โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรื่อง

ระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีสำหรับระบบการเกษตร

IoT Platform for Agricultural System

โดย

นางสาวญาณกร ธัญญางค์

5510503980

พ.ศ. 2558

ระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีสำหรับระบบการเกษตร

IoT Platform for Agricultural System

โดย

นางสาวญาณกร ธัญญางค์ เลขประจำตัว 5510503980

โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา ..... วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

(รศ.ดร.อนันต์ ผลเพิ่ม)

..... วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

(ผศ.ดร.ชัยพร ใจแก้ว)

..... วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

(ผศ.ดร.อภิรักษ์ จันทร์สร้าง)

หัวหน้าภาควิชา ..... วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

(รศ.ดร.อนันต์ ผลเพิ่ม)

นางสาวญาณกร ธัญญางค์ ปีการศึกษา 2558
ระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีสำหรับระบบการเกษตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์) ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันอุปกรณ์เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ รวมถึงเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่งที่กำลังเป็นที่นิยมอยู่ในขณะนี้ ทำให้ผู้คนสนใจนำเทคโนโลยีเหล่านี้มาประยุกต์ใช้งานในหลากหลายด้าน ซึ่งในด้านการเกษตรก็มีการประยุกต์นำอุปกรณ์ตรวจวัดมาใช้งานด้วย แต่อุปกรณ์ที่ใช้งานกันอยู่โดยทั่วไปมีหลากหลายชนิด รวมทั้งยังมาจากหลากหลายบริษัท ซึ่งอุปกรณ์แต่ละชนิดนั้นไม่สามารถที่จะสื่อสารกันได้ เนื่องจากความแตกต่างของลักษณะข้อมูล รวมถึงข้อตกลงที่ใช้ในการสื่อสาร จึงเป็นผลทำให้เกิดความไม่สะดวกในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่หลากหลายต่อการใช้งานและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างแต่ละอุปกรณ์ ส่งผลให้เกิดความยากลำบากในการนำข้อมูลมาใช้งาน โครงงานนี้จึงได้จัดทำระบบการเชื่อมต่อที่มารองรับการใช้งานดังกล่าว ซึ่งเป็นวิธีแก้ปัญหาที่จะช่วยให้อุปกรณ์ต่างชนิดสามารถเชื่อมต่อกันได้โดยง่าย โดยแบ่งการพัฒนาออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนในการรับข้อมูล ซึ่งจะรวบรวมและจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด และส่วนในการนำข้อมูลไปใช้งานที่จะแสดงผลข้อมูลในรูปแบบที่เข้าใจง่าย เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลและนำข้อมูลไปใช้งานต่อได้ จากการทดสอบระบบพบว่าจำนวนของอุปกรณ์มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลจากต้นทางถึงปลายทางเท่านั้น ไม่ได้มีผลกระทบต่อภาระงานของหน่วยประมวลผล

คำสำคัญ : อินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง อุปกรณ์ตรวจวัด ลักษณะของข้อมูล ข้อตกลงที่ใช้ในการสื่อสาร ระบบการเชื่อมต่อ

เลขที่เอกสารอ้างอิงภาควิชา E9027-ANAN-X-2558

Yanakorn Thanyang Academic Year 2015

IoT Platform for Agricultural System

Bachelor Degree in Computer Engineering. Department of Computer Engineering.
Faculty of Engineering, Kasetsart University.

Abstract

Nowadays, technologies become an important part of human lives including internet of things technology, which is very popular at this moment. Many people are interested in using this technology and adapt into many fields. In agriculture, devices like sensors are increasingly deployed. However there are many kinds of devices from many vendors. These devices cannot communicate with each other due to differences in data formats and protocols, which is inconvenient for data exchanging. This project introduces a platform to handle such problems, and make data communication and exchange easier. The system is divided into two parts. The first is data receiving part for collecting and storing data from field sensors. The second is data publication for displaying data to the user using easy-to-understand formats. The user can also obtain the raw data to be used in their own applications. Evaluation shows that the number of devices only affects transferring time between the devices to the server but not the CPU usage.

Keywords : Internet of Things (IoT), Sensor, Data Type, Protocol, Platform

Department Reference No. E9027-ANAN-X-2558

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือจาก รศ.ดร.อนันต์ ผลเพิ่ม ผศ.ดร.ชัยพร ใจแก้ว และ ผศ.ดร.อภิรักษ์ จันทร์สร้าง อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานทั้งสามท่านที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ ความรู้ และแนวคิด ตลอดจนช่วยตรวจสอบข้อบกพร่อง และแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงงานมาโดยตลอด ผู้พัฒนาจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่และอำนวยความสะดวกในการจัดหาอุปกรณ์สำหรับการพัฒนาโครงงาน รวมถึงช่วยสนับสนุนทุนในการพัฒนาโครงงาน

ขอขอบคุณโครงการการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 18 จากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ได้มอบทุนสนับสนุนในการจัดทำโครงงานระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีสำหรับระบบการเกษตร (IoT Platform for Agricultural System)

ขอขอบคุณผู้ที่ให้ความช่วยเหลือท่านอื่นๆ ทั้งสมาชิกห้องปฏิบัติการวิจัยเครือข่ายไร้สาย (Intelligent Wireless Network Group : IWING) ทุกท่าน รวมไปถึงเพื่อนนิสิต และอาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือจนโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ตลอดจนครอบครัวของผู้พัฒนาโครงงานที่ให้คำแนะนำและกำลังใจมาโดยตลอด สุดท้ายนี้ขอขอบคุณผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ที่มีส่วนช่วยเหลือให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวญาณกร ธัญญางค์
ผู้จัดทำ

สารบัญ

บทคัดย่อ I

Abstract II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญภาพ VI

สารบัญตาราง X

1. บทนำ 1

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.2 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ 3

2. ทฤษฎีและงานที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4

2.2 งานที่เกี่ยวข้อง 8

3. เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงงาน 9

3.1 ระบบปฏิบัติการ 9

3.2 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา 9

3.3 ซอฟต์แวร์และไลบรารี 10

3.4 ฮาร์ดแวร์ 13

4. วิธีการดำเนินโครงงาน 22

4.1 ภาพรวมของระบบ 22

4.2 รายละเอียดของระบบที่พัฒนา 24

4.3 องค์ประกอบโดยรวมของระบบ 24

4.4 ขั้นตอนการพัฒนา 40

5. ผลการดำเนินโครงงานและวิจารณ์ 42

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ 42

5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล 43

6. สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ **45**
6.1 ข้อสรุป 45
6.2 ปัญหาและอุปสรรค 45
6.3 แนวทางการพัฒนาต่อ 45
6.4 ข้อเสนอแนะ 46

7. บรรณานุกรม **47**

8. ภาคผนวก **51**
8.1 คู่มือการติดตั้ง 51
8.2 คู่มือการใช้งาน 62

9. ประวัตินิสิต **89**

สารบัญภาพ

รูปที่ 1.1 การนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการเกษตร 1
รูปที่ 2.1 หลักการทำงานของ MQTT 5
รูปที่ 2.2 หลักการทำงานของ API 7
รูปที่ 2.3 NETPIE 8
รูปที่ 3.1 เครื่องคอมพิวเตอร์พกพารุ่น Dell Vostro 5470 13
รูปที่ 3.2 IWING-MRF mote 15
รูปที่ 3.3 Practicum Board 16
รูปที่ 3.4 Arduino Pro Micro 17
รูปที่ 3.5 แผงวงจรพ่วง 18
รูปที่ 3.6 ESP8266 18
รูปที่ 3.7 HC-06 19
รูปที่ 3.8 USB to UART Bridge 20
รูปที่ 3.9 USB Hub 20
รูปที่ 3.10 Linksys EA6300 Smart Wi-Fi router 21
รูปที่ 4.1 ภาพรวมของระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีสำหรับระบบการเกษตร 23
รูปที่ 4.2 องค์ประกอบโดยรวมของระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีสำหรับระบบการเกษตร 25
รูปที่ 4.3 อุปกรณ์ทดสอบที่มีมาตรฐานการสื่อสาร IEEE 802.15.4 25
รูปที่ 4.4 อุปกรณ์ทดสอบที่ใช้เทคโนโลยี Bluetooth 26
รูปที่ 4.5 อุปกรณ์ทดสอบที่มีมาตรฐานการสื่อสาร IEEE 802.11 26
รูปที่ 4.6 ระบบฐานข้อมูลบนเครื่องโลคอล 27
รูปที่ 4.7 ระบบฐานข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (1) 31
รูปที่ 4.8 ระบบฐานข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (2) 31
รูปที่ 4.9 หน้าแรกของเว็บไซต์ 39
รูปที่ 4.10 ข้อมูลที่แสดงในรูปแบบตาราง 39
รูปที่ 4.11 ข้อมูลที่แสดงในรูปแบบกราฟเส้น 40
รูปที่ 5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบระบบ 42
รูปที่ 5.2 การทดสอบความสามารถในการรองรับจำนวนอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้น 43
รูปที่ 5.3 การทดสอบระยะเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลจากบริเวณต่างๆ 44
รูปที่ 8.1 บรรทัดที่ต้องทำการแก้ไขภายในไฟล์ .env บนเครื่องโลคอล 54
รูปที่ 8.2 การสร้าง iot-platform Database ใน phpmyadmin บนเครื่องโลคอล 54
รูปที่ 8.3 บรรทัดที่ต้องทำการแก้ไขภายในไฟล์ AppServiceProvider.php บนเครื่องโลคอล 55

รูปที่ 8.4 บรรทัดที่ต้องทำการแก้ไขภายในไฟล์ .env บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย 57
รูปที่ 8.5 การสร้าง server Database ใน phpmyadmin บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย 57
รูปที่ 8.6 บรรทัดที่ต้องทำการแก้ไขภายในไฟล์ AppServiceProvider.php บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย 58
รูปที่ 8.7 บรรทัดที่ต้องทำการแก้ไขภายในไฟล์ AppServiceProvider.php บนเครื่องที่จะทำการติดตั้งในส่วนของเว็บไซต์ 59
รูปที่ 8.8 บรรทัดที่ทำการเพิ่มหมายเลขพอร์ตภายในไฟล์ ports.conf บนเครื่องที่จะทำการติดตั้งในส่วนของเว็บไซต์ 60
รูปที่ 8.9 บรรทัดที่ทำการแก้ไขหมายเลขพอร์ตภายในไฟล์ iotwebsite.conf บนเครื่องที่จะทำการติดตั้งในส่วนของเว็บไซต์ 61
รูปที่ 8.10 หน้าแรกของเว็บไซต์บนเครื่องโลคอล 63
รูปที่ 8.11 การเข้าสู่ระบบในเว็บไซต์บนเครื่องโลคอล 63
รูปที่ 8.12 หน้าแรกภายหลังการเข้าสู่ระบบบนเครื่องโลคอล 64
รูปที่ 8.13 การเข้าสู่หน้าสำหรับลงทะเบียนอุปกรณ์บนเครื่องโลคอล 64
รูปที่ 8.14 หน้าสำหรับลงทะเบียนอุปกรณ์บนเครื่องโลคอล 64
รูปที่ 8.15 ข้อมูลสำหรับการลงทะเบียนอุปกรณ์ 65
รูปที่ 8.16 หน้าต่างใส่สูตรใหม่ 66
รูปที่ 8.17 กล่องชนิดของข้อมูลใหม่ 66
รูปที่ 8.18 วิธีการลงทะเบียนอุปกรณ์ 67
รูปที่ 8.19 การเข้าสู่หน้ารายชื่ออุปกรณ์ที่ได้ลงทะเบียนภายในระบบบนเครื่องโลคอล 67
รูปที่ 8.20 หน้ารายชื่ออุปกรณ์ที่ได้ลงทะเบียนภายในระบบบนเครื่องโลคอล 68
รูปที่ 8.21 ช่องค้นหาอุปกรณ์ 68
รูปที่ 8.22 การดูข้อมูลของอุปกรณ์บนเครื่องโลคอล 68
รูปที่ 8.23 หน้าข้อมูลของอุปกรณ์บนเครื่องโลคอล 69
รูปที่ 8.24 ข้อมูลของอุปกรณ์บนเครื่องโลคอล 69
รูปที่ 8.25 การแก้ไขและลบข้อมูลของอุปกรณ์ที่ได้ลงทะเบียนภายในระบบ 70
รูปที่ 8.26 หน้าที่ใช้สำหรับแก้ไขข้อมูลของอุปกรณ์ (1) 71
รูปที่ 8.27 หน้าที่ใช้สำหรับแก้ไขข้อมูลของอุปกรณ์ (2) 71
รูปที่ 8.28 การออกจากระบบบนเครื่องโลคอล 72
รูปที่ 8.29 การใช้งานอุปกรณ์ทดสอบที่มีมาตรฐานการสื่อสาร IEEE 802.15.4 72
รูปที่ 8.30 การใช้งานอุปกรณ์ทดสอบที่ใช้เทคโนโลยี Bluetooth 73
รูปที่ 8.31 โปรแกรม Bluetooth Manager 73
รูปที่ 8.32 การตั้งค่าอุปกรณ์ทดสอบที่ใช้เทคโนโลยี Bluetooth 74

รูปที่ 8.33 กล่องข้อความที่ปรากฏภายหลังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทดสอบ 74
รูปที่ 8.34 โปรแกรม Bluetooth Manager ภายหลังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทดสอบ 75
รูปที่ 8.35 การใช้งานอุปกรณ์ทดสอบที่มีมาตรฐานการสื่อสาร IEEE 802.11 76
รูปที่ 8.36 การใช้งานอุปกรณ์ทดสอบที่มีมาตรฐานการสื่อสาร MQTT 76
รูปที่ 8.37 หน้าแรกของเว็บไซต์ ขณะยังไม่ได้เข้าสู่ระบบ 77
รูปที่ 8.38 การเข้าสู่หน้ารายชื่ออุปกรณ์ภายในระบบบนเว็บไซต์ 77
รูปที่ 8.39 หน้ารายชื่ออุปกรณ์ภายในระบบบนเว็บไซต์ 77
รูปที่ 8.40 วิธีการเข้าดูอุปกรณ์ภายในระบบบนเว็บไซต์ 78
รูปที่ 8.41 รายชื่ออุปกรณ์ในเครื่องโลคอลบนเว็บไซต์ 78
รูปที่ 8.42 การเข้าสู่หน้า API 78
รูปที่ 8.43 หน้า API ขณะยังไม่ได้เข้าสู่ระบบ 79
รูปที่ 8.44 การเข้าสู่หน้าลงทะเบียนผู้ใช้ 79
รูปที่ 8.45 การลงทะเบียนผู้ใช้ 79
รูปที่ 8.46 การเข้าสู่หน้าเข้าสู่ระบบบนเว็บไซต์ 80
รูปที่ 8.47 หน้าการเข้าสู่ระบบบนเว็บไซต์ 80
รูปที่ 8.48 การเข้าสู่ระบบด้วยสิทธิ์ของสมาชิกทั่วไป 80
รูปที่ 8.49 Nav Bar ภายหลังการเข้าสู่ระบบด้วยสิทธิ์ของสมาชิกทั่วไป 81
รูปที่ 8.50 หน้ารายชื่ออุปกรณ์ภายในระบบ ภายหลังเข้าสู่ระบบ 81
รูปที่ 8.51 การดูข้อมูลของอุปกรณ์บนเว็บไซต์ 81
รูปที่ 8.52 หน้าข้อมูลของอุปกรณ์บนเว็บไซต์ 82
รูปที่ 8.53 วิธีการแสดงข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดของอุปกรณ์ 82
รูปที่ 8.54 หน้าแสดงข้อมูลในรูปแบบตาราง 83
รูปที่ 8.55 หน้าแสดงข้อมูลในรูปแบบกราฟเส้น 83
รูปที่ 8.56 การเข้าสู่หน้า Analyze 83
รูปที่ 8.57 หน้า Analyze 84
รูปที่ 8.58 การเข้าสู่หน้า Gateway 84
รูปที่ 8.59 หน้า Gateway 84
รูปที่ 8.60 API ของตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูล 85
รูปที่ 8.61 การอัพโหลดตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูล 85
รูปที่ 8.62 การดาวน์โหลดตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูล 86
รูปที่ 8.63 การเข้าสู่ระบบด้วยสิทธิ์ของผู้ดูแลระบบ 86
รูปที่ 8.64 Nav Bar ภายหลังการเข้าสู่ระบบด้วยสิทธิ์ของผู้ดูแลระบบ 86
รูปที่ 8.65 หน้า Local 87

รูปที่ 8.66 ข้อมูลที่ใช้ในการลงทะเบียนเครื่องโลคอล 87
รูปที่ 8.67 การออกจากระบบบนเว็บไซต์ 88

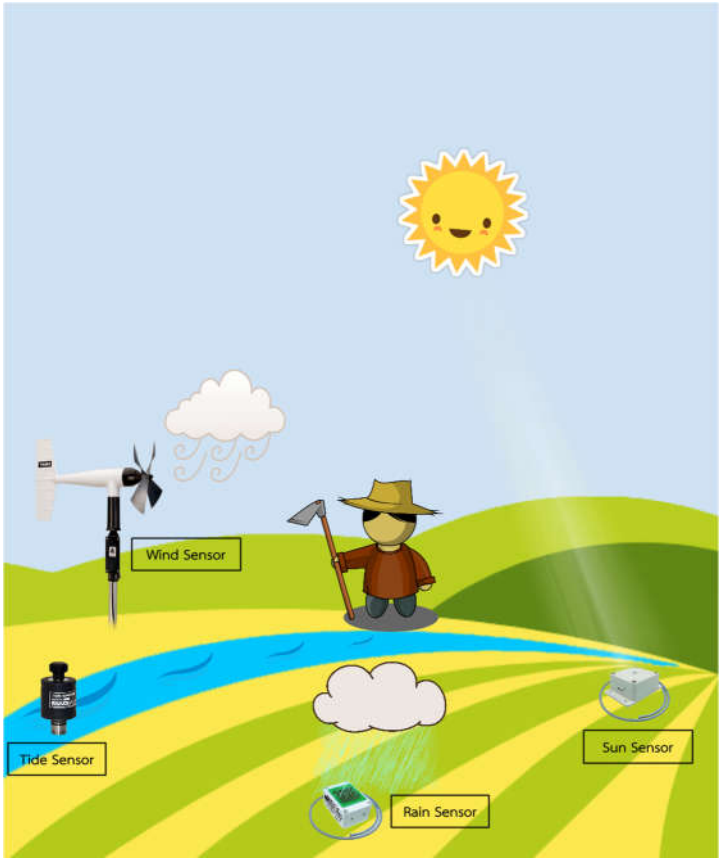
สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์พกพารุ่น Dell Vostro 5470 14
ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติของหน่วยประมวลผล ATMega328P 15
ตารางที่ 3.3 คุณสมบัติของโมดูลสื่อสารไร้สาย MRF24J40MA 15
ตารางที่ 3.4 คุณสมบัติของหน่วยประมวลผล ATMega168 16
ตารางที่ 3.5 คุณสมบัติของ Arduino Pro Micro 17
ตารางที่ 3.6 คุณสมบัติของ ESP8266 (ESP-01) 19
ตารางที่ 3.7 คุณสมบัติของ HC-06 19
ตารางที่ 3.8 คุณสมบัติของ USB to UART Bridge 20
ตารางที่ 3.9 คุณสมบัติของ Linksys EA6300 Smart Wi-Fi router 21
ตารางที่ 4.1 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง devices บนเครื่องโลคอล 28
ตารางที่ 4.2 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง formulas บนเครื่องโลคอล 28
ตารางที่ 4.3 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง informations บนเครื่องโลคอล 29
ตารางที่ 4.4 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง mappings บนเครื่องโลคอล 29
ตารางที่ 4.5 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง types บนเครื่องโลคอล 30
ตารางที่ 4.6 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง units บนเครื่องโลคอล 30
ตารางที่ 4.7 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง users บนเครื่องโลคอล 30
ตารางที่ 4.8 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง converts บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย 32
ตารางที่ 4.9 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง devices บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย 32
ตารางที่ 4.10 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง gateways บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย 33
ตารางที่ 4.11 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง locals บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย 34
ตารางที่ 4.12 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง mappings บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย 34
ตารางที่ 4.13 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง permissions บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย 35
ตารางที่ 4.14 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง permission_role บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย 35
ตารางที่ 4.15 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง roles บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย 36
ตารางที่ 4.16 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง role_user บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย 36
ตารางที่ 4.17 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง standards บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย 37
ตารางที่ 4.18 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง types บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย 37
ตารางที่ 4.19 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง units บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย 37
ตารางที่ 4.20 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง users บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย 38

1. บทนำ

การนำเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Thing : IoT) มาประยุกต์ใช้ในการเกษตร ช่วยสร้างความสะดวกสบายให้กับเกษตรกร ซึ่งเทคโนโลยีส่วนใหญ่ที่ได้นำมาใช้ คือ อุปกรณ์ตรวจวัดชนิดต่างๆ (Sensor) เช่น อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ อุปกรณ์ตรวจวัดความเข้มแสง อุปกรณ์ตรวจวัดความชื้นของดิน เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 1.1 แต่ในปัจจุบันอุปกรณ์ทางการเกษตรที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปมีมากมายหลากหลายชนิด รวมทั้งยังมาจากหลากหลายบริษัท ซึ่งอุปกรณ์แต่ละชนิดนั้นไม่สามารถที่จะสื่อสารกันได้ เนื่องจากความแตกต่างของลักษณะข้อมูล รวมถึงข้อตกลงที่ใช้ในการสื่อสาร (Protocol) จึงเป็นผลทำให้เกิดความไม่สะดวกในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่หลากหลายต่อการใช้งาน และแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างแต่ละอุปกรณ์ ซึ่งปัญหาเหล่านี้ส่งผลให้เกษตรกรเกิดความยากลำบากในการจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำข้อมูลไปใช้งานต่อไปในอนาคต

ดังนั้น เพื่อความสะดวกในการสื่อสารของอุปกรณ์หลากหลายชนิด โครงงานนี้จึงออกแบบและพัฒนาระบบการเชื่อมต่อสำหรับระบบการเกษตรในการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์เหล่านี้ เพื่อให้อุปกรณ์สามารถที่จะสื่อสารกันได้ รวมถึงสามารถนำข้อมูลมาใช้งานให้เกิดประโยชน์ต่อได้ในอนาคต



รูปที่ 1.1 *การนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการเกษตร*

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1) เพื่อให้สามารถนำข้อมูลไปใช้ได้ง่ายขึ้น
2) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้งานอุปกรณ์ได้หลากหลายชนิดในการทำงาน
3) เพื่อเพิ่มความสะดวกในการสื่อสารระหว่างกันของอุปกรณ์หลากหลายชนิด ซึ่งมีรูปแบบข้อมูล และข้อตกลงที่ใช้ในการสื่อสารที่แตกต่างกัน
4) เพื่อเพิ่มโอกาสในการทำให้อุปกรณ์ชนิดต่างๆสามารถใช้เป็น IoT ได้ผ่านทางระบบการเชื่อมต่อนี้

1.2 ขอบเขตของโครงงาน

การพัฒนาระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีสำหรับระบบการเกษตรมีขอบเขต และข้อจำกัดในการพัฒนา ดังต่อไปนี้

1) ขอบเขตของโครงงาน

- ระบบสามารถรับข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจวัดชนิดต่างๆ ที่มีข้อตกลงในการสื่อสารที่แตกต่างกันได้ โดยอุปกรณ์ที่มีมาตรฐานการสื่อสารชนิดใดจะส่งข้อมูลไปยังตัวกลางที่มีมาตรฐานการสื่อสารชนิดนั้น
- ระบบสามารถเก็บข้อมูลชั่วคราวได้ หากไม่ได้เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต และจะส่งข้อมูลไปเก็บที่เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายทันที หากทำการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตได้
- ระบบสามารถจัดการข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน ก่อนเก็บเข้าสู่ฐานข้อมูลในเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายได้
- เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสามารถเชื่อมต่อกับเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์ (MQTT Broker) เพื่อรองรับการใช้งานเป็น IoT ในอนาคตได้
- ผู้ใช้หรือระบบอื่นสามารถเรียกใช้ข้อมูลผ่านทางเว็บเซอร์วิส (Web Service) ได้

2) ข้อจำกัดของโครงงาน

- ระบบสามารถใช้งานได้บนระบบปฏิบัติการ Linux
- ระบบสามารถรองรับได้เฉพาะอุปกรณ์ที่มีมาตรฐานการสื่อสารที่ได้พัฒนาภายในระบบเท่านั้น

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

1) เพิ่มโอกาสให้อุปกรณ์แต่ละชนิดสามารถสื่อสารกันได้
2) ทำให้สามารถใช้อุปกรณ์ได้หลากหลายประเภท
3) ระบบอื่นๆจะสามารถนำข้อมูลไปใช้ได้ทันที โดยไม่ต้องทำการแปลงข้อมูล
4) ข้อมูลจะไม่สูญหาย หากไม่สามารถเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต
5) สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบจริงได้ภายในอนาคต

2. ทฤษฎีและงานที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1) มาตรฐานการสื่อสารไร้สายชนิดต่างๆ

เนื่องจากระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีสำหรับระบบการเกษตร ถูกออกแบบให้สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ที่มีหลากหลายมาตรฐานการสื่อสาร เช่น

- **มาตรฐาน IEEE 802.11 (Wi-Fi)**

  IEEE 802.11 [2] เป็นมาตรฐานที่ถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อใช้ในเครือข่ายแลนไร้สาย ซึ่งมีการรับส่งข้อมูลอยู่บนคลื่นวิทยุย่านความถี่ 2.4 และ 5 GHz และมีการเข้ารหัสข้อมูลก่อนทำการกระจายสัญญาณ พร้อมทั้งมีการตรวจสอบผู้ใช้งาน

- **มาตรฐาน IEEE 802.15.4**

  IEEE 802.15.4 [1][3][4][5] เป็นมาตรฐานที่ถูกกำหนดไว้ในชั้นกายภาพ (Physical Layer) และชั้นแมค (Media Access Controller : MAC) เพื่อใช้สำหรับเครือข่ายไร้สายส่วนตัวพลังงานต่ำ (Wireless Personal Area Network : WPAN) โดยเครือข่ายไร้สายชนิดนี้จะใช้งานในระยะสั้นและมีราคาถูก ทั้งยังสามารถใช้งานได้เป็นระยะเวลานาน

- **เทคโนโลยีบูลทูธ (Bluetooth)**

  Bluetooth [1][4][5] เป็นมาตรฐานการสื่อสารไร้สาย IEEE 802.15.1 ซึ่งเป็นการสื่อสารแบบสองทางในระยะสั้น (Short Range) โดยจะมีการรับส่งข้อมูลอยู่บนคลื่นวิทยุย่านความถี่เสรี (Industrial Scientific and Medical Band : ISM band) ที่ความถี่ 2.4 GHz ถูกใช้ในเครือข่ายไร้สายส่วนตัว (Personal Area Network : PAN) ซึ่งใช้พลังงานต่ำ

2) Internet of Things (IoT)

Internet of Things [10] เป็นเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตที่ทำการเชื่อมโยงอุปกรณ์ต่างๆเข้าไว้ด้วยกัน ผ่านทางการสื่อสารทั้งแบบมีสายและไร้สาย ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์สามารถสื่อสารกันได้ผ่านทางระบบอินเตอร์เน็ต ไม่ว่าอุปกรณ์เหล่านั้นจะอยู่ในที่แห่งใดก็ตาม

3) Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)

MQTT [9] เป็นข้อตกลงสำหรับการสื่อสารที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องจักรคุยกับเครื่องจักร (Machine to Machine : M2M) เพื่อรองรับเทคโนโลยี IoT (Internet of Things) ที่กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน

MQTT ถูกออกแบบมาให้มีขนาดเล็ก แบนด์วิธต่ำ (Bandwidth) เหมาะสำหรับการใช้งานกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก ซึ่ง MQTT จะใช้หลักการของ Message Queue ดังแสดงในรูปที่ 2.1 แต่พัฒนาให้รองรับการทำงานของ IoT โดยจะประกอบไปด้วย

- **Broker**

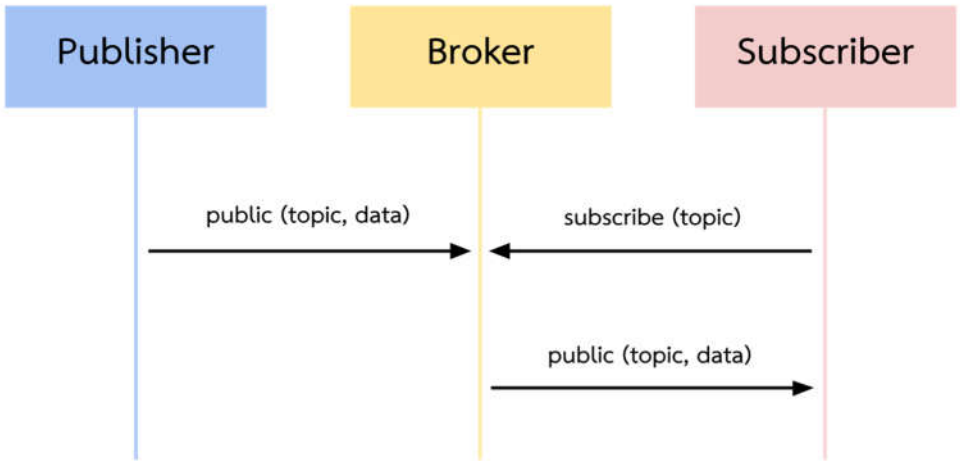
  ทำหน้าที่เป็นตัวกลางที่จะจัดการกับข้อความ (Message) ที่ถูกอ้างอิงด้วยหัวข้อ (Topic) ซึ่งในปัจจุบัน MQTT Broker มีให้เลือกใช้งานได้หลากหลาย

- **Publisher**

  ทำหน้าที่ในการส่งข้อมูลไปยังหัวข้อนั้นๆ

- **Subscriber**

  ทำหน้าที่คอยดูการเปลี่ยนแปลงของข้อความที่ถูกอ้างอิงด้วยหัวข้อ ซึ่งถ้าหัวข้อที่สนใจอยู่มีการเปลี่ยนแปลง ก็จะนำข้อมูลมาใช้งาน



รูปที่ 2.1 *หลักการทำงานของ MQTT*

4) **HyperText Transfer Protocol (HTTP)**

HTTP [13][14] เป็นมาตรฐานการสื่อสารที่ใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายผ่านทางระบบอินเตอร์เน็ต ซึ่ง HTTP ถูกออกแบบให้สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว และมีกระบวนการทำงานที่ไม่ซับซ้อน สามารถรองรับข้อมูลได้ทุกแบบ

การทำงานจะเริ่มจากเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายสร้างการร้องขอ โดยจะทำการเชื่อมต่อด้วยเกณฑ์วิธีควบคุมการขนส่งข้อมูล (Transmission Control Protocol : TCP) ไปยังพอร์ตเฉพาะของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย และเมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายได้รับการร้องขอ จะทำการตอบรับด้วยรหัสสถานภาพหนึ่ง (Status Code)

โดยคำร้องขอที่นิยมใช้ มีดังนี้

- **HEAD** เป็นการร้องขอที่ใช้ในการตรวจสอบข้อมูลของการตอบรับ
- **GET** เป็นการร้องขอทรัพยากรเพื่อใช้ในการนำเสนอข้อมูล
- **POST** เป็นการร้องขอที่ใช้ในการส่งข้อมูล เพื่อนำไปประมวลผล
- **PUT** เป็นการร้องขอที่ใช้ในการอัพโหลดข้อมูล

และรหัสสถานภาพ [15] ที่นิยมใช้ มีดังนี้

- **200 OK**

  เป็นรหัสตอบรับสำหรับการร้องขอที่สำเร็จ
- **304 Not Modified**

  เป็นรหัสตอบรับสำหรับการร้องขอที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆหลังจากการร้องขอล่าสุด
- **401 Unauthorized**

  เป็นรหัสตอบรับสำหรับการร้องขอที่มีกระบวนการพิสูจน์ตัวตนล้มเหลว
- **404 Not Found**

  เป็นรหัสตอบรับสำหรับการร้องขอที่ไม่พบทรัพยากรบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย
- **500 Internal Server Error**

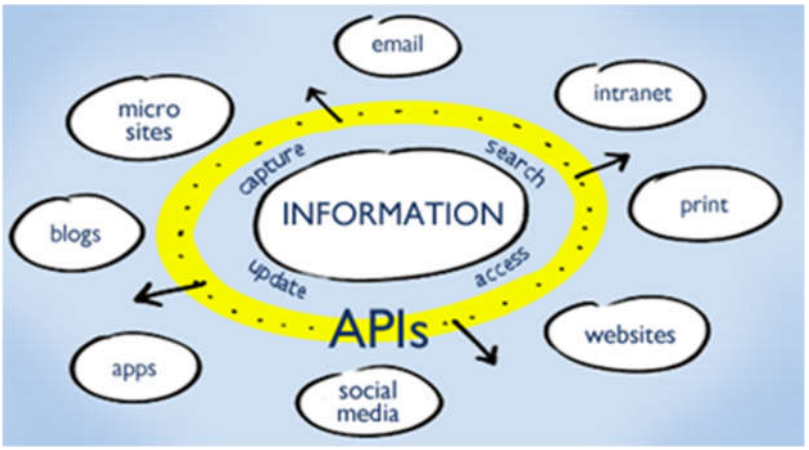
  เป็นรหัสตอบรับสำหรับการร้องขอที่มีความผิดพลาดทั่วไปจากฝั่งของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

5) Web Service

เว็บเซอร์วิส [8] คือ ระบบซอฟต์แวร์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับให้บริการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทางระบบเครือข่าย ซึ่งในปัจจุบันภาษาที่นิยมใช้ในการสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์มี 2 ภาษา คือ เอกซ์เอ็มแอล (Extensible Markup Language : XML) และเจสัน (JavaScript Object Notation : JSON)

6) Application Programming Interface (API)

API [16] เป็นช่องทางการเชื่อมต่อที่ผู้ให้บริการเปิดไว้สำหรับให้เข้ามาใช้งาน โดย API มีหน้าที่ในการเข้าถึงข้อมูล ภายใต้ขอบเขตที่ผู้ให้บริการกำหนดขึ้น ซึ่งช่วยทำให้สามารถสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้อย่างอิสระ หลักการทำงานของ API แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 *หลักการทำงานของ API*

*[**ที่มา** : http://www.เกร็ดความรู้.net/wp-content/uploads/2015/02/api-content.png]*

2.2 งานที่เกี่ยวข้อง

1) NETPIE (Network Platform for Internet of Everything)

NETPIE [6][7] เป็นคลาวด์แพลตฟอร์มที่ถูกพัฒนาขึ้นจากนักวิจัยจากห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเครือข่าย ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ใช้สำหรับให้บริการเชื่อมต่อสื่อสารในรูปแบบ IoT ซึ่งผู้พัฒนาจะสามารถนำอุปกรณ์มาเชื่อมต่อกันได้โดยไม่ต้องคำนึงว่าอุปกรณ์เหล่านั้นจะอยู่ที่ใด หรืออยู่ในเครือข่ายใด รวมทั้ง NETPIE ยังถูกออกแบบให้ผู้พัฒนาสามารถกำหนดขอบเขตความสามารถในการเข้าใช้งาน (Authorization) ตามนโยบาย (Policy) ที่ได้ตั้งไว้ และยังสามารถควบคุมการเข้าถึง (Access Control) ของอุปกรณ์แต่ละชนิดได้อีกด้วย

รูปที่ 2.3 *NETPIE*

*[**ที่มา** : http://www.nectec.or.th/innovation/statichtml/images/netpie/pic_01.jpg]*

3. เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงงาน

3.1 ระบบปฏิบัติการ

1) Ubuntu 14.04

Ubuntu 14.04 [11] เป็นระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ชนิดหนึ่งที่ถูกพัฒนามาจากระบบยูนิกซ์ (Unix) ซึ่ง Ubuntu จะมีเสถียรภาพและใช้งานง่าย รวมทั้งยังเป็นซอฟต์แวร์เสรีที่สามารถนำไปใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ

ในโครงงานได้นำ Ubuntu 14.04 มาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมในส่วนของสคริปต์ที่ใช้ในการรับข้อมูลจากตัวกลาง และนำข้อมูลส่งต่อไปเก็บยังฐานข้อมูลภายในเครื่อง รวมถึงส่งข้อมูลต่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย และใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์สำหรับให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูล

3.2 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา

1) ภาษาพีเอชพี (PHP)

ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมในส่วนของเว็บไซต์ และในส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

2) ภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript)

ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมในส่วนของเว็บไซต์ให้มีการตอบสนองต่อผู้ใช้งาน

3) ภาษาซีเอสเอส (CSS)

ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมในส่วนของเว็บไซต์ให้มีความสวยงาม น่าใช้

4) ภาษาซี (C)

ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมในส่วนของฮาร์ดแวร์

5) ภาษาไพธอน (Python)

ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมในส่วนของการติดต่อสื่อสารกันระหว่างฮาร์ดแวร์และเครื่องคอมพิวเตอร์โลคอล รวมถึงใช้ในการพัฒนาตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูล

3.3 ซอฟต์แวร์และไลบรารี

1) อุปกรณ์ตรวจวัด และตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูล

- **IWING Motelib**

  IWING Motelib [17] เป็นไลบรารีที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยห้องปฏิบัติการวิจัยเครือข่ายไร้สาย ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อใช้ในการควบคุมโหนดสื่อสารไร้สาย MRF

- **Arduino ESP8266**

  Arduino ESP8266 [18] เป็นไลบรารีที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้สามารถใช้งาน Arduino กับ ESP8266 ได้ง่ายขึ้น โดยใช้ AT command เป็นพื้นฐานในการพัฒนา

- **Arduino IDE 1.6.5**

  Arduino IDE เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมบนฮาร์ดแวร์

- **Bluetooth Manager**

  Bluetooth Manager เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการจัดการเชื่อมต่อบริการต่างๆของ Bluetooth

- **Mosquitto 3.1**

  Mosquitto เป็น MQTT Broker ที่เป็น OpenSource ซึ่งใช้ในการรับส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ที่ใช้งาน MQTT

- **paho.mqtt.client 1.1 Library**

  paho.mqtt.client [19] เป็นไพธอนไลบรารีที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับ MQTT Broker รวมถึงใช้ในการ Publish Message และ Subscribe Topic ต่างๆอีกด้วย

- **PySerial Library**

  PySerial เป็นไพธอนไลบรารีที่ใช้สำหรับติดต่อกับ Serial port

- **Requests Library**

  Requests Library เป็นไพธอนไลบรารีที่ใช้ในการส่งคำร้องขอแบบ HTTP

- **socket Library**

  socket Library เป็นไพธอนไลบรารีที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างโปรแกรมบนเครือข่ายผ่านทาง Port Number และ IP Address

2) เครื่องโลคอล เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย และเว็บไซต์

- **Laravel 5.1 Framework**

  Laravel Framework [20] เป็น PHP Framework ที่นำมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมในส่วนของเว็บไซต์ และในส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

- **AngularJS 1.4.1 Framework**

  AngularJS Framework [21] เป็น JavaScript Framework ที่พัฒนามาจาก Google ซึ่งนำมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมในส่วนของเว็บไซต์

- **Materialize CSS 0.97.5**

  Materialize CSS [22] เป็น CSS Framework ซึ่งใช้การออกแบบแบบ Material design โดยนำมาใช้ในการตกแต่งโปรแกรมในส่วนของเว็บไซต์ให้มีความสวยงาม น่าใช้

- **Apache 2**

  Apache เป็นซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้เปิดให้บริการ Web Server

- **MySQL Server / MySQL Client (14.14)**

  MySQL Server / MySQL Client เป็นซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้ในการจัดการกับฐานข้อมูล

- **phpmyadmin**

  phpmyadmin เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการบริหารจัดการกับฐานข้อมูล MySQL ผ่านทาง Web Brower

- **Composer 1.0**

  Composer [23] เป็นตัวจัดการกับ Package ต่างๆสำหรับภาษา PHP

- **openssh-server**

  openssh-server เป็น OpenSSL PHP Extension ซึ่งใช้ในการเตรียมระบบสำหรับใช้งาน Laravel Framework

- **php5-mysql**

  php5-mysql เป็น PDO PHP Extension ซึ่งใช้ในการเตรียมระบบสำหรับใช้งาน Laravel Framework

- **php5-mcrypt**

  php5-mcrypt เป็น PHP Extension ซึ่งใช้ในการเตรียมระบบสำหรับใช้งาน Laravel Framework

- **PHP PPA**

  PHP PPA ใช้ในการเตรียมระบบสำหรับใช้งาน Laravel Framework

- **libapache2-mod-php5**

  libapache2-mod-php5 เป็น Mbstring PHP Extension ซึ่งใช้ในการเตรียมระบบสำหรับใช้งาน Laravel Framework

- **Entrust 5.2**

  Entrust [24] เป็น Laravel Package ที่นำมาใช้ในการกำหนด Role และ Permission ของผู้ใช้งาน

- **Guzzle 6.0**

  Guzzle [25] เป็น PHP HTTP Client ที่นำมาใช้ในการส่ง HTTP Request

- **jQuery 1.11.3**

  jQuery [26] เป็น JavaScript Library ที่นำมาใช้เพื่อให้สามารถเขียนคำสั่งของ JavaScript ได้สะดวกและง่ายขึ้น

- **Angular route**

  Angular route [27] เป็น Directive ของ AngularJS ที่นำมาใช้ในการจัดการ Route ของ URL

- **Angular Chart 1.0.2**

  Angular Chart [28] เป็น Directive ของ AngularJS ที่นำมาใช้ในการจัดการสร้าง Chart

- **ng-file-upload**

  ng-file-upload [35] เป็น Directive ของ AngularJS ที่นำมาใช้ในการอัพโหลดไฟล์

- **Google Map**

  Google Map เป็น Map API ของ Google ที่นำมาใช้ในการสร้างแผนที่บนเว็บไซต์ให้มีความสวยงาม และมีการใช้งานได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น

- **Postman**

  Postman เป็นปลั๊กอินของ Google Chrome ที่นำมาใช้ในการทดสอบ API ต่างๆ

- **Github**

  Github เป็นโปรแกรมสำหรับใช้ในการทำเวอร์ชันคอนโทรลในการพัฒนาโครงงาน

3.4 ฮาร์ดแวร์

1) เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server)

ใช้ในการเก็บข้อมูลที่ได้รับมาจากอุปกรณ์ตรวจวัด

2) เครื่องคอมพิวเตอร์พกพา (Notebook)

ในการพัฒนาโครงงานนี้จะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์พกพารุ่น Dell Vostro 5470 [12] ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ซึ่งทำหน้าที่เป็นเครื่องโลคอล โดยมีคุณสมบัติ ดังตารางที่ 3.1

รูปที่ 3.1 *เครื่องคอมพิวเตอร์พกพารุ่น Dell Vostro 5470*

*[**ที่มา** : http://www.ixbt.com/portopc/dell/dell-vostro-5470/photo/big/3dview-1.jpg]*

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์พกพารุ่น Dell Vostro 5470

Processor	
CPU	Intel Core i5-4200U (1.60 GHz, 3 MB L3 Cache, up to 2.60 GHz)
Chipset	Mobile Intel HM86 Express Chipset
Main Memory	
Memory	4 GB DDR3
Hard Disk Drive	
Hard Disk	500 GB 5400 RPM
Port & Interface	
USB 3.0	3
HDMI	Yes
Card Reader	3-in-1 Card Reader
Connection	
Wireless Lan	802.11 b/g/n
Bluetooth	Yes
LAN	Yes
Operating System	
OS Bundle	Ubuntu

3) อุปกรณ์ทดสอบ

ใช้ในการทดสอบการส่งข้อมูล ซึ่งประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

- **IWING-MRF mote**

IWING-MRF mote [29] ดังแสดงในรูปที่ 3.2 ทำหน้าที่ในการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจวัดที่มีมาตรฐานการสื่อสาร IEEE 802.15.4 โดย IWING-MRF mote พัฒนาขึ้นโดยห้องปฏิบัติการวิจัยเครือข่ายไร้สาย ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจวัด หน่วยประมวลผล ATMega328P และโมดูลสื่อสารไร้สาย MRF24J40MA ซึ่งมีคุณสมบัติดังตารางที่ 3.2 และ 3.3 ตามลำดับ

รูปที่ 3.2 *IWING-MRF mote*

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติของหน่วยประมวลผล ATMega328P

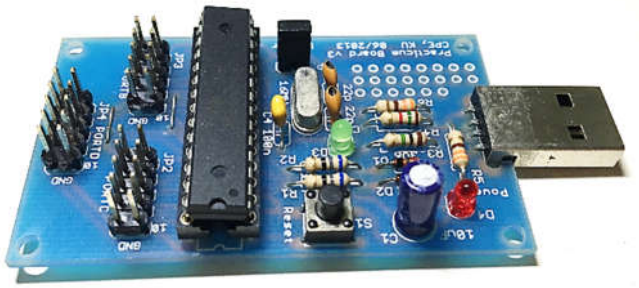
รายการ	คุณสมบัติ
หน่วยความจำแบบแฟลช	32 KBytes
EEPROM	1 KBytes
หน่วยความจำหลัก	2 KBytes
ความเร็วในการประมวลผล	20 MHz
แรงดันการใช้งาน	1.8 - 5.5V
ช่วงอุณหภูมิในการใช้งาน	-40°C to 85°C

ตารางที่ 3.3 คุณสมบัติของโมดูลสื่อสารไร้สาย MRF24J40MA

รายการ	คุณสมบัติ
มาตรฐาน	IEEE 802.15.4
แรงดันการใช้งาน	2.4-3.6V (3.3V typical)
ช่วงอุณหภูมิในการทำงาน	-40°C to 85°C
กระแสที่ใช้ใน RX mode	19 mA (typical)
กระแสที่ใช้ใน TX mode	23 mA (typical)
กระแสที่ใช้เมื่ออยู่ในโหมด Sleep	2 µA (typical)
ช่วงความถี่ที่ใช้งาน	ISM Band 2.405-2.48 GHz
อัตราการส่งข้อมูล	250 kbps

- **Practicum Board**

Practicum Board ดังแสดงในรูปที่ 3.3 ทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลและรับข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจวัดที่ใช้เทคโนโลยีบลูทูธ โดย Practicum Board พัฒนาขึ้นโดยห้องปฏิบัติการวิจัยเครือข่ายไร้สาย ซึ่งประกอบด้วยหน่วยประมวลผล ATMega168 [30] ซึ่งมีคุณสมบัติดังตารางที่ 3.4



รูปที่ 3.3 *Practicum Board*

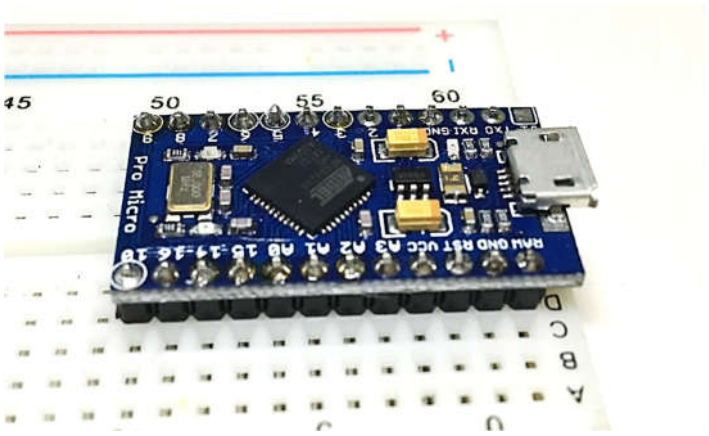
ตารางที่ 3.4 คุณสมบัติของหน่วยประมวลผล ATMega168

รายการ	คุณสมบัติ
ความกว้างของบัสข้อมูล	8 bit
ประเภทอินเตอร์เฟส	2-Wire, SPI, Serial, USART
จำนวนแชนแนลของตัวแปลงอนาล็อกเป็นดิจิตอล (ADC)	6
จำนวนอุปกรณ์ขาเข้า/ขาออก	23 I/O
จำนวนตัวจับเวลา/ตัวนับ	3 Timer
ค่าสูงสุดของความถี่นาฬิกา	20 MHz
ขนาดหน่วยความจำของโปรแกรม	16 kB
ขนาดข้อมูลใน RAM	1 kB
ประเภทข้อมูลแบบ RAM	SRAM
ขนาดข้อมูลใน ROM	512 B
ประเภทข้อมูลแบบ ROM	EEPROM
ความละเอียดของตัวแปลงอนาล็อกเป็นดิจิตอล (ADC)	10 bit
การจ่ายแรงดันที่ใช้งาน	2.7 V to 5.5 V
ช่วงอุณหภูมิในการทำงาน	-40°C to 85°C

-

- **Arduino Pro Micro**

Arduino Pro Micro ดังแสดงในรูปที่ 3.4 ทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลและรับข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจวัดที่มีมาตรฐานการสื่อสาร IEEE 802.11 ซึ่ง Arduino Pro Micro [31] มีคุณสมบัติดังตารางที่ 3.5



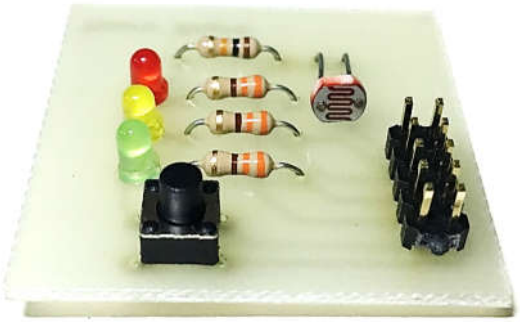
รูปที่ 3.4 *Arduino Pro Micro*

ตารางที่ 3.5 คุณสมบัติของ Arduino Pro Micro

รายการ	คุณสมบัติ
Microcontroller	ATmega32U4
Flash Memory	32 KB
RAM	2.5 KB
Operating Voltage	5 V
Clock Speed	16 MHz
Digital I/O Pins	12
Analog Input Pins	4
Analog Input Bit	10
PWM capable	5
Micro-USB Connector	On-Board

- **แผงวงจรพ่วง**

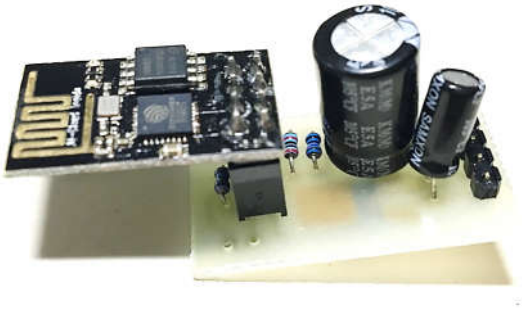
แผงวงจรพ่วง ดังแสดงในรูปที่ 3.5 ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดค่าจากสภาพแวดล้อมภายนอก โดยแผงวงจรพ่วงออกแบบขึ้นโดยห้องปฏิบัติการวิจัยเครือข่ายไร้สาย ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดแสง สวิตซ์ และหลอดไฟ LED



รูปที่ 3.5 *แผงวงจรพ่วง*

- **ESP8266**

ESP8266 เป็นโมดูลไวไฟขนาดเล็ก ใช้พลังงานต่ำ ดังแสดงในรูปที่ 3.6 ทำหน้าที่รับข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจวัดที่มีมาตรฐานการสื่อสาร IEEE 802.11 ซึ่ง ESP8266 [32] มีคุณสมบัติดังตารางที่ 3.6



รูปที่ 3.6 *ESP8266*

ตารางที่ 3.6 คุณสมบัติของ ESP8266 (ESP-01)

รายการ	คุณสมบัติ
Pins	8
pitch	.1”
form factor	2 × 4 DIL
LEDs	Yes
Antenna	Etched-on PCB
Ant.Socket	No
Shielded	No
Dimensions	14.3 mm × 24.8 mm

- **Bluetooth Module (HC-06)**

HC-06 เป็นโมดูลบูลทูธ ดังแสดงในรูปที่ 3.7 ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ตรวจวัดเพื่อส่งข้อมูลในมาตรฐานการสื่อสารบูลทูธ ซึ่ง HC-06 [33] มีคุณสมบัติดังตารางที่ 3.7

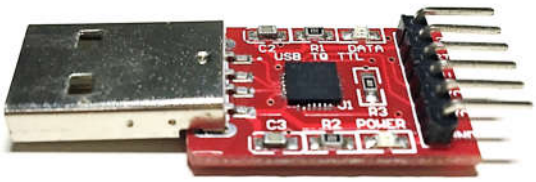
รูปที่ 3.7 *HC-06*

ตารางที่ 3.7 คุณสมบัติของ HC-06

รายการ	คุณสมบัติ
Application	Bluetooth
Chip	V2.0CSR
อุณหภูมิในการทำงาน	มาตรฐาน
แรงดันไฟฟ้า	3.3 V to 3.6 V
ขนาด	27 mm × 13 mm × 2 mm
น้ำหนัก	1 g

- **USB to UART Bridge**

USB to UART Bridge ดังแสดงในรูป 3.8 เป็นอุปกรณ์แปลงการเชื่อมต่อระหว่าง USB กับ UART ทำหน้าที่อ่านค่าข้อมูลที่ได้รับมาผ่านทาง UART ซึ่ง USB to UART Bridge [34] มีคุณสมบัติดังตารางที่ 3.8



รูปที่ 3.8 *USB to UART Bridge*

ตารางที่ 3.8 คุณสมบัติของ USB to UART Bridge

รายการ	คุณสมบัติ
Baud Rates	300 bps to 1 Mbits
Receive Buffer	576 Bytes
Transmit Buffer	640 Bytes
Self-powered	3.0 V to 3.6 V
USB Bus Powered	4.0 V to 5.25 V

4) USB Hub

ใช้สำหรับเพิ่ม USB Port ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่ง USB Hub แสดงดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 *USB Hub*

*[**ที่มา** : http://terrywhite.com/wp-content/uploads/2007/07/usbhub.jpg]*

5) Linksys EA6300 Smart Wi-Fi router

ใช้เป็น Router ภายในระบบ โดย Linksys EA6300 Smart Wi-Fi router [36] แสดงดังรูปที่ 3.10 ซึ่งมีคุณสมบัติแสดงดังตารางที่ 3.9

รูปที่ 3.10 *Linksys EA6300 Smart Wi-Fi router*
*[**ที่มา** : http://images17.newegg.com/is/image/newegg/33-124-494-TS?$S640$]*

ตารางที่ 3.9 คุณสมบัติของ Linksys EA6300 Smart Wi-Fi router

รายการ	คุณสมบัติ
Network Standard	IEEE 802.11ac
Radio Frequency Bands	2.4 & 5 GHz
Ports	1x Gigabit WAN, 4x Gigabit LAN, 1x USB 3.0, Power
Operating Temperature	32 to 104 °F (0 to 40 °C)
Storage Temperature	-4 to 158 °F (-20 to 70 °C)
Operating Humidity	10 to 80% Noncondensing
Max. Link Rate	867 Mbps

4. วิธีการดำเนินโครงงาน

4.1 ภาพรวมของระบบ

ในโครงงานนี้จะเป็นตัวต้นแบบที่จะทดสอบกับอุปกรณ์ตัวอย่างจำนวนหนึ่ง (Sensor) โดยอุปกรณ์เหล่านั้นจะมีข้อตกลงในการสื่อสารที่แตกต่างกัน และอุปกรณ์ต้องสามารถสื่อสารกับตัวกลางที่ได้สร้างไว้เพื่อรับข้อมูล จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งไปเก็บที่ตัวเครื่องโลคอล (Local) เพื่อป้องกันข้อมูลสูญหาย และจะถูกส่งไปเก็บที่เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) ทันทีหากกำลังเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตอยู่ เมื่อข้อมูลถูกส่งไปถึงเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายแล้ว ข้อมูลจะถูกจัดการให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันก่อนเก็บเข้าสู่ฐานข้อมูล และเมื่อผู้ใช้ระบบต้องการนำข้อมูลไปใช้ จะสามารถเรียกใช้ข้อมูลผ่านทางเว็บเซอร์วิสได้

ในระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีสำหรับระบบการเกษตร ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ

1) **โปรแกรมในส่วนการรับข้อมูล**

โปรแกรมในส่วนนี้จะครอบคลุมการทำงานตั้งแต่การส่งข้อมูลมาจากอุปกรณ์ตรวจวัด การรับค่าข้อมูลที่ตัวกลาง การเก็บข้อมูลที่ตัวเครื่อง และการส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย รวมถึงการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน ก่อนทำการเก็บค่าข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล

2) **โปรแกรมในส่วนการนำข้อมูลไปใช้งาน**

โปรแกรมในส่วนนี้จะแบ่งการใช้งานออกเป็น 2 ส่วน คือ

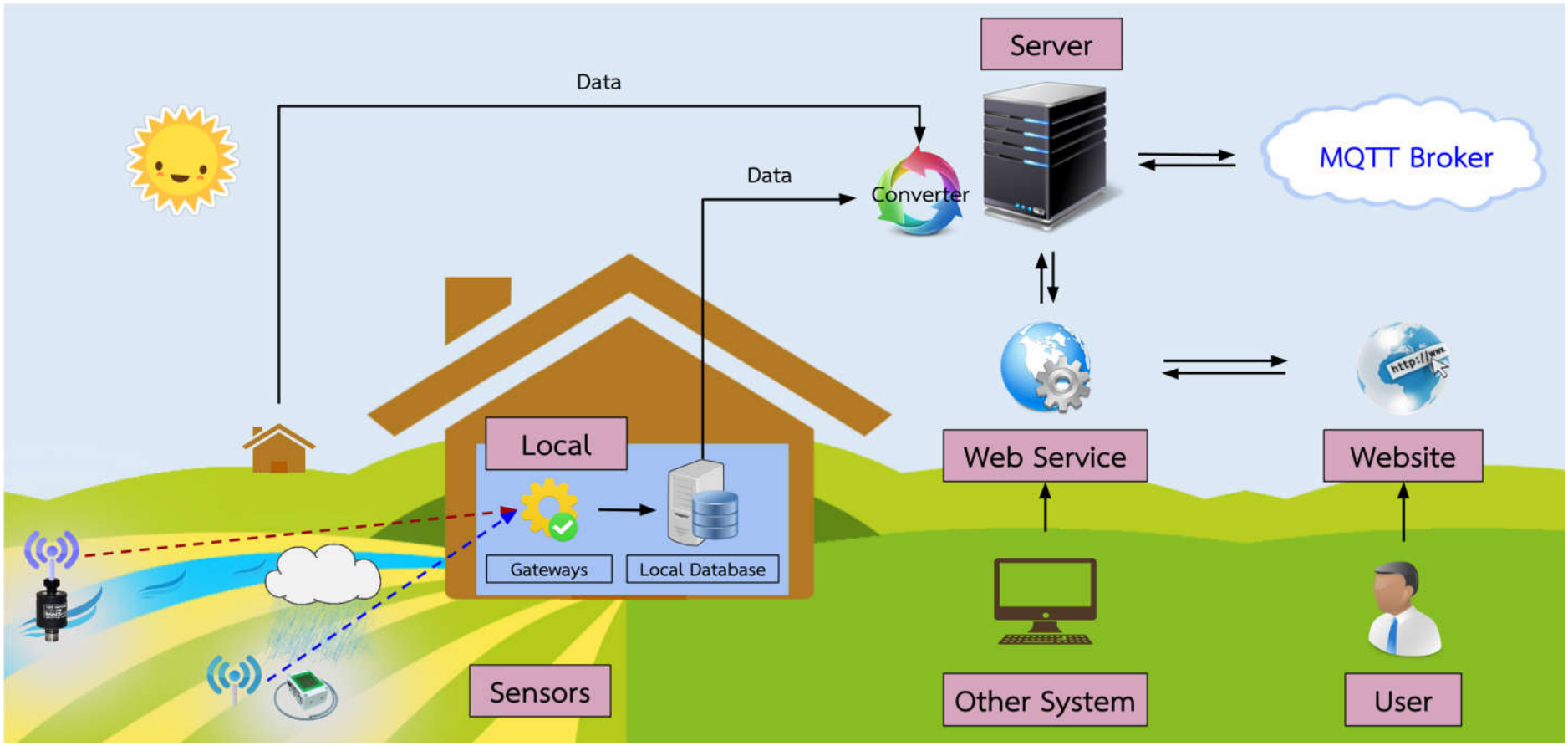
- **การเรียกใช้ข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์**

ผู้ใช้จะใช้งานผ่านทางเว็บไซต์ และเว็บไซต์จะทำการร้องขอข้อมูลผ่านทางเว็บเซอร์วิส แล้วนำข้อมูลไปแสดงผลให้ผู้ใช้ ซึ่งข้อมูลสามารถแสดงผลได้ 2 รูปแบบ คือ รูปแบบกราฟเส้น และตาราง

- **การเรียกใช้ข้อมูลผ่านทางระบบอื่น**

ผู้ใช้จะทำการร้องขอข้อมูลผ่านทางเว็บเซอร์วิส แล้วนำข้อมูลไปใช้งานในระบบนั้นๆ

ภาพรวมของระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีสำหรับระบบการเกษตร สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 *ภาพรวมของระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีสำหรับระบบการเกษตร*

4.2 รายละเอียดของระบบที่พัฒนา

1) Input/Output Specification

- Input Specification
  a) ส่วนจัดเก็บข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจวัด
     + ระบบจะรับค่าที่วัดได้จริงจากอุปกรณ์ตรวจวัดชนิดต่างๆ
  b) ส่วนเว็บไซต์แสดงผลสำหรับผู้ใช้
     + ผู้ใช้ส่งคำร้องขอ เพื่อเรียกดูข้อมูล
  c) ส่วนให้บริการเว็บเซอร์วิส
     + ส่วนของเว็บไซต์ส่งคำร้องขอ เพื่อเรียกข้อมูล
     + ระบบอื่นส่งคำร้องขอ เพื่อเรียกข้อมูล

- Output Specification
  a) ส่วนเว็บไซต์แสดงผลสำหรับผู้ใช้
     + ข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการ
  b) ส่วนให้บริการเว็บเซอร์วิส
     + ข้อมูลที่ระบบต้องการ

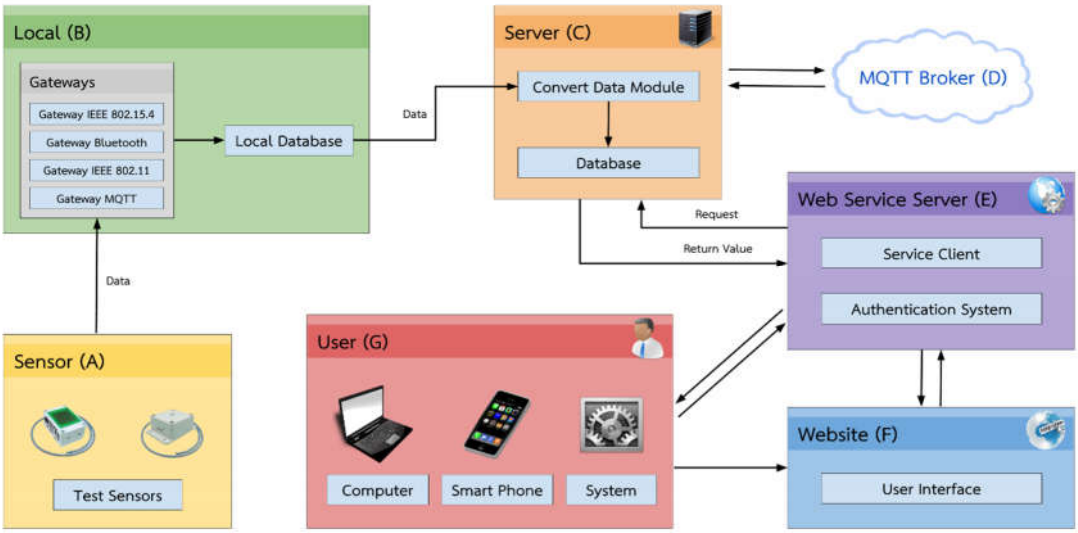
2) Functional Specification
- ระบบสามารถแสดงข้อมูลได้แบบ Real Time
- สามารถเรียกใช้ข้อมูลผ่านเว็บเซอร์วิสได้

3) **กลุ่มผู้ใช้งาน**

กลุ่มผู้ใช้งานระบบเหมาะกับเกษตรกร และบุคคลทั่วไปที่ต้องการเข้าถึงข้อมูลและนำข้อมูลไปใช้งาน

4.3 องค์ประกอบโดยรวมของระบบ

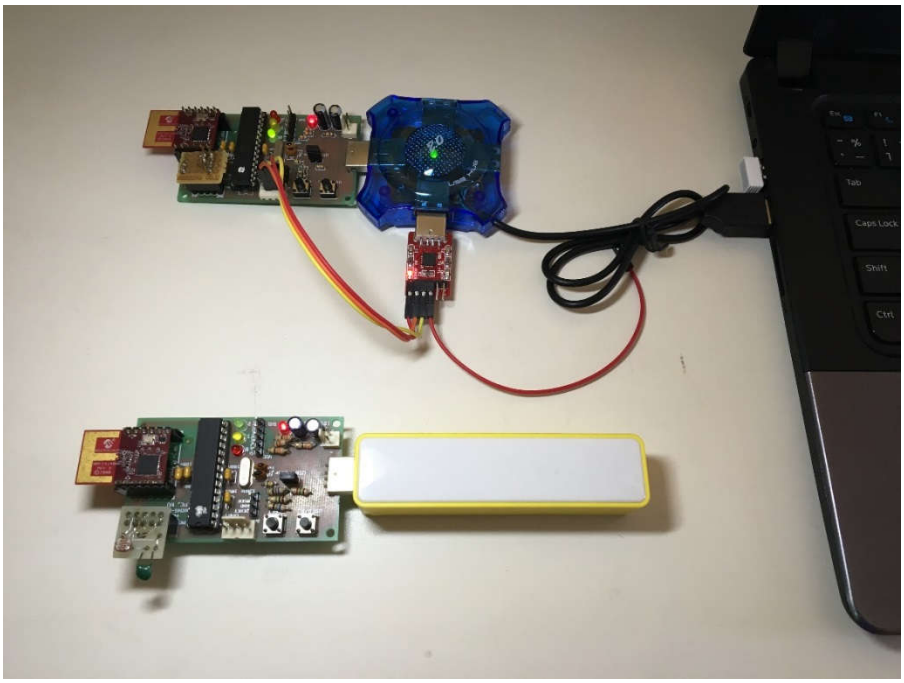
องค์ประกอบโดยรวมของระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีสำหรับระบบการเกษตรสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.2 ซึ่งประกอบด้วย 7 ส่วนหลัก คือ



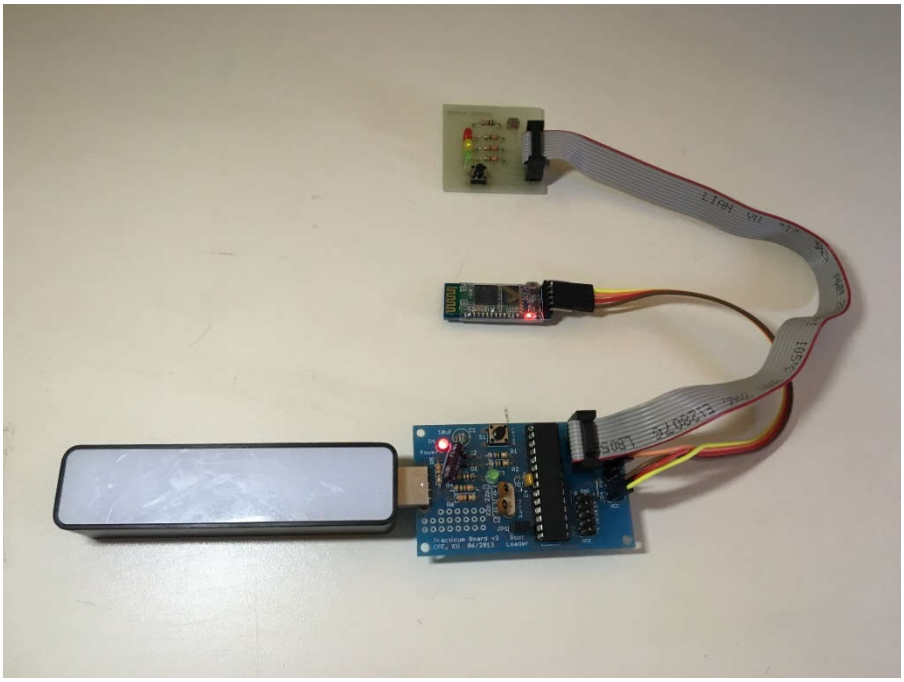
รูปที่ 4.2 *องค์ประกอบโดยรวมของระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีสำหรับระบบการเกษตร*

1) ส่วนอุปกรณ์ตรวจวัด (A)

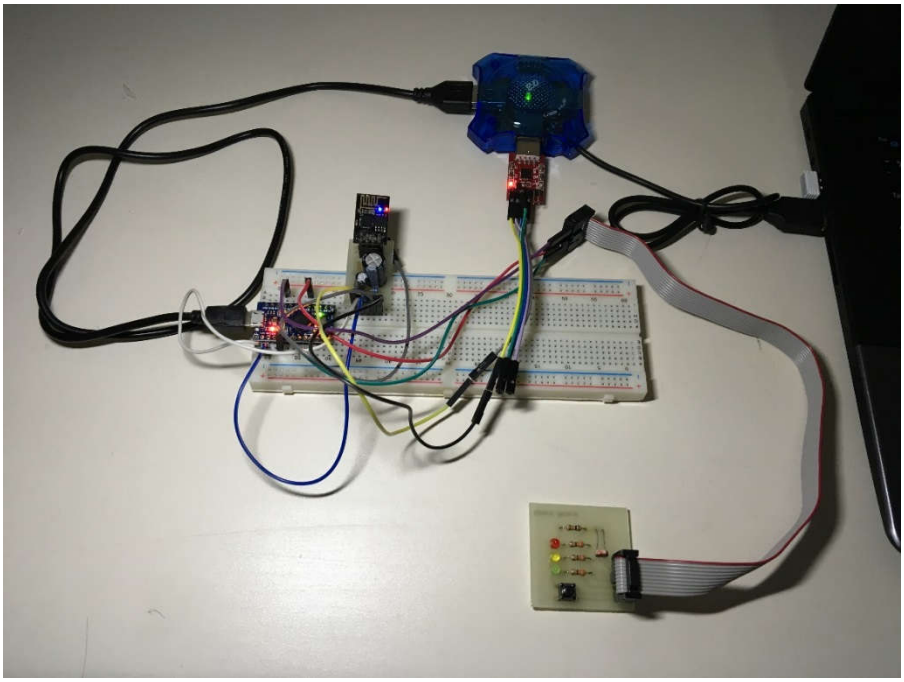
อุปกรณ์ตรวจวัดที่มีมาตรฐานการสื่อสาร IEEE 802.15.4 บลูทูธ IEEE 802.11 และเอ็มคิวทีที จะถูกติดตั้งไว้ที่บริเวณแปลงเกษตรของผู้ใช้ เพื่อทำการตรวจวัดค่าต่างๆ และจะทำการส่งข้อมูลไปยังตัวกลางตามแต่ละประเภทของมาตรฐานการสื่อสาร โดยอุปกรณ์ตรวจวัดที่ใช้ภายในระบบ จะแสดงดังรูปที่ 4.3 4.4 และ 4.5



รูปที่ 4.3 *อุปกรณ์ทดสอบที่มีมาตรฐานการสื่อสาร IEEE 802.15.4*



รูปที่ 4.4 *อุปกรณ์ทดสอบที่ใช้เทคโนโลยี Bluetooth*



รูปที่ 4.5 *อุปกรณ์ทดสอบที่มีมาตรฐานการสื่อสาร IEEE 802.11*

2) ส่วนตัวเครื่องโลคอล (B)

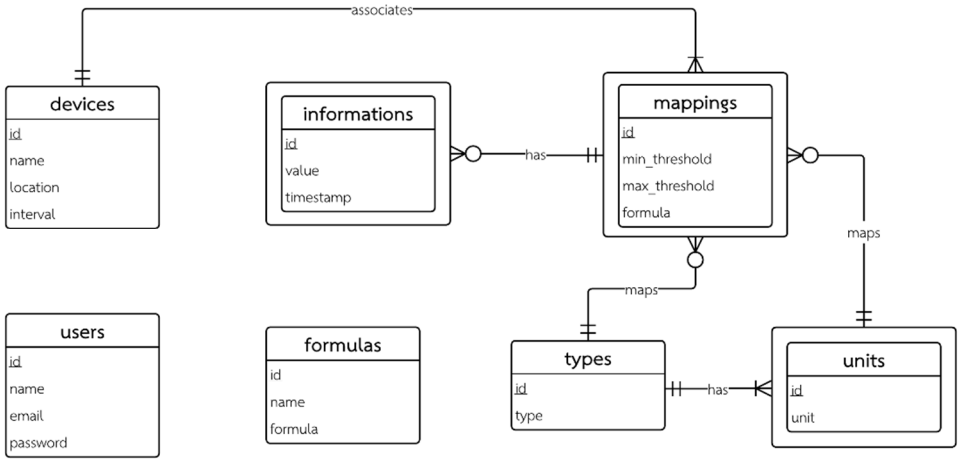
เครื่องโลคอลเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ประกอบไปด้วย 2 โมดูล คือ

- **โมดูลตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูล**

เป็นโมดูลที่ใช้ในการรับข้อมูลที่มาจากอุปกรณ์แต่ละมาตรฐานการสื่อสาร ซึ่งประกอบไปด้วยตัวกลางสำหรับรองรับอุปกรณ์ที่ใช้มาตรฐานการสื่อสาร IEEE 802.15.4 ตัวกลางสำหรับรองรับอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีบูลทูธ ตัวกลางสำหรับรองรับอุปกรณ์ที่ใช้มาตรฐานการสื่อสาร IEEE 802.11 และตัวกลางสำหรับรองรับอุปกรณ์ที่ใช้มาตรฐานการสื่อสารเอ็มคิวทีที

- **ระบบฐานข้อมูล**

เป็นโมดูลที่ใช้ในการเก็บข้อมูลที่ถูกส่งมาจากตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูล เพื่อสำรองข้อมูลในกรณีที่ไม่สามารถเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตได้ โดยระบบฐานข้อมูลบนเครื่องโลคอล แสดงดังรูปที่ 4.6 ซึ่งประกอบด้วย



รูปที่ 4.6 *ระบบฐานข้อมูลบนเครื่องโลคอล*

a) **devices** เป็นตารางที่เก็บข้อมูลของอุปกรณ์ที่ลงทะเบียนภายในระบบ ซึ่งประกอบด้วย

+ **id** เป็น Primary Key ของตาราง
+ **name** เป็นชื่อของอุปกรณ์
+ **location** เป็นตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์
+ **interval** เป็นคาบในการส่งข้อมูลของอุปกรณ์

โดยมีพจนานุกรมข้อมูล แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง devices บนเครื่องโลคอล

Table	Attribute	Length	Type	Rule
devices	id	10 (digits)	Integer	None
	name	255 (varchar)	String	None
	location	255 (varchar)	String	None
	interval	10 (digits)	Integer	None

b) **formulas** เป็นตารางที่เก็บสูตรที่ใช้ในการแปลงค่าข้อมูลของอุปกรณ์ที่ถูกกำหนดค่าไว้ ซึ่งประกอบด้วย

- **id** เป็น Primary Key ของตาราง
- **name** เป็นชื่อของสูตร
- **formula** เป็นสูตรที่ใช้ในการแปลงค่าข้อมูล

โดยมีพจนานุกรมข้อมูล แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง formulas บนเครื่องโลคอล

Table	Attribute	Length	Type	Rule
formulas	id	10 (digits)	Integer	None
	name	255 (varchar)	String	None
	formula	255 (varchar)	String	None

c) **informations** เป็นตารางที่เก็บค่าข้อมูลที่ได้รับมาจากอุปกรณ์ ซึ่งประกอบด้วย

- **id** เป็น Primary Key ของตาราง
- **mapping_id** ใช้เก็บ Key ที่ชี้ไปยังตาราง mappings
- **value** เป็นค่าของข้อมูล
- **timestamp** เป็นเวลาที่ได้รับค่าข้อมูลมาจากอุปกรณ์

โดยมีพจนานุกรมข้อมูล แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง informations บนเครื่องโลคอล

Table	Attribute	Length	Type	Rule
informations	id	10 (digits)	Integer	None
	mapping_id	10 (digits)	Integer	อ้างอิงจาก mappings
	value	255 (varchar)	String	None
	timestamp	None	DateTime	None

d) **mappings** เป็นตารางที่เก็บความสัมพันธ์ของอุปกรณ์กับชนิดของข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย

+ **id** เป็น Primary Key ของตาราง
+ **device_id** ใช้เก็บ Key ที่ชี้ไปยังตาราง devices
+ **type_id** ใช้เก็บ Key ที่ชี้ไปยังตาราง types
+ **unit_id** ใช้เก็บ Key ที่ชี้ไปยังตาราง units
+ **min_threshold** เป็นค่าของข้อมูลต่ำสุดที่อยู่ในช่วงปกติ
+ **max_threshold** เป็นค่าของข้อมูลสูงสุดที่อยู่ในช่วงปกติ
+ **formula** เป็นสูตรที่ใช้ในการแปลงค่าข้อมูล

โดยมีพจนานุกรมข้อมูล แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง mappings บนเครื่องโลคอล

Table	Attribute	Length	Type	Rule
mappings	id	10 (digits)	Integer	None
	device_id	10 (digits)	Integer	อ้างอิงจาก devices
	type_id	10 (digits)	Integer	อ้างอิงจาก types
	unit_id	10 (digits)	Integer	อ้างอิงจาก units
	min_threshold	10 (digits)	Integer	None
	max_threshold	10 (digits)	Integer	None
	formula	255 (varchar)	String	None

e) **types** เป็นตารางที่เก็บชนิดของข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย

+ **id** เป็น Primary Key ของตาราง
+ **type** เป็นชื่อชนิดของข้อมูล

โดยมีพจนานุกรมข้อมูล แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง types บนเครื่องโลคอล

Table	Attribute	Length	Type	Rule
types	id	10 (digits)	Integer	None
	type	255 (varchar)	String	None

f) **units** เป็นตารางที่เก็บหน่วยของข้อมูลตามชนิดของข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย

+ **id** เป็น Primary Key ของตาราง
+ **type_id** ใช้เก็บ Key ที่ชี้ไปยังตาราง types
+ **unit** เป็นชื่อหน่วยของข้อมูล

โดยมีพจนานุกรมข้อมูล แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง units บนเครื่องโลคอล

Table	Attribute	Length	Type	Rule
units	id	10 (digits)	Integer	None
	type_id	10 (digits)	Integer	อ้างอิงจาก types
	unit	255 (varchar)	String	None

g) **users** เป็นตารางที่เก็บข้อมูลของผู้ใช้ภายในระบบ ซึ่งประกอบด้วย

+ **id** เป็น Primary Key ของตาราง
+ **name** เป็นชื่อของผู้ใช้
+ **email** เป็นอีเมล์แอดเดรสของผู้ใช้
+ **password** เป็นรหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้

โดยมีพจนานุกรมข้อมูล แสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง users บนเครื่องโลคอล

Table	Attribute	Length	Type	Rule
users	id	10 (digits)	Integer	None
	name	255 (varchar)	String	None
	email	255 (varchar)	String	Unique
	password	60 (varchar)	String	None

3) ส่วนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (C)

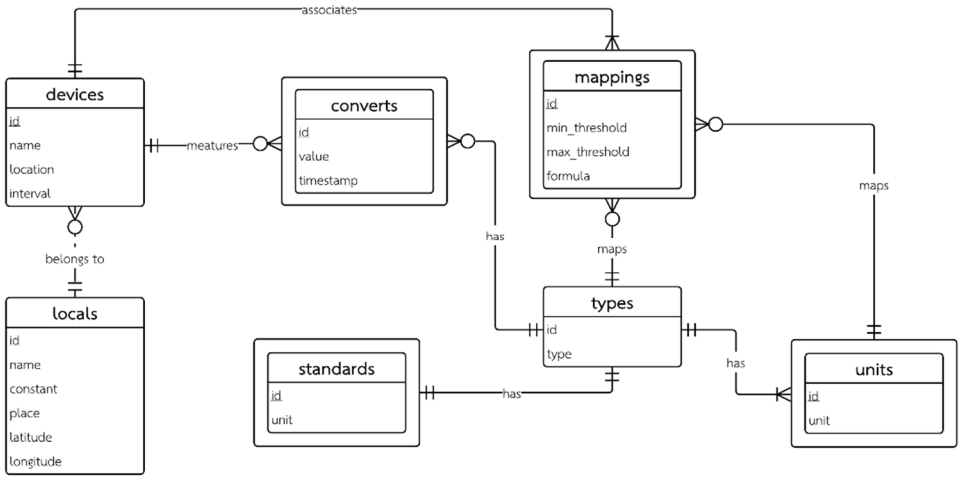
เป็นส่วนที่รับข้อมูลมาจากตัวเครื่องโลคอล แล้วทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่กำหนด ก่อนทำการเก็บข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย 2 โมดูล คือ

- **โมดูลแปลงข้อมูล**

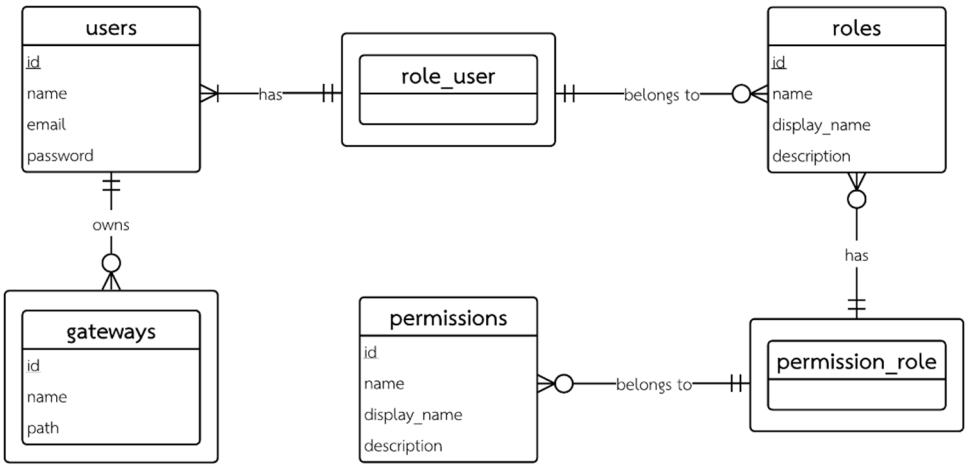
  เป็นส่วนที่ทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่กำหนดไว้

- **ส่วนฐานข้อมูล**

  เป็นส่วนที่ทำการเก็บข้อมูลเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล โดยระบบฐานข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย แสดงดังรูปที่ 4.7 และ 4.8 ซึ่งประกอบด้วย



รูปที่ 4.7 *ระบบฐานข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (1)*



รูปที่ 4.8 *ระบบฐานข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (2)*

a) **converts** เป็นตารางที่เก็บค่าข้อมูลของอุปกรณ์ที่มีการแปลงค่าให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งประกอบด้วย

+ **id** เป็น Primary Key ของตาราง
+ **device_id** ใช้เก็บ Key ที่ชี้ไปยังตาราง devices
+ **type_id** ใช้เก็บ Key ที่ชี้ไปยังตาราง types
+ **value** เป็นค่าของข้อมูล
+ **timestamp** เป็นเวลาที่ค่าข้อมูลมาถึงเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

โดยมีพจนานุกรมข้อมูล แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง converts บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

Table	Attribute	Length	Type	Rule
converts	id	10 (digits)	Integer	None
	device_id	10 (digits)	Integer	อ้างอิงจาก devices
	type_id	10 (digits)	Integer	อ้างอิงจาก types
	value	255 (varchar)	String	None
	timestamp	None	DateTime	None

b) **devices** เป็นตารางที่เก็บข้อมูลของอุปกรณ์ภายในระบบ ซึ่งประกอบด้วย

+ **id** เป็น Primary Key ของตาราง
+ **name** เป็นชื่อของอุปกรณ์
+ **location** เป็นตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์
+ **interval** เป็นคาบในการส่งข้อมูลของอุปกรณ์
+ **local_id** ใช้เก็บ Key ที่ชี้ไปยังตาราง locals

โดยมีพจนานุกรมข้อมูล แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง devices บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

Table	Attribute	Length	Type	Rule
devices	id	10 (digits)	Integer	None
	name	255 (varchar)	String	None
	location	255 (varchar)	String	None
	interval	10 (digits)	Integer	None
	local_id	10 (digits)	Integer	อ้างอิงจาก locals

c) **gateways** เป็นตารางที่เก็บข้อมูลของตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย

+ **id** เป็น Primary Key ของตาราง
+ **name** เป็นชื่อของตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูล
+ **path** เป็นตำแหน่งที่ไฟล์ของตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูลวางอยู่
+ **user_id** ใช้เก็บ Key ที่ชี้ไปยังตาราง users ของผู้ใช้ที่อัพโหลดตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูลชนิดนั้นขึ้นสู่ระบบ

โดยมีพจนานุกรมข้อมูล แสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง gateways บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

Table	Attribute	Length	Type	Rule
gateways	id	10 (digits)	Integer	None
	name	255 (varchar)	String	None
	path	255 (varchar)	String	None
	user_id	10 (digits)	Integer	อ้างอิงจาก users

d) **locals** เป็นตารางที่เก็บข้อมูลของเครื่องโลคอลที่อยู่ภายในระบบ ซึ่งประกอบด้วย

+ **id** เป็น Primary Key ของตาราง
+ **name** เป็นชื่อของเครื่องโลคอล
+ **constant** เป็นค่าคงที่ที่กำหนดให้กับเครื่องโลคอล
+ **place** เป็นตำแหน่งที่เครื่องโลคอลตั้งอยู่
+ **latitude** เป็นตำแหน่งพิกัดละติจูดที่เครื่องโลคอลตั้งอยู่
+ **longitude** เป็นตำแหน่งลองจิจูดที่เครื่องโลคอลตั้งอยู่

โดยมีพจนานุกรมข้อมูล แสดงดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง locals บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

Table	Attribute	Length	Type	Rule
locals	id	10 (digits)	Integer	None
	name	255 (varchar)	String	None
	constant	10 (digits)	Integer	None
	place	255 (varchar)	String	None
	latitude	15 (digits)	Double	8 digits decimal
	longitude	15 (digits)	Double	8 digits decimal

e) mappings เป็นตารางที่เก็บความสัมพันธ์ของอุปกรณ์กับชนิดของข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย

+ **id** เป็น Primary Key ของตาราง
+ **device_id** ใช้เก็บ Key ที่ชี้ไปยังตาราง devices
+ **type_id** ใช้เก็บ Key ที่ชี้ไปยังตาราง types
+ **unit_id** ใช้เก็บ Key ที่ชี้ไปยังตาราง units
+ **min_threshold** เป็นค่าของข้อมูลต่ำสุดที่อยู่ในช่วงปกติ
+ **max_threshold** เป็นค่าของข้อมูลสูงสุดที่อยู่ในช่วงปกติ

โดยมีพจนานุกรมข้อมูล แสดงดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง mappings บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

Table	Attribute	Length	Type	Rule
mappings	id	10 (digits)	Integer	None
	device_id	10 (digits)	Integer	อ้างอิงจาก devices
	type_id	10 (digits)	Integer	อ้างอิงจาก types
	unit_id	10 (digits)	Integer	อ้างอิงจาก units
	min_threshold	10 (digits)	Integer	None
	max_threshold	10 (digits)	Integer	None

f) **permissions** เป็นตารางที่เก็บการกระทำของผู้ใช้ที่ถูกอนุญาตในระบบ ซึ่งประกอบด้วย

+ **id** เป็น Primary Key ของตาราง
+ **name** เป็นชื่อของการกระทำที่ถูกอนุญาต
+ **display_name** เป็นชื่อของการกระทำที่ถูกอนุญาต ซึ่งสามารถอ่านเข้าใจได้ง่าย
+ **description** เป็นคำอธิบายของการกระทำที่ถูกอนุญาต

โดยมีพจนานุกรมข้อมูล แสดงดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง permissions บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

Table	Attribute	Length	Type	Rule
permissions	id	10 (digits)	Integer	None
	name	255 (varchar)	String	Unique
	display_name	255 (varchar)	String	Nullable
	description	255 (varchar)	String	Nullable

g) **permission_role** เป็นตารางที่เก็บความสัมพันธ์ของการกระทำของผู้ใช้ที่ถูกอนุญาตกับบทบาทของผู้ใช้ในระบบ ซึ่งประกอบด้วย

+ **permission_id** ใช้เก็บ Key ที่ชี้ไปยังตาราง permissions
+ **role_id** ใช้เก็บ Key ที่ชี้ไปยังตาราง roles

โดยมีพจนานุกรมข้อมูล แสดงดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง permission_role บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

Table	Attribute	Length	Type	Rule
permission_role	permission_id	10 (digits)	Integer	อ้างอิงจาก permissions
	role_id	10 (digits)	Integer	อ้างอิงจาก roles

h) **roles** เป็นตารางที่เก็บบทบาทของผู้ใช้ภายในระบบ ซึ่งประกอบด้วย

+ **id** เป็น Primary Key ของตาราง
+ **name** เป็นชื่อของบทบาทของผู้ใช้
+ **display_name** เป็นชื่อของบทบาทของผู้ใช้ ซึ่งสามารถอ่านเข้าใจได้ง่าย
+ **description** เป็นคำอธิบายของบทบาทของผู้ใช้

โดยมีพจนานุกรมข้อมูล แสดงดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง roles บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

Table	Attribute	Length	Type	Rule
roles	id	10 (digits)	Integer	None
	name	255 (varchar)	String	Unique
	display_name	255 (varchar)	String	Nullable
	description	255 (varchar)	String	Nullable

i) **role_user** เป็นตารางที่เก็บความสัมพันธ์ของผู้ใช้กับบทบาทของผู้ใช้ในระบบ ซึ่งประกอบด้วย

+ **user_id** ใช้เก็บ Key ที่ชี้ไปยังตาราง users
+ **role_id** ใช้เก็บ Key ที่ชี้ไปยังตาราง roles

โดยมีพจนานุกรมข้อมูล แสดงดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง role_user บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

Table	Attribute	Length	Type	Rule
role_user	user_id	10 (digits)	Integer	อ้างอิงจาก users
	role_id	10 (digits)	Integer	อ้างอิงจาก roles

j) **standards** เป็นตารางที่เก็บหน่วยมาตรฐานของข้อมูลตามชนิดของข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย

+ **id** เป็น Primary Key ของตาราง
+ **type_id** ใช้เก็บ Key ที่ชี้ไปยังตาราง types
+ **unit** เป็นชื่อหน่วยของข้อมูล

โดยมีพจนานุกรมข้อมูล แสดงดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง standards บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

Table	Attribute	Length	Type	Rule
standards	id	10 (digits)	Integer	None
	type_id	10 (digits)	Integer	อ้างอิงจาก types
	unit	255 (varchar)	String	None

k) **types** เป็นตารางที่เก็บชนิดของข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย

+ **id** เป็น Primary Key ของตาราง
+ **type** เป็นชื่อชนิดของข้อมูล

โดยมีพจนานุกรมข้อมูล แสดงดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง types บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

Table	Attribute	Length	Type	Rule
types	id	10 (digits)	Integer	None
	type	255 (varchar)	String	None

l) **units** เป็นตารางที่เก็บหน่วยของข้อมูลตามชนิดของข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย

+ **id** เป็น Primary Key ของตาราง
+ **type_id** ใช้เก็บ Key ที่ชี้ไปยังตาราง types
+ **unit** เป็นชื่อหน่วยของข้อมูล

โดยมีพจนานุกรมข้อมูล แสดงดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง units บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

Table	Attribute	Length	Type	Rule
units	id	10 (digits)	Integer	None
	type_id	10 (digits)	Integer	อ้างอิงจาก types
	unit	255 (varchar)	String	None

m) users เป็นตารางที่ใช้เก็บผู้ใช้ภายในระบบ ซึ่งประกอบด้วย

+ **id** เป็น Primary Key ของตาราง
+ **name** เป็นชื่อของผู้ใช้
+ **email** เป็นอีเมล์แอดเดรสของผู้ใช้
+ **password** เป็นรหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้

โดยมีพจนานุกรมข้อมูล แสดงดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 พจนานุกรมข้อมูลของตาราง users บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

Table	Attribute	Length	Type	Rule
users	id	10 (digits)	Integer	None
	name	255 (varchar)	String	None
	email	255 (varchar)	String	Unique
	password	60 (varchar)	String	None

4) ส่วนเชื่อมต่อเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์ (D)

เป็นส่วนที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อกับระบบอื่นๆ โดยจะสามารถทำการเชื่อมต่อไปยังเอ็มคิวทีทีโบรกเกอร์ตัวอื่นๆได้

5) ส่วนให้บริการเว็บเซอร์วิส (E)

เป็นส่วนที่ใช้สำหรับให้บริการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทางระบบเครือข่ายเพื่อใช้จัดการข้อมูล โดยผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้ข้อมูลได้ผ่านทางเอพีไอ ซึ่งประกอบด้วย 2 โมดูล คือ

- **เซอร์วิสไคลเอนต์**

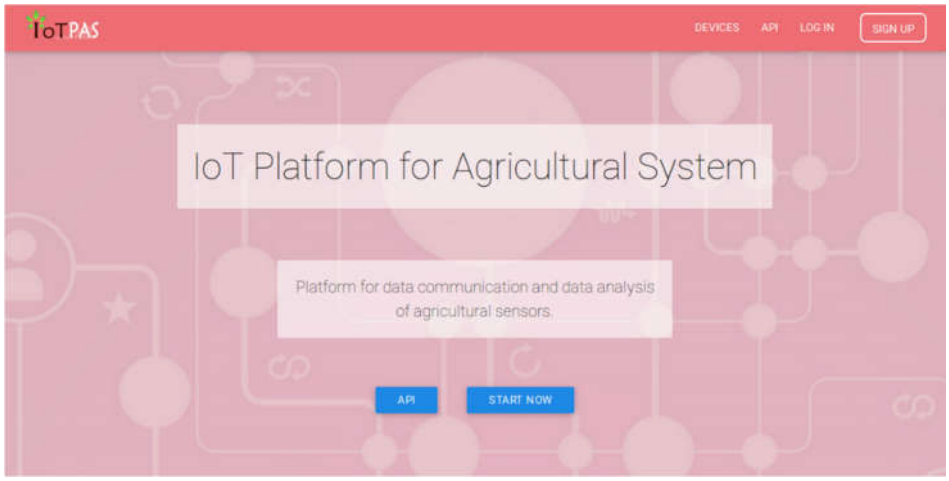
  เป็นส่วนที่ใช้สำหรับทำการจัดส่งคำร้องขอไปถึงเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

- **ระบบยืนยันตัวตน**

  เป็นส่วนที่ใช้สำหรับยืนยันตัวตน เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตสามารถเข้าถึงข้อมูลได้

6) ส่วนเว็บไซต์ (F)

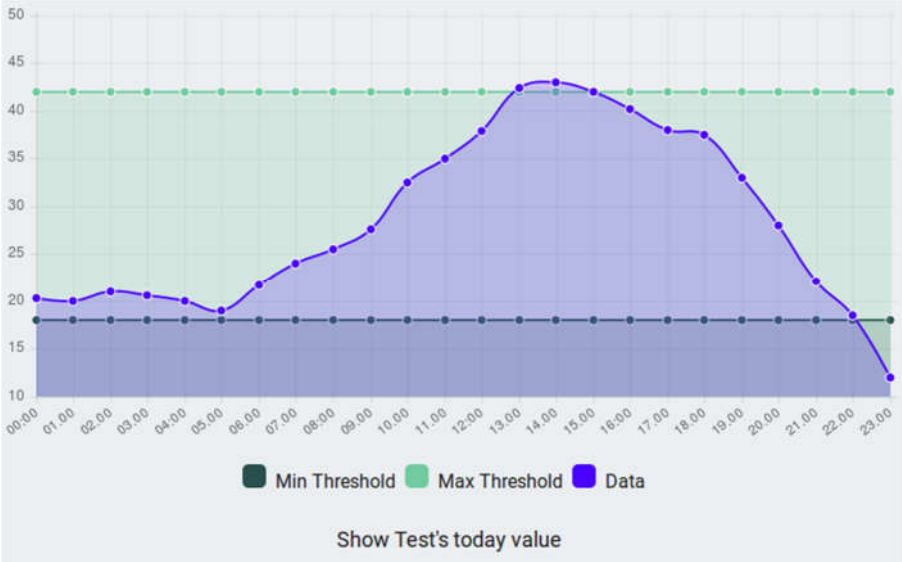
เป็นส่วนที่แสดงผลข้อมูลในรูปแบบที่สามารถเข้าใจได้ง่าย โดยตัวอย่างหน้าเว็บไซต์ แสดงดังรูปที่ 4.9 4.10 และ 4.11



รูปที่ 4.9 หน้าแรกของเว็บไซต์

No.	Date	Time	Value
1	14-02-2016	00:40:32	56.90
2	14-02-2016	01:40:34	53.70
3	14-02-2016	02:40:39	57.50
4	14-02-2016	03:40:44	7.80
5	14-02-2016	04:40:49	27.30
6	14-02-2016	05:40:54	56.70
7	14-02-2016	06:40:59	97.90
8	14-02-2016	07:41:04	97.90
9	14-02-2016	08:41:09	97.90

รูปที่ 4.10 ข้อมูลที่แสดงในรูปแบบตาราง



รูปที่ 4.11 *ข้อมูลที่แสดงในรูปแบบกราฟเส้น*

7) ส่วนผู้ใช้ (G)

เป็นส่วนของผู้ใช้ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลที่ได้ทำการจัดเก็บไว้ เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์ โดยจะสามารถเข้าถึงข้อมูลผ่านทางคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน หรือผ่านทางระบบอื่น

4.4 ขั้นตอนการพัฒนา

การพัฒนาระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีสำหรับระบบการเกษตร มีขั้นตอนการพัฒนา ดังต่อไปนี้

1) เก็บรวบรวมความต้องการของระบบ

- ศึกษาลักษณะการใช้งานอุปกรณ์ชนิดต่างๆในการเกษตร

2) ศึกษาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบ

- ศึกษามาตรฐานการสื่อสารไร้สายชนิดต่างๆ
- ศึกษาวิธีการรับส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจวัด
- ศึกษารูปแบบข้อมูลของอุปกรณ์ทดสอบแต่ละชนิด
- ศึกษาวิธีการทำเว็บเซอร์วิส
- ศึกษาฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบ
- ศึกษาไลบรารีต่างๆที่เกี่ยวข้องกับระบบ
- ศึกษาการออกแบบระบบ

3) ออกแบบระบบ

- ออกแบบรูปแบบข้อมูลที่จะทำการส่งมาจากอุปกรณ์
- ออกแบบรูปแบบที่จะใช้ในการเก็บข้อมูล
- ออกแบบฐานข้อมูลในการจัดเก็บข้อมูล
- ออกแบบเว็บไซต์ที่ให้ผู้ใช้เข้ามาใช้งาน
- ออกแบบ API ที่ใช้ในการเชื่อมต่อเว็บเซอร์วิส

4) พัฒนาระบบ

- พัฒนาส่วนของการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์
- พัฒนาส่วนการจัดเก็บข้อมูลในเครื่องโลคอล
- พัฒนาส่วนการส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย
- พัฒนาส่วนการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่กำหนด รวมถึงการจัดเก็บข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล
- พัฒนาเว็บเซอร์วิสที่ใช้ในการร้องขอข้อมูล
- พัฒนาเว็บไซต์ที่ให้ผู้ใช้เข้ามาใช้งาน

5) ทดสอบการใช้งานระบบ

- ทดสอบการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์หลากหลายมาตรฐานการสื่อสาร
- ทดสอบการเรียกใช้งานจากเว็บไซต์
- ทดสอบการเรียกใช้งานจากระบบอื่น
- ทดสอบประสิทธิภาพของระบบ

6) จัดทำเอกสารโครงงาน

- จัดทำรายงานโครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ฉบับสมบูรณ์
- จัดทำเอกสารคู่มือการติดตั้งระบบ และคู่มือการใช้งานระบบ

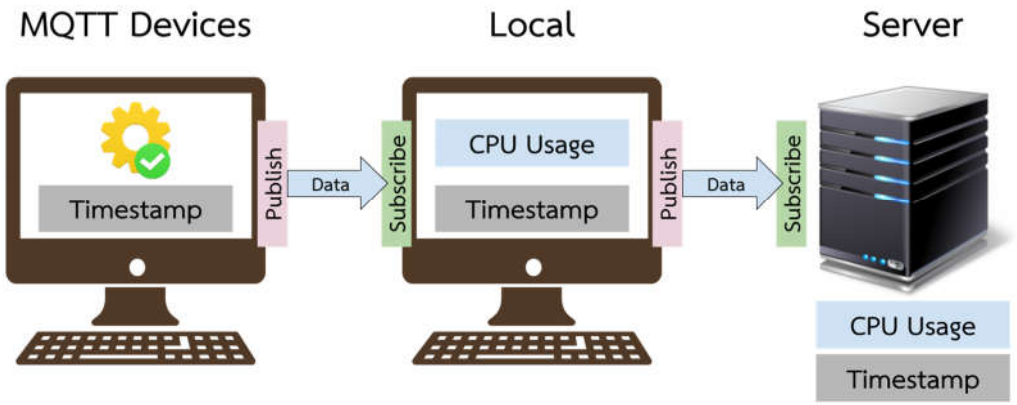
5. ผลการดำเนินโครงงานและวิจารณ์

ทำการทดสอบระบบในส่วนของความสามารถในการรองรับจำนวนอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้น และระยะเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลจากบริเวณต่างๆ เมื่อมีการเพิ่มจำนวนอุปกรณ์

5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ในการทดสอบระบบจะใช้อุปกรณ์ที่มีมาตรฐานการสื่อสารแบบเอ็มคิวทีทีทั้งหมด โดยอุปกรณ์แต่ละตัวจะทำการส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบทุก 1 วินาที รวมถึงในส่วนของการรับข้อมูล (Subscribe) จะมีเวลาหน่วงแต่ละข้อมูล 0.01 วินาที การทดลองจะทำการเพิ่มจำนวนอุปกรณ์ในการส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบ จำนวน 5 ถึง 50 ตัว และทำการวัดการใช้งานของซีพียูโดยเก็บผลทุก 1 วินาที ที่บริเวณเครื่องโลคอล และเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย รวมถึงทำการวัดเวลาที่เริ่มส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ต้นทาง เวลาที่ข้อมูลถูกจัดเก็บลงในฐานข้อมูลที่เครื่องโลคอล และเวลาที่ข้อมูลถูกจัดเก็บลงในฐานข้อมูลที่เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (แสดงดังรูปที่ 5.1)

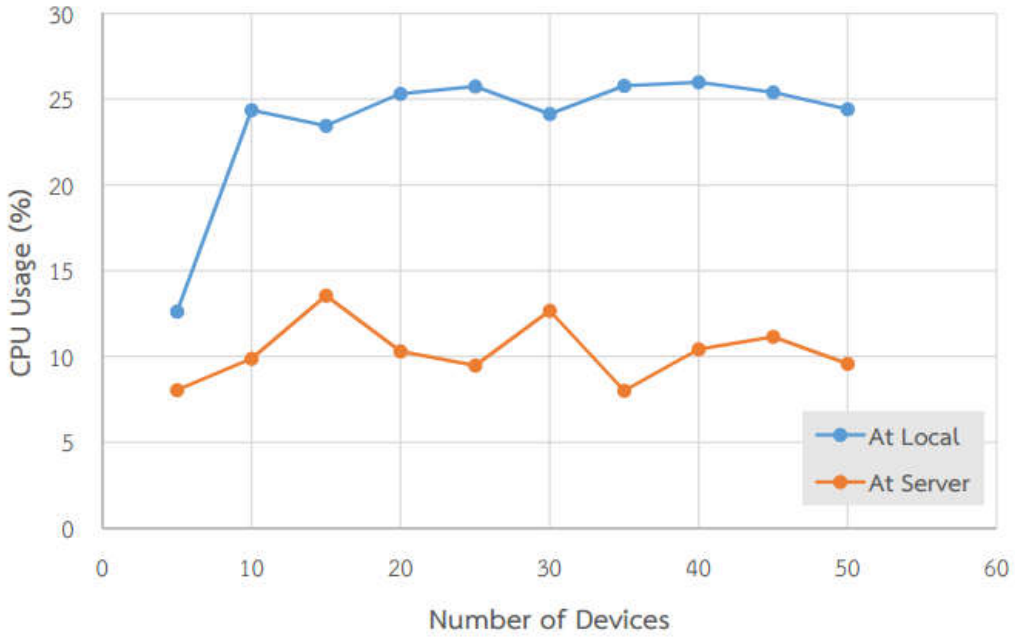
การวัดผลจะนำผลจากการส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบ 10 ข้อมูลแรก และการใช้งานซีพียูรวมถึงเวลาในช่วงนั้นมาวิเคราะห์



รูปที่ 5.1 *สภาพแวดล้อมในการทดสอบระบบ*

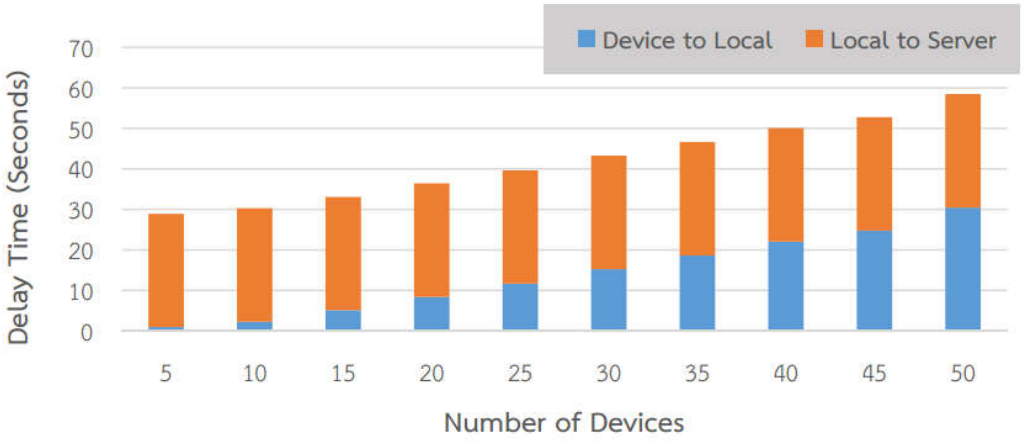
5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

จากการทดสอบความสามารถในการรองรับจำนวนอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้น ได้ผลลัพธ์แสดงดังรูปที่ 5.2 ซึ่งพบว่าจำนวนอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อการใช้งานของซีพียูที่บริเวณคอขวดของระบบ คือ บริเวณตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูล และบริเวณเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย เนื่องจากการรับส่งข้อมูลโดยใช้มาตรฐานการสื่อสารแบบเอ็มคิวทีที จะถูกจำกัดการรับส่งข้อมูลด้วยอัตราที่คงที่



รูปที่ 5.2 *การทดสอบความสามารถในการรองรับจำนวนอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้น*

จากการทดสอบระยะเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลจากบริเวณต่างๆ เมื่อมีการเพิ่มจำนวนอุปกรณ์ ได้ผลลัพธ์แสดงดังรูปที่ 5.3 ซึ่งพบว่าการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ถึงเครื่องโลคอลมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลโดยรวม แต่การส่งข้อมูลจากเครื่องโลคอลถึงเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายใช้ระยะเวลาคงที่ ประมาณ 28 วินาที เนื่องจากส่วนของการรับข้อมูลมีการหน่วงเวลาข้อมูลละ 0.01 วินาที เพื่อลดภาระการทำงานของระบบ



รูปที่ 5.3 *การทดสอบระยะเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลจากบริเวณต่างๆ*

6. สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อสรุป

ระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีสำหรับระบบการเกษตรสามารถนำไปใช้งานในการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ได้จริง โดยข้อมูลที่ส่งจากอุปกรณ์จะถูกส่งต่อไปยังตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูล และเก็บไว้ที่ฐานข้อมูลในเครื่องโลคอล จากนั้นจะถูกส่งต่อไปเก็บยังฐานข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย เมื่อผู้ใช้ต้องการนำข้อมูลไปใช้งาน สามารถเรียกใช้ได้ผ่านทางเว็บไซต์ โดยระบบดังกล่าวสามารถรองรับอุปกรณ์ได้เป็นจำนวนมาก แต่เพื่อให้การใช้งานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด จึงอาจต้องมีการปรับเวลาหน่วงภายในระบบให้เหมาะสมต่อจำนวนของอุปกรณ์ที่ต้องการใช้งาน หรือเหมาะสมต่อความต้องการของผู้ใช้

6.2 ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาและอุปสรรคที่พบระหว่างการพัฒนาโครงงานระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีสำหรับระบบการเกษตร มีดังนี้

1) การจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลจากอุปกรณ์หลากหลายชนิดที่มีความแตกต่างของลักษณะข้อมูล และข้อตกลงที่ใช้ในการสื่อสาร สามารถทำได้ยาก
2) ระบบที่ออกแบบมีความไม่แน่นอน และมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระบบบ่อยครั้ง ทำให้การพัฒนาเกิดความล่าช้า เนื่องจากต้องใช้เวลาในการศึกษาข้อมูลใหม่
3) เวลาในการพัฒนาโครงงานมีจำกัด ทำให้พัฒนาโครงงานได้ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
4) ระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีสำหรับระบบการเกษตรมีโครงสร้างการทำงานหลายส่วน ทำให้ต้องใช้เวลาในการพัฒนาที่มาก

6.3 แนวทางการพัฒนาต่อ

แนวทางในการพัฒนาโครงงานระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีสำหรับระบบการเกษตรในขั้นต่อไป มีดังนี้

1) จัดเก็บข้อมูลที่เป็นประโยชน์ของอุปกรณ์เพิ่มมากขึ้น เพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
2) พัฒนาระบบให้มีการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีประโยชน์และหลากหลายต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น
3) พัฒนาการรองรับอุปกรณ์ที่มีหลากหลายมาตรฐานการสื่อสารเพิ่มเติมจากส่วนที่ได้พัฒนาไปแล้ว

4) พัฒนาตัวกลางในการรองรับอุปกรณ์ให้อยู่ในรูปแบบของปลั๊กอิน เพื่อให้ง่ายต่อการขยายอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้น

6.4 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโครงงานระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีสำหรับระบบการเกษตร มีดังนี้

1) ปรับปรุงในด้านความปลอดภัยของระบบ จากปัญหา Man in the Middle ซึ่งจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อระบบ
2) ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจวัดชนิดต่างๆ เพื่อข้อมูลที่จำเป็นและความหลากหลายในการใช้งานระบบ
3) สอบถามและเก็บความต้องการจากกลุ่มผู้ใช้งาน เพื่อให้ตรงตามเป้าหมายของการใช้งานจริง

7. บรรณานุกรม

[1] ระบบเครือข่ายไร้สาย. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 22 พฤศจิกายน 2558: http://www.freebsd.sru.ac.th/course/4012702-Data-Communication/parinya-book/unit-09.pdf

[2] Wireless Lan Technology. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 22 พฤศจิกายน 2558: https://network.kku.ac.th/index.php/web-article/wireless/46

[3] IEEE 802.15. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 22 พฤศจิกายน 2558: http://koppy208.blogspot.com/2008/11/ieee-80215.html

[4] มาตรฐาน IEEE 802.15 กำหนดพื้นที่ของเครือข่ายไร้สายส่วนบุคคล. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 22 พฤศจิกายน 2558: http://sirane217.blogspot.com/2015/02/ieee-80215.html

[5] เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายระยะใกล้. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 22 พฤศจิกายน 2558: http://thaitelecomkm.org/TTE/topic/attach/Bluetooth_and_Zigbee/index.php

[6] NETPIE. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 22 พฤศจิกายน 2558: https://netpie.io/

[7] NETPIE: Internet of Things. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 22 พฤศจิกายน 2558: http://www.nectec.or.th/innovation/innovation-software/netpie.html

[8] เว็บเซอร์วิซ. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 22 พฤศจิกายน 2558: https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%80%E0%B8%A7%E0%B9%87%E0%B8%9A%E0%B9%80%E0%B8%8B%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%8B

[9] MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) คืออะไร. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 3 ธันวาคม 2558: http://www.mindphp.com/%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1/31-%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89%E0%B8%97%E0%B8%B1%E0%B9%88%E0%B8%A7%E0%B9%84%E0%B8%9B/3343-mqtt.html

[10] Internet of Things คืออะไร. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 3 ธันวาคม 2558: https://netpie.io/internet-of-things/

[11] ubuntu คืออะไร. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 3 ธันวาคม 2558: http://www.ubuntuthailand.com/ubuntu-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3/

[12] DELL Vostro 5470-W560714TH,W561014TH. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 3 ธันวาคม 2558: http://notebookspec.com/notebook/5552-DELL-Vostro-5470-W560714TH-W561014TH.html

[13] เอชทีทีพี. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2559: https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%80%E0%B8%AD%E0%B8%8A%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B8%9E%E0%B8%B5

[14] HTTP (HyperText Transfer Protocol). [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2559: http://wich246.tripod.com/http.htm

[15] รายชื่อรหัสสถานภาพของเอชทีทีพี. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2559: https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%8A%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B8%AB%E0%B8%B1%E0%B8%AA%E0%B8%AA%E0%B8%96%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%9E%E0%B8%82%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B9%80%E0%B8%AD%E0%B8%8A%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B8%9E%E0%B8%B5

[16] API คืออะไร. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2559: http://www.เกร็ดความรู้.net/api/

[17] Iwing motelib. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2559: http://www.cpe.ku.ac.th/ cpj/motelib/index.html

[18] ITEADLIB_Arduino_WeeESP8266. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2559: https://github.com/itead/ITEADLIB_Arduino_WeeESP8266

[19] paho-mqtt 1.1. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2559: https://pypi.python.org/pypi/paho-mqtt/1.1

[20] Laravel. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 1 ธันวาคม 2558: https://laravel.com/docs/5.1

[21] AngularJS. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 1 ธันวาคม 2558: https://github.com/angular/angular.js

[22] MaterializeCSS. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 1 ธันวาคม 2558: http://materializecss.com/

[23] Composer. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 1 ธันวาคม 2558: https://getcomposer.org/

[24] Entrust. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 1 มีนาคม 2559: https://github.com/Zizaco/entrust

[25] Guzzle. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 12 ธันวาคม 2558: http://docs.guzzlephp.org/en/latest/

[26] jQuery. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 1 ธันวาคม 2558: https://api.jquery.com/

[27] ngRoute. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 1 ธันวาคม 2558: https://docs.angularjs.org/api/ngRoute

[28] Angular Chart. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 18 มกราคม 2559: http://jtblin.github.io/angular-chart.js/

[29] นางสาวธัญมน ชิดเครือ, “สถานีควบคุมและรวบรวมข้อมูลสำหรับเครือข่ายตรวจวัดไร้สายโดยใช้แท็บเล็ตแอนดรอยด์”, โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2557.

[30] ATMega168. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 16 เมษายน 2559: http://th.mouser.com/ProductDetail/Atmel/ATmega168-20PU/?qs=aqrrBurbvGdMdllC0pUwIg%3D%3D

[31] Arduino Pro Micro. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 16 เมษายน 2559:
http://www.ioxhop.com/product/176/arduino-pro-micro-atmega32u4-5v-16mhz-no-cable-compatible

[32] ESP8266. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 16 เมษายน 2559:
http://www.sathittham.com/esp8266/whats_esp8266/

[33] Bluetooth Module HC-06. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 16 เมษายน 2559:
http://thai.alibaba.com/product-gs/serial-bluetooth-module-hc-06-bluetooth-module-60133061720.html

[34] USB to UART Bridge. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 16 เมษายน 2559:
https://www.sparkfun.com/datasheets/IC/cp2102.pdf

[35] ng-file-upload. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 5 พฤษภาคม 2559:
https://github.com/danialfarid/ng-file-upload/

[36] Linksys EA6300 Smart Wi-Fi router. [ออนไลน์] เข้าถึงได้ ณ วันที่ 23 พฤษภาคม 2559:
http://www.linksys.com/th/p/P-EA6300/

8. ภาคผนวก

8.1 คู่มือการติดตั้ง

1) การเตรียมสภาพแวดล้อมของเครื่องที่จะทำการติดตั้งระบบ

ระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีสำหรับระบบการเกษตร พัฒนาระบบอยู่บนระบบปฏิบัติการ Ubuntu 14.04 ดังนั้น ส่วนต่างๆของระบบจึงต้องติดตั้งระบบปฏิบัติการ Ubuntu และติดตั้งซอฟต์แวร์และไลบรารี ดังนี้

- ติดตั้ง Apache

```
$ apt-get install apache2
```

- ติดตั้ง PHP

```
$ apt-get install php5
```

- ติดตั้ง MySQL

```
$ apt-get install mysql-server mysql-client
```

- ติดตั้ง phpmyadmin

```
$ apt-get install phpmyadmin
```

- ติดตั้ง OpenSSL PHP Extension

```
$ apt-get install openssh-server
```

- ติดตั้ง PHP Extension

```
$ apt-get install php5-mysql
$ apt-get install php5-mcrypt
```

- ติดตั้ง PHP PPA

```
$ add-apt-repository ppa:ondrej/php5
```

- ติดตั้ง Mbstring PHP Extension

```
$ apt-get install libapache2-mod-php5
```

- ติดตั้ง ssh

```
$ apt-get install ssh
```

- ติดตั้ง vim

```
$ apt-get install vim
```

- ติดตั้ง Git

```
$ apt-get install git
```

- ติดตั้ง Python

```
$ apt-get install python
```

- ติดตั้ง Composer

```
$ curl -sS https://getcomposer.org/installer | php
$ mv composer.phar /usr/local/bin/composer
```

- ติดตั้ง Laravel

```
$ composer global require "laravel/installer"
$ echo 'export PATH="$PATH:~/.composer/vendor/bin"' >>
~/.bashrc
```

2) การติดตั้งระบบบนเครื่องโลคอล

- ติดตั้ง MQTT Broker

```
$ apt-add-repository ppa:mosquitto-dev/mosquitto-ppa
$ apt-get install mosquitto python-software-properties
```

- ไปที่ Root Directory ของ Apache บนเครื่องโลคอล (ปกติจะอยู่ที่ /var/www/html)

```
$ cd /var/www/html
```

- ดาวน์โหลดโปรแกรมจาก Repository ของ Github

```
$ git clone https://github.com/BooMamoo/iot-platform.git
```

- ไปที่ Directory ที่ได้ดาวน์โหลดมา

```
$ cd iot-platform
```

- ติดตั้งไลบรารีจาก Composer

```
$ composer install
```

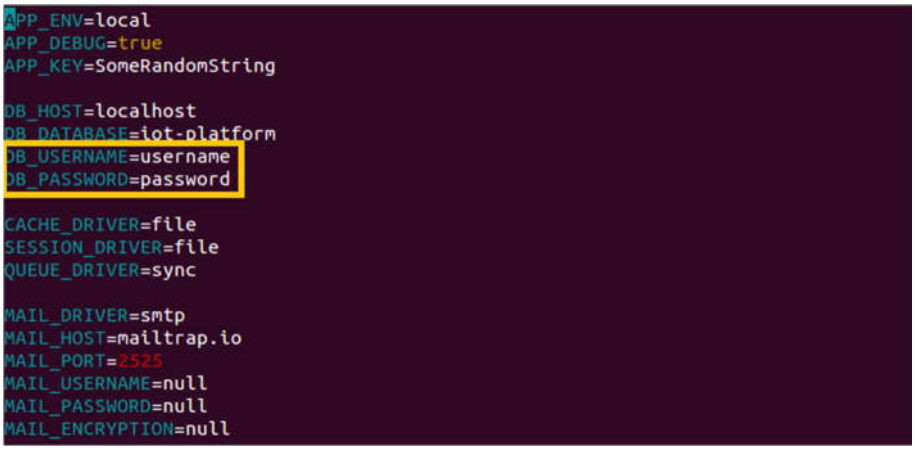
- เปลี่ยน Permission ของ Storage Directory และ Bootstrap Directory

```
$ chmod –R 777 storage
$ chmod –R 777 bootstrap
```

- สร้างไฟล์ .env จากไฟล์ .env.example

```
$ cp .env.example .env
$ vim .env
```

- แก้ไขไฟล์ .env โดยตั้งค่าให้ DB_USERNAME และ DB_PASSWORD เป็น Username และ Password ของ Database บนเครื่องโลคอล ดังแสดงในรูปที่ 8.1

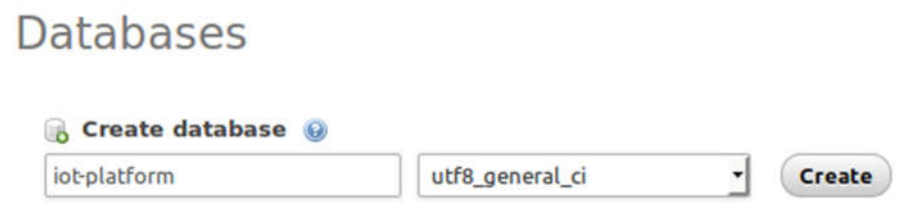


รูปที่ 8.1 *บรรทัดที่ต้องทำการแก้ไขภายในไฟล์ .env บนเครื่องโลคอล*

- สร้าง Key ภายในระบบ

```
$ php artisan key:generate
```

- ไปที่ http://localhost/phpmyadmin เพื่อสร้าง Database ชื่อ iot-platform และตั้งค่า Collation ให้เป็น utf8_general_ci ดังแสดงในรูปที่ 8.2



รูปที่ 8.2 *การสร้าง iot-platform Database ใน phpmyadmin บนเครื่องโลคอล*

- สร้างตารางภายใน Database และสร้างข้อมูลเริ่มต้นให้กับ Database

```
$ php artisan migrate
$ php artisan db:seed
```

- แก้ไขไฟล์ AppServiceProvider.php ในฟังก์ชัน register ดังแสดงในรูปที่ 8.3

```
$ vim app/Providers/AppServiceProvider.php
```

โดยตั้งค่า ดังนี้

$server_ip_address เป็นหมายเลขไอพีแอดเดรสของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

$local_name เป็นชื่อของเครื่องโลคอลที่ทำการลงทะเบียนไว้ในระบบ

$path เป็นตำแหน่งที่วางโปรแกรมบนเครื่องโลคอล

รูปที่ 8.3 *บรรทัดที่ต้องทำการแก้ไขภายในไฟล์ AppServiceProvider.php บนเครื่องโลคอล*

- ปรับแต่ง config file สำหรับระบบ

```
$ cp localsite.conf /etc/apache2/sites-available/ && ln -s
/etc/apache2/sites-available/localsite.conf
/etc/apache2/sites-enabled/
```

- ใช้งาน mod_rewrite เพื่อให้ htaccess ทำงาน

```
$ a2enmod rewrite
```

- รีสตาร์ท Apache

```
$ /etc/init.d/apache2 restart
```

หรือ

```
$ service apache2 restart
```

3) การติดตั้งระบบบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

- เข้าถึงเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย โดยใช้ ssh

```
$ ssh username@server_ip_address
```

- ไปที่ Root Directory ของ Apache บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (ปกติจะอยู่ที่ /var/www/html)

```
$ cd /var/www/html
```

- ดาวน์โหลดโปรแกรมจาก Repository ของ Github

```
$ git clone https://github.com/BooMamoo/server.git
```

- ไปที่ Directory ที่ได้ดาวน์โหลดมา

```
$ cd server
```

- ติดตั้งไลบรารีจาก Composer

```
$ composer install
```

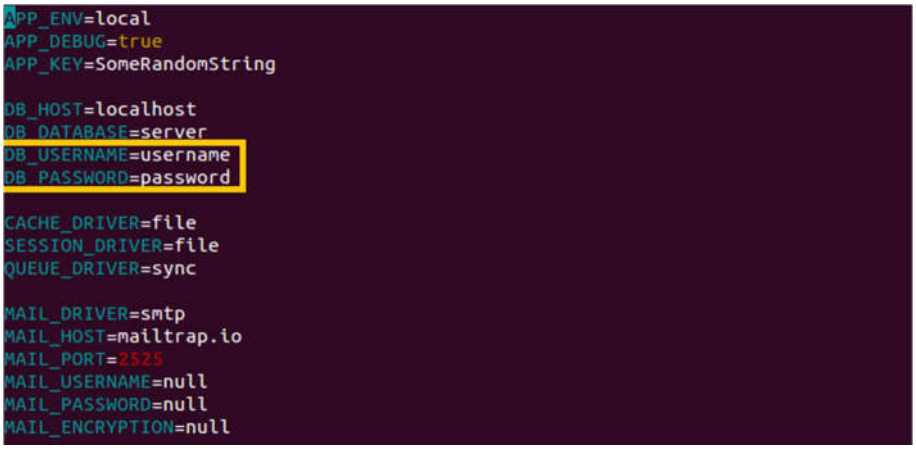
- เปลี่ยน Permission ของ Storage Directory และ Bootstrap Directory

```
$ chmod –R 777 storage
$ chmod –R 777 bootstrap
```

- สร้างไฟล์ .env จากไฟล์ .env.example

```
$ cp .env.example .env
$ vim .env
```

- แก้ไขไฟล์ .env โดยตั้งค่าให้ DB_USERNAME และ DB_PASSWORD เป็น Username และ Password ของ Database บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ดังแสดงในรูปที่ 8.4

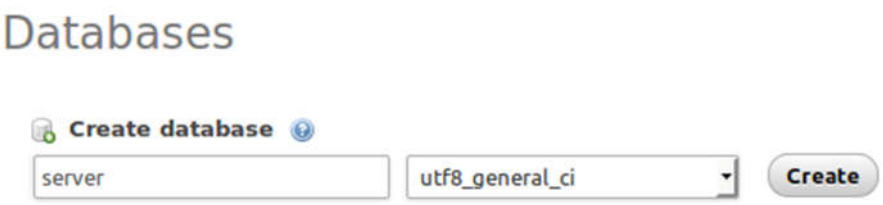


รูปที่ 8.4 *บรรทัดที่ต้องทำการแก้ไขภายในไฟล์ .env บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย*

- สร้าง Key ภายในระบบ

```
$ php artisan key:generate
```

- ไปที่ http://{server_ip_address}/phpmyadmin เพื่อสร้าง Database ชื่อ server และตั้งค่า Collation ให้เป็น utf8_general_ci ดังแสดงในรูปที่ 8.5



รูปที่ 8.5 *การสร้าง server Database ใน phpmyadmin บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย*

- สร้างตารางภายใน Database และสร้างข้อมูลเริ่มต้นให้กับ Database

```
$ php artisan migrate
$ php artisan db:seed
```

- แก้ไขไฟล์ AppServiceProvider.php ในฟังก์ชัน register ดังแสดงในรูปที่ 8.6

```
$ vim app/Providers/AppServiceProvider.php
```

โดยตั้งค่า ดังนี้

$path เป็นตำแหน่งที่วางโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

รูปที่ 8.6 *บรรทัดที่ต้องทำการแก้ไขภายในไฟล์ AppServiceProvider.php บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย*

- เปลี่ยน Permission ของ File Directory ภายใน Public Directory

```
$ chmod 777 public/file
```

- ลิงค์ Public Directory

```
$ cd ..
$ ln -s server/public iotserver
```

- http://{server_ip_address}/iotserver เป็น URL สำหรับเข้าถึงเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

4) การติดตั้งระบบในส่วนของเว็บไซต์

- เข้าถึงเครื่องที่จะทำการติดตั้งในส่วนของเว็บไซต์ โดยใช้ ssh

```
$ ssh username@server_ip_address
```

- ไปที่ Root Directory ของ Apache บนเครื่องที่จะทำการติดตั้งในส่วนของเว็บไซต์ (ปกติจะอยู่ที่ /var/www/html)

```
$ cd /var/www/html
```

- ดาวน์โหลดโปรแกรมจาก Repository ของ Github

```
$ git clone https://github.com/BooMamoo/website.git
```

- ไปที่ Directory ที่ได้ดาวน์โหลดมา

```
$ cd website
```

- ติดตั้งไลบรารีจาก Composer

```
$ composer install
```

- เปลี่ยน Permission ของ Storage Directory และ Bootstrap Directory

```
$ chmod -R 777 storage
$ chmod -R 777 bootstrap
```

- สร้างไฟล์ .env จากไฟล์ .env.example

```
$ cp .env.example .env
```

- สร้าง Key ภายในระบบ

```
$ php artisan key:generate
```

- แก้ไขไฟล์ AppServiceProvider.php ในฟังก์ชัน register ดังแสดงในรูปที่ 8.7

```
$ vim app/Providers/AppServiceProvider.php
```

โดยตั้งค่า ดังนี้

$server_ip_address เป็นหมายเลขไอพีแอดเดรสของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

$path เป็นตำแหน่งที่วางโปรแกรมบนเครื่องที่จะทำการติดตั้งในส่วนของเว็บไซต์

```
/**
 * Register any application services.
 *
 * @return void
 */
public function register()
{
    $server_ip_address = 'http://158.108.34.49/boo/lotserver';
    $path = '/var/www/http/boo/website/';

    config([
        'ip' => $server_ip_address,
        'path' => $path
    ]);
}
}
```

รูปที่ 8.7 *บรรทัดที่ต้องทำการแก้ไขภายในไฟล์ AppServiceProvider.php บนเครื่องที่จะทำการติดตั้งในส่วนของเว็บไซต์*

- สร้าง File Directory ภายใน Public Directory

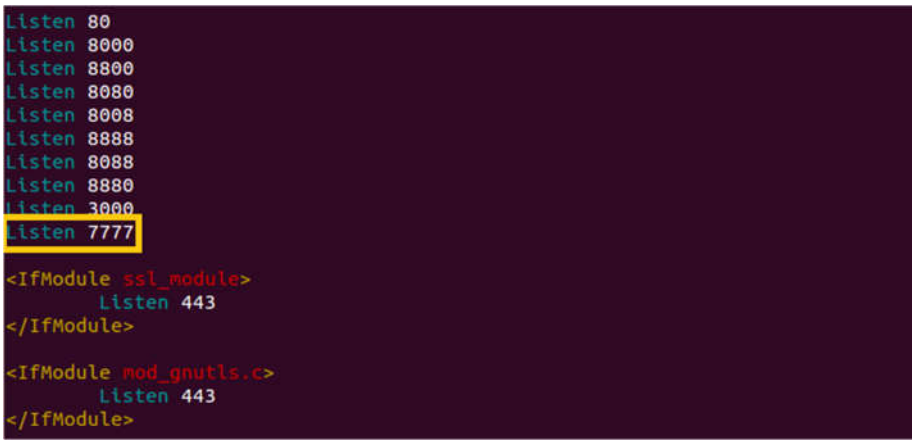
```
$ mkdir public/file
```

- เปลี่ยน Permission ของ File Directory ภายใน Public Directory

```
$ chmod 777 public/file
```

- แก้ไขไฟล์ ports.conf ของ Apache โดยเพิ่มหมายเลขพอร์ตที่ต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 8.8

```
$ vim /etc/apache2/ports.conf
```



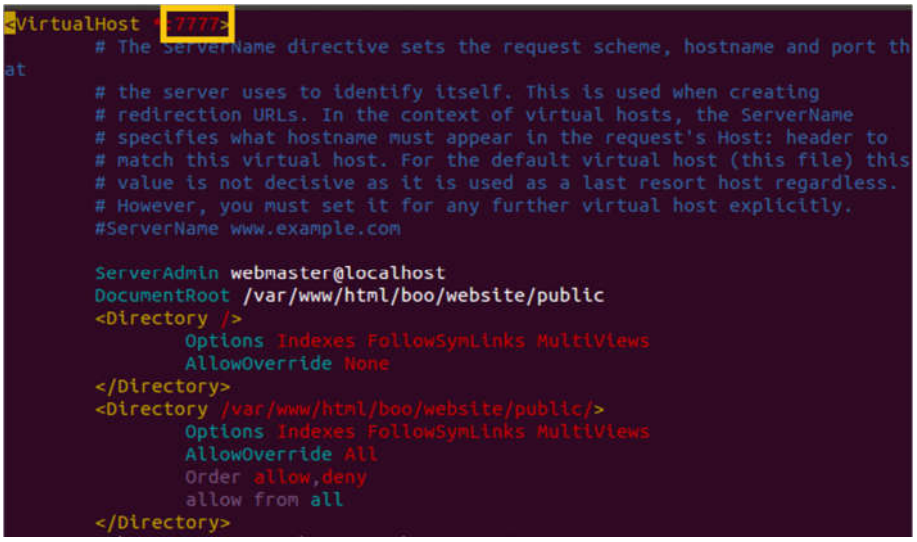
รูปที่ 8.8 *บรรทัดที่ทำการเพิ่มหมายเลขพอร์ตภายในไฟล์ ports.conf บนเครื่องที่จะทำการติดตั้งในส่วนของเว็บไซต์*

- ปรับแต่ง config file สำหรับระบบ

```
$ cp iotwebsite.conf /etc/apache2/sites-available/ && ln -s
/etc/apache2/sites-available/iotwebsite.conf
/etc/apache2/sites-enabled/
```

- แก้ไขไฟล์ iotwebsite.conf ให้มีหมายเลขพอร์ตตรงกับที่ได้เพิ่มในไฟล์ ports.conf ของ Apache ดังแสดงในรูปที่ 8.9

```
$ vim /etc/apache2/sites-available/iotwebsite.conf
```



รูปที่ 8.9 *บรรทัดที่ทำการแก้ไขหมายเลขพอร์ตภายในไฟล์ iotwebsite.conf บนเครื่องที่จะทำการติดตั้งในส่วนของเว็บไซต์*

- ใช้งาน mod_rewrite เพื่อให้ htaccess ทำงาน

```
$ a2enmod rewrite
```

- รีสตาร์ท Apache

```
$ /etc/init.d/apache2 restart
```

หรือ

```
$ service apache2 restart
```

8.2 คู่มือการใช้งาน

1) การใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

- เข้าถึงเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย โดยใช้ ssh

```
$ ssh username@server_ip_address
```

- ไปที่ Root Directory ของ Apache บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (ปกติจะอยู่ที่ /var/www/html)

```
$ cd /var/www/html
```

- ไปที่ Server Directory

```
$ cd server
```

- ใช้งานโปรแกรมในการรับค่าข้อมูลจากเครื่องโลคอล

```
$ python subscribe.py
```

2) การใช้งานบนเครื่องโลคอล

- **การเตรียมโปรแกรมก่อนการใช้งาน**

a) เปิดพอร์ตของ MQTT Broker สำหรับเครื่องโลคอล และเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

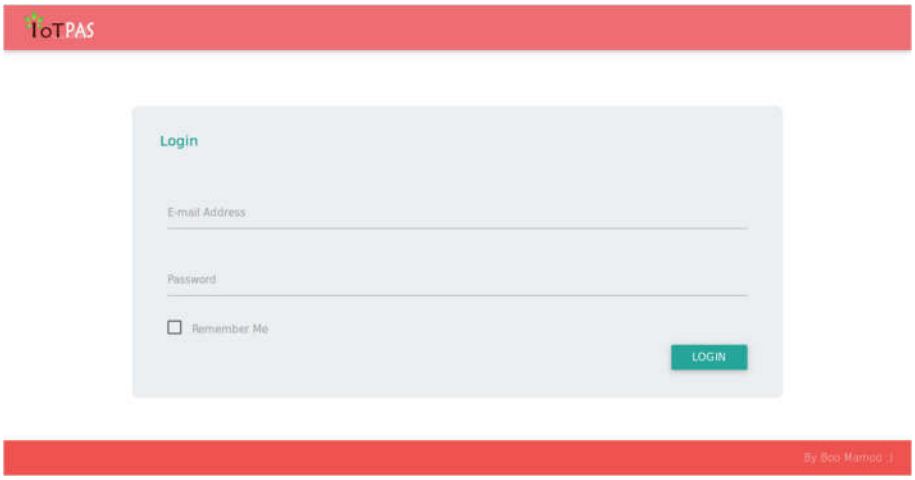
```
$ mosquitto -p 1884
$ mosquitto -p 44445
```

b) ทำ Reverse ssh tunnel ระหว่างเครื่องโลคอล และเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

```
$ ssh -R 44445:localhost:44445 username@server_ip_address
-N
```

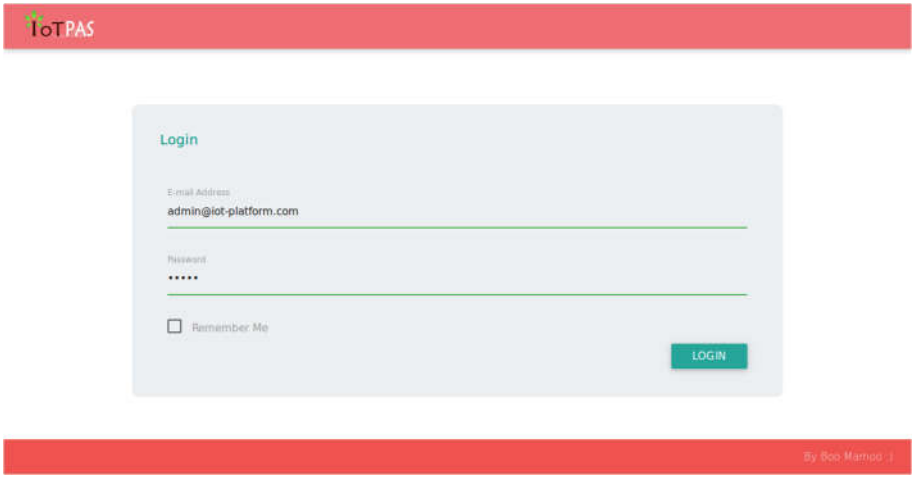
- **การใช้งานเว็บไซต์บนเครื่องโลคอล**

a) หน้าแรกของเว็บไซต์บนเครื่องโลคอล แสดงดังรูปที่ 8.10



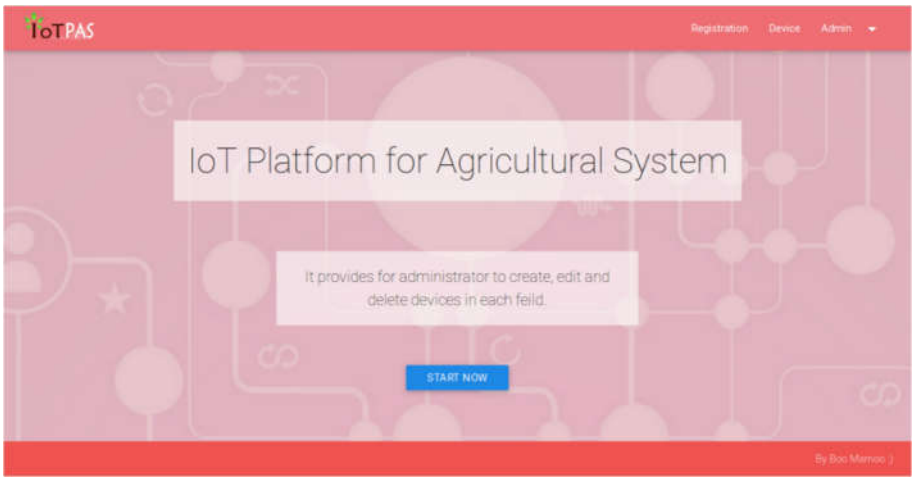
รูปที่ 8.10 *หน้าแรกของเว็บไซต์บนเครื่องโลคอล*

b) เข้าสู่ระบบ โดยผู้ที่มีสิทธิ์เข้าสู่ระบบจะมีเพียงผู้ดูแลระบบของเครื่องโลคอลนั้นเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 8.11



รูปที่ 8.11 *การเข้าสู่ระบบในเว็บไซต์บนเครื่องโลคอล*

c) หน้าแรกภายหลังการเข้าสู่ระบบบนเครื่องโลคอล แสดงดังรูปที่ 8.12



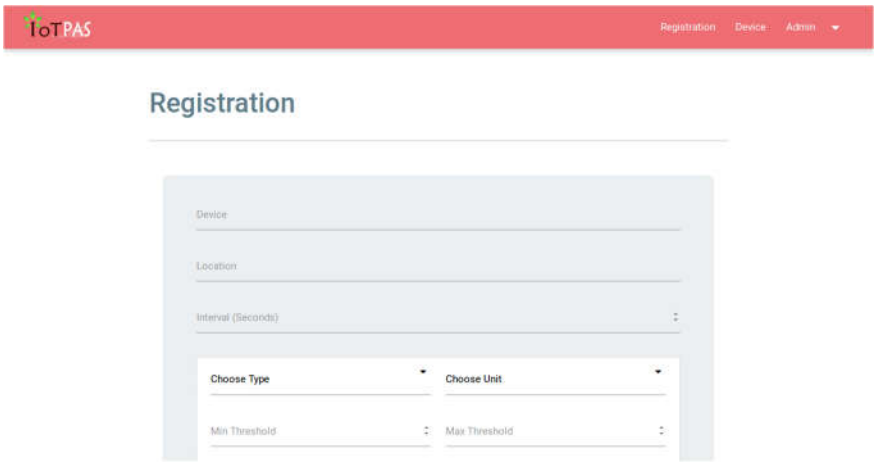
รูปที่ 8.12 *หน้าแรกภายหลังการเข้าสู่ระบบบนเครื่องโลคอล*

d) การลงทะเบียนอุปกรณ์

+ เข้าสู่หน้าสำหรับลงทะเบียนอุปกรณ์ โดยเลือกที่ Registration บนแถบ Nav Bar ดังแสดงในรูปที่ 8.13

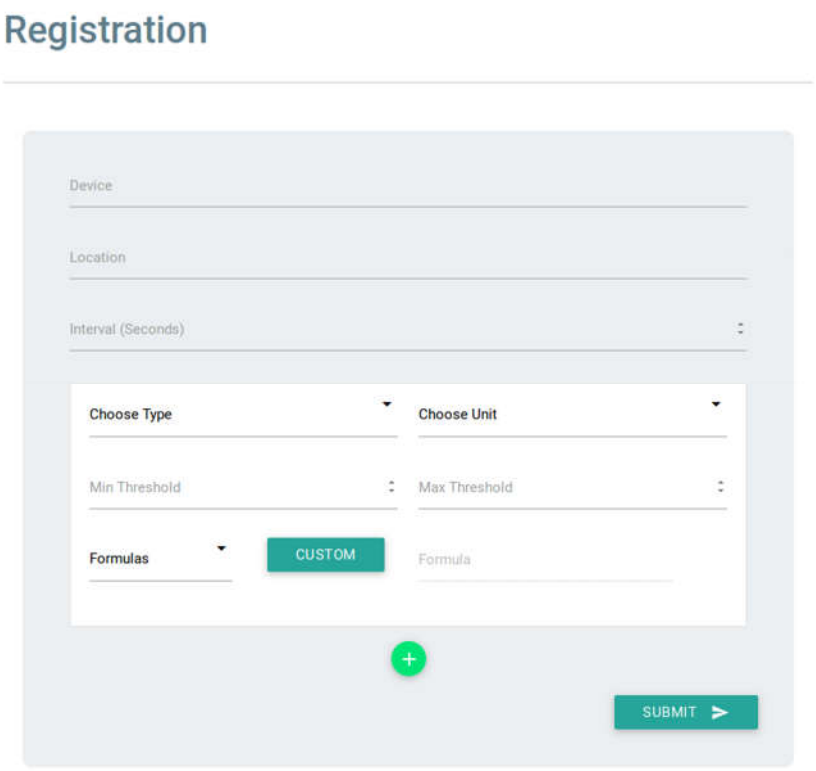
รูปที่ 8.13 *การเข้าสู่หน้าสำหรับลงทะเบียนอุปกรณ์บนเครื่องโลคอล*

+ หน้าสำหรับลงทะเบียนอุปกรณ์ แสดงดังรูปที่ 8.14



รูปที่ 8.14 *หน้าสำหรับลงทะเบียนอุปกรณ์บนเครื่องโลคอล*

+ ข้อมูลสำหรับการลงทะเบียนอุปกรณ์ แสดงดังรูปที่ 8.15 ประกอบไปด้วย
    1. Device คือ ชื่อของอุปกรณ์
    2. Location คือ ตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์
    3. Interval คือ คาบในการส่งข้อมูลของอุปกรณ์
    4. Type คือ ชนิดข้อมูลของอุปกรณ์
    5. Unit คือ หน่วยของข้อมูล
    6. Min Threshold คือ ค่าข้อมูลต่ำสุดที่อยู่ในช่วงปกติ
    7. Max Threshold คือ ค่าข้อมูลสูงสุดที่อยู่ในช่วงปกติ
    8. Formula คือ สูตรที่ใช้ในการแปลงข้อมูล



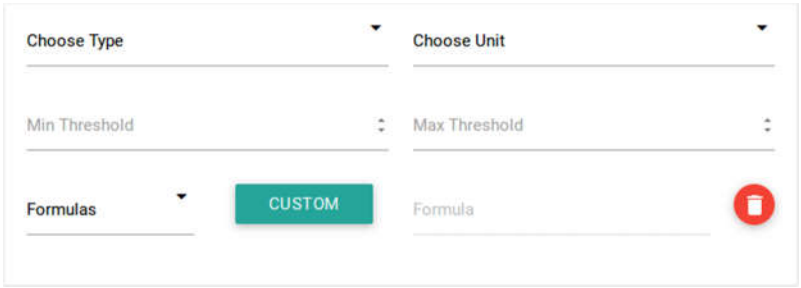
รูปที่ 8.15 *ข้อมูลสำหรับการลงทะเบียนอุปกรณ์*

+ วิธีการลงทะเบียนอุปกรณ์ สามารถทำได้ ดังนี้
    1. กรอกข้อมูลสำหรับการลงทะเบียนอุปกรณ์ให้ครบถ้วน
    2. การกรอกสูตรที่ใช้ในการแปลงข้อมูล สามารถทำได้ 2 วิธี คือ
        - เลือกจากสูตรที่ได้มีการกำหนดไว้แล้ว โดยเลือกจากหมายเลข 1 ดังแสดงในรูปที่ 8.18

- เลือกโดยกำหนดสูตรใหม่ โดยเลือกปุ่ม CUSTOM จากหมายเลข 2 ดังแสดงในรูปที่ 8.18 ซึ่งจะปรากฏหน้าต่างใส่สูตร ดังแสดงในรูปที่ 8.16

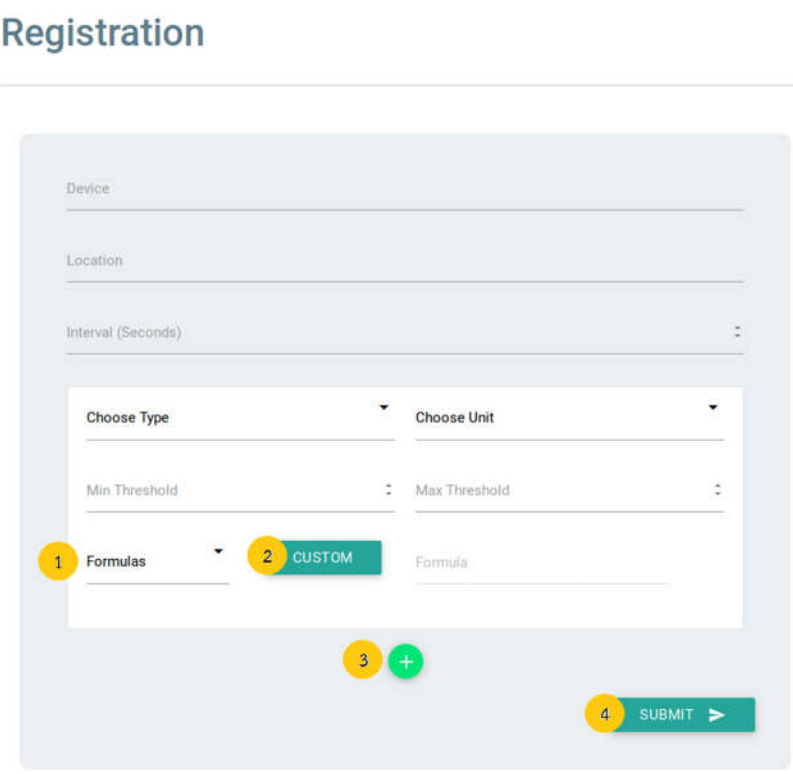
รูปที่ 8.16 *หน้าต่างใส่สูตรใหม่*

3. กรณีที่อุปกรณ์ตรวจวัดสามารถเก็บค่าข้อมูลได้มากกว่า 1 ชนิด สามารถทำการเพิ่มชนิดของข้อมูล โดยกดปุ่ม + จากหมายเลข 3 ดังแสดงในรูปที่ 8.18 ซึ่งจะปรากฏกล่องชนิดของข้อมูลใหม่ขึ้นมาให้กรอก และหากต้องการลบชนิดของข้อมูลสามารถทำได้โดยกดปุ่มรูปถังขยะ ดังแสดงในรูปที่ 8.17



รูปที่ 8.17 *กล่องชนิดของข้อมูลใหม่*

4. เมื่อกรอกข้อมูลสำหรับการลงทะเบียนอุปกรณ์ครบถ้วนแล้ว ให้กดปุ่ม SUBMIT จากหมายเลข 4 ดังแสดงในรูปที่ 8.18



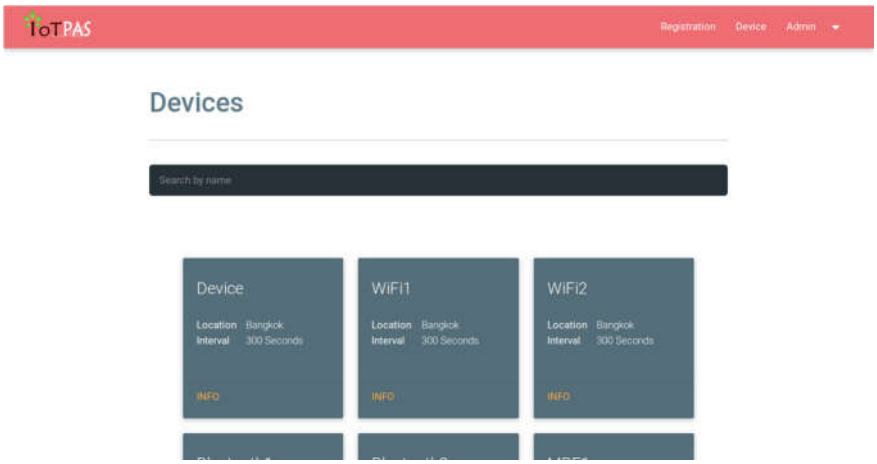
รูปที่ 8.18 *วิธีการลงทะเบียนอุปกรณ์*

e) รายชื่ออุปกรณ์ที่ได้ลงทะเบียนภายในระบบ

+ เข้าสู่หน้ารายชื่ออุปกรณ์ที่ได้ลงทะเบียนภายในระบบ โดยเลือกที่ Device บนแถบ Nav Bar ดังแสดงในรูปที่ 8.19

รูปที่ 8.19 *การเข้าสู่หน้ารายชื่ออุปกรณ์ที่ได้ลงทะเบียนภายในระบบบนเครื่องโลคอล*

+ หน้ารายชื่ออุปกรณ์ที่ได้ลงทะเบียนภายในระบบ แสดงดังรูปที่ 8.20



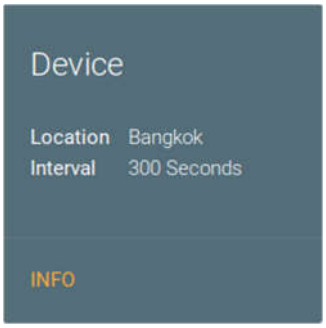
รูปที่ 8.20 *หน้ารายชื่ออุปกรณ์ที่ได้ลงทะเบียนภายในระบบบนเครื่องโลคอล*

+ สามารถค้นหาอุปกรณ์ที่ต้องการ โดยพิมพ์ชื่ออุปกรณ์ที่ช่องค้นหา ดังแสดงในรูปที่ 8.21

รูปที่ 8.21 *ช่องค้นหาอุปกรณ์*

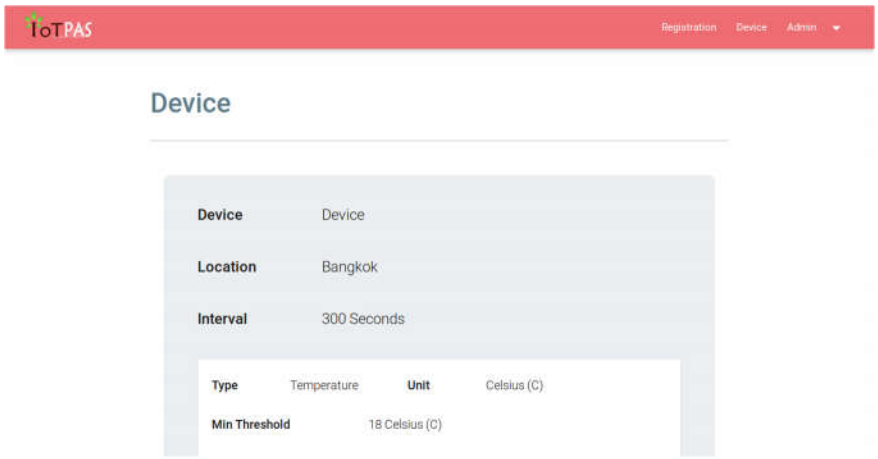
f) ข้อมูลของอุปกรณ์ที่ได้ลงทะเบียนภายในระบบ

+ สามารถดูข้อมูลของอุปกรณ์ที่ต้องการ โดยกดที่ INFO ดังแสดงในรูปที่ 8.22



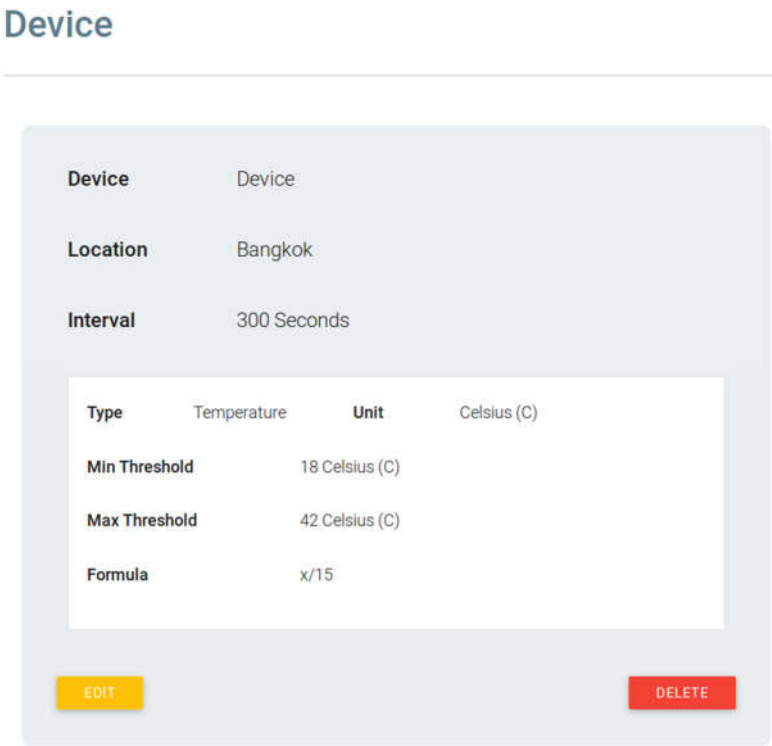
รูปที่ 8.22 *การดูข้อมูลของอุปกรณ์บนเครื่องโลคอล*

+ หน้าข้อมูลของอุปกรณ์ แสดงดังรูปที่ 8.23



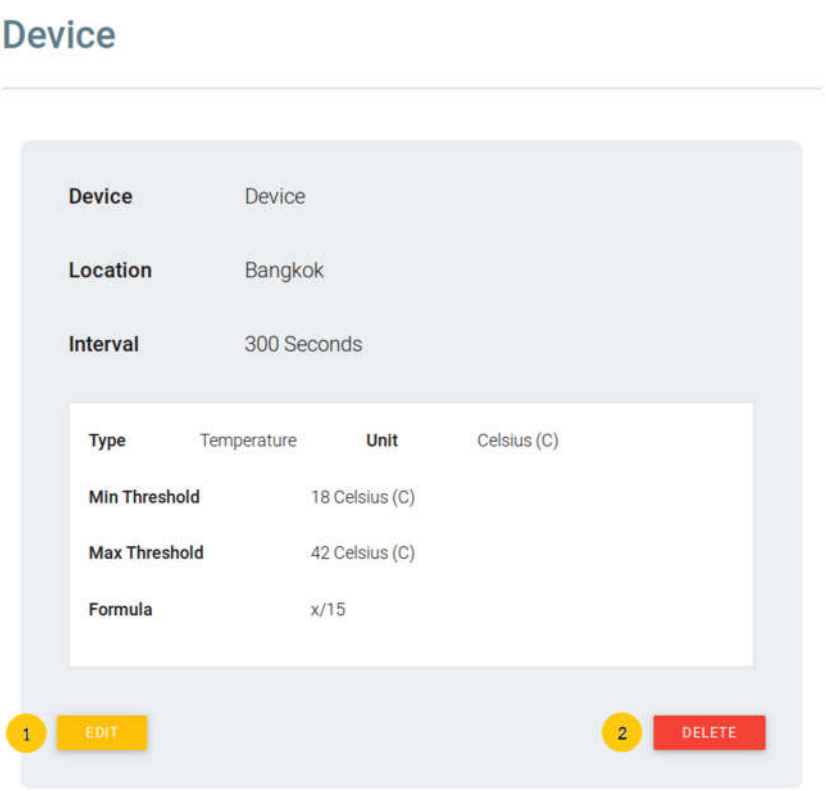
รูปที่ 8.23 *หน้าข้อมูลของอุปกรณ์บนเครื่องโลคอล*

+ ข้อมูลของอุปกรณ์ แสดงดังรูปที่ 8.24



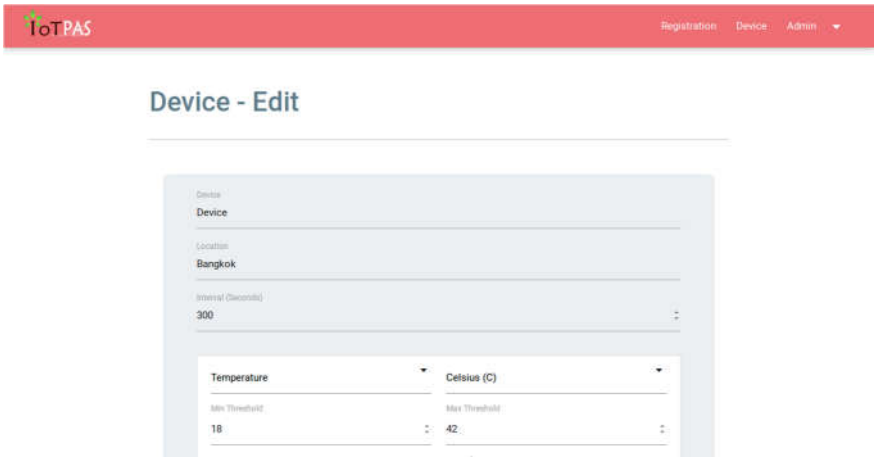
รูปที่ 8.24 *ข้อมูลของอุปกรณ์บนเครื่องโลคอล*

ฐ) การแก้ไขและลบข้อมูลของอุปกรณ์ที่ได้ลงทะเบียนภายในระบบ

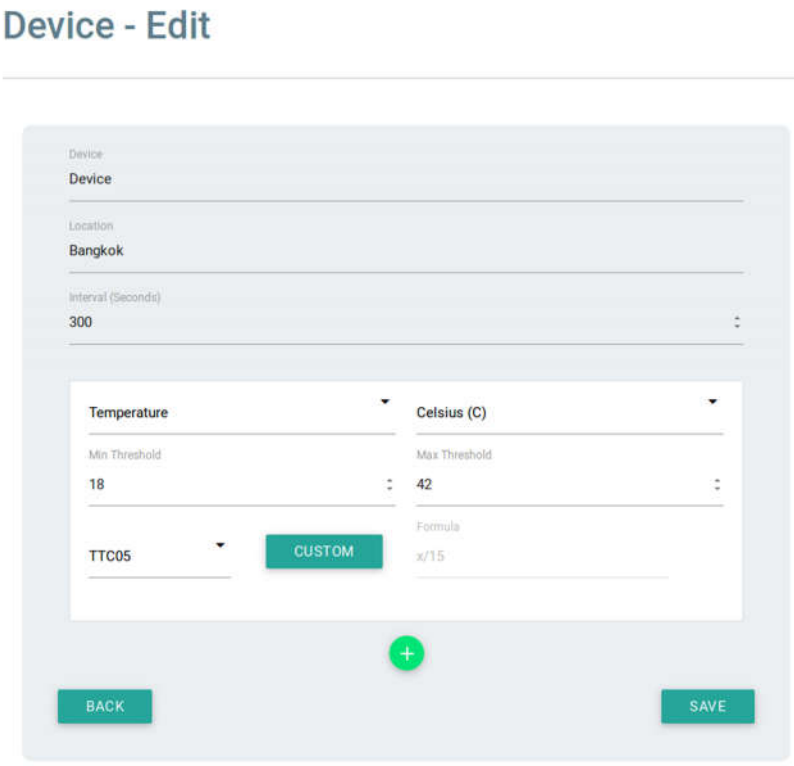


รูปที่ 8.25 *การแก้ไขและลบข้อมูลของอุปกรณ์ที่ได้ลงทะเบียนภายในระบบ*

+ การแก้ไขข้อมูลของอุปกรณ์ที่ได้ลงทะเบียนภายในระบบ ทำได้โดยกดปุ่ม EDIT จากหมายเลข 1 ดังแสดงในรูปที่ 8.25 ซึ่งจะปรากฏหน้าที่ใช้สำหรับแก้ไขข้อมูลของอุปกรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 8.26 และ 8.27 ซึ่งการแก้ไขข้อมูลของอุปกรณ์ทำได้เหมือนกับการลงทะเบียนอุปกรณ์ และเมื่อแก้ไขข้อมูลเรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม SAVE



รูปที่ 8.26 *หน้าที่ใช้สำหรับแก้ไขข้อมูลของอุปกรณ์ (1)*



รูปที่ 8.27 *หน้าที่ใช้สำหรับแก้ไขข้อมูลของอุปกรณ์ (2)*

+ การลบข้อมูลของอุปกรณ์ที่ได้ลงทะเบียนภายในระบบ ทำได้โดยกดปุ่ม DELETE จากหมายเลข 2 ดังแสดงในรูปที่ 8.25

h) การออกจากระบบ ทำโดยกดที่ปุ่ม Logout ดังแสดงในรูปที่ 8.28

รูปที่ 8.28 *การออกจากระบบบนเครื่องโลคอล*

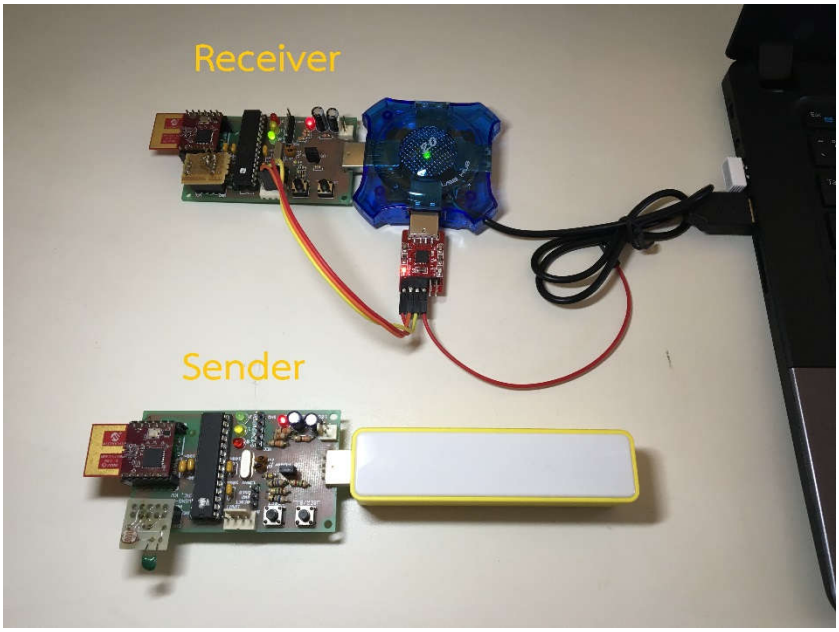
- **การใช้งานอุปกรณ์ทดสอบ และตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูล**

a) ดาวน์โหลดโปรแกรมจาก Repository ของ Github

```
$ git clone https://github.com/BooMamoo/device-gateway.git
```

b) การใช้งานอุปกรณ์ทดสอบที่มีมาตรฐานการสื่อสาร IEEE 802.15.4

+ ต่อ Receiver เข้ากับเครื่องโลคอล และจ่ายไฟให้กับ Sender ดังแสดงในรูปที่ 8.29



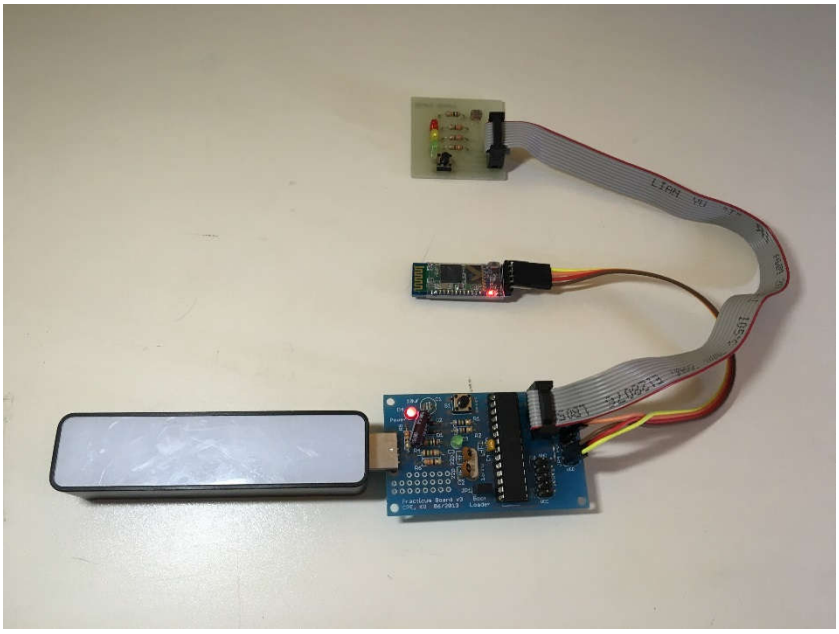
รูปที่ 8.29 *การใช้งานอุปกรณ์ทดสอบที่มีมาตรฐานการสื่อสาร IEEE 802.15.4*

+ ใช้งานโปรแกรมตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ทดสอบที่มีมาตรฐานการสื่อสาร IEEE 802.15.4 จาก Gateway_example Directory

```
$ python Device_MRF.py
```

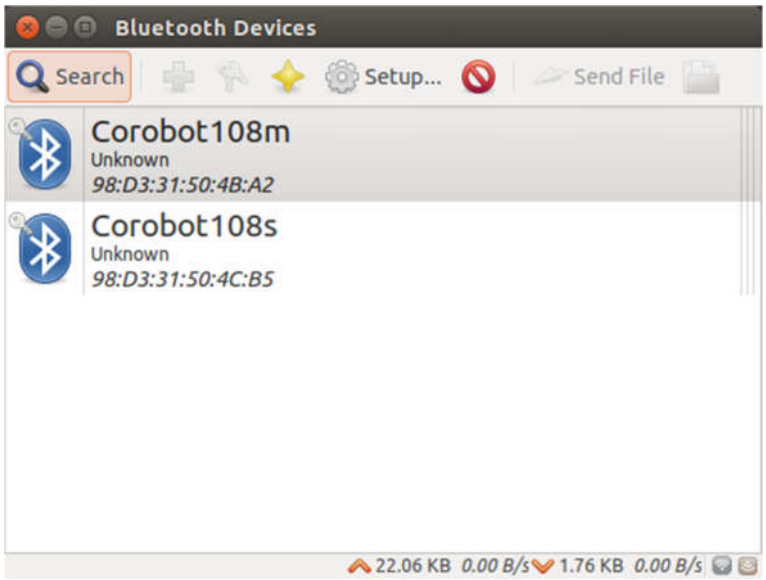
c) การใช้งานอุปกรณ์ทดสอบที่ใช้เทคโนโลยี Bluetooth

+ จ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 8.30



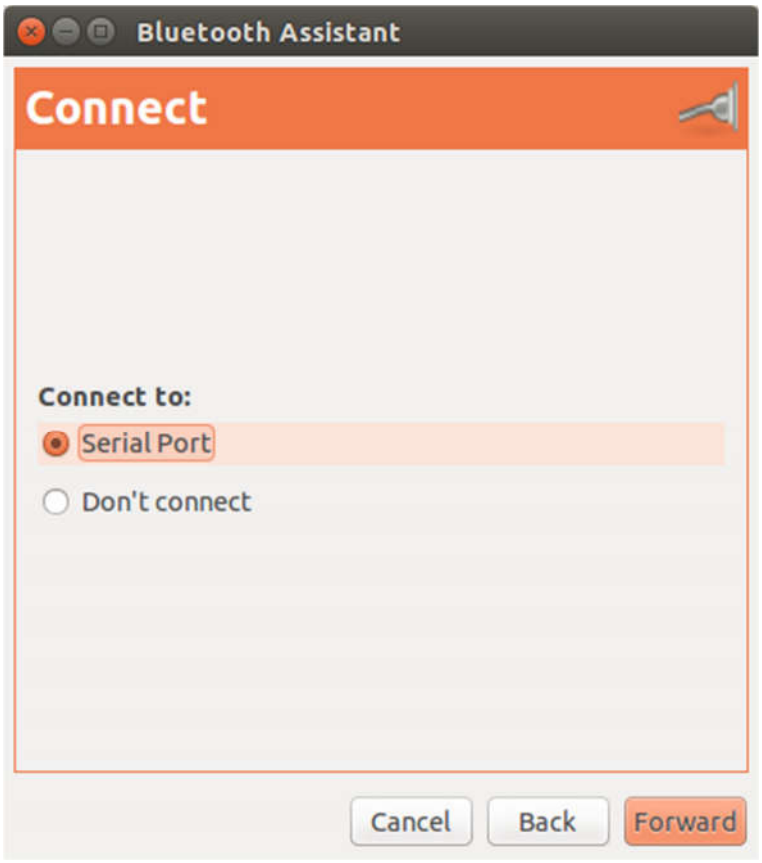
รูปที่ 8.30 *การใช้งานอุปกรณ์ทดสอบที่ใช้เทคโนโลยี Bluetooth*

+ เข้าโปรแกรม Bluetooth Manager จะปรากฏหน้าต่าง ดังแสดงในรูปที่ 8.31



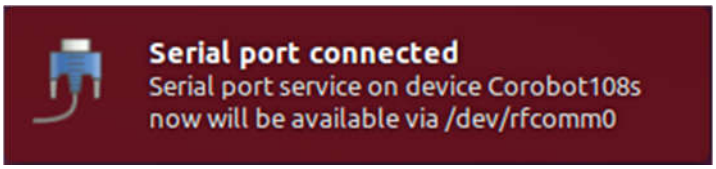
รูปที่ 8.31 *โปรแกรม Bluetooth Manager*

+ คลิกขวาที่ Bluetooth ตัวที่ต้องการใช้งาน แล้วเลือก Setup จะปรากฏหน้าต่างดังแสดงในรูปที่ 8.32 จากนั้นเลือก Forward

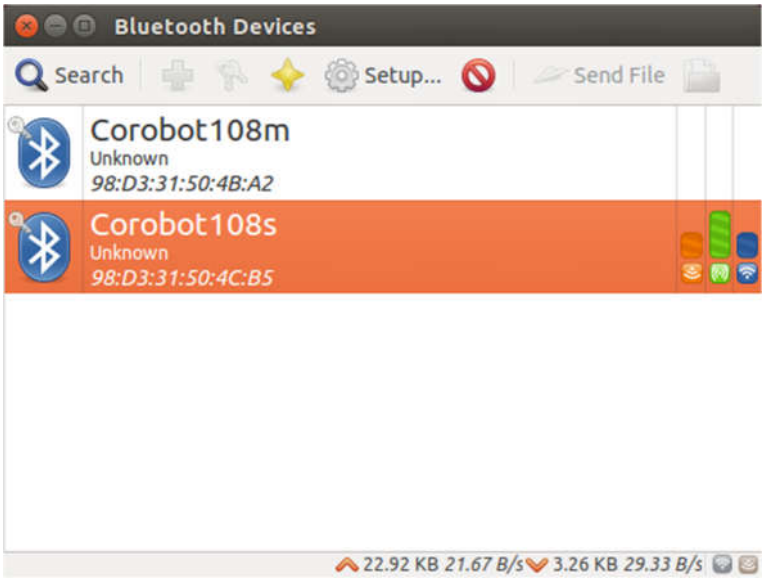


รูปที่ 8.32 *การตั้งค่าอุปกรณ์ทดสอบที่ใช้เทคโนโลยี Bluetooth*

+ หากเชื่อมต่ออุปกรณ์ทดสอบกับเครื่องโลคอลเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จะปรากฏกล่องข้อความ ดังแสดงในรูปที่ 8.33 และหน้าต่างของ Bluetooth Manager จะมีลักษณะแสดงดังรูปที่ 8.34



รูปที่ 8.33 *กล่องข้อความที่ปรากฏภายหลังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทดสอบ*



รูปที่ 8.34 *โปรแกรม Bluetooth Manager ภายหลังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทดสอบ*

+ ใช้งานโปรแกรมตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ทดสอบที่ใช้เทคโนโลยี Bluetooth จาก Gateway_example Directory

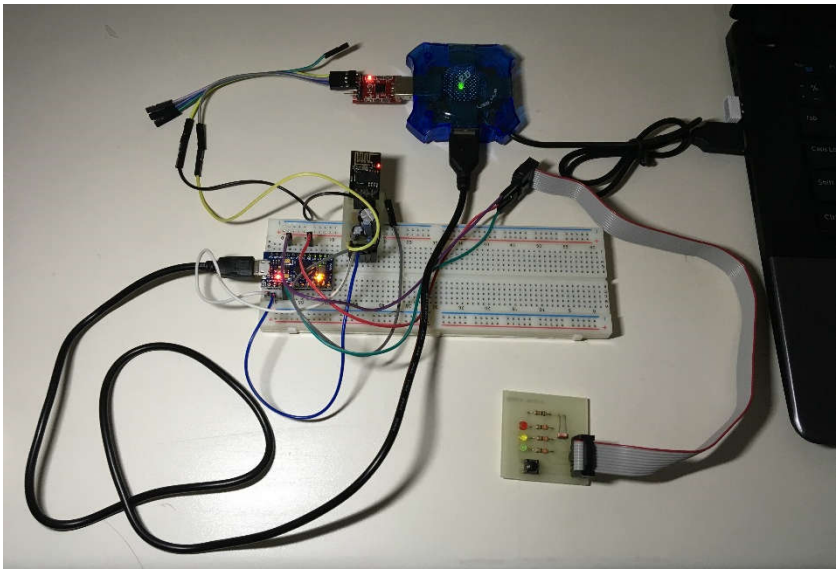
```
$ python Device_Bluetooth.py
```

d) การใช้งานอุปกรณ์ทดสอบที่มีมาตรฐานการสื่อสาร IEEE 802.11

+ ใช้งานโปรแกรมตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ทดสอบที่มีมาตรฐานการสื่อสาร IEEE 802.11 จาก Gateway_example Directory

```
$ python Device_WiFi.py
```

+ จ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 8.35



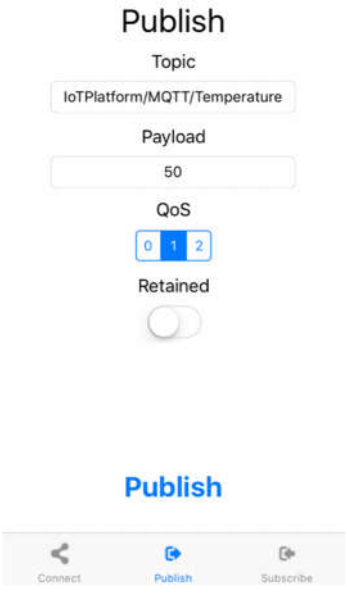
รูปที่ 8.35 *การใช้งานอุปกรณ์ทดสอบที่มีมาตรฐานการสื่อสาร IEEE 802.11*

e) การใช้งานอุปกรณ์ทดสอบที่มีมาตรฐานการสื่อสาร MQTT

+ ใช้งานโปรแกรมตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ทดสอบที่มีมาตรฐานการสื่อสาร MQTT จาก Gateway_example Directory

```
$ python subscribe.py
```

+ Publish ข้อมูลจากอุปกรณ์ทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 8.36



รูปที่ 8.36 *การใช้งานอุปกรณ์ทดสอบที่มีมาตรฐานการสื่อสาร MQTT*

3) การใช้งานเว็บไซต์

- **การใช้งานเว็บไซต์ ขณะยังไม่ได้เข้าสู่ระบบ**

a) หน้าแรกของเว็บไซต์ ขณะยังไม่ได้เข้าสู่ระบบ แสดงดังรูปที่ 8.37

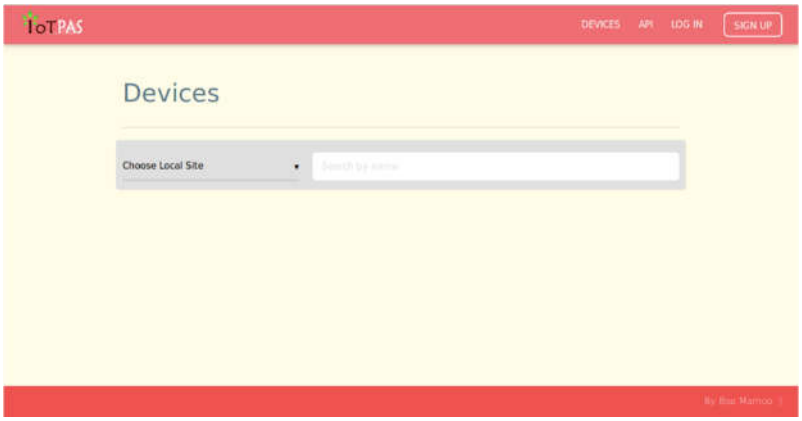
รูปที่ 8.37 *หน้าแรกของเว็บไซต์ ขณะยังไม่ได้เข้าสู่ระบบ*

b) รายชื่ออุปกรณ์ภายในระบบ

+ เข้าสู่หน้ารายชื่ออุปกรณ์ภายในระบบ โดยเลือกที่ DEVICES บนแถบ Nav Bar ดังแสดงในรูปที่ 8.38

รูปที่ 8.38 *การเข้าสู่หน้ารายชื่ออุปกรณ์ภายในระบบบนเว็บไซต์*

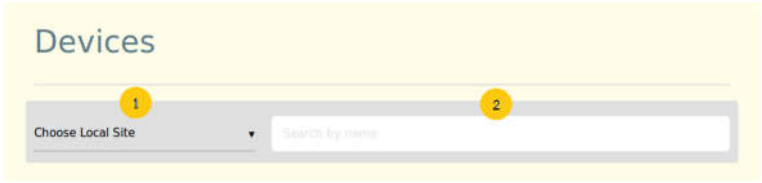
+ หน้ารายชื่ออุปกรณ์ภายในระบบ แสดงดังรูปที่ 8.39



รูปที่ 8.39 *หน้ารายชื่ออุปกรณ์ภายในระบบบนเว็บไซต์*

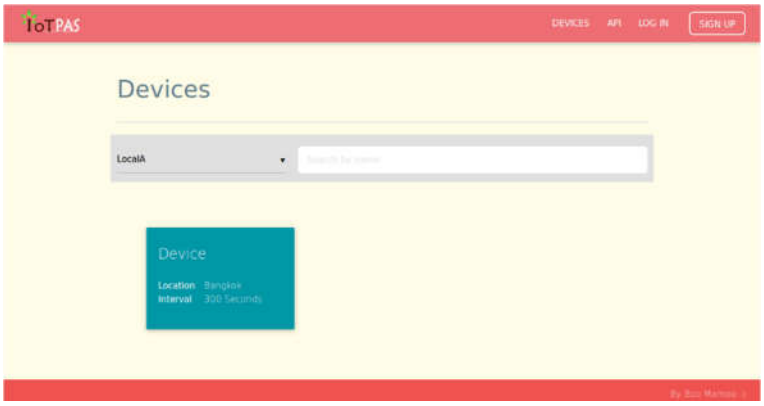
+ วิธีการเข้าดูอุปกรณ์ภายในระบบ สามารถทำได้ ดังนี้

1. เลือกเครื่องโลคอลที่ต้องการดูข้อมูล โดยเลือกจากหมายเลข 1 ดังแสดงในรูปที่ 8.40
2. สามารถค้นหาอุปกรณ์ในเครื่องโลคอล โดยพิมพ์ชื่ออุปกรณ์ที่ช่องค้นหาจากหมายเลข 2 ดังแสดงในรูปที่ 8.40



รูปที่ 8.40 *วิธีการเข้าดูอุปกรณ์ภายในระบบบนเว็บไซต์*

3. รายชื่ออุปกรณ์ในเครื่องโลคอล แสดงดังรูปที่ 8.41



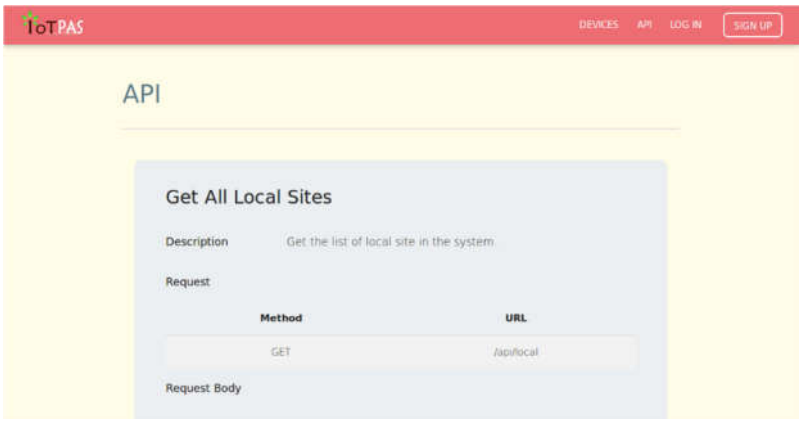
รูปที่ 8.41 *รายชื่ออุปกรณ์ในเครื่องโลคอลบนเว็บไซต์*

c) หน้า API

+ เข้าสู่หน้า API โดยเลือกที่ API บนแถบ Nav Bar ดังแสดงในรูปที่ 8.42

รูปที่ 8.42 *การเข้าสู่หน้า API*

+ หน้า API แสดงดังรูปที่ 8.43



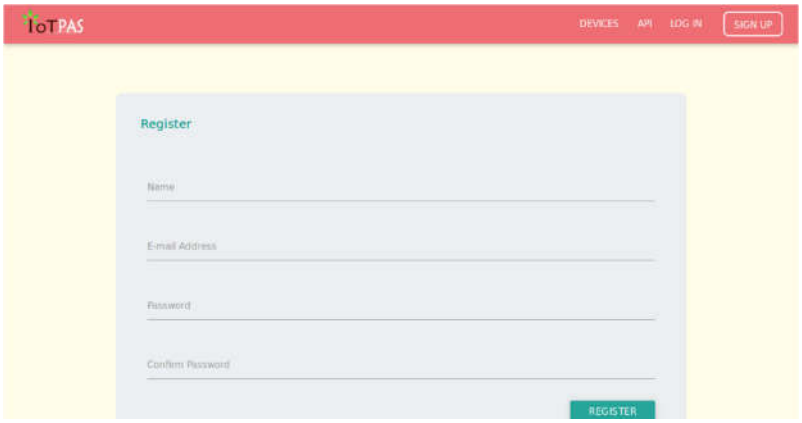
รูปที่ 8.43 *หน้า API ขณะยังไม่ได้เข้าสู่ระบบ*

d) การลงทะเบียนผู้ใช้

+ เข้าสู่หน้าลงทะเบียนผู้ใช้ โดยเลือกที่ SIGN UP บนแถบ Nav Bar ดังแสดงในรูปที่ 8.44

รูปที่ 8.44 *การเข้าสู่หน้าลงทะเบียนผู้ใช้*

+ การลงทะเบียนผู้ใช้ ทำโดยกรอกข้อมูลให้ครบถ้วน แล้วกดที่ปุ่ม REGISTER ดังแสดงในรูปที่ 8.45



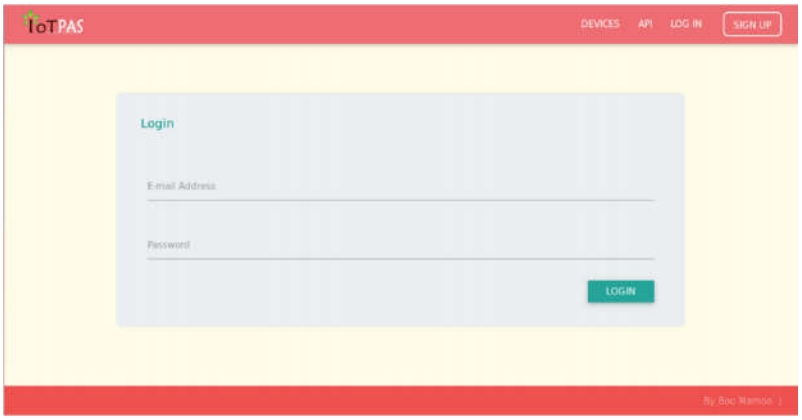
รูปที่ 8.45 *การลงทะเบียนผู้ใช้*

e) หน้าการเข้าสู่ระบบ

+ เข้าสู่หน้าเข้าสู่ระบบ โดยเลือกที่ LOG IN บนแถบ Nav Bar ดังแสดงในรูปที่ 8.46

รูปที่ 8.46 *การเข้าสู่หน้าเข้าสู่ระบบบนเว็บไซต์*

+ หน้าการเข้าสู่ระบบ แสดงดังรูปที่ 8.47

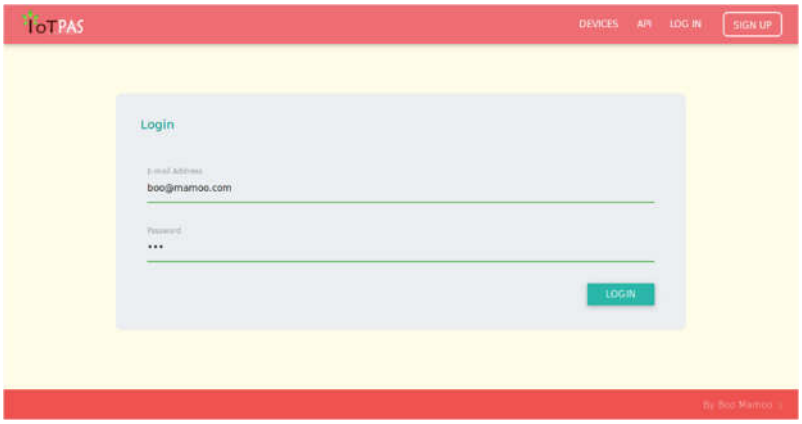


รูปที่ 8.47 *หน้าการเข้าสู่ระบบบนเว็บไซต์*

- **การใช้งานเว็บไซต์ ภายหลังเข้าสู่ระบบ**

a) การเข้าสู่ระบบด้วยสิทธิ์ของสมาชิกทั่วไป

+ การเข้าสู่ระบบด้วยสิทธิ์ของสมาชิกทั่วไป แสดงดังรูปที่ 8.48

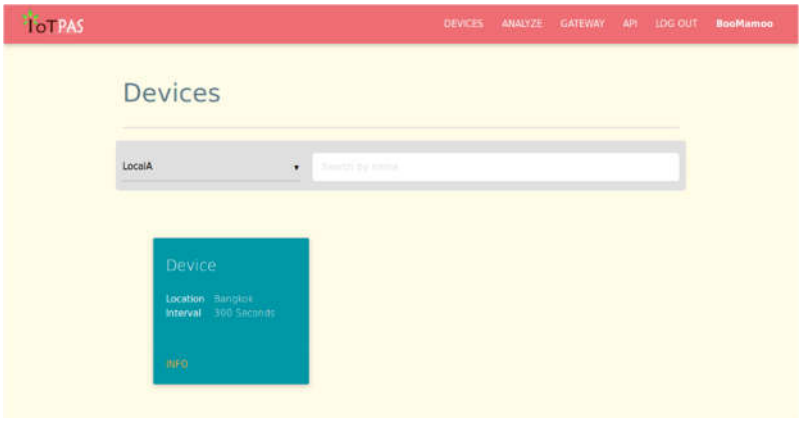


รูปที่ 8.48 *การเข้าสู่ระบบด้วยสิทธิ์ของสมาชิกทั่วไป*

+ เมื่อเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว Nav Bar จะมีข้อมูลเพิ่มเติม ซึ่งแสดงดังรูปที่ 8.49

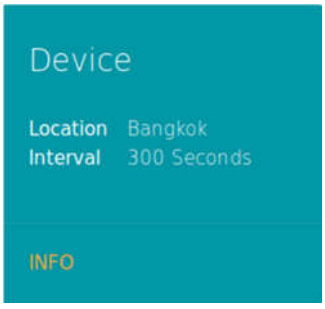
รูปที่ 8.49 *Nav Bar ภายหลังการเข้าสู่ระบบด้วยสิทธิ์ของสมาชิกทั่วไป*

+ หน้ารายชื่ออุปกรณ์ภายในระบบ แสดงดังรูปที่ 8.50



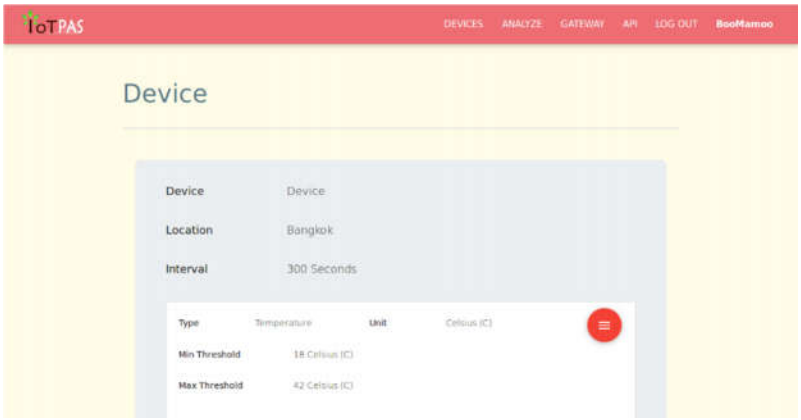
รูปที่ 8.50 *หน้ารายชื่ออุปกรณ์ภายในระบบ ภายหลังเข้าสู่ระบบ*

+ สามารถดูข้อมูลของอุปกรณ์ที่ต้องการ โดยกดที่ INFO ดังแสดงในรูปที่ 8.51



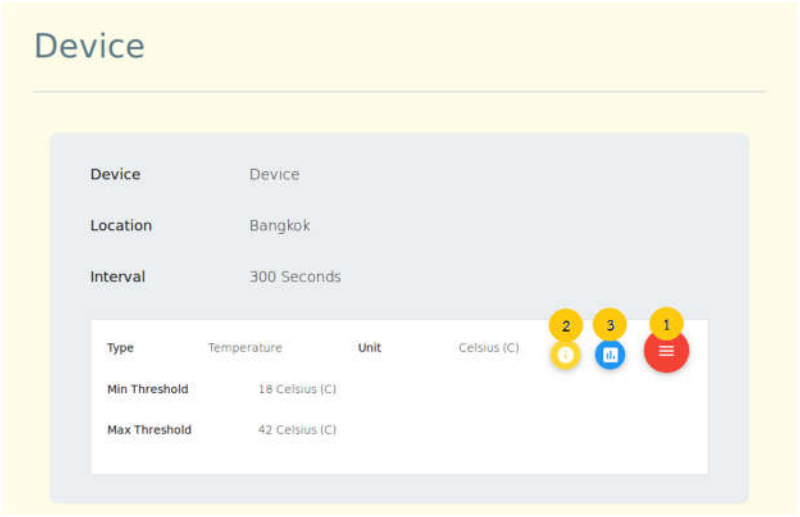
รูปที่ 8.51 *การดูข้อมูลของอุปกรณ์บนเว็บไซต์*

+ หน้าข้อมูลของอุปกรณ์ แสดงดังรูปที่ 8.52



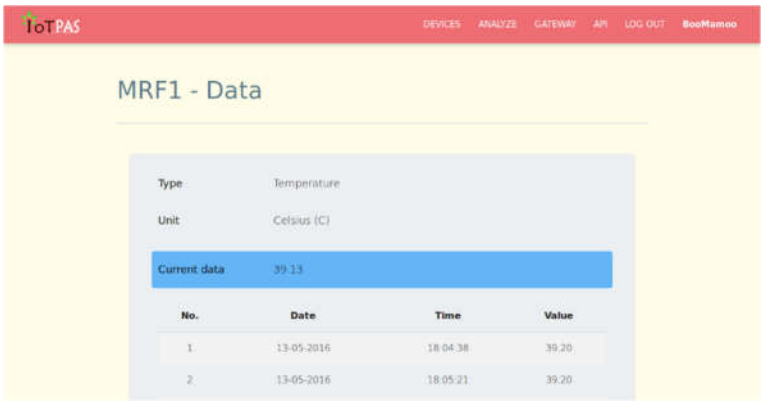
รูปที่ 8.52 *หน้าข้อมูลของอุปกรณ์บนเว็บไซต์*

+ การดูข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดของอุปกรณ์ ทำโดยกดที่ปุ่มหมายเลข 1 ดังแสดงในรูปที่ 8.53 ซึ่งสามารถดูข้อมูลได้ 2 รูปแบบ คือ



รูปที่ 8.53 *วิธีการแสดงข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดของอุปกรณ์*

1. ข้อมูลในรูปแบบตาราง โดยกดที่ปุ่มหมายเลข 2 ดังแสดงในรูปที่ 8.53 ซึ่งจะปรากฏหน้าแสดงข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 8.54



รูปที่ 8.54 *หน้าแสดงข้อมูลในรูปแบบตาราง*

2. ข้อมูลในรูปแบบกราฟเส้น โดยกดที่ปุ่มหมายเลข 3 ดังแสดงในรูปที่ 8.53 ซึ่งจะปรากฏหน้าแสดงข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 8.55

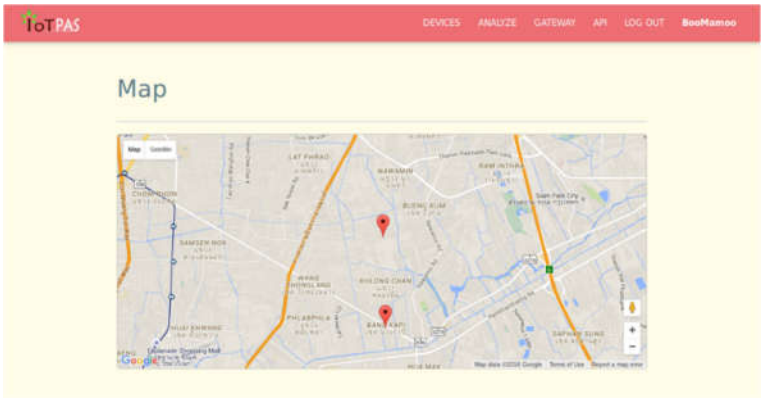
รูปที่ 8.55 *หน้าแสดงข้อมูลในรูปแบบกราฟเส้น*

+ หน้า Analyze

1. เข้าสู่หน้า Analyze โดยเลือกที่ ANALYZE บนแถบ Nav Bar ดังแสดงในรูปที่ 8.56

รูปที่ 8.56 *การเข้าสู่หน้า Analyze*

2. หน้า Analyze เป็นหน้าที่แสดงตำแหน่งที่เครื่องโลคอลแต่ละแห่งตั้งอยู่ ซึ่งแสดงดังรูปที่ 8.57



รูปที่ 8.57 *หน้า Analyze*

+ หน้า Gateway

1. เข้าสู่หน้า Gateway โดยเลือกที่ GATEWAY บนแถบ Nav Bar ดังแสดงในรูปที่ 8.58

รูปที่ 8.58 *การเข้าสู่หน้า Gateway*

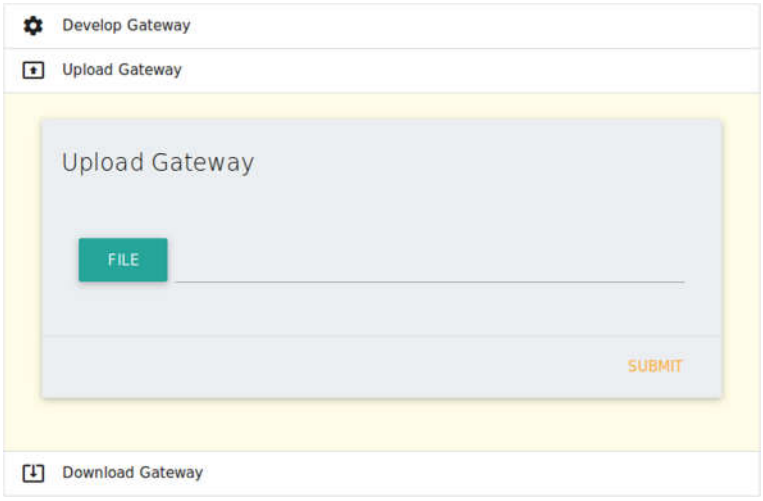
2. หน้า Gateway เป็นหน้าที่ใช้ในการอัพโหลดและดาวน์โหลดตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูล ซึ่งแสดงดังรูปที่ 8.59

รูปที่ 8.59 *หน้า Gateway*

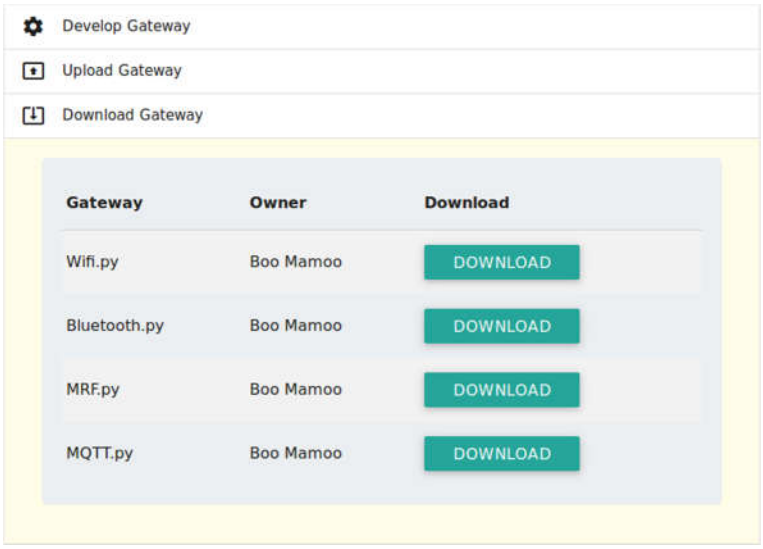
โดยหน้า Gateway จะประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ

- API ของตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูล ซึ่งแสดงดังรูปที่ 8.60
- การอัพโหลดตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูล ซึ่งแสดงดังรูปที่ 8.61
- การดาวน์โหลดตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูล ซึ่งแสดงดังรูปที่ 8.62

รูปที่ 8.60 *API ของตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูล*



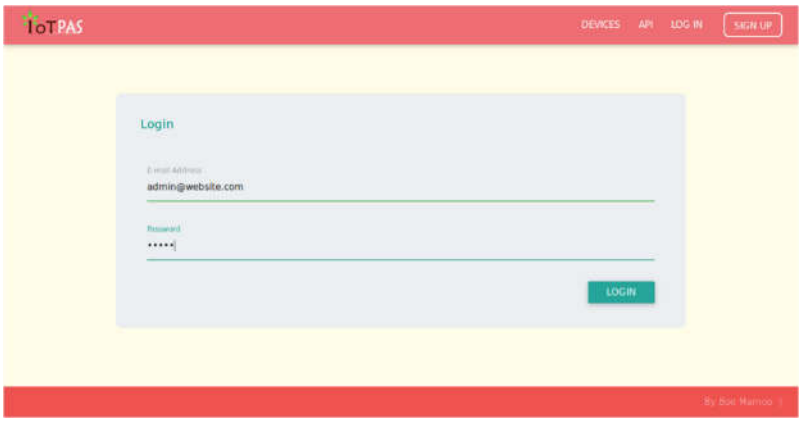
รูปที่ 8.61 *การอัพโหลดตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูล*



รูปที่ 8.62 *การดาวน์โหลดตัวกลางที่ใช้ในการรับข้อมูล*

b) การเข้าสู่ระบบด้วยสิทธิ์ของผู้ดูแลระบบ

+ การเข้าสู่ระบบด้วยสิทธิ์ของผู้ดูแลระบบ แสดงดังรูปที่ 8.63

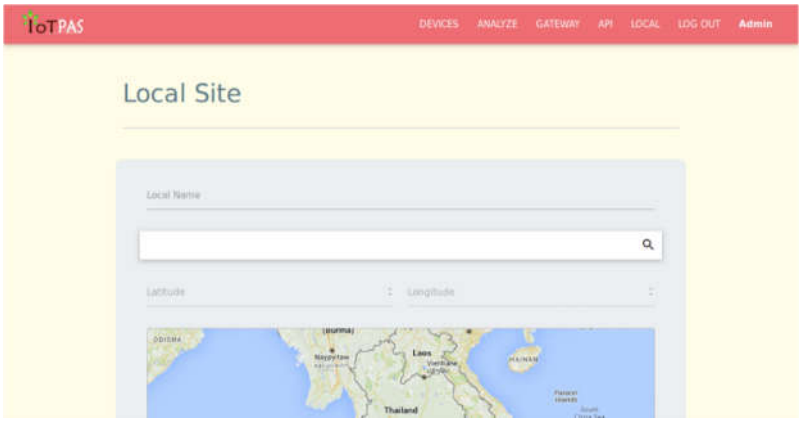


รูปที่ 8.63 *การเข้าสู่ระบบด้วยสิทธิ์ของผู้ดูแลระบบ*

+ เมื่อเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว Nav Bar จะมีข้อมูลเพิ่มเติม ซึ่งแสดงดังรูปที่ 8.64

รูปที่ 8.64 *Nav Bar ภายหลังการเข้าสู่ระบบด้วยสิทธิ์ของผู้ดูแลระบบ*

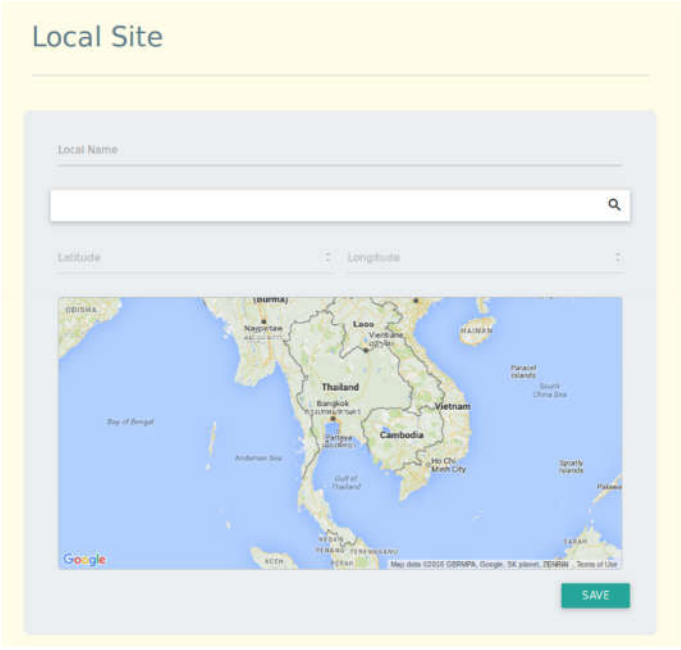
+ หน้า Local เป็นหน้าที่ใช้ในการลงทะเบียนเครื่องโลคอลภายในระบบ ซึ่งแสดงดังรูปที่ 8.65



รูปที่ 8.65 *หน้า Local*

โดยข้อมูลที่ใช้ในการลงทะเบียนเครื่องโลคอล แสดงดังรูปที่ 8.66 ซึ่งประกอบด้วย

1. Local Name คือ ชื่อของเครื่องโลคอล
2. ช่องค้นหา คือ ช่องที่ใช้สำหรับระบุตำแหน่งที่เครื่องโลคอลตั้งอยู่
3. Latitude คือ ตำแหน่งพิกัดละติจูดที่เครื่องโลคอลตั้งอยู่
4. Longitude คือ ตำแหน่งพิกัดลองจิจูดที่เครื่องโลคอลตั้งอยู่



รูปที่ 8.66 *ข้อมูลที่ใช้ในการลงทะเบียนเครื่องโลคอล*

c) การออกจากระบบ ทำโดยกดที่ปุ่ม LOG OUT ดังแสดงในรูปที่ 8.67

รูปที่ 8.67 *การออกจากระบบบนเว็บไซต์*

9. ประวัตินิสิต

นางสาวญาณกร ธัญญางค์ เลขประจำตัวนิสิต 5510503980
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ที่อยู่ปัจจุบัน 49/296 หมู่บ้านวังทองวิลเลจ ซอยเสรีไทย 39 ถนนสุขาภิบาล 2 แขวงคลองกุ่ม เขตบึงกุ่ม กรุงเทพมหานคร 10240
โทรศัพท์มือถือ 089-747-4073
E-mail yanakorn_eve@hotmail.com
ระดับการศึกษา ปริญญาตรี

คุณวุฒิการศึกษา	**สถาบัน**	**ปีการศึกษาที่จบ**
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนสุขุมนวพันธ์อุปถัมภ์	2554
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบางกะปิสุขุมนวพันธ์อุปถัมภ์	2551