น “running” และที่อยู่ IP สาธารณะจะปรากฏขึ้น สามารถรีเฟรชคอลัมน์ Instance State ได้โดยการกด refresh button ด้านขวาเหนือตาราง คัดลอก Public IP address ของอินสแตนซ์ AWS เอาไว้เพื่อให้สามารถใช้งานได้เมื่อเชื่อมต่อกับอินสแตนซ์โดยใช้ SSH



ภาพที่ 3.18 สถานการณ์ทำงานของอินแสตนซ์

3.4.1.4 เชื่อมต่อกับอินสแตนซ์

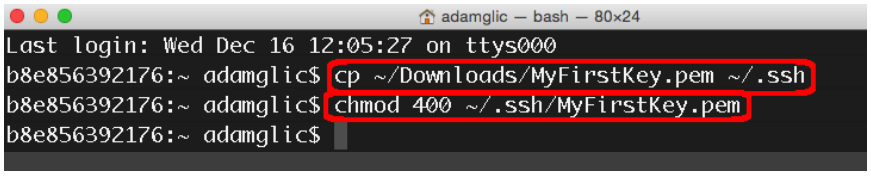
เมื่อเปิดใช้งานอินสแตนซ์ จากนั้นทำการเชื่อมต่ออินสแตนซ์โดยใช้ SSH สำหรับผู้ใช้ Mac/Linux user: เลือก Mac / Linux

1. คอมพิวเตอร์ Mac หรือ Linux จะมีไคลเอ็นต์ SSH รวมอยู่แล้วตามค่าเริ่มต้น สามารถตรวจหาไคลเอ็นต์ SSH ได้โดยพิมพ์ ssh ที่บรรทัดคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เปิดหน้าต่างเทอร์มินัล ใช้คำสั่ง chmod เพื่อให้แน่ใจว่าไฟล์คีย์ส่วนตัวไม่สามารถดูจากสาธารณะได้ โดยการป้อนคำสั่งต่อไปนี้ เพื่อจำกัดสิทธิ์ให้คีย์ SSH ส่วนตัว:

chmod 400 ~/.ssh/MyKeyPair.pem



ภาพที่ 3.19 ป้อนคำสั่งจำกัดสิทธิ์ให้คีย์ SSH ส่วนตัว

3. ใช้ SSH เพื่อเชื่อมต่อไปยังอินสแตนซ์ ในกรณีนี้ชื่อผู้ใช้คือ ec2-user ส่วนคีย์ SSH จะถูกเก็บไว้ในไดเรกทอรีที่ได้บันทึกไว้ และที่อยู่ IP รูปแบบคือ:

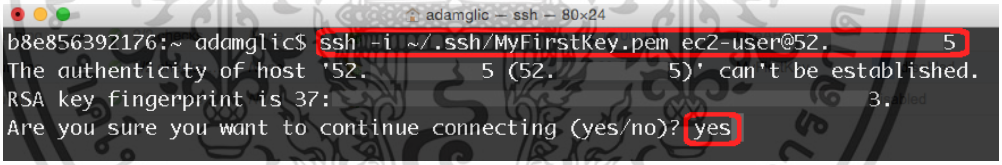
   ssh -i {full path of your .pem file} ec2-user@{instance IP address}

   ใส่รายละเอียดดังต่อไปนี้

   ssh -i ~/.ssh/MyKeyPair.pem ec2-user@{IP_Address}

   ตัวอย่าง: ssh -i ~/.ssh/MyKeyPair.pem ec2-user@13.229.229.244)

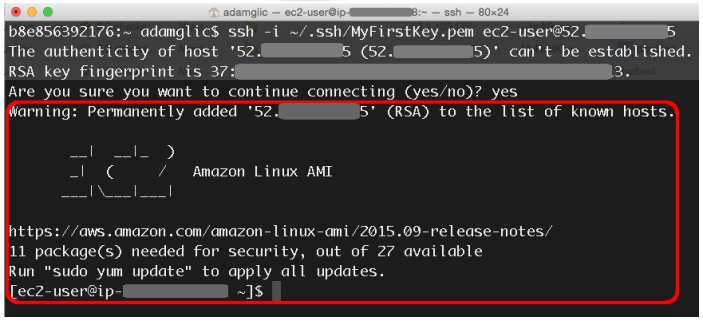
   ระบบจะขึ้นข้อความโต้ตอบที่คล้ายกับข้อความต่อไปนี้:



ภาพที่ 3.20 ใช้ SSH เพื่อเชื่อมต่อไปยังอินแสตนซ์

   พิมพ์ yes แล้วกด enter

   ระบบจะขึ้นข้อความโต้ตอบที่คล้ายกับข้อความต่อไปนี้:



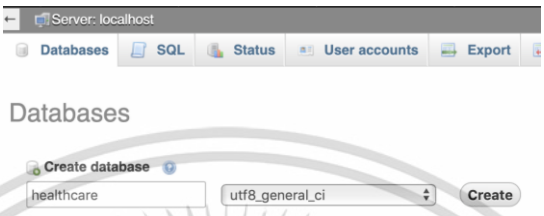
ภาพที่ 3.21 ข้อความตอบกลับพร้อมใช้งานอินแสตนซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นหน้าจอจะปรากฏการต้อนรับสำหรับอินสแตนซ์ ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อกับเครื่องเสมือน Linux ของ AWS ในระบบคลาวด์แล้ว

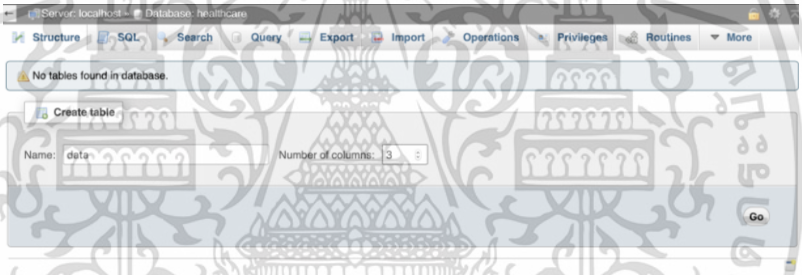
3.4.2 การสร้างฐานข้อมูลใน phpMyAdmin

1. เปิดบราวเซอร์ของ phpMyAdmin
2. ทำการสร้างฐานข้อมูลชื่อ healthcare และคลิก create



ภาพที่ 3.22 การสร้างฐานข้อมูล

3. สร้างตารางชื่อ data ทั้งหมด 3 คอลัมน์



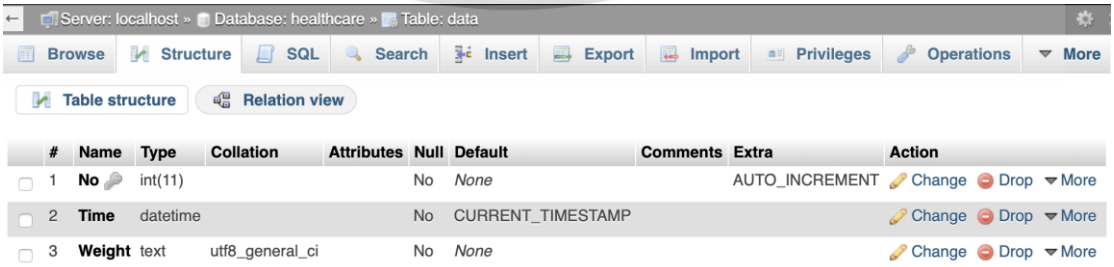
ภาพที่ 3.23 การสร้างตารางข้อมูล

ข้อมูลในตารางมีดังนี้

No คือ ลำดับของข้อมูล

Time คือ เวลาและวันที่ ที่ได้รับข้อมูล

Weight คือ ข้อมูลที่รับเข้ามา เป็นน้ำหนักที่ได้จากการชั่งน้ำหนัก

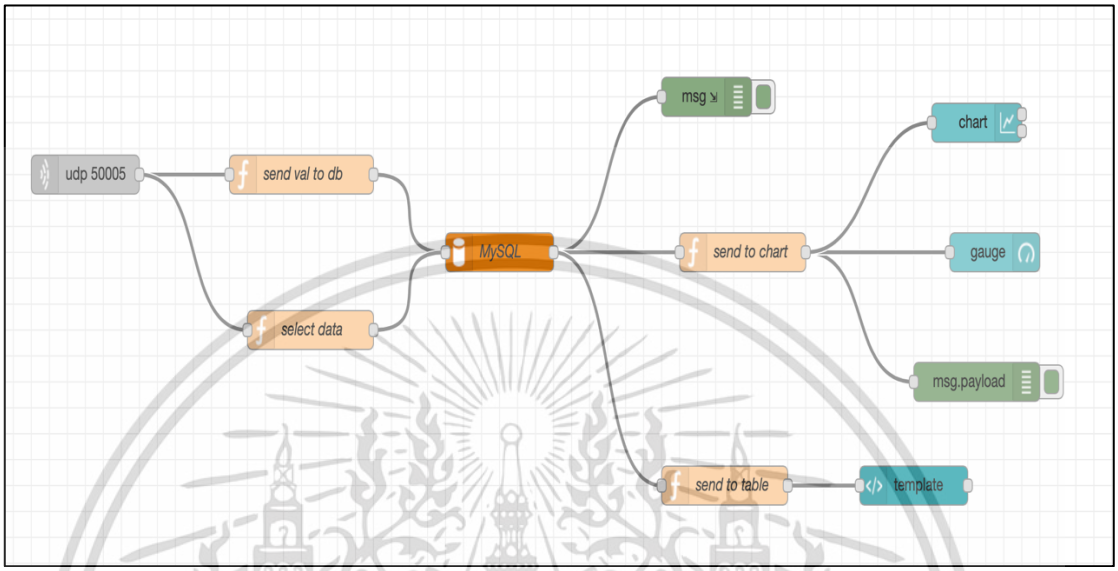


ภาพที่ 3.24 ข้อมูลในตารางเมื่อสร้างเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

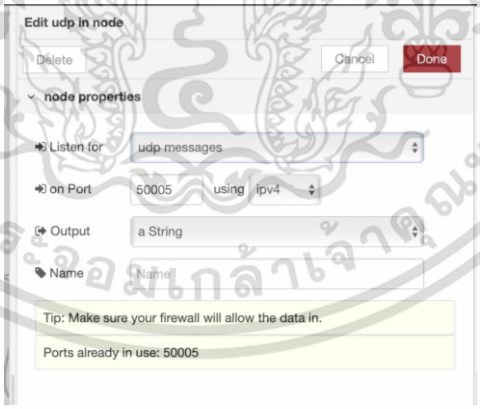
3.4.2 การออกแบบ flow บน Node-red

Node-RED เป็นการจำลองระบบ (Virtual Tool) ซึ่งเชื่อมโยงฮาร์ดแวร์เซอร์วิสและ API ต่าง ๆ เข้าด้วยกันในลักษณะ Flow-Base



ภาพที่ 3.25 ออกแบบการทำงานบน Node-red

1. รับข้อมูลจากอุปกรณ์รับส่งข้อมูล (Data Transmission device) โดยมี เอ็นบีไอโอที เป็นตัวกลางในการส่งข้อมูลมายังเซิร์ฟเวอร์ผ่าน โพรโทคอลยูดีพี ที่พอร์ต 50005



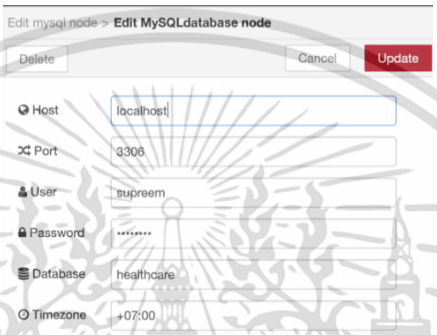
ภาพที่ 3.26 การตั้งค่าโหนดโพรโทคอลยูดีพี

2. สร้างฟังก์ชันการทำงานที่โหนด send val to db เพื่อทำการส่งข้อมูลที่ได้รับไปจัดเก็บลงฐานข้อมูล (MySQL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

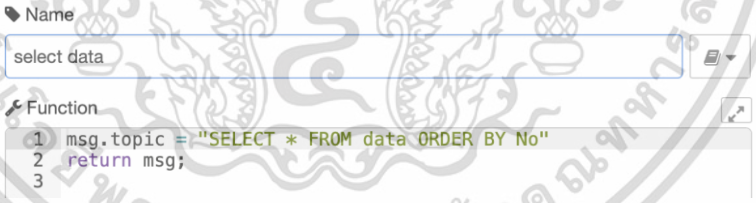
ภาพที่ 3.27 การสร้างฟังก์ชั่นการทำงานที่โหนด send val to db

3. โหนด MySQL จะเชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูลใน phpMyAdmin



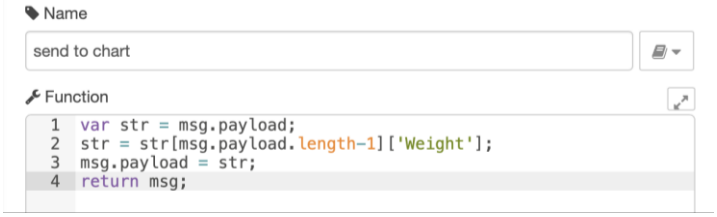
ภาพที่ 3.28 การตั้งค่าโหนด MySQL

4. สร้างฟังก์ชันการทำงานที่โหนด select data เพื่อทำการเลือกข้อมูลจากฐานข้อมูลในตาราง



ภาพที่ 3.29 การสร้างฟังก์ชันการทำงานที่โหนด select data

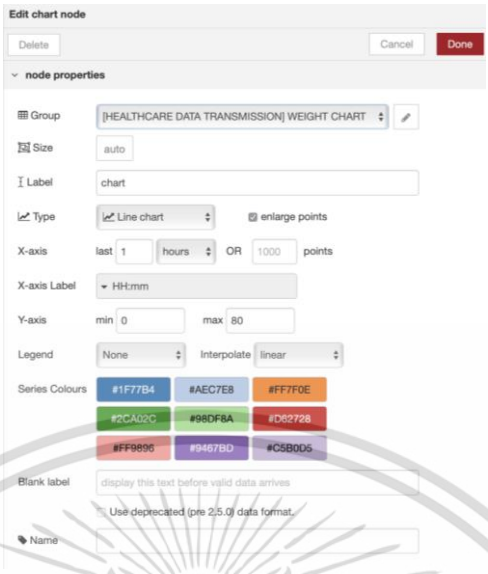
5. สร้างฟังก์ชันการทำงานที่โหนด send to chart เพื่อนำข้อมูลที่เลือกมาไปแสดงผลผ่านหน้าแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 3.30 การสร้างฟังก์ชันการทำงานที่โหนด send to chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. โหนด chart เชื่อมต่อกับฟังก์ชัน เพื่อแสดงแนวโน้มของข้อมูลในรูปแบบกราฟ



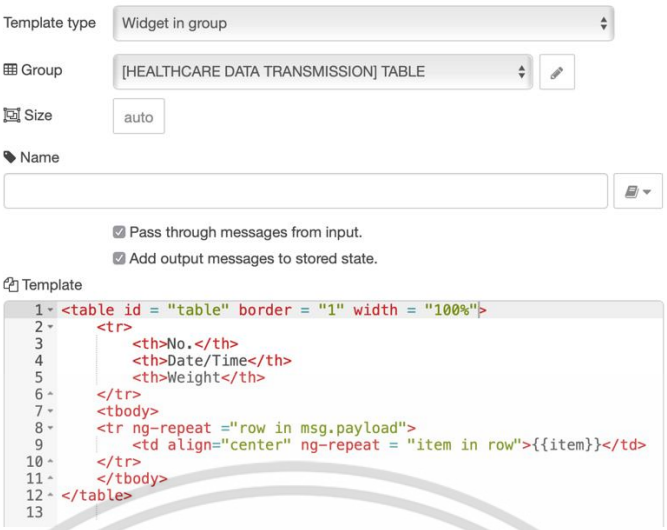
ภาพที่ 3.31 การตั้งค่าโหนด chart

7. โหนด gauge เชื่อมต่อกับฟังก์ชัน เพื่อแสดงข้อมูลล่าสุดของตารางบนมาตรวัด

ภาพที่ 3.32 การตั้งค่าโหนด gauge

8. สร้างฟังก์ชันการทำงานที่โหนด send to table เพื่อนำข้อมูลทั้งหมดแสดงผลบนตาราง
9. โหนด template เป็นการออกแบบตาราง เพื่อใส่ข้อมูลที่ทำการวัดตามเวาเลาและวันที่

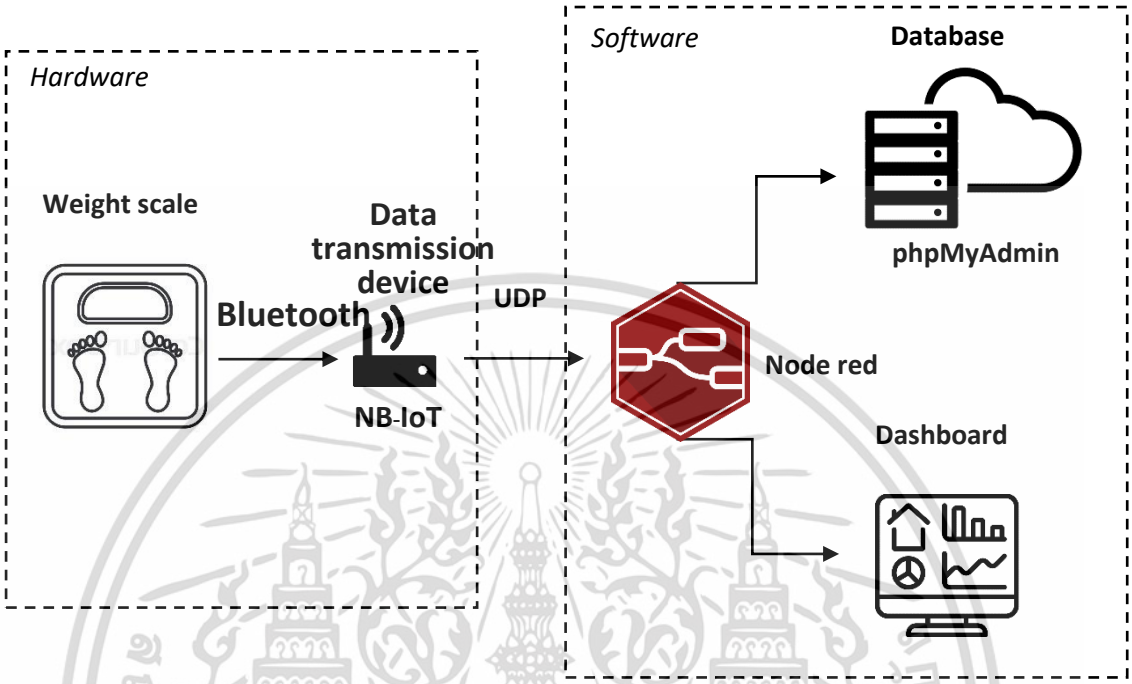
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.33 การตั้งค่าโหนด template

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย



ภาพที่ 4.1 แผนผังแสดงการส่งข้อมูลไปที่ฐานข้อมูลและแสดงบนแดชบอร์ด (Dashboard)

การทำงานของระบบการส่งข้อมูลสุขภาพจากเครื่องชั่งน้ำหนัก ผ่านอุปกรณ์รับส่งข้อมูล (Data transmission device) โดยรับข้อมูลผ่านบลูทูธ และส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์ผ่านตัวกลาง เอ็นบีไอโอที (NB-IoT) โดยข้อมูลที่ได้จะถูกจัดเก็บลงฐานข้อมูล (Database) และมีการแสดงผลผ่านทางหน้าแดชบอร์ด (Dashboard) ดังภาพที่ 4.1

จากการกำหนดข้อมูลเฉพาะของเครื่อง คำนวณและออกแบบการทำงานของวงจรย่อยแต่ละส่วน ตลอดจนการทำงานของวงจรโดยรวม และนำรูปแบบวงจรทั้งหมดมาประกอบ ซึ่งในแต่ละส่วนพบปัญหา อุปสรรคและได้ผลการทำงานดังนี้

4.1 การแสดงผลในส่วนของเครื่องชั่งน้ำหนัก

เมื่อต่อแหล่งจ่ายไฟเข้ากับเครื่องชั่งน้ำหนักและอุปกรณ์รับส่งข้อมูลอย่างเรียบร้อย หน้าจอแอลซีดีจะแสดงคำว่า Healthcare Data Project ดังภาพที่ 4.2 หลังจากนั้น จะแสดงคำว่า Weight scale ดังภาพที่ 4.3 เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.2 จอแอลซีดีแสดง Healthcare Data Project

ภาพที่ 4.3 จอแอลซีดีแสดง Weight scale เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการชั่งน้ำหนัก

ในการทดสอบเครื่องชั่งน้ำหนัก เมื่อผู้ทดลองทำการชั่งน้ำหนัก ดังภาพที่ 4.4 บนหน้าจอแอลซีดีจะแสดงคำว่า Weight scale wait... ดังภาพที่ 4.5 เพื่อรอการประมวลผลและแสดงค่าน้ำหนักต่อไป

ภาพที่ 4.4 ทดลองชั่งน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.5 จอแอลซีดีแสดงคำว่า wait... เพื่อรอการประมวลผล

ค่าน้ำหนักจะถูกแสดงบนหน้าจอแอลซีดี ดังภาพที่ 4.6

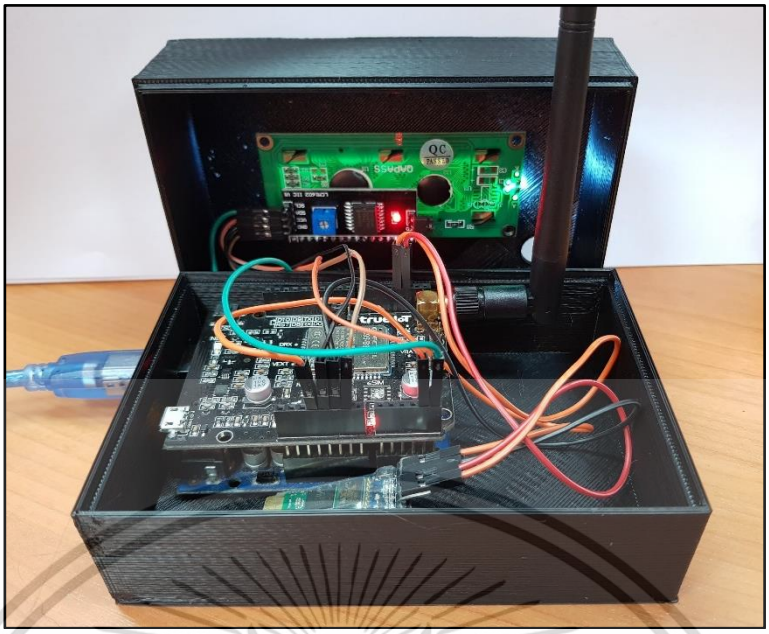
ภาพที่ 4.6 จอแอลซีดีแสดงค่าน้ำหนัก

ในส่วนของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ทั้งหมดจะมีเครื่องชั่งน้ำหนักและอุปกรณ์รับส่งข้อมูล ดังภาพที่ 4.7

ภาพที่ 4.7 เครื่องชั่งน้ำหนักและกล่องอุปกรณ์รับส่งข้อมูล

ภายในกล่องอุปกรณ์รับส่งข้อมูลจะมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ดังภาพที่ 4.8

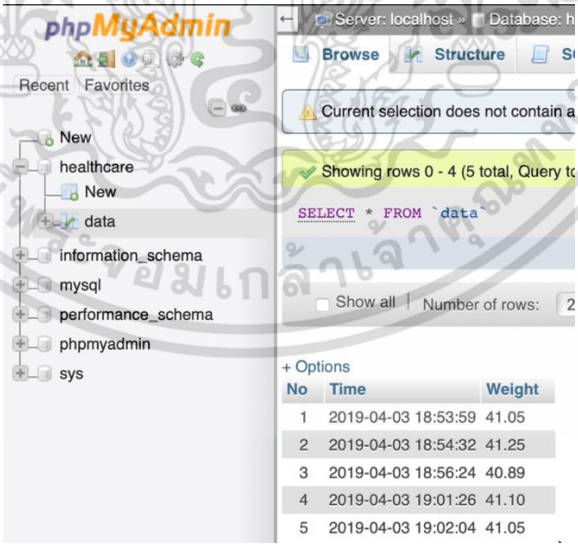
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8 ภายในกล่องอุปกรณ์รับส่งข้อมูล

4.2 การจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล

เมื่อทำการชั่งน้ำหนักแล้ว ข้อมูลน้ำหนักจะถูกส่งไปจัดเก็บบนฐานข้อมูล phpMyAdmin ในตารางที่ได้สร้างไว้ ซึ่งมีการระบุลำดับ วันที่ และเวลา ตามที่ทำการวัดค่า ดังภาพที่ 4.9 และเมื่อต้องการดูข้อมูลโดยรวมภายหลัง สามารถล็อคอินเข้าสู่ฐานข้อมูลได้ทุกเมื่อ

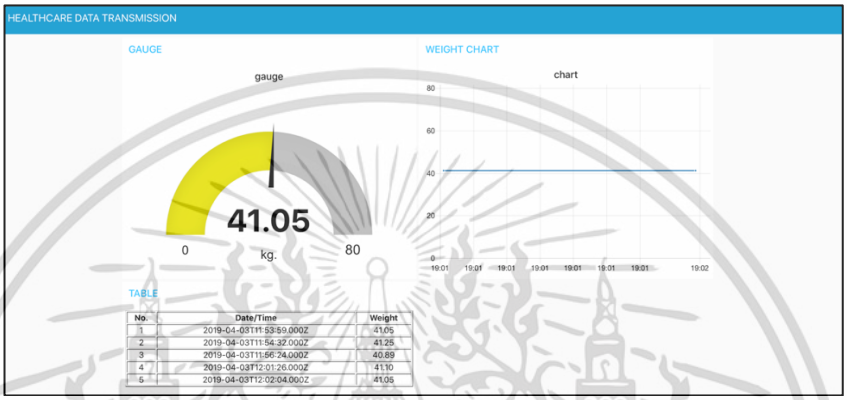


ภาพที่ 4.9 ฐานข้อมูล phpMyAdmin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การแสดงผลบนแดชบอร์ด (Dashboard)

ส่วนของแดชบอร์ดเมื่อทำการชั่งน้ำหนัก ข้อมูลจะถูกส่งมาแสดงบนหน้าเว็บนี้ได้อย่างทันที ซึ่งเป็นการแสดงผลข้อมูลตามเวลาจริง (Real time) โดยการชั่งน้ำหนักครั้งล่าสุด ข้อมูลจะปรากฏบนมาตรวัด (Gauge) ในหน่วยกิโลกรัม และมีการแสดงการพล็อตกราฟ (Weight chart) ของข้อมูลน้ำหนักตามเวลา โดยที่แกน x คือ เวลาที่ทำการชั่งน้ำหนัก และแกน y คือ ค่าน้ำหนัก อีกทั้งมีตาราง (Table) แสดงค่าน้ำหนักที่วัดได้ทั้ง ตามวันที่และเวลา ดังภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.10 หน้าแดชบอร์ด (Dashboard)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการทดลอง

โครงการวิจัยนี้มีการสร้างระบบจัดเก็บข้อมูลสุขภาพเพื่อติดตามรักษาผู้ป่วยเรื้อรังในพื้นที่ไร้สัญญาณอินเทอร์เน็ต เพื่อลดขั้นตอนการจัดเก็บข้อมูลของเจ้าหน้าที่ ที่มีความเสี่ยงต่อการสูญหายของข้อมูลขณะเคลื่อนย้าย และเพื่อเพิ่มความสะดวกต่อการเข้าถึงและนำข้อมูลไปวิเคราะห์ต่อไป

โดยหลักการทำงานคือการส่งข้อมูลสุขภาพจากเครื่องมือวัดผ่านตัวกลาง เอ็นบีไอโอที (NB-IoT) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำงานภายใต้สัญญาณโทรศัพท์ ให้มีการส่งข้อมูลไปจัดเก็บในระบบฐานข้อมูลได้ทันที และมีการแสดงผลผ่านทางหน้าแดชบอร์ด (Dashboard)

จากการทดสอบการทำงานของระบบการจัดเก็บข้อมูลสุขภาพพบว่า เมื่อทำการวัดข้อมูลจากเครื่องมือวัดในที่นี้ คือเครื่องชั่งน้ำหนัก ข้อมูลจะถูกส่งไปยังอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูล (Data Transmission device) ซึ่งจะมีหน้าจอแสดงผลข้อมูล (LCD) จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งไปจัดเก็บลงฐานข้อมูล phpMyAdmin และแสดงผลผ่านแดชบอร์ด

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

5.2.1 การระบุตัวตนในฐานข้อมูล

ปัญหา ฐานข้อมูลไม่สามารถระบุตัวตนของข้อมูลได้ เนื่องจากต้องมีการระบุตัวตนตั้งแต่ก่อนวัดข้อมูลสุขภาพ แล้วส่งข้อมูลไปจัดเก็บลงฐานข้อมูลก่อน

แนวทางการแก้ไข สามารถระบุตัวตนโดยการใช้ เทคโนโลยีแบบ RFID คือ ความสามารถในการอ่านข้อมูลของฉลากได้โดยที่ไม่ต้องมีการสัมผัส สามารถอ่านค่าได้แม่นยำแม้ในสภาพที่ทัศนวิสัยไม่ดี ทนต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก และสามารถอ่านข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง

5.2.2 ความไม่แน่นอนในการส่งข้อมูล

ปัญหา เนื่องจาก เอ็นบีไอโอที มีการสื่อสารแบบโพรโทคอลยูดีพี (UDP) คือ มีการส่งข้อมูลที่รวดเร็ว และมีขนาดเล็ก แต่มีข้อเสียคือไม่มีการทำงานเกี่ยวการส่งข้อมูลซ้ำหรือคำนวณอัตราการส่งข้อมูล ซึ่งจะเหมาะกับการส่งข้อมูลตามเวลาจริง (real time) ซึ่งข้อมูลที่สูญหายบางส่วนหรือข้อมูลที่เกิดการล่าช้า (delay) จะถูกละความสนใจไป โดยยูดีพีจะไม่มีการสร้างขั้นตอนการสื่อสารกับอุปกรณ์ปลายทางเกิดขึ้น ทำให้มีการการยืนยันการรับข้อมูลจากปลายทาง

แนวทางการแก้ไข หากไม่เน้นเรื่องความรวดเร็วในการส่งข้อมูลให้ใช้ การสื่อสารโพรโทคอลแบบทีซีพี (TCP) จะควบคุมการรับส่งข้อมูลระหว่างแม่ข่ายถึงแม่ข่ายบนเครือข่าย เพื่อใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน โดยตัวโพรโทคอลจะรับประกันความถูกต้อง และลำดับของข้อมูลที่ส่งผ่านระบบเครือข่าย นอกจากนั้นทีซีพียังช่วยจำแนกข้อมูลให้ส่งผ่านไปยังแอปพลิเคชัน ที่ทำงานอยู่บนแม่ข่ายเดียวกันให้ถูกต้องด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย

ผลที่ได้รับจากโครงการวิจัยนี้แบ่งเป็นส่วนหลัก ๆ ดังนี้

1. ระบบจัดเก็บข้อมูลสุขภาพเพื่อติดตามรักษาผู้ป่วยเรื้อรังในพื้นที่ไร้สัญญาณอินเทอร์เน็ต
2. อุปกรณ์ที่ใช้กับระบบเบื้องต้นได้แก่ เครื่องชั่งน้ำหนักที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบได้
3. งานวิจัยนี้ได้นำเสนอในงานประชุมวิชาการระดับนานาชาติ 2019 11th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Technology (ICBBT 2019) จัดขึ้นที่เมือง Stockholm ประเทศสวีเดน ระหว่างวันที่ 29-31 พฤษภาคม 2562 และได้ตีพิมพ์ในวารสาร International Journal of Pharma Medicine and Biological Sciences ซึ่งอยู่ในลำดับ Q2 ของฐานข้อมูล SJR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] **เครื่องชั่งไทย** [ออนไลน์]. 2555 [ค้นเมื่อ 22 สิงหาคม 2561]. จาก https://www.เครื่องชั่งไทย.com/digitalscale/how2use/การทำงานของเครื่องชั่ง/.

[2] **เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอลส่วนบุคคล** [ออนไลน์]. 2555 [ค้นเมื่อ 22 สิงหาคม 2561]. จาก https://www.jd.co.th/product/shaper-hd-9522_323062.html

[3] **วิธีการใช้งาน load cell กับ hx 711 amplitier module** [ออนไลน์]. 2557 [ค้นเมื่อ 22 สิงหาคม 2561]. จาก https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/how-to-use-load-cell-and-hx711-amplifier-module.html.

[4] **ไมโครคอนโทลเลอร์** [ออนไลน์]. 2552 [ค้นเมื่อ 22 สิงหาคม 2561]. จาก http://www.sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP_Unit_1.pdf. 2561.

[5] **โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์** [ออนไลน์]. 2559 [ค้นเมื่อ 22 สิงหาคม 2561]. จาก www.Chokelive.com/blog/2013/07/Micro-Controller-Application.html.

[6] ส่วนประกอบ**ของ Arduino Board** [ออนไลน์]. 2559 [ค้นเมื่อ 22 สิงหาคม 2561]. จาก http://blog.mcp.ac.th/?p=166.

[7] **Arduino รุ่นต่าง ๆ** [ออนไลน์]. 2559 [ค้นเมื่อ 22 สิงหาคม 2561]. จาก https://www.myarduino.net/article/

[8] **Bluetooth** [ออนไลน์]. 2554 [ค้นเมื่อ 22 สิงหาคม 2561]. จาก http://www.siamphone.com/news/bluetooth/page.htm. 2561.

[9] **โมดูลบลูทูธ HC-05** [ออนไลน์]. 2556 [ค้นเมื่อ 25 สิงหาคม 2561]. จาก http://synes.co.th/media/wysiwyg/Product/Wireless/RF/2400/Bluetooth/HC-05_Thai-Manual.pdf.

[10] **HX711 Weight Sensor Amplifier Module** [ออนไลน์]. 2556 [ค้นเมื่อ 25 สิงหาคม 2561]. จาก https://www.9arduino.com/product/388/hx711-weight-sensor-amplifier-module-สำหรับ-load-cell.

[11] **Internet of Things** [ออนไลน์]. 2559 [ค้นเมื่อ 17 ตุลาคม 2561]. จาก http://203.155.220.230/bmainfo/data_DDS/document/internet-of-things.pdf.

[12] **การเชื่อมต่ออุปกรณ์ ไอโอทีบนเครือข่ายไร้สาย** [ออนไลน์]. 2559 [ค้นเมื่อ 17 ตุลาคม 2561]. จาก https://www.tci-thaijo.org/index.php/NBTC_Journal/article/Download/116003/89414/.

[13] **เอ็นบีไอโอที** [ออนไลน์]. 2561 [ค้นเมื่อ 17 ตุลาคม 2561]. จาก https://www.macthai.com /2017/08/11/cellular-internet-of-things/.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[14] **ความแตกต่างของโพรโทคอลแบบ ทีซีพี และ ยูดีพี** [ออนไลน์]. 2558 [ค้นเมื่อ 30 ตุลาคม 2561]. จาก http://metrabyteone.co.th/1-12-tcp-คือ-udp-คือ-ต่างกันอย่างไร/.

[15] **โพรโทคอลยูดีพี** [ออนไลน์]. 2558 [ค้นเมื่อ 30 ตุลาคม 2561]. จากhttps://th.wikipedia.org/wiki/ยูดีพี.

[16] **MQTT และ CoAP โพรโทคอลสำหรับรับส่งข้อมูลบนเครือข่าย IoT** [ออนไลน์]. 2556 [ค้นเมื่อ 30 ตุลาคม 2561]. จาก http://www.adslthailand.com/post/mqtt-coap-comparison-iot-protocol.

[17] **ระบบจัดการฐานข้อมูล** [ออนไลน์]. 2557 [ค้นเมื่อ 20 มกราคม 2562]. จาก http://www.ict.up.ac.th/worrakits/Database.files/charpter2.pdf.

[18] **ระบบคลาวด์** [ออนไลน์]. 2555 [ค้นเมื่อ 20 มกราคม 2562]. จาก https://www.Gotoknow.org/posts/558104.

[19] **ประเภทของระบบคลาวด์** [ออนไลน์]. 2555 [ค้นเมื่อ 20 มกราคม 2562]. จาก http://mindphp.com/บทความ/91-hosting/5015-what-is-cloud-storage.html.

[20] **การเลือกใช้ระบบคลาวด์** [ออนไลน์]. 2558 [ค้นเมื่อ 20 มกราคม 2562]. จาก https://www.mmthailand.com/cloud-storage-บริการเก็บไฟล์บน-internet/.

[21] **การใช้งานAmazon EC2** [ออนไลน์]. 2557 [ค้นเมื่อ 24 มกราคม 2562]. จาก https://aws.amazon.com/th/ec2/?nc2=h_m1.

[22] **Node-red** [ออนไลน์]. 2559 [ค้นเมื่อ 24 มกราคม 2562]. จาก https://nodered.org/about/. 2562.

[23] **phpMyAdmin** [ออนไลน์]. 2556 [ค้นเมื่อ 24 มกราคม 2562]. จาก https://www.phpmyadmin.net.

[24] **คู่มือการใช้งาน phpMyAdmin** [ออนไลน์]. 2556 [ค้นเมื่อ 24 มกราคม 2562]. จาก https://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2285-phpmyadmin-คืออะไร.html.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลงานวิจัยได้รับการตีพิมพ์การนำเสนอผลงานวิจัยระดับนานาชาติ 2019 11th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Technology (ICBBT 2019) Stockholm, Sweden May 29-31,2019

Healthcare Data Transmission by Using NB-IoT

Thitapa Prompinit
Department of Biomedical Engineering, Faculty of Engineering
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang Bangkok, Thailand
Email: 58010323, @kmitl.ac.th

Amonwan Jenjirataworn
Department of Biomedical Engineering, Faculty of Engineering
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang Bangkok, Thailand
Email: 58011421@kmitl.ac.th

SarinpornVisitsattapongse*
Department of Biomedical Engineering, Faculty of Engineering
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang Bangkok, Thailand
Email: sarinporn.vi@kmitl.ac.th

***Abstract*— This project is to create a medical healthcare data transmission by using NB-IoT. The objective is to reduce step of working and redundant of collecting healthcare data from patients. And to collect data as a system for tracking the treatment of chronic patients who live in outskirt. Narrow Band Internet of Thing (NB-IoT) is used as an intermediary to send data to the database, for making healthcare information that can be used easily in the process of patient treatment and for development of service quality of staff. Processing of healthcare data transmission begin with set up and connect Bluetooth into healthcare instrument and into data transmission device or NB-IoT board for allowing data communicate between them. Then connect NB-IoT to database on server by using functional of Node-Red programming. In this project, the database is designed and tested with one person for bringing data to show in potable graph and to follow data trending on application. The result of the experiment, see that, NB-IoT can sent the data immediately to database, including with display the lasted data and trending on dashboard in real-time. So, the advantage of this project is to reduce step of work in data storage system, easy to access the database and easy to use the data for analyzing.**

***Index Terms*— Narrowband internet of thing (NB-IoT), Data transmission device, web application, Bluetooth, NodeRed, Amazon web service**

I. INTRODUCTION

In the present, the problem of personal medical data of the patient still unclear. Some patients have to record the diary data for report the doctor to improve the treatment method and some patients in the suburban area that supervised by health office, who take care about the initial treatment of each patient in the countryside. All the medical collective data that patient and health officer have to record might be disappearing or missing time to collect by human error, and furthermore, data transferring timing also effect to patient treatment. In Thailand, the lost of diary data chronic patient such as hypertension and diabetes patients is significant to design medication of chronic patients.

A wireless communication system is a huge key system of data transfer which can be connecting everything in the whole world to each other. For health management in Thailand, most of the hospitals in the capital city are using the internet and the intranet server to collect the patient data, whereas the countryside areas are still operating by the paper-based. Some Hi-end hospital uses Tele-medicine for treatment and follows up the symptom of a specific patient who stays in a high signal of the internet. The data of weight, blood glucose, and blood pressure are the main data that effect to continuous treatment.

For this project, the main point is to focus on the collection of chronic patient data that effect to continuous treatment. NB-IoT was selected to use in this experiment. The data of the subject patient from weight meter can send to the specific server at the time by use NB-IoT system. The data in the server can be access on a specific webpage. For next experiment, the modification of the sphygmomanometer, and blood glucose meter were constructed to send the data to the server and the development system for use in the real situation of health officer in the countryside and chronic patient or bedridden patient.

II. MATERIALS

A. Narrowband Internat of Things (NB-IoT)

Narrowband Internet of Things (NB-IoT) [1]-[3] is a new wireless technology that was standardized by 3GPP in 2016. It is a low power wide area network (LPWAN) technology which not operates the license Long-term evolution (LTE). NB-IoT is specifically low cost, indoor coverage, high connection density and long battery life.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NB-IoT and other LPWAN [4] technologies will enable the connection of billions of devices in the internet network, it can be used in machine-to-machine (M2M) rather than in human communications. For the human connection has high throughput and low latency needs, such as conversation, real-time video and music streaming.

Whereas, M2M devices have low data transfer rates and no need high frequency of data sent. NB-IoT system use specific time to send data in two-way transfer.

B. *Arduino*

Arduino Uno R3 or Arduino Nano, an open source platform software and hardware, was selected as the main part of this research. The board designs use a variety of microprocessors and microcontrollers project. The board contains the different parts and a number of pins, which are used to connect with various components and other circuits. The code for Arduino is generally written in wiring, which is based on the processing C and C++ programming language.

C. *Bluetooth*

Bluetooth [5] is a type of wireless communication used to transmit data at high speed using radio waves. It is used for short-range radio communications between many different types of devices, including mobile phones, computers, and other electronics. Bluetooth module has a range of around 10 meters and the data transfer rate of 3 Mbps.

HC05 is a Bluetooth module that is used to connect to various smart devices. HC-05 Bluetooth module pair both of medical instrument and data transmission device. The Smart Device be able to communicate with the microcontroller via the Serial port. The HC-05 module can set to be used as a Master mode (allowing other devices to connect) and Slave mode (connected to other devices). Settings such as device names, passwords can be set via the AT Command, which requires special pins to allow the module to enter configuration mode.

D. *Load Cell*

A load cell is a transducer used to create an electrical signal from the measured force. The load cell is specially shaped metal parts that consist of the strain gauges. The strain gauges are resistors that change their resistance when they are bent. Thus, the resistance of the load cell will depend on how the metal part bent.

E. *HX711 Module*

HX711 module microchip is specially made for amplifying the signals from load cells and reporting them to another microcontroller.

F. *Cloud Server*

Cloud is file storage service in NB-IoT system. The advantage of cloud is no data error and no data loss from private setting by user. User can access the data everywhere and every time with electronic device through the internet network. It is created to receive the data from Medical instrument via Bluetooth, and then the data is stored on server (cloud storage) via NB-IoT, that can be displayed on web application.

III. METHODOLOGY

Figure 1 shows the overview of Healthcare data transmission by using NB-IoT. In this project must have a medical instrument or instrument that is able to use to measure the healthcare data of the patient, which is an important part to retrieve data for use in the experiment.

For this project, we selected data from weight scales and created a new prototype that be able to retrieve the data by interfacing circuit in Figure 2. When measuring data from patients, the data is send to the data transmission device (NB-IoT) by Bluetooth communication. Then the data will be sending to the web server for collecting on the database by NB-IoT and can also display on various applications at any time.

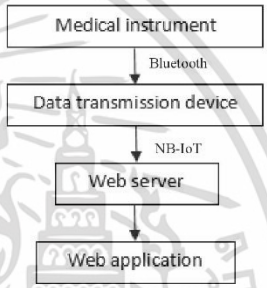


Figure 1. Overview of data transmission system

A. *Weight Scale Stimulation*

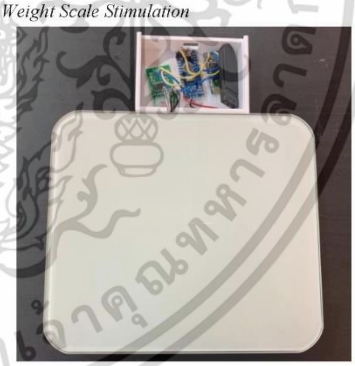


Figure 2. Weight scale

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

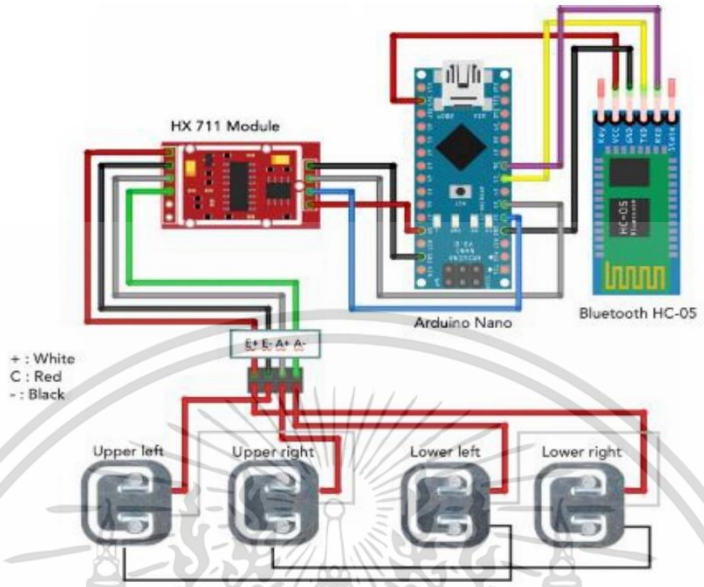


Figure 3. Wiring diagram for connect the Load cells, HX711, Arduino and Bluetooth.

Figure 3 shows a wiring diagram for stimulating weight scale, consist of the 50 kg load cell (x4), which connected to the HX711 sensor module for amplifying the signals from load cells and reporting them to a microcontroller. Some of the load cell wires are connected together to form a Wheatstone bridge. The load cells plug into the Arduino Nano and work as the measurement. Finally, this circuit is connected to the HC-05 Bluetooth module for communicating the data. After connecting the circuit, then proceeding the calibration of this scale and setting the Bluetooth function to be in the master mode.

B. Data Transmission Device

Data transmission device consists of NB-IoT shield as show in Figure 4, connected with Arduino Uno R3 board and Bluetooth module. NB-IoT shield is deigned to connect with Arduino Uno R3 board as show in Figure 5, it is connect directly on Arduino port. And connect with Bluetooth HC-05. In this part, the Bluetooth function is set to be in slave mode.

In the part of data communication between weighing scales and data transmission device, Bluetooth function was set in scales to be in a master mode for sending the data from scales to data transmission device and set slave mode Bluetooth in a data transmission device for receiving the data to collected and displayed on the web server.

Figure 4. NB-IoT shield board

C. Data Collecting

After the data retrieved from weight scale, NB-IoT will transfer the data from the weight scale to collect on the database that runs on a private server. The private server was created by using the Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2). Amazon EC2 is a web-based service that allows to run application programs in the Amazon Web Services (AWS) public cloud. Amazon EC2 allows a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

developer to spin up virtual machines (VM), which provide compute capacity for IT projects and cloud workloads that run with global AWS data centers. In the process of data storing, we use Node-Red to manage the data transferring. Node-Red [6] is a Flow-Based programming interface that used to connect hardware devices with APIs (Application Programming Interface) by creating in a JavaScript function and flow base block as show in Figure 6, it was used to send weight data to the database of phpMyAdmin according to time and date of operation measure. The database was designed table to record the data that can be stored in order. For accessing the database later, the user has to log-in on the webpage according to the code or password that has been set. In addition, the dashboard that design by node-red, is retrieving the data from the database to show on plot table graph in order to analyzation by doctor for the next step.

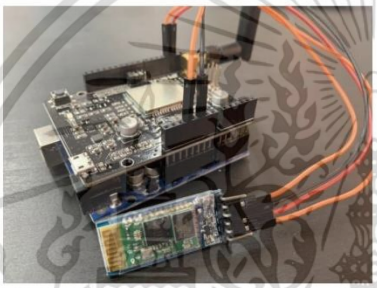


Figure 5. NB-IoT shield connected to Arduino and Bluetooth module

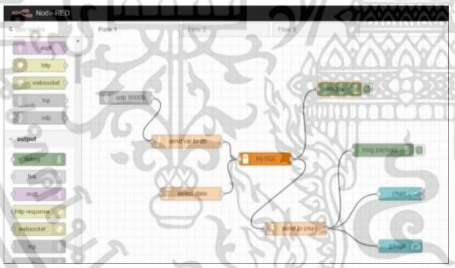


Figure 6. Flow base diagram on Node-Red

From the diagram in Figure 7 when weighing, NB-IoT will send the data via UDP Protocol into Node-red that running on server 13.229.229.xxx. After that, the data sent to the database of phpMyAdmin and displayed on the dashboard in real time.

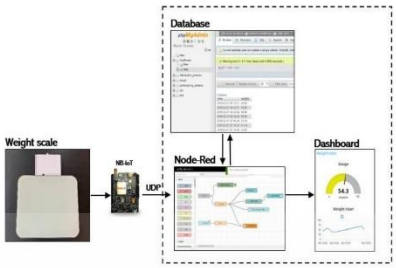


Figure 7. Diagram of data collecting

IV. Experimental and Results

In the experiments, the server completely connected with weight scale prototype to prepare for collecting weight data. Then test the weight scale with different subjects include with the opening web server to check the data receiving.

The result in part of weight scale prototype found that measured weight value is nearly actual weight although there is a little precision error. Part of data transmission, the weight was sent instantly to the database but there is slightly delay in showing the weight on the monitor for 2-3 seconds. Maybe caused by the protocol of NB-IoT. Figure 8 shows the database of weight data that showing weight revealed with the order number, time, date, month and year.

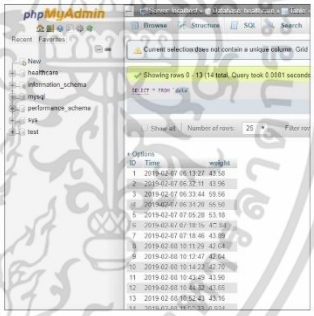


Figure 8. Database on phpMyAdmin

V. Discussion

Although weight scale prototype was completely calibrated, there is a slight precision error of measured weight value, possibly due to error from weight scale which is caused by the type and instability of load cell or position of the subject during the experiment. Meanwhile, the main problem of this work is unstable of data collecting on the web server that caused by instability of

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

the internet used to open the server and protocol type of this NB-IoT. UDP protocol [7] was designed for a device that focuses on the data communication and energy saving, which based on high-speed transport .UDP avoids the overhead of such processing in the network stack and suitable for sending small data in real time.

Therefore, some lost data or delayed data will be ignored. However, this NB-IoT board is left to develop in the future.

VI. Conclusion

The Objective of this project is to reduce unnecessary care activities of data storage by using NB-IoT to transfer the healthcare data from medical instruments to the web server. Thus, the weight scale was stimulating to make it be able to retrieve the data and sent the data for collecting on cloud storage and show on the dashboard.

From NB-IoT used in data transmission, when testing weight scale the subject data is sent to server collection at that time. The advantages include, reduces the process of data collecting, reduces transcription errors and reduces duplication of information entries.

In the future, the expectation of this project is to develop with another medical instrument or using another could storages and to identifying the personal data.

For the future work, this project is expected to extend the work process as following:

First, stimulating a new medical instrument such as blood pressure monitor that be able to retrieve the data and using the same method of data collecting by NB-IoT. Second, designing an application to be able to separate and identify patient data. Third, using the password or identification number of patients to access the database.

Acknowledgment

This work is supported by Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang under the contract. Grant No. 2562-02-01-016.

References

[1] Rf Design. (2017). Narrowband IoT(NB-IoT). Retrived Sep, 2018, Available at: https://rf-design.co.za/narrowband-iot-nb-iot-2/.

[2] B. Ray. (2017). What is Narrowband IoT (NB-IoT)?-Explanation and 5 Bussiness Benefits. Retrived Sep, 2018, Available at: https://www.iotforall.com/what-is-narrowband-iot/.

[3] M. Chen, Y. M. Miao, Y. X. Hao and K. Hwang, "Narrow Band Internet of Things," IEEE access,Vol 5,pp.20557-20577, Sep 2017.

[4] S. Kavanagh. (2018). What is Narrowband IoT?. Retrived Nov , 2018, Available at: https://5g.co.uk/guides/what-is-narrowband-iot/

[5] A. Cotta, Miss. N. T. Devidas and V. K. N. Ekoskar, "Wireless communication using HC-05 bluetooth module interfaced with arduino," IJSETR, vol. 5, pp. 869-872, Apr 2016.

[6] P. Fuchs and J. D. Parra. "DoS Detection in NodeRED," University of Passau, 2015.

[7] P. P. K. Lam and S. C. Liew. "UDP-Liter: an improved UDP protocol for real-time multimedia applications over wireless links", International Symposium on Wireless Communication Systems, 2004.

Biographies

Thitapa Prompinit and Amonwan Jenjirataworn is a fourth-year student in Department of Biomedical engineering, Faculty of engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL).

Our advisor (Dr.Sarinporn Visitsattapongse) was support in this way and advise us to research and assemble knowledge about medical healthcare for create this project.

Dr. Sarinporn Visitsattaongse is a lecturer in department of biomedical engineering, Faculty of engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. She received a bachelor's degree of science in major of biology, master's degree of science in major of molecular genetic and genetic engineering and philosophy of doctoral degree in medical technology. She used to work in medical technology field in image processing, and work in molecular biology of proteins. Now current focus is about medical that may be healthcare device, home healthcare or healthcare technology.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินงานโครงการวิจัย

บันทึกรายการรับ - จ่ายเงิน สัญญาเลขที่..2562-02-01-016...ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2561 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2562

แหล่งทุน : งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2562

ชื่อโครงการ : ชุดอุปกรณ์ตรวจวัดสุขภาพของผู้ป่วยแบบพกพา

ชื่อหัวหน้าโครงการ : ผศ.ดร.สรินพร วิสิฐสัทธาพงศ์

ว/ด/ป	รายการ	เลขที่อ้างอิง	รายการรับ - จ่าย			รายรับ	รายจ่าย						รวมรายจ่าย
			รับ	จ่าย	คงเหลือ	ดอกเบี้ยรับ	งบบุคลากร	งบดำเนินงาน				งบลงทุน	
							ค่าจ้างชั่วคราว	ค่าตอบแทน	ค่าใช้สอย	ค่าวัสดุ	ค่าสาธารณูปโภค	ค่าครุภัณฑ์	
	งบประมาณที่ได้รับการอนุมัติ (ตามแผน)		100,000										
5/10/2561	จำนวนเงินที่ได้รับ (งวดที่ 1 = 85%)		85,000	85,000	0								
8/2/2562	จำนวนเงินที่ได้รับ (งวดที่ 2 = 15%)		15,000	15,000	0								
	จำนวนเงินที่ได้รับ (งวดที่ 3)												
	หัก ค่าใช้จ่าย (ครั้งที่ 1)			85,000					45,000	40,089			85,089

ว/ด/ป	รายการ	เลขที่อ้างอิง	รายการรับ - จ่าย			รายรับ	รายจ่าย						รวมรายจ่าย
			รับ	จ่าย	คงเหลือ	ดอกเบี้ยรับ	งบบุคลากร	งบดำเนินงาน				งบลงทุน	
							ค่าจ้างชั่วคราว	ค่าตอบแทน	ค่าใช้สอย	ค่าวัสดุ	ค่าสาธารณูปโภค	ค่าครุภัณฑ์	
	ค่าใช้จ่าย (ครั้งที่ 2)			15,000					15,000				15,000
	งบประมาณคงเหลือ		0		0								
ครั้งที่ 1	**รายละเอียดค่าใช้จ่าย**												
11/11/2561	ค่าวัสดุสำนักงานและอุปกรณ์ทำความสะอาดอุปกรณ์, ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์และค่าวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ในการสร้างระบบควบคุมและวงจรและพัฒนาอุปกรณ์	BC6141 0105								8,760			
25/11/2561	ค่าวัสดุสำนักงานและอุปกรณ์ทำความสะอาดอุปกรณ์, ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์และค่าวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ในการสร้างระบบควบคุมและวงจรและพัฒนาอุปกรณ์	BC6142 4646								623			

ว/ด/ป	รายการ	เลขที่อ้างอิง	รายการรับ - จ่าย			รายรับ	รายจ่าย						รวมรายจ่าย
							งบบุคลากร	งบดำเนินงาน				งบลงทุน	
			รับ	จ่าย	คงเหลือ	ดอกเบี้ยรับ	ค่าจ้างชั่วคราว	ค่าตอบแทน	ค่าใช้สอย	ค่าวัสดุ	ค่าสาธารณูปโภค	ค่าครุภัณฑ์	
12/12/2561	ค่าจ้างเหมาพัฒนาอุปกรณ์ชั่งน้ำหนักแบบส่งข้อมูลไร้สาย								10,000				
15/12/2561	ค่าจ้างเหมาพัฒนาอุปกรณ์วัดความดัน								10,000				
6/2/2562	ค่าวัสดุสำนักงานและอุปกรณ์ทำความสะอาดอุปกรณ์, ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์และค่าวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ในการสร้างระบบควบคุมและวงจรและพัฒนาอุปกรณ์	IV6202060152								350			

ว/ด/ป	รายการ	เลขที่อ้างอิง	รายการรับ - จ่าย			รายรับ	รายจ่าย						รวมรายจ่าย
			รับ	จ่าย	คงเหลือ	ดอกเบี้ยรับ	งบบุคลากร	งบดำเนินงาน				งบลงทุน	
							ค่าจ้างชั่วคราว	ค่าตอบแทน	ค่าใช้สอย	ค่าวัสดุ	ค่าสาธารณูปโภค	ค่าครุภัณฑ์	
21/2/2562	ค่าวัสดุสำนักงานและอุปกรณ์ทำความสะอาดอุปกรณ์, ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์และค่าวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ในการสร้างระบบควบคุมและวงจรและพัฒนาอุปกรณ์	IV62022 10119								415			
3/3/2562	ค่าจ้างวิเคราะห์ ระบบฐานข้อมูลที่จัดทำขึ้น								7,000				
14/3/2562	ค่าวัสดุสำนักงานและอุปกรณ์ทำความสะอาดอุปกรณ์, ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์และค่าวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ในการสร้างระบบควบคุมและวงจรและพัฒนาอุปกรณ์									650			

ว/ด/ป	รายการ	เลขที่อ้างอิง	รายการรับ - จ่าย			รายรับ	รายจ่าย						รวมรายจ่าย
							งบบุคลากร	งบดำเนินงาน				งบลงทุน	
			รับ	จ่าย	คงเหลือ	ดอกเบี้ยรับ	ค่าจ้างชั่วคราว	ค่าตอบแทน	ค่าใช้สอย	ค่าวัสดุ	ค่าสาธารณูปโภค	ค่าครุภัณฑ์	
17/3/2562	ค่าวัสดุสำนักงานและอุปกรณ์ทำความสะอาดอุปกรณ์, ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์และค่าวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ในการสร้างระบบควบคุมและวงจรและพัฒนาอุปกรณ์	S0000060867								1,978			
18/3/2562	ค่าวัสดุสำนักงานและอุปกรณ์ทำความสะอาดอุปกรณ์, ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์และค่าวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ในการสร้างระบบควบคุมและวงจรและพัฒนาอุปกรณ์	INV201903180084								560			
20/3/2562	ค่าวัสดุสำนักงานและอุปกรณ์ทำความสะอาดอุปกรณ์, ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์และค่าวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ในการสร้างระบบควบคุมและวงจรและพัฒนาอุปกรณ์	MT1900011								542			

ว/ด/ป	รายการ	เลขที่อ้างอิง	รายการรับ - จ่าย			รายรับ	รายจ่าย						รวมรายจ่าย
			รับ	จ่าย	คงเหลือ	ดอกเบี้ยรับ	งบบุคลากร	งบดำเนินงาน				งบลงทุน	
							ค่าจ้างชั่วคราว	ค่าตอบแทน	ค่าใช้สอย	ค่าวัสดุ	ค่าสาธารณูปโภค	ค่าครุภัณฑ์	
27/3/2562	ค่าวัสดุสำนักงานและอุปกรณ์ทำความสะอาดอุปกรณ์, ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์และค่าวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ในการสร้างระบบควบคุมและวงจรและพัฒนาอุปกรณ์									60			
29/3/2562	ค่าวัสดุสำนักงานและอุปกรณ์ทำความสะอาดอุปกรณ์, ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์และค่าวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ในการสร้างระบบควบคุมและวงจรและพัฒนาอุปกรณ์	BC6209 9428								13,430			

ว/ด/ป	รายการ	เลขที่อ้างอิง	รายการรับ - จ่าย			รายรับ	รายจ่าย						รวมรายจ่าย
			รับ	จ่าย	คงเหลือ	ดอกเบี้ยรับ	งบบุคลากร	งบดำเนินงาน				งบลงทุน	
							ค่าจ้างชั่วคราว	ค่าตอบแทน	ค่าใช้สอย	ค่าวัสดุ	ค่าสาธารณูปโภค	ค่าครุภัณฑ์	
2/4/2562	ค่าวัสดุสำนักงานและอุปกรณ์ทำความสะอาดอุปกรณ์, ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์และค่าวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ในการสร้างระบบควบคุมและวงจรและพัฒนาอุปกรณ์									1,813			
4/4/2562	ค่าวัสดุสำนักงานและอุปกรณ์ทำความสะอาดอุปกรณ์, ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์และค่าวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ในการสร้างระบบควบคุมและวงจรและพัฒนาอุปกรณ์									4,226			

ว/ด/ป	รายการ	เลขที่อ้างอิง	รายการรับ - จ่าย			รายรับ	รายจ่าย						รวมรายจ่าย
			รับ	จ่าย	คงเหลือ	ดอกเบี้ยรับ	งบบุคลากร	งบดำเนินงาน				งบลงทุน	
							ค่าจ้างชั่วคราว	ค่าตอบแทน	ค่าใช้สอย	ค่าวัสดุ	ค่าสาธารณูปโภค	ค่าครุภัณฑ์	
9/4/2562	ค่าวัสดุสำนักงานและอุปกรณ์ทำความสะอาดอุปกรณ์, ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์และค่าวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ในการสร้างระบบควบคุมและวงจรและพัฒนาอุปกรณ์									3,402			
18/4/2562	ค่าวัสดุสำนักงานและอุปกรณ์ทำความสะอาดอุปกรณ์, ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์และค่าวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ในการสร้างระบบควบคุมและวงจรและพัฒนาอุปกรณ์									1,665			

ว/ด/ป	รายการ	เลขที่อ้างอิง	รายการรับ - จ่าย			รายรับ	รายจ่าย						รวมรายจ่าย
			รับ	จ่าย	คงเหลือ	ดอกเบี้ยรับ	งบบุคลากร	งบดำเนินงาน				งบลงทุน	
							ค่าจ้างชั่วคราว	ค่าตอบแทน	ค่าใช้สอย	ค่าวัสดุ	ค่าสาธารณูปโภค	ค่าครุภัณฑ์	
24/4/2562	ค่าวัสดุสำนักงานและอุปกรณ์ทำความสะอาดอุปกรณ์, ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์และค่าวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ในการสร้างระบบควบคุมและวงจรและพัฒนาอุปกรณ์									2,030			
29/5/2562	ค่าลงทะเบียนการประชุมทางวิชาการระดับชาติ/นานาชาติ								18,000				
31/7/2562	ค่าวัสดุสำนักงานและอุปกรณ์ทำความสะอาดอุปกรณ์, ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์และค่าวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ในการสร้างระบบควบคุมและวงจรและพัฒนาอุปกรณ์									590			
	รวมครั้งที่ 1								**45,000**	**40,089**			**85,089**

ว/ด/ป	รายการ	เลขที่อ้างอิง	รายการรับ - จ่าย			รายรับ	รายจ่าย						รวมรายจ่าย
			รับ	จ่าย	คงเหลือ	ดอกเบี้ยรับ	งบบุคลากร	งบดำเนินงาน				งบลงทุน	
							ค่าจ้างชั่วคราว	ค่าตอบแทน	ค่าใช้สอย	ค่าวัสดุ	ค่าสาธารณูปโภค	ค่าครุภัณฑ์	
ครั้งที่ 2	ค่าจ้างวิเคราะห์ ระบบฐานข้อมูลที่จัดทำขึ้น								8,000				
	ค่าตอบแทนการให้ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง								2,000				
	ค่าทำรายงานเอกสาร								5,000				
	รวมครั้งที่ 2								**15,000**				**15,000**
	รวม								**60,000**				**100,089**

ลงชื่อหัวหน้าโครงการ **วันที่**.....29/05/62.....

.....

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล ผศ.ดร. สรินพร วิสิฐสัทธาพงศ์

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วท.บ.	(Biology)	มหาวิทยาลัยมหิดล	2547
M.Sc.	(Molecular genetics and genetic engineering) (international program)	Mahidol university	2550
Ph.D.	(Medical technology) (international program)	Mahidol university	2557

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

Molecular biology, Genetic engineering, Microbiology, Medical technique, Protein structure

รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ด้านศิลปะ หรืออื่นๆ) ที่ได้รับ

ปี พ.ศ.	ชื่อรางวัล	สถาบันที่ให้

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2550	ทุนพัฒนาเครือข่ายเชิงกลยุทธ์เพื่อผลิตและพัฒนาอาจารย์ในสถบันอุดมศึกษา	สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2560	ทุนวิจัยเริ่มต้นสำหรับอาจารย์ใหม่	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2561	ทุนวิจัยอาจารย์ใหม่	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2561	ทุนวิจัยเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2562	ทุนวิจัยเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

1. Single-reversal charge in the β10-β11 receptor-binding loop of Bacillus thuringiensis Cry4Aa and Cry4Ba toxins reflects their different toxicity against Culex spp. Larvae, Biochemical and biophysical research communications 450 (2014) 948-952

2 Smart wheelchair based on eye tracking. Wanluk, N. Visitsattapongse, S. Juhong, A. Pintavirooj, C., Biomedical Engineering International Conference 2016, Laos.

3. Study of ECG variation in daily activity, Study of ECG variation in daily activity

Samona Y.; Pintavirooj C. and Visitsattapongse S., 2017 10th Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON2017), Hokkaido, Japan, August 31-Septempber 2, 2017

4. Dynamic foot plantar measurement platform using optical sensors, Nampeng J., Visitsattapongse S. and Pintavirooj C., 2017 10th Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON2017), Hokkaido, Japan, August 31-Septempber 2, 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Embedded Photographic Tomography, Fong-on C., Visitsattapongse S. and Pintavirooj C., International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT 2018), Chiang Mai, Thailand, January 7-9, 2018.

6. An Automated colony counter for serial-dilution culture method, Vongmanee N., Bunmak A. and Visitsattapongse S., 10th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Technology (ICBBT 2018), Amsterdam, Netherlands, May 16-18, 2018.

7. Instructional media human anatomy and physiology using virtual, Euasukaree J. and Visitsattapongse S., Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research 2018

การเสนอผลงานวิชาการ

ผลงานสิทธิบัตร/สิ่งประดิษฐ์/งานสร้างสรรค์ (ศิลปะ หรือ อื่นๆ)

อื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้