

ระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารกรณีศึกษาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง

Bus location system case study in Suratthani Rajabhat University

Thani with Internet of Things technology

นาย ชวนากร นนฤทธิ์

นาย อิศรศักดิ์ คงดี

ระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารกรณีศึกษาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง

Bus location system case study in Suratthani Rajabhat University

Thani with Internet of Things technolog

**บทคัดย่อ**

ในยุคปัจจุบัน การระบุตำแหน่งและจัดการยานพาหนะเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้เกิดการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะในภาคธุรกิจหรือการใช้งานส่วนบุคคล การระบุตำแหน่งของยานพาหนะด้วยระบบ GPS (Global Positioning System) ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถระบุตำแหน่งกาเคลื่อนไหวของรถได้แบบเรียลไทม์ อย่างไรก็ตาม ระบบ GPS แบบดั้งเดิมมักพึ่งพาเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านเซลลูลาร์ (เช่น 4G/5G) ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูง เช่น ใช้อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงาน โดยเฉพาะสำหรับการติดตามรถจำนวนมาก หรือในพื้นที่ที่เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้าไม่ถึง

ผลการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของระบบโดยรวมทั้ง 5 ด้าน อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.49 ± 0.58 เมื่อพิจารณาแต่ละด้านพบว่า 1) ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.50 ± 0.54 อยู่ในระดับมาก 2) ด้านตรงต่อความต้องการ มีค่าเฉลี่ย 4.48 ± 0.59 อยู่ในระดับมาก 3) ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.50 ± 0.57 อยู่ในระดับมาก 4) ด้านการรักษาความปลอดภัยของผู้ใช้ระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.47 ± 0.59 อยู่ในระดับมากที่สุด และ 5) ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.49 ± 0.64 อยู่ในระดับ มากที่สุด

**คำสำคัญ** LoRa , IOT , GPS

**Abstract**

In today's era, vehicle tracking and management are essential for efficient operations, whether in business or personal use. The Global Positioning System (GPS) has become widely popular for vehicle tracking as it enables real-time location monitoring. However, traditional GPS systems often rely on cellular networks (such as 4G/5G), which can be costly, especially when tracking a large number of vehicles or operating in areas with limited internet connectivity.

The results of the evaluation of the efficiency and satisfaction of the system in all 5 areas were at a high level, with an average of 4.49 ± 0.58. When considering each area, it was found that 1) the aspect of working according to the system's functions had an average of 4.50 ± 0.54 at a high level; 2) the aspect of meeting needs had an average of 4.48 ± 0.59 at a high level; 3) the aspect of ease of use of the system had an average of 4.50 ± 0.57 at a high level; 4) the aspect of user security of the system had an average of 4.47 ± 0.59 at the highest level; and 5) the aspect of system performance had an average of 4.49 ± 0.64 at the highest level.

Keywords: LORA , IOT , GPS

**กิตติกรรมประกาศ**

การศึกษาระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารกรณีศึกษาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเพราะได้รับคำแนะนำและความกรุณาอย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์ ดร.ปิยะวัฒน์ แสงเพชร ที่กรุณาได้ให้คำแนะนำ แนวคิดในการจัดทำโครงงาน

ขอขอบคุณอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิในการให้ข้อเสนอแนะและตรวจสอบเครื่องมือวิจัยอีกทั้งตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือ

ขอขอบคุณคณะกรรมการเสนอโครงงานที่ให้ข้อเสนอแนะ ปรับแก้ จนโครงงานสมบูรณ์ตามขอบเขตของระบบที่ได้กำหนดไว้ รวมถึงอาจารย์ทุกท่านในสาขาที่ได้ให้ข้อคิด ข้อเสนอแนะเพื่อให้ระบบงานถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ท้ายที่สุดขอขอบคุณเจ้าของเอกสาร ตำรา บทความงานวิจัยที่ผู้จัดทำได้นำมาใช้ในการอ้างอิงและศึกษาเป็นอย่างสูง

ชวนากร นนทฤทธิ์

อิศรศักดิ์ คงดี

มีนาคม 2568

**สารบัญ**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **หน้า** |
| **หน้าอนุมัติ** | ก |
| **บทคัดย่อ**  **Abstract** | ข  ค |
| **กิตติกรรมประกาศ** | ง |
| **สารบัญ** | จ |
| **สารบัญภาพ** | ช |
| **สารบัญตาราง** | ซ |
| **บทที่ 1 บทนำ** |  |
| * 1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา | 1 |
| * 1. วัตถุประสงค์ | 1 |
| * 1. ขอบเขตการศึกษา | 2 |
| * 1. ขั้นตอนวิธีการดำเนินงาน | 2 |
| 1.5 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ | 2 |
| **บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** |  |
| 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบงาน | 4 |
| 2.2 งานวิจัยหรือโครงงานอื่นที่เกี่ยวข้อง | 29 |
| **บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ** |  |
| 3.1 ระบบงานปัจจุบัน (Current System) | 31 |
| 3.3 แผนภาพบริบท (Context Diagram) | 32 |
| 3.3 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) | 33 |
| 3.4 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยของฮาร์ดแวร์ | 34 |
| 3.5 ออกแบบและพัฒนาระบบ | 35 |
| 3.6 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล (Entity Relationship Diagram) | 37 |

**สารบัญ (ต่อ)**

|  |  |
| --- | --- |
| **บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงงาน** |  |
| 4.1 การออกแบบ และการเชื่อมต่ออุปกรณ์ | 38 |
| 4.2 วิธีการทดลอง | 39 |
| 4.4 การทดสอบระบบ | 40 |
| **บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ** |  |
| 5.1 สรุปผลการดำเนินการ | 45 |
| 5.2 ข้อจำกัดของระบบที่พัฒนา | 45 |
| 5.3 ปัญหา อุปสรรคและแนวทางแก้ไข | 45 |
| 5.4 แนวทางในการพัฒนาและประยุกต์ผลงาน | 45 |
| **บรรณานุกรม** |  |
| **ภาคผนวก** |  |
| ภาคผนวก ก |  |
| ภาคผนวก ข |  |
| ภาคผนวก ค |  |
| ภาคผนวก ง |  |
| ภาคผนวก จ |  |

**สารบัญภาพ**

|  |  |
| --- | --- |
| **ภาพที่** | **หน้า** |
| 3.1 หลักการทำงานของระบบ | 31 |
| 3.2 แผนภาพบริบท | 32 |
| 3.3 แผนภาพยูสเคส | 33 |
| 3.4 การออกแบบหน้าต่าง UI ของระบบงาน | 35 |
| 3.5 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล | 37 |
| 4.1 การออกแบบการรับส่งข้อมูลอุปกรณ์ | 38 |
| 4.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ | 38 |
| 4.3 การติดตั้งอุปกรณ์ | 39 |
| 4.4 การทดลองอุปกรณ์ | 39 |

**สารบัญตาราง**

|  |  |
| --- | --- |
| **ตารางที่** | **หน้า** |
| 1.1 ระยะเวลาดำเนินการ | 2 |
| 3.4. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยของฮาร์ดแวร์ | 34 |
| 3.5 ออกแบบฐานข้อมูล | 36 |
| 4.1 จำนวนร้อยละของเพศ | 40 |
| 4.2 จำนวนและร้อยละของตำแหน่ง | 40 |
| 4.3 ระดับประสิทธิภาพและความพึงพอใจด้าน Functional Testing | 41 |
| 4.4 ระดับประสิทธิภาพและความพึงพอใจด้าน Functional Requirement Testing | 41 |
| 4.5 ระดับประสิทธิภาพและความพึงพอใจด้าน Usability Testing | 42 |
| 4.6 ระดับประสิทธิภาพและความพึงพอใจด้าน Security Testing | 43 |
| 4.7 ระดับประสิทธิภาพและความพึงพอใจด้าน Performance Testing | 43 |
| 4.8 ระดับประสิทธิภาพและความพึงพอใจด้านรวมทุกด้าน | 48 |

**บทที่ 1**

**บทนํา**

* 1. **ความสำคัญและที่มาของปัญหา**

ในยุคปัจจุบัน การระบุตำแหน่งและจัดการยานพาหนะเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้เกิดการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะในภาคธุรกิจหรือการใช้งานส่วนบุคคล การระบุตำแหน่งของยานพาหนะด้วยระบบ GPS (Global Positioning System) ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถระบุตำแหน่งกาเคลื่อนไหวของรถได้แบบเรียลไทม์ อย่างไรก็ตาม ระบบ GPS แบบดั้งเดิมมักพึ่งพาเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านเซลลูลาร์ (เช่น 4G/5G) ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูง เช่น ใช้อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงาน โดยเฉพาะสำหรับการติดตามรถจำนวนมาก

เครือข่าย LoRa (Long Range) ได้กลายเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากมีข้อดีในด้านการสื่อสารระยะไกล ใช้พลังงานต่ำ และต้นทุนที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับเครือข่ายเซลลูลาร์ โดย LoRa สามารถส่งข้อมูลตำแหน่งและสถานะพื้นฐานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เหมาะสำหรับระบบติดตามรถในพื้นที่ห่างไกลหรือในองค์กรที่ต้องการลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานปัญหาที่พบในระบบระบุตำแหน่งของยานพาหนะปัจจุบัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) ต้นทุนสูง: การใช้เครือข่ายเซลลูลาร์มีค่าใช้จ่ายทั้งในด้านการเชื่อมต่อและอุปกรณ์

2) ข้อจำกัดด้านพลังงาน: อุปกรณ์ GPS ที่ใช้เซลลูลาร์มักใช้พลังงานสูง ทำให้อายุการใช้งานแบตเตอรี่สั้น

3) พื้นที่ห่างไกล: เครือข่ายเซลลูลาร์อาจไม่ครอบคลุมในบางพื้นที่ ทำให้ไม่สามารถติดตามตำแหน่งรถได้

ดังนั้น การพัฒนาเว็บไซต์ติดตามรถด้วย GPS ผ่านเครือข่าย LoRa จึงมีความสำคัญในการตอบโจทย์ปัญหาดังกล่าว โดยเป็นทางเลือกที่มีต้นทุนต่ำ ประหยัดพลังงาน และรองรับการใช้งานในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต อีกทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการติดตาม

* 1. **วัตถุประสงค์**

1.2.1 เพื่อศึกษาทำความเข้าใจ IOT อุปกรณ์ และการระบุตำแหน่ง GPS

1.2.2 เพื่อพัฒนาออกแบบระบบระบุตำแหน่งของรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัย

1.2.3 เพื่อประเมินผลการใช้งานของระบบระบุตำแหน่งของรถในมหาวิทยาลัย

**1.3 ขอบเขตการศึกษา**

1.3.1 ระบบนี้ศึกษาเฉพาะในมหาวิทยาลัยเชิงพื้นที่

1.3.2 ระบบนี้ทำงานโดยใช้ ESP32 ในการประกอบการทำงาน

1.3.3 ระบบงานนี้สามารถบอกถึงสถานะรถโดยสารแก่ผู้ใช้งานได้

**1.4 ขั้นตอนวิธีการดำเนินงาน**

1.4.1 ศึกษาความเป็นไปได้ของระบบติดตามตำแหน่งรถภายในมหาวิทยาลัย

1.4.2 เมื่อทำการศึกษาระบบงานเสร็จแล้วก็จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อที่จะไปสู่การออกแบบระบบ

1.4.3 ดำเนินการออกแบบและจัดทำระบบงานวิเคราะห์งานว่ามีข้อผิดพลาดตรงไหนบ้าง

1.4.4 ขั้นตอนการทดสอบจะต้องนำไปทดสอบว่ามีข้อผิดพลาดตรงงไหนบ้างและต้องแก้ตรงไหน

1.4.5 ขั้นตอนการติดตั้งจะต้องนำระบบทั้งหมดที่ทำขึ้นมามาติดตั้งและต้องใช้งานได้

**1.5 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ**

1.5.1 มีความรู้ความเข้าใจ IOT, ESP32, GPS

1.5.2 ได้ระบบระบุตำแหน่งของรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัย

1.5.3 ผลประเมินอยู่ในระดับที่น่าพอใจหรือไม่

**ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาดำเนินการ**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **กิจกรรม** | **ระยะเวลาในการดำเนินงาน** | | | | | |
| **พ.ศ. 2567** | | | **พ.ศ. 2568** | | |
| **ต.ค.** | **พ.ย.** | **ธ.ค.** | **ม.ค.** | **ก.พ.** | **มี.ค.** |
| 1. การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง |  |  |  |  |  |  |
| 2. การวิเคราะห์ระบบงาน |  |  |  |  |  |  |
| 3. การออกแบบและสร้างระบบงาน |  |  |  |  |  |  |
| 4. การพัฒนาระบบ |  |  |  |  |  |  |
| 5. การทดสอบระบบ |  |  |  |  |  |  |
| 6. การประเมินระบบ |  |  |  |  |  |  |
| 7. การบำรุงรักษาระบบ |  |  |  |  |  |  |

**บทที่ 2**

**ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

**2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบงาน**

2.1.1Internet of Things

คณิตตา จิตต์หลั่ง (2566) กล่าวว่า Internet of Things (IoTs) คือ นวัตกรรมใหม่ ที่รวม 5 สิ่งเข้าด้วยกัน คือ ฮาร์ดแวร์ Connectivity ซอฟต์แวร์ Data และ Intelligent ซึ่งทำงานประสานเข้าด้วยกัน  รวมไปถึงการที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ รวมถึงของสิ่งของ ผู้คน ข้อมูลและการบริการ สามารถเชื่อมโยงและสื่อสารกันได้โดยผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การบรรจุอุปกรณ์สมองกลฝังตัวหรือที่เรียกว่า “Embedded System Device” เข้าไปใน “สิ่งของ (Things)” หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ มีอุปกรณ์ตรวจวัดหรือเซ็นเซอร์เพื่อตรวจวัดค่าต่าง ๆ แล้วส่งข้อมูลมายังสมองกลและส่งต่อไปยังหน่วยประมวลผลกลางและจัดเก็บในฐานข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือที่เรียกว่า “Cloud Storage” รวมถึงบริการรับฝากไฟล์และประมวลผลข้อมูลผ่านทางออนไลน์ ความหมายของ “Internet of Things” โดย Kevin ซึ่งได้รับการขนานนามว่าเป็นผู้คิดค้นคำว่า “Internet of Things” หรือ IoTs  หมายถึง “อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใด ๆ ก็ตามที่สามารถสื่อสารกันได้ก็ถือเป็น “internet-like” หรือพูดง่าย ๆ ก็คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สื่อสารแบบเดียวกันกับระบบอินเตอร์เน็ตนั่นเอง โดยคำว่า “Things” ก็คือคำที่ใช้แทนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง โดยในเวลาต่อมามีการนำแนวคิด IoTs ไปพัฒนาต่อและใช้ชื่อเรียกที่ต่างกันออกไป เช่น Machine-to-Machine(M2M), Ubiquitous Computing, Embedded Computing, Smart Service หรือ Industrial Internet เป็นต้น Internet of Things (IoTs) คือ การที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ที่สามารถเชื่อมโยงหรือส่งข้อมูลถึงกันผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยไม่ต้องมีคนป้อนข้อมูลไปจนถึงการเชื่อมโยงกันของสิ่งของ ผู้คน ข้อมูลและการบริการเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จนเกิดเป็นชื่อเรียกต่าง ๆ ได้แก่ Smart Device, Smart Farm, Smart Car, Smart Grid, Smart Home, Smart Network, Smart Intelligent Transportation เป็นต้น

1. ส่วนประกอบของระบบ IoT

หลักการทำงานของ IoT ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักและขั้นตอนการทำงานที่เชื่อมโยงกันเป็นระบบนิเวศ (Ecosystem) โดยมีกลไกดังนี้:

อุปกรณ์ (Devices/Sensors): อุปกรณ์ที่มีเซ็นเซอร์หรือตัวควบคุม เช่น เซ็นเซอร์อุณหภูมิ, กล้อง, หรือมอเตอร์ เป็นจุดเริ่มต้นที่เก็บข้อมูลจากสภาพแวดล้อมหรือรับคำสั่ง

การเชื่อมต่อ (Connectivity): อุปกรณ์เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตผ่านเทคโนโลยี เช่น Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, LoRaWAN หรือ 4G/5G

เกตเวย์ (Gateway): ตัวกลางที่เชื่อมต่ออุปกรณ์เข้ากับระบบคลาวด์หรือเซิร์ฟเวอร์ ช่วยกรองหรือประมวลผลข้อมูลเบื้องต้น

คลาวด์/เซิร์ฟเวอร์ (Cloud/Server): ระบบที่เก็บข้อมูล วิเคราะห์ และจัดการคำสั่งจากอุปกรณ์

แอปพลิเคชันผู้ใช้ (User Interface): แอปหรือเว็บที่ให้ผู้ใช้ควบคุมหรือดูข้อมูล เช่น แอปบนสมาร์ทโฟน

1. การเก็บข้อมูล (Data Collection)

อุปกรณ์ IoT ใช้เซ็นเซอร์เพื่อเก็บข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ความเคลื่อนไหว หรือระดับน้ำ ตัวอย่าง: เซ็นเซอร์ในตู้เย็นอัจฉริยะวัดอุณหภูมิภายในทุก 5 นาที หรือกล้องวงจรปิดตรวจจับการเคลื่อนไหวหน้าประตูบ้าน ข้อมูลที่เก็บได้มักเป็นข้อมูลดิบ (Raw Data) เช่น ตัวเลขหรือสัญญาณ

1. การเชื่อมต่อและส่งข้อมูล (Connectivity and Transmission)

อุปกรณ์ส่งข้อมูลที่เก็บได้ไปยังเกตเวย์หรือคลาวด์ผ่านโปรโตคอล เช่น MQTT, HTTP หรือ CoAP ซึ่งออกแบบมาให้เหมาะกับ IoT โดยใช้ทรัพยากรน้อยการเชื่อมต่ออาจเป็นแบบไร้สาย (Wireless) หรือมีสาย (Wired) ขึ้นอยู่กับการใช้งาน เช่น เซ็นเซอร์ในฟาร์มอาจใช้ LoRaWAN ที่ส่งได้ไกลแต่ใช้พลังงานต่ำ ตัวอย่าง: เซ็นเซอร์ส่งข้อมูล "25°C" ไปยังเกตเวย์ผ่าน Wi-Fi แล้วเกตเวย์ส่งต่อไปยังคลาวด์

1. การประมวลผลข้อมูล (Data Processing)

ข้อมูลที่ส่งไปยังคลาวด์จะถูกประมวลผลเพื่อให้มีความหมาย เช่น: การวิเคราะห์ (Analytics): คำนวณค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายวัน การตัดสินใจ (Decision Making): หากอุณหภูมิสูงเกิน 30°C ส่งคำสั่งให้เปิดเครื่องปรับอากาศ การประมวลผลอาจเกิดที่คลาวด์ (Cloud Computing) หรือที่เกตเวย์ (Edge Computing) เพื่อลดความหน่วงและประหยัดแบนด์วิดท์ ตัวอย่าง: คลาวด์วิเคราะห์ข้อมูลจากเซ็นเซอร์ในโรงงานว่ามีเครื่องจักรตัวใดร้อนเกินกำหนดหรือไม่

1. การตอบสนองและควบคุม (Action and Control)

หลังจากประมวลผล ระบบ IoT สามารถส่งคำสั่งกลับไปยังอุปกรณ์เพื่อให้ทำงาน เช่น: เปิด-ปิดไฟเมื่อตรวจจับความมืดส่งแจ้งเตือนไปยังสมาร์ทโฟนเมื่อตรวจพบน้ำรั่วผู้ใช้ยังสามารถควบคุมผ่านแอปได้ เช่นสั่งล็อคประตูบ้านจากระยะไกล ตัวอย่าง: แอปสั่งให้หลอดไฟอัจฉริยะเปลี่ยนสีเป็นแดงผ่านคลาวด์ และอุปกรณ์ตอบสนองทันที

1. ความปลอดภัย (Security)

IoT ต้องมีระบบรักษาความปลอดภัย เช่น การเข้ารหัสข้อมูล (Encryption), การยืนยันตัวตน (Authentication) และการป้องกันการโจมตี (เช่น DDoS) ตัวอย่าง: อุปกรณ์ใช้รหัสผ่านและ TLS เพื่อเชื่อมต่อกับคลาวด์ ป้องกันการถูกแฮก

1. ความสำคัญและการใช้งาน IoT มีบทบาทสำคัญในหลายด้าน

ชีวิตประจำวัน : ทำให้บ้านสะดวกสบายขึ้น เช่น ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าจากระยะไกล

อุตสาหกรรม: เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยการตรวจสอบเครื่องจักรแบบเรียลไทม์

เมืองอัจฉริยะ (Smart City): จัดการจราจรหรือไฟถนนตามข้อมูลจากเซ็นเซอร์

สิ่งแวดล้อม: ติดตามคุณภาพอากาศหรือระดับน้ำเพื่อป้องกันภัยพิบัติ

2.1.2 MQTT

Amazon Web Services (2567) กล่าวว่า MQTT เป็นโปรโตคอลการส่งข้อความที่อิงตามมาตรฐาน หรือชุดของกฎที่ใช้สำหรับการสื่อสารระหว่างเครื่องต่อเครื่อง เซ็นเซอร์อัจฉริยะ อุปกรณ์สวมใส่ และอุปกรณ์ Internet of Things (IoT) อื่นๆ มักจะต้องส่งและรับข้อมูลผ่านเครือข่ายที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากร ซึ่งมีแบนด์วิดท์จำกัด อุปกรณ์ IoT เหล่านี้ใช้ MQTT ในการรับส่งข้อมูล เนื่องจากมันใช้งานง่ายและสามารถสื่อสารข้อมูล IoT ได้อย่างมีประสิทธิภาพ MQTT รองรับการส่งข้อความจากอุปกรณ์ไปยังคลาวด์และจากคลาวด์ไปยังอุปกรณ์

1. **คุณสมบัติของ MQTT**

**เบาและมีประสิทธิภาพ:** MQTT ถูกออกแบบมาให้ใช้งานในระบบที่ต้องการส่งข้อมูลที่มีขนาดเล็กและการส่งข้อมูลที่เร็ว

**โปรโตคอล Publish/Subscribe:** แทนการสื่อสารแบบ **Client/Server** ทั่วไป MQTT ใช้การส่งข้อความผ่าน **Broker** ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่าง **Publisher** และ **Subscriber**

**การรับประกันความน่าเชื่อถือ:** MQTT รองรับการตั้งค่าในการรับประกันความน่าเชื่อถือในการส่งข้อมูล เช่น การส่งข้อมูลซ้ำ (QoS) และการรับประกันว่าข้อมูลจะถึงปลายทาง

**ทำงานบน TCP/IP:** MQTT ทำงานบน **TCP/IP** ซึ่งเป็นโปรโตคอลการสื่อสารหลักบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1. **หลักการทำงานของ MQTT**

MQTT ใช้ **Broker** เป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ โดยกระบวนการทำงานของ MQTT มีดังนี้:

**โครงสร้างการสื่อสารแบบ Publish/Subscribe**

**Publisher:** อุปกรณ์ที่ทำการส่งข้อมูลไปยังหัวข้อ (Topic) ที่กำหนดไว้

**Subscriber:** อุปกรณ์ที่สนใจข้อมูลจากหัวข้อต่างๆและรับข้อมูลที่ถูกส่งไปยังหัวข้อนั้น

**Broker:** เป็นตัวกลางที่ทำหน้าที่รับข้อมูลจาก Publisher แล้วส่งไปยัง Subscriber ที่

สมัครใจติดตามหัวข้อนั้น

1. **การเชื่อมต่อและการส่งข้อความ**

**การเชื่อมต่อ (Connection):** เมื่อเริ่มต้นการทำงาน Client (Publisher หรือ

Subscriber) จะทำการเชื่อมต่อกับ **MQTT Broker** โดยระบุ IP หรือ Domain ของ Broker และพอร์ตที่ใช้ (ปกติใช้พอร์ต 1883 สำหรับการเชื่อมต่อที่ไม่ใช้ SSL/TLS)

**การส่งข้อมูล (Publishing):** เมื่อ Publisher ต้องการส่งข้อมูล จะส่งข้อความไปยัง

Broker โดยระบุ **Topic** ที่ต้องการ

**การรับข้อมูล (Subscribing):** Subscriber จะสมัครสมาชิกเพื่อรับข้อมูลจาก **Topic**

ที่สนใจ เมื่อมีข้อความใหม่จาก Publisher มาถึง Broker ระบบจะส่งข้อความไปยัง Subscriber ที่สมัครรับข้อมูลจากหัวข้อนั้น

**Quality of Service (QoS)**

MQTT รองรับระดับการรับประกันความน่าเชื่อถือของการส่งข้อความผ่าน 3 ระดับ ได้แก่:

**QoS 0:** ส่งข้อความครั้งเดียว ไม่มีการตรวจสอบการส่งข้อมูล

**QoS 1:** ส่งข้อความครั้งหนึ่ง และจะได้รับการยืนยันการส่ง

**QoS 2:** ส่งข้อความครั้งเดียวและทำการยืนยันการส่งแบบสองทาง (เพื่อหลีกเลี่ยงการ

ส่งข้อมูลซ้ำ)

1. **การรักษาการเชื่อมต่อ (Keep Alive)**

ในโปรโตคอล MQTT, Client จะส่ง **PING** ไปยัง Broker เพื่อรักษาการเชื่อมต่อให้คง

อยู่ตลอดเวลา โดยสามารถตั้งเวลา Keep Alive ซึ่งเป็นเวลาที่ Client จะส่งสัญญาณเพื่อให้ Broker รู้ว่าการเชื่อมต่อยังคงอยู่

**Last Will and Testament (LWT)**

ฟีเจอร์ **LWT** ใน MQTT ช่วยให้สามารถกำหนดข้อความที่จะถูกส่งเมื่อ Client หลุดออก

จากระบบโดยไม่คาดคิด (เช่น การตัดการเชื่อมต่ออย่างไม่ตั้งใจ) ข้อความนี้จะถูกส่งไปยัง Subscriber ตามที่กำหนด

1. **ประโยชน์ของ MQTT**

**การใช้งานใน IoT**

MQTT เป็นโปรโตคอลที่ได้รับความนิยมในงาน IoT เพราะมีความเหมาะสมในการใช้

งานในสภาพแวดล้อมที่มีข้อจำกัดด้านแบนด์วิธและพลังงาน เช่น:

**เซ็นเซอร์อัจฉริยะ** ที่ส่งข้อมูลเช่น อุณหภูมิ, ความชื้น, หรือคุณภาพอากาศ

**อุปกรณ์สมาร์ทโฮม** เช่น ระบบแสงไฟที่สามารถควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน

**การควบคุมอุปกรณ์** เช่น การส่งคำสั่งให้หุ่นยนต์หรือเครื่องจักรทำงาน

**การใช้งานในระบบที่ต้องการการสื่อสารแบบ Real-time**

การส่งข้อความที่มีความเร็วสูงและสามารถส่งข้อมูลได้ทันที ทำให้ MQTT เหมาะสำหรับ

การใช้งานในระบบที่ต้องการการสื่อสารแบบ **Real-time** เช่น:

**การแจ้งเตือน** เช่น การส่งข้อความเตือนภัยจากเซ็นเซอร์

**ระบบการติดตาม** เช่น การติดตามตำแหน่งของยานพาหนะหรือพัสดุ

1. **ข้อดีและข้อเสียของ MQTT**

**ข้อดี**

**ประสิทธิภาพสูง:** MQTT เป็นโปรโตคอลที่มีขนาดเล็กและใช้แบนด์วิธต่ำ ซึ่งเหมาะสำหรับการใช้งานในระบบ IoT

2.1.3 ESP

ดร. ศุภรัตน์ แย้มครวญ (2566) กล่าวว่า ESP32 คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ราคาไม่สูง ที่ใช้พลังงานต่ำ และพร้อมกับการเชื่อมต่อ Wi-Fi และ Bluetooth ซึ่งเป็นการพัฒนาจากรุ่นก่อนหน้า ESP8266 โดยใช้ระบบ System-on-Chip (SoC) ที่ถูกพัฒนาจาก Espressif Systems องค์ประกอบของ ESP32 ที่มาพร้อมกับสายอากาศในตัวเอง (Antenna Integration)และ RF balun, การขยายกำลังส่ง, การขยายสัญญาณรบกวนต่ำ, ตัวกรอง, และโมดูลการจัดการพลังงาน โดยทั้งหมดนี้จะใช้พื้นที่บนบอร์ดวงจรพิมพ์น้อยมาก โดยบอร์ด ESP32 นี้ใช้กับชิป Wi-Fi และ Bluetooth แบบคู่ 2.4 กิกะเฮิร์ต และมีเทคโนโลยีการผลิตที่มีพลังงานต่ำของ TSMC ที่ 40 นาโนเมตร

1. **สเปกของ NodeMCU (ESP8266)**

**ชิปหลัก:** ESP8266

**ซีพียู:** Tensilica L106 32-bit @ 80 MHz (โอเวอร์คล็อกได้ถึง 160 MHz)

**หน่วยความจำ (RAM):** 64 KB

**แฟลชเมมโมรี่:** 4MB

**Wi-Fi:** 2.4GHz 802.11 b/g/n (รองรับ AP, Station และ AP+Station)

**แรงดันไฟฟ้า:** 3.3V (ควรใช้ตัวแปลงแรงดันหากเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ 5V)

**ขา GPIO:** 10-11 ขา (บางขาถูกใช้ภายในบอร์ด)

**รองรับการสื่อสาร:** UART, SPI, I2C, PWM, ADC

1. **องค์ประกอบสำคัญของบอร์ด NodeMCU**

**ชิป ESP8266** เป็นหัวใจหลักของบอร์ด NodeMCU มีความสามารถทั้งประมวลผลและ

เชื่อมต่อ Wi-Fi

**USB-to-Serial (CP2102/CH340G)** ช่วยให้สามารถเชื่อมต่อบอร์ดกับคอมพิวเตอร์ผ่าน

พอร์ต USB เพื่ออัปโหลดโค้ด

**พอร์ต Micro-USB** ใช้จ่ายไฟให้กับบอร์ดและอัปโหลดโปรแกรม

**ปุ่ม RESET และ FLASH**

**RESET** ใช้รีสตาร์ทบอร์ด

**FLASH** ใช้เข้าสู่โหมดอัปโหลดเฟิร์มแวร์

**ขา I/O และแหล่งจ่ายไฟ**

**ขา Vin:** รับแรงดันไฟฟ้า **5V**

**ขา 3.3V:** จ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ที่ต้องการแรงดัน **3.3V**

**ขา GND:** กราวด์

**ขา ADC (A0):** ใช้วัดแรงดันไฟฟ้า (0-3.3V)

1. **หลักการทำงานของ NodeMCU**

NodeMCU ทำงานโดยการประมวลผลคำสั่งจากโปรแกรมที่ถูกอัปโหลดเข้าไป และสามารถ

เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์, มอเตอร์ หรืออุปกรณ์ IoT อื่น ๆ ได้ผ่าน Wi-Fi

**การทำงานของ Wi-Fi ใน NodeMCU**

NodeMCU สามารถทำงานได้ 3 โหมดหลัก

**Station Mode (STA):** เชื่อมต่อกับ Wi-Fi Router เพื่อรับอินเทอร์เน็ต

**Access Point Mode (AP):** ทำตัวเป็น Wi-Fi Hotspot ให้เครื่องอื่นเชื่อมต่อ

**STA + AP Mode:** ทำงานทั้งสองโหมดพร้อมกัน

**การสื่อสารกับอุปกรณ์อื่น ๆ**

NodeMCU สามารถรับข้อมูลจาก **เซ็นเซอร์** (เช่น DHT11, BMP180, PIR) และส่งข้อมูล

ผ่าน **Wi-Fi** ไปยังเซิร์ฟเวอร์ เช่น **Firebase, MQTT หรือ Thingspeak**

**การเขียนโปรแกรมให้ NodeMCU**

NodeMCU รองรับหลายภาษาการเขียนโปรแกรม ได้แก่

**Arduino IDE** (C++)

**MicroPython**

**Lua**

1. **ข้อดีและข้อเสียของ NodeMCU**

**ข้อดี**

มี **Wi-Fi ในตัว** ใช้งาน IoT ได้สะดวก

**โปรแกรมง่าย** ผ่าน Arduino IDE หรือ MicroPython

**ราคาถูก** กว่าบอร์ดอื่นที่มี Wi-Fi

รองรับการทำงาน **แรงดัน 3.3V** (ประหยัดพลังงาน)

**ข้อเสีย**

ขา **GPIO มีจำนวนจำกัด** (น้อยกว่า Arduino)

ใช้แรงดัน **3.3V** อาจต้องใช้ตัวแปลงแรงดันเมื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ 5V

มี **RAM น้อยกว่า Arduino** อาจไม่เหมาะกับโปรเจคที่ใช้หน่วยความจำมาก

**ตัวอย่างการใช้งาน NodeMCU ในโปรเจคจริง**

**ระบบตรวจจับอุณหภูมิและความชื้นผ่าน IoT**

**อุปกรณ์ที่ใช้:** NodeMCU ESP8266

เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ DHT11

แสดงผลข้อมูลผ่าน **Blynk หรือ Firebase**

2.1.4 Microcontroller

Amazon Web Services (2567) กล่าวว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นส่วนประกอบภายในของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไมโครโปรเซสเซอร์คือหน่วยประมวลผลขนาดเล็กมากภายในซีพียู เป็นวงจรรวมเดียวบนชิปคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่คำนวณเลขคณิตและตรรกะต่างๆ บนสัญญาณดิจิทัล ไมโครโปรเซสเซอร์จำนวนมากจะทำงานร่วมกันภายในเซิร์ฟเวอร์ประสิทธิภาพสูงเพื่อประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล

Microcontroller แตกต่างจาก Microprocessor (เช่น CPU ในคอมพิวเตอร์) ตรงที่มีขนาดเล็กกว่า ใช้พลังงานน้อยกว่า และรวมส่วนประกอบทุกอย่างไว้ในชิปเดียว ไม่ต้องต่อพ่วงหน่วยความจำหรือ I/O ภายนอกมากนัก ทำให้เหมาะกับงานที่ต้องการความกะทัดรัดและประหยัดพลังงาน MCU ถูกใช้อย่างแพร่หลายในชีวิตประจำวัน เช่น รีโมททีวี, เครื่องซักผ้า, หรือเซ็นเซอร์ในสมาร์ทโฟน

ตัวอย่าง Microcontroller ที่นิยม:

Arduino: เช่น ATmega328 บน Arduino Uno

ESP8266/ESP32: รองรับ Wi-Fi และ Bluetooth สำหรับ IoT

PIC: จาก Microchip Technology

STM32: จาก STMicroelectronics

Microcontroller มีราคาถูก (บางตัวราคาไม่ถึง 100 บาท) และสามารถโปรแกรมได้ด้วยภาษาเช่น C, C++, หรือ Python (ในบางรุ่น) จึงเป็นที่นิยมในวงการนักพัฒนา นักศึกษา และงานอดิเรก (Hobbyist)

1. หลักการทำงานของ Microcontroller

หลักการทำงานของ Microcontroller ขึ้นอยู่กับการประสานงานของส่วนประกอบภายใน

และการรันโปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้นเพื่อควบคุมการทำงาน โดยมีกลไกดังนี้:

ส่วนประกอบหลักของ Microcontroller

หน่วยประมวลผลกลาง (CPU): เป็นสมองที่ประมวลผลคำสั่งจากโปรแกรม เช่น การคำนวณหรือตัดสินใจ CPU ใน MCU มักมีขนาดเล็ก เช่น 8-bit, 16-bit หรือ 32-bit

หน่วยความจำ (Memory):

ROM/Flash: เก็บโปรแกรมหรือเฟิร์มแวร์ที่เขียนไว้ (ถาวร)

RAM: เก็บข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน เช่น ตัวแปร

EEPROM: เก็บข้อมูลที่ต้องการบันทึกถาวร เช่น การตั้งค่า (บางรุ่นมี)

หน่วยรับเข้า-ส่งออก (I/O Ports): พิน (Pins) ที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก เช่น เซ็นเซอร์, LED, หรือมอเตอร์ เพื่อรับข้อมูล (Input) หรือส่งคำสั่ง (Output)

ตัวจับเวลา (Timers/Counters): ใช้จับเวลาหรือสร้างสัญญาณ เช่น การกะพริบ LED ทุก 1 วินาที

หน่วยสื่อสาร (Communication Interfaces): เช่น UART, SPI, I2C เพื่อสื่อสารกับอุปกรณ์อื่น

ADC/DAC: แปลงสัญญาณอนาล็อก (เช่น จากเซ็นเซอร์) เป็นดิจิทัล (Analog-to-Digital Converter) หรือดิจิทัลเป็นอนาล็อก (Digital-to-Analog Converter)

การรับพลังงาน (Power Supply)

Microcontroller ต้องการไฟฟ้าในการทำงาน โดยทั่วไปใช้แรงดันต่ำ เช่น 3.3V หรือ 5V จากแบตเตอรี่หรืออะแดปเตอร์ มีโหมดประหยัดพลังงาน (Sleep Mode) เพื่อลดการใช้ไฟเมื่อไม่ทำงาน เช่น ในอุปกรณ์ที่ใช้แบตเตอรี่

1. การรันโปรแกรม (Program Execution)

การเขียนโปรแกรม: ผู้ใช้เขียนโค้ดด้วยภาษา เช่น C หรือ Arduino IDE แล้วคอมไพล์เป็นภาษาเครื่อง (Machine Code) ที่ MCU เข้าใจ

การโหลดโปรแกรม: โปรแกรมถูกอัปโหลดไปยังหน่วยความจำ Flash ผ่านเครื่องมือ เช่น USB

การทำงาน: เมื่อเปิดเครื่อง MCU จะเริ่มรันโปรแกรมจากจุดเริ่มต้น (เช่น ฟังก์ชัน main()) และทำงาน

ตามลำดับคำสั่ง เช่น:

อ่านข้อมูลจากเซ็นเซอร์ (Input)

ประมวลผลข้อมูล (เช่น เปรียบเทียบว่าอุณหภูมิเกิน 30°C หรือไม่)

ส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์ (Output เช่น เปิดพัดลม)

1. การรับและส่งสัญญาณ (Input/Output Operation)

Input: MCU รับสัญญาณจากเซ็นเซอร์หรือสวิตช์ผ่านพิน I/O เช่น อ่านค่าแรงดันจากเซ็นเซอร์อุณหภูมิผ่าน ADC

Output: MCU ส่งสัญญาณไปควบคุมอุปกรณ์ เช่น ส่งสัญญาณ HIGH (5V) ไปยังพินเพื่อเปิด LED หรือใช้ PWM (Pulse Width Modulation) เพื่อควบคุมความสว่าง

ตัวอย่าง: หากเซ็นเซอร์วัดแสงได้ค่าต่ำกว่าเกณฑ์ MCU จะสั่งเปิดไฟอัตโนมัติ

การสื่อสารกับอุปกรณ์อื่น (Communication)

MCU สามารถสื่อสารกับอุปกรณ์อื่นผ่านอินเทอร์เฟซ

UART: ส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์หรือโมดูล Bluetooth

I2C: เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์หลายตัว เช่น เซ็นเซอร์วัดความชื้น

SPI: ส่งข้อมูลไปยังจอแสดงผล (Display)

ตัวอย่าง: ESP32 ส่งข้อมูลอุณหภูมิไปยังเซิร์ฟเวอร์ผ่าน Wi-Fi โดยใช้โปรโตคอล MQTT

1. การจัดการเวลาและเหตุการณ์ (Timing and Interrupts)

Timers: ใช้สร้างการหน่วงเวลา เช่น รอ 1 วินาทีก่อนอ่านค่าเซ็นเซอร์

Interrupts: หยุดการทำงานปกติเพื่อตอบสนองเหตุการณ์เร่งด่วน เช่น เมื่อกดปุ่มฉุกเฉิน MCU จะหยุดทุกอย่างเพื่อประมวลผลทันที

ตัวอย่าง: ในระบบรดน้ำต้นไม้ MCU ใช้ Timer เพื่อรดน้ำทุก 6 ชั่วโมง และ Interrupt เพื่อหยุดทันที

ความปลอดภัยและการควบคุม (Safety and Control)

MCU บางรุ่นมีระบบป้องกัน เช่น Watchdog Timer ที่รีเซ็ตตัวเองหากโปรแกรมค้าง

การออกแบบให้ทนต่อสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิสูงหรือไฟฟ้ากระชากในงานอุตสาหกรรม

1. ความสำคัญและการใช้งาน

Microcontroller เป็นหัวใจของระบบฝังตัว (Embedded Systems) และ IoT เพราะ:

ขนาดเล็กและประหยัดพลังงาน: เหมาะกับอุปกรณ์พกพา เช่น นาฬิกาอัจฉริยะควบคุมได้แม่นยำ: ใช้ในเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น ไมโครเวฟที่ตั้งเวลาได้ราคาถูก: ทำให้ผลิตภัณฑ์ทันสมัยเข้าถึงได้ง่าย

ตัวอย่างการใช้งาน:

ยานยนต์: ควบคุมระบบ ABS หรือถุงลมนิรภัย

บ้านอัจฉริยะ: ควบคุมไฟหรือล็อกประตู

การศึกษา: นักเรียนใช้ Arduino เรียนรู้การเขียนโปรแกรมและอิเล็กทรอนิกส์

2.1.5 LoRa

ผศ.ดร. ชัชชัย คุณบัว (2562) กล่าวว่า LoRa หมายถึง โปรโตคอลการเชื่อมต่อเฉพาะในส่วนของ Link ในขณะที่ LoRaWAN จะหมายถึง การเชื่อมต่อในลักษณะของการเป็นโครงข่าย LoRa ถือเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่เหมาะสำหรับการใช้งาน IOT เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สาย ซึ่งมีจุดเด่นการสื่อสารได้ระยะทางไกล แต่ใช้พลังงานต่ำ ราคาประหยัด ถ้าเปรียบเทียบระยะการเชื่อมต่อจากที่เคยคุ้นเคยกัน และมีการใช้งานแพร่หลายในปัจจุบัน และมีองค์ประกอบของระบบติดตามรถ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) Hardware: อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ เช่น

(1.1) อุปกรณ์ ESP32,LoRa ที่ใช้สำหรับระบุตำแหน่งรถ

(1.2) อุปกรณ์สื่อสารผ่านเครือข่าย LoRa สำหรับส่งข้อมูลระยะไกล

(1.3) คอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์สำหรับจัดเก็บและประมวลผลข้อมูล

2) Software: โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาระบบ เช่น

(2.1) ระบบเว็บไซต์ที่พัฒนาด้วยภาษา HTML, CSS, JavaScript, และ PHP

(2.2) โปรแกรมฐานข้อมูล เช่น MariaDB สำหรับจัดเก็บข้อมูล

3) Database: ฐานข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลการติดตามรถ เช่น

(3.1) พิกัดตำแหน่งรถ (ละติจูดและลองจิจูด)

(3.2) วันและเวลาในการบันทึกตำแหน่ง

4) Telecommunications: เครือข่ายการสื่อสารผ่าน LoRa ซึ่งมีคุณสมบัติเด่น มีดังนี้

(4.1) สามารถส่งข้อมูลได้ระยะไกลในพื้นที่กว้าง

(4.2) ใช้พลังงานต่ำเหมาะกับการทดลองใช้งาน

5) People: ผู้ใช้งานระบบภายในกลุ่มทดลอง ได้แก่

(5.1) นักศึกษาในหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษร์ธานีที่ทำการทดสอบระบบ

**6) คุณสมบัติของ SX1278**

**ความสามารถในการส่งข้อมูลระยะไกล**: สามารถส่งข้อมูลได้ไกลถึง **10-15 กิโลเมตร** ในสภาพแวดล้อมที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง

**ใช้พลังงานต่ำ**: ออกแบบมาให้ใช้พลังงานต่ำ เหมาะสำหรับอุปกรณ์ IoT ที่ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่

**รองรับโปรโตคอล LoRaWAN**: สามารถใช้ในการพัฒนาโครงข่าย LoRaWAN สำหรับ Smart City และ IoT ได้

**รองรับการสื่อสารแบบ Point-to-Point และ Mesh Network**

**ความถี่ในการทำงาน**:

433 MHz (นิยมใช้ในเอเชียและยุโรป)

868 MHz (ยุโรป)

915 MHz (อเมริกาเหนือ)

**7) หลักการทำงานของ SX1278**

**(7.1) การสื่อสารแบบ LoRa**

**LoRa (Long Range)** เป็นเทคนิคการมอดูเลตแบบ **Chirp Spread Spectrum (CSS)** ซึ่งช่วยให้สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ไกล โดยใช้แบนด์วิดท์ที่แคบและต้านทานสัญญาณรบกวนได้ดี

**(7.2) โหมดการทำงานของ SX1278**

SX1278 ทำงานได้ 3 โหมดหลัก คือ

**Sleep Mode** ใช้พลังงานต่ำมากเมื่อไม่มีการส่งหรือรับข้อมูล

**Standby Mode** รอรับคำสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU)

**Transmit & Receive Mode** รับหรือส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุ

**(7.3) การเชื่อมต่อ SX1278 กับไมโครคอนโทรลเลอร์**

SX1278 สามารถเชื่อมต่อกับ **Arduino, ESP8266, ESP32, Raspberry Pi** ผ่าน

อินเทอร์เฟซ **SPI (Serial Peripheral Interface)** โดยมีขาสำคัญ เช่น

**MISO (Master In Slave Out)** – รับข้อมูลจาก SX1278

**MOSI (Master Out Slave In)** – ส่งข้อมูลไปยัง SX1278

**SCK (Serial Clock)** – ใช้ในการซิงโครไนซ์ข้อมูล

**NSS (Chip Select)** – ใช้เลือกโมดูล SX1278

**(7.4) การส่งและรับข้อมูล**

ไมโครคอนโทรลเลอร์กำหนดค่า **ความถี่, กำลังส่ง, อัตราส่งข้อมูล** ผ่าน SPI ข้อมูลจะถูก

เข้ารหัสและมอดูเลตเป็นคลื่นวิทยุ LoRaอุปกรณ์ปลายทาง (Receiver) ถอดรหัสและรับข้อมูล

**8) การนำ SX1278 ไปใช้งาน**

**(8.1) การใช้งานในระบบ IoT (Internet of Things)**

ใช้ใน **Smart Agriculture** เพื่อตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้น

ใช้ใน **Smart City** เช่น ระบบจราจรอัจฉริยะ

**(8.2) การใช้งานในระบบเครือข่าย LoRaWAN**

สร้างเครือข่าย **Gateway + Node** สำหรับการสื่อสารข้อมูลระยะไกล

ใช้ร่วมกับเครือข่าย **The Things Network (TTN)**

**9) ข้อดีและข้อเสียของ SX1278**

**ข้อดี**

**ส่งข้อมูลระยะไกล** – สามารถส่งข้อมูลได้ไกลถึง **10-15 กิโลเมตร** ในพื้นที่เปิดโล่ง หรือประมาณ

**1-5 กิโลเมตร** ในเมืองที่มีสิ่งกีดขวาง  
 **ใช้พลังงานต่ำ** – ออกแบบมาเพื่อให้ใช้พลังงานต่ำ เหมาะสำหรับอุปกรณ์ IoT ที่ต้องใช้แบตเตอรี่นานหลายเดือนหรือหลายปี  
 **ทนต่อสัญญาณรบกวนสูง** – เทคโนโลยี **Chirp Spread Spectrum (CSS)** ช่วยลดผลกระทบจากสัญญาณรบกวนภายนอก

**รองรับโหมดการทำงานที่ยืดหยุ่น** – รองรับ **Point-to-Point, Point-to-Multipoint และ LoRaWAN**  
 **ทำงานที่ความถี่หลายย่าน** – รองรับความถี่ **433MHz, 868MHz, 915MHz** ตามข้อกำหนดของแต่ละประเทศ

**ข้อเสีย**

**อัตราการส่งข้อมูลต่ำ** – LoRa ออกแบบมาสำหรับการส่งข้อมูลขนาดเล็ก (เช่น ค่าเซ็นเซอร์) จึงไม่เหมาะกับการส่งข้อมูลขนาดใหญ่ เช่น วิดีโอหรือเสียง

**มี Latency สูง** – การส่งข้อมูลแบบ LoRa มีความหน่วงเวลา **(Latency)** มากกว่าการสื่อสาร

แบบ Wi-Fi หรือ 4G

**ต้องตั้งค่าความถี่ให้ถูกต้อง** – ความถี่ของ LoRa แตกต่างกันไปตามประเทศ (433 MHz, 868 MHz, 915 MHz) ทำให้ต้องเลือกโมดูลให้เหมาะสมกับพื้นที่ใช้งาน

**10) โหมดการทำงานของ SX1278 (เพิ่มเติม)**

นอกจากโหมดหลักที่กล่าวไปแล้ว SX1278 ยังสามารถทำงานในโหมดต่อไปนี้

**(10.1) โหมดการทำงานแบบ LoRaWAN**

**LoRaWAN (Long Range Wide Area Network)** เป็นโครงข่ายสำหรับการเชื่อมต่อ

อุปกรณ์ IoT ผ่านเกตเวย์

SX1278 สามารถใช้เป็น **End Device** ที่ส่งข้อมูลไปยัง **LoRa Gateway**

เหมาะสำหรับระบบ **Smart City, Smart Metering และ Environmental**

**Monitoring**

**(10.2) โหมดการทำงานแบบ Peer-to-Peer (P2P)**

เป็นการสื่อสารแบบ **Device-to-Device** โดยไม่ต้องใช้ Gateway

ใช้สำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ต้องการความเรียบง่าย เช่น **การส่งข้อมูลจากเซ็นเซอร์**

**ไปยังตัวควบคุม**

**(10.3) โหมดการทำงานแบบ Mesh Network**

SX1278 สามารถใช้เป็นโหนด (Node) ในระบบ **Mesh Network** ซึ่งช่วยขยายระยะ

การส่งข้อมูลผ่านการส่งต่อข้อมูลระหว่างอุปกรณ์

**11) ตัวอย่างการใช้งาน SX1278 ในโปรเจค IoT**

**(11.1) ระบบติดตามอุณหภูมิและความชื้นในไร่เกษตร**

ใช้ **SX1278 + DHT11/DHT22** ส่งค่าความชื้นและอุณหภูมิไปยังศูนย์ควบคุม

สามารถส่งข้อมูลข้ามแปลงเกษตรขนาดใหญ่ได้โดยไม่ต้องใช้ Wi-Fi หรือ 4G

**(11.2) ระบบ Smart Parking**

ใช้ SX1278 ส่งข้อมูลว่าที่จอดรถว่างหรือไม่ไปยังศูนย์ควบคุม

ลดการใช้พลังงานของอุปกรณ์ที่ติดตั้งในที่จอดรถ

**(11.3) ระบบ Home Automation แบบไร้สาย**

ใช้ SX1278 เชื่อมต่อเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวและรีเลย์สำหรับเปิด-ปิดไฟบ้าน

ส่งข้อมูลไปยัง **ESP32 หรือ Raspberry Pi** เพื่อควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน

2.1.6 Web app

Web App หรือ "แอปพลิเคชันบนเว็บ" คือโปรแกรมซอฟต์แวร์ที่ทำงานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ เช่น Google Chrome, Firefox หรือ Safari โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งลงบนอุปกรณ์เหมือนแอปพลิเคชันมือถือ (Mobile App) หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทั่วไป Web App ถูกออกแบบมาให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงและใช้งานได้ผ่านอินเทอร์เน็ต โดยพิมพ์ URL (เช่น www.google.com) หรือคลิกลิงก์ที่นำไปสู่หน้าเว็บนั้น ๆ

Web App แตกต่างจากเว็บไซต์ทั่วไป (Website) ตรงที่มีฟังก์ชันการทำงานที่ซับซ้อนและโต้ตอบได้มากกว่า ไม่ใช่แค่การแสดงข้อมูลแบบ (Static) แต่สามารถประมวลผลข้อมูลและให้ประสบการณ์เหมือนโปรแกรมจริง ๆ ตัวอย่าง Web App ที่เราคุ้นเคย เช่น:

Google Docs: ใช้พิมพ์งานและแก้ไขเอกสารออนไลน์

Trello: จัดการโปรเจกต์และงาน

Gmail: รับส่งอีเมลผ่านเบราว์เซอร์

Canva: ออกแบบกราฟิกออนไลน์

จุดเด่นของ Web App คือความสะดวกในการเข้าถึง ผู้ใช้ไม่ต้องดาวน์โหลดหรืออัปเดตโปรแกรมเอง เพราะทุกอย่างทำงานบนเซิร์ฟเวอร์และอัปเดตโดยผู้พัฒนาโดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ Web App ยังสามารถใช้งานได้บนอุปกรณ์ทุกประเภทที่มีเบราว์เซอร์ ไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ต โดยไม่ต้องพัฒนาแยกสำหรับแต่ละแพลตฟอร์ม

1) หลักการทำงานของ Web App

หลักการทำงานของ Web App เกี่ยวข้องกับการสื่อสารระหว่าง "ฝั่งผู้ใช้" (Client) และ "ฝั่งเซิร์ฟเวอร์" (Server) ผ่านอินเทอร์เน็ต โดยใช้เทคโนโลยีเว็บ เช่น HTML, CSS, JavaScript และโปรโตคอล HTTP/HTTPS ต่อไปนี้คือขั้นตอนและกลไกการทำงานโดยละเอียด:

โครงสร้างและเทคโนโลยีพื้นฐาน Web App ประกอบด้วยส่วนหลัก 2 ส่วน:

(1.1)ฝั่งผู้ใช้ (Client-Side): ทำงานบนเบราว์เซอร์ของผู้ใช้ ประกอบด้วย:

(1.2) HTML: โครงสร้างของหน้าเว็บ (เช่น หัวข้อ, ปุ่ม, ฟอร์ม)

(1.3) CSS: การจัดรูปแบบและดีไซน์ (เช่น สี, ขนาดตัวอักษร)

(1.4) JavaScript: เพิ่มความสามารถโต้ตอบ (เช่น การคลิกปุ่มแล้วแสดงผลทันที)

ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server-Side): ทำงานบน Web Server โดยใช้ภาษาโปรแกรม เช่น PHP, Python (Django), Ruby, หรือ Node.js เพื่อประมวลผลข้อมูลและเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล (เช่น MySQL, PostgreSQL)

2) การรับคำขอจากผู้ใช้ (Client Request)

เมื่อผู้ใช้เข้าถึง Web App:ผู้ใช้พิมพ์ URL หรือคลิกลิงก์ในเบราว์เซอร์เบราว์เซอร์ส่งคำขอ HTTP/HTTPS ไปยัง Web Server ที่โฮสต์ Web App อยู่

GET: ขอข้อมูล เช่น เปิดหน้าแรกของ Gmail

POST: ส่งข้อมูล เช่น การส่งอีเมลหรือกรอกฟอร์ม

คำขอนี้จะระบุทรัพยากรที่ต้องการ (เช่น /login หรือ /documents) และอาจมีข้อมูลเพิ่มเติม เช่น ข้อมูลที่ผู้ใช้กรอก

3) การประมวลผลที่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server Processing)

เมื่อ Web Server ได้รับคำขอ: Web Server Software (เช่น Apache, Nginx) จะรับคำขอและส่งต่อไปยังโปรแกรมฝั่งเซิร์ฟเวอร์หากเป็นเนื้อหาคงที่ (Static Content) เช่น หน้า HTML หรือรูปภาพ เซิร์ฟเวอร์จะส่งไฟล์กลับไปทันทีหากเป็นเนื้อหาแบบไดนามิก (Dynamic Content) เช่น หน้าโปรไฟล์ผู้ใช้ เซิร์ฟเวอร์จะ: รันโค้ดฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (เช่น PHP หรือ Python)ดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล (เช่น ชื่อผู้ใช้, โพสต์ล่าสุด) สร้างหน้าเว็บใหม่ตามข้อมูลนั้น

ตัวอย่าง: เมื่อคุณล็อกอินเข้า Gmail เซิร์ฟเวอร์จะตรวจสอบรหัสผ่านและดึงอีเมลของคุณจากฐานข้อมูล

4) การส่งคำตอบกลับ (Server Response)

หลังจากประมวลผลเสร็จ Web Server จะส่งคำตอบกลับไปยังเบราว์เซอร์ในรูปแบบ:

รหัสสถานะ (Status Code): เช่น 200 OK (สำเร็จ), 404 Not Found (ไม่พบหน้า)

เนื้อหา: อาจเป็นไฟล์ HTML, JSON, หรือข้อมูลอื่น ๆ

Header: ข้อมูลเมตา เช่น ชนิดของเนื้อหา (Content-Type) หรือระยะเวลาแคช เบราว์เซอร์จะรับข้อมูลนี้และแสดงผลให้ผู้ใช้เห็น

5) การทำงานฝั่งผู้ใช้ (Client-Side Processing)

เมื่อเบราว์เซอร์ได้รับคำตอบ:แปลผล HTML เพื่อสร้างโครงสร้างหน้าเว็บใช้ CSS เพื่อจัดรูปแบบ

รัน JavaScript เพื่อเพิ่มฟังก์ชัน เช่น การคลิกปุ่มแล้วอัปเดตหน้าโดยไม่ต้องโหลดใหม่ (เรียกว่า AJAX หรือ Fetch API)

ตัวอย่าง: ใน Google Docs เมื่อคุณพิมพ์ข้อความ JavaScript จะบันทึกแบบเรียลไทม์และส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์โดยอัตโนมัติ

6) การโต้ตอบแบบเรียลไทม์ (Real-Time Interaction)

Web App สมัยใหม่มักใช้เทคโนโลยีเพิ่มเติม เช่น:

WebSocket: สำหรับการสื่อสารสองทางแบบเรียลไทม์ เช่น แชทใน Slack Progressive Web App (PWA): ทำให้ Web App ทำงานเหมือนแอปมือถือ เช่น เพิ่มไอคอนบนหน้าจอหลักและทำงานออฟไลน์ได้บางส่วนความสำคัญและการใช้งานในปัจจุบันWeb App มีบทบาทสำคัญในยุคดิจิทัล เพราะช่วยให้ธุรกิจและผู้ใช้ทั่วไปเข้าถึงบริการได้ง่ายและรวดเร็ว โดยไม่ต้องติดตั้งซอฟต์แวร์ ตัวอย่างการใช้งาน

เช่น:การทำงานร่วมกัน: ทีมงานใช้ Google Workspace เพื่อแชร์เอกสาร

อีคอมเมิร์ซ: เว็บอย่าง Amazon มีฟังก์ชันตะกร้าสินค้าและชำระเงินในรูปแบบ Web App

การเรียนออนไลน์: แพลตฟอร์มอย่าง Coursera ให้เรียนผ่านเบราว์เซอร์ในแง่เทคโนโลยี Web App ยังพัฒนาต่อเนื่องด้วยแนวคิดเช่น Single Page Application (SPA) ที่ใช้ JavaScript Framework (เช่น React, Angular) เพื่อให้หน้าเว็บโหลดเร็วและลื่นไหลเหมือนแอปเดสก์ท็อป นอกจากนี้ ความปลอดภัยก็สำคัญ Web App มักใช้ HTTPS และระบบยืนยันตัวตน (Authentication) เพื่อป้องกันการโจมตี

ได้เลยครับ! ผมจะเพิ่มเนื้อหาเกี่ยวกับ "Web App" ให้มากขึ้น โดยขยายรายละเอียดในส่วนต่าง ๆ เพื่อให้ครบถ้วนและเหมาะสมกับความยาวที่คุณต้องการ ต่อไปนี้คือเนื้อหาที่เพิ่มเติมจากคำตอบเดิม โดยเน้นการอธิบายเพิ่มเติมในแง่มุมต่าง ๆ เช่น เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง ข้อดีข้อเสีย และตัวอย่างการใช้งานที่หลากหลาย

WebAssembly: ช่วยให้ Web App รันโค้ดที่ซับซ้อน เช่น เกม 3D หรือโปรแกรมตัดต่อวิดีโอ ได้ในเบราว์เซอร์

การจัดการประสิทธิภาพและความปลอดภัย

Caching: Web App มักเก็บข้อมูลบางส่วนในเบราว์เซอร์ (เช่น Local Storage) เพื่อลดการโหลดซ้ำ

Load Balancing: ใช้เซิร์ฟเวอร์หลายตัวกระจายคำขอเมื่อมีผู้ใช้จำนวนมาก

ความปลอดภัย: ป้องกันการโจมตี เช่น Cross-Site Scripting (XSS) หรือ SQL Injection ด้วยการเข้ารหัสข้อมูลและตรวจสอบคำขอ

ข้อดีและข้อเสียของ Web App

ข้อดี

เข้าถึงได้ง่าย: ไม่ต้องติดตั้ง แค่มีเบราว์เซอร์และอินเทอร์เน็ตก็ใช้งานได้

อัปเดตอัตโนมัติ: ผู้พัฒนาสามารถแก้ไขหรือเพิ่มฟีเจอร์ที่เซิร์ฟเวอร์ได้ทันที โดยผู้ใช้ไม่ต้องทำอะไร

รองรับหลายแพลตฟอร์ม: ใช้ได้ทั้งบน PC, Mac, iOS, Android โดยไม่ต้องพัฒนาแยก

ลดภาระอุปกรณ์: การประมวลผลส่วนใหญ่เกิดที่เซิร์ฟเวอร์ ทำให้ไม่ต้องใช้เครื่องสเปกสูง

ข้อเสีย

ต้องใช้อินเทอร์เน็ต: หากเน็ตช้าหรือขาดการเชื่อมต่อ การใช้งานจะสะดุด (ยกเว้น PWA ที่ทำงานออฟไลน์ได้บางส่วน)

ประสิทธิภาพ: ช้ากว่าแอปที่ติดตั้งบนเครื่อง (Native App) ในบางกรณี เช่น เกมที่ต้องการกราฟิกหนัก

การควบคุมจำกัด: ขึ้นอยู่กับเบราว์เซอร์และไม่สามารถเข้าถึงฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์ได้เต็มที่ (เช่น กล้อง, เซ็นเซอร์

2.1.7) NetPie

Netpie (ย่อมาจาก Network Platform for Internet of Everything) คือแพลตฟอร์มคลาวด์ (Cloud Platform) สัญชาติไทยที่พัฒนาขึ้นโดยศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ภายใต้สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) เพื่อสนับสนุนการพัฒนาและใช้งานระบบ Internet of Things (IoT) หรือ "อินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่ง" ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่เชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันผ่านอินเทอร์เน็ต เช่น เซ็นเซอร์, เครื่องใช้ไฟฟ้า, หรืออุปกรณ์ในโรงงาน เพื่อให้สามารถสื่อสารและทำงานร่วมกันได้

Netpie เปิดตัวครั้งแรกในปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015) โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับนักพัฒนา (Developers), นักเรียน, นักศึกษา, และอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ในประเทศไทย ช่วยให้การพัฒนาแอปพลิเคชัน IoT เป็นเรื่องง่ายและเข้าถึงได้ โดยไม่ต้องลงทุนสร้างโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) เอง แพลตฟอร์มนี้ให้บริการฟรีสำหรับการใช้งานพื้นฐาน และในปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) ได้มีการอัปเกรดเป็น "Netpie 2020" เพื่อรองรับการใช้งานเชิงพาณิชย์มากขึ้น เช่น โรงงาน, ผู้ผลิตอุปกรณ์ IoT, และองค์กรที่มุ่งสู่ Digital Transformation 4.0

จุดเด่นของ Netpie คือการเป็น Platform as a Service (PaaS) ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลาง (Middleware) ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ โดยไม่ต้องกังวลเรื่องการจัดการเครือข่ายที่ซับซ้อน ผู้ใช้สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้จากทุกที่ทั่วโลก ตราบใดที่มีอินเทอร์เน็ต และยังรองรับการสื่อสารแบบเรียลไทม์ (Real-Time) ทำให้เหมาะกับงานที่ต้องการความรวดเร็ว เช่น ระบบควบคุมอัตโนมัติ หรือการตรวจสอบสถานะอุปกรณ์

หลักการทำงานของ Netpie

หลักการทำงานของ Netpie อาศัยโครงสร้างคลาวด์และเทคโนโลยีการสื่อสารที่ออกแบบมาเพื่อ IoT โดยมีส่วนประกอบและขั้นตอนการทำงานดังนี้:

1) โครงสร้างพื้นฐานของ Netpie

Netpie ทำงานบนระบบคลาวด์ที่ประกอบด้วยเซิร์ฟเวอร์หลายตัว (Distributed System) ซึ่งทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ โดยใช้โปรโตคอล MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) ซึ่งเป็นโปรโตคอลที่เบา (Lightweight) และเหมาะกับ IoT เพราะใช้ทรัพยากรน้อยและทำงานได้ดีในสภาพแวดล้อมที่มีการเชื่อมต่อไม่เสถียร

ส่วนประกอบหลักของ Netpie มีดังนี้

Netpie Cloud: เซิร์ฟเวอร์คลาวด์ที่ทำหน้าที่เป็น MQTT Broker หรือจุดศูนย์กลางให้อุปกรณ์ต่าง ๆ มาสื่อสารกัน

Microgear: ไลบรารี (Library) ที่ Netpie พัฒนาขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้นำไปติดตั้งในอุปกรณ์หรือแอปพลิเคชัน เช่น บนไมโครคอนโทรลเลอร์ (ESP8266, ESP32), ภาษาโปรแกรม (Python, JavaScript), หรือเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อเชื่อมต่อกับ Netpie Cloud ได้ง่าย

Dashboard (Freeboard): ระบบแสดงผลข้อมูล (เช่น กราฟ, ค่าสถานะ) ที่ผู้ใช้สามารถปรับแต่งได้ เพื่อดูข้อมูลจากอุปกรณ์แบบเรียลไทม์

2) การเชื่อมต่ออุปกรณ์ (Device Connection)

การทำงานเริ่มต้นเมื่อผู้ใช้สมัครใช้งานผ่านเว็บไซต์ netpie.io และสร้าง "Application ID" (App ID) ซึ่งเปรียบเสมือนโปรเจกต์ที่รวมอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน จากนั้นสร้าง "Key" และ "Secret" เพื่อใช้เป็นตัวระบุและรหัสสำหรับอุปกรณ์แต่ละตัว (เช่น Device Key หรือ Session Key)ผู้ใช้ติดตั้ง Microgear ในอุปกรณ์ เช่น บนบอร์ด Arduino หรือ Raspberry Pi อุปกรณ์จะเชื่อมต่อกับ Netpie Cloud โดยใช้ App ID, Key, และ Secret ผ่านอินเทอร์เน็ต ไม่ว่าจะอยู่ในเครือข่าย Wi-Fi, 4G/5G หรือ Ethernet Netpie จะจัดการการเชื่อมต่อให้อัตโนมัติ แม้ว่าอุปกรณ์จะเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนเครือข่าย

3) การสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ (Device Communication)

Netpie ใช้ระบบ "Publish-Subscribe" (Pub/Sub) ของ MQTT Publish: อุปกรณ์หนึ่งส่งข้อมูล (เช่น อุณหภูมิจากเซ็นเซอร์) ไปยัง "Topic" (หัวข้อ) ที่กำหนดใน Netpie Subscribe: อุปกรณ์หรือแอปพลิเคชันอื่นที่สมัครรับข้อมูลจาก Topic นั้นจะได้รับข้อมูลทันที ตัวอย่าง: เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ Publish ค่าไปที่ Topic "/room/temp" และแอปบนสมาร์ทโฟนที่ Subscribe Topic นี้จะแสดงผลทันที

4) การประมวลผลและแสดงผลข้อมูล

ข้อมูลที่ส่งผ่าน Netpie จะถูกเก็บชั่วคราวหรือประมวลผลตามการตั้งค่าของผู้ใช้ผู้ใช้สามารถสร้าง Dashboard ผ่าน Netpie Freeboard เพื่อดูข้อมูลแบบเรียลไทม์ เช่น กราฟอุณหภูมิ หรือสวิตช์ควบคุมไฟหากต้องการฟังก์ชันซับซ้อน เช่น การวิเคราะห์ข้อมูล Netpie สามารถเชื่อมต่อกับระบบภายนอกผ่าน API ได้

5) ความปลอดภัยและการขยายตัว

Netpie รักษาความปลอดภัยด้วยการเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) และระบบยืนยันตัวตน (Authentication) ผ่าน Key และ Secretในเวอร์ชัน Netpie 2020 ใช้สถาปัตยกรรม Microservices ทำให้สามารถรองรับอุปกรณ์จำนวนมาก (Scalability) และเพิ่มบริการใหม่ได้โดยไม่กระทบระบบเดิม

6) ความสำคัญและการใช้งานจริง

Netpie มีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนอุตสาหกรรมไทยสู่ Industry 4.0 โดยเฉพาะในด้าน:

การศึกษา: นักเรียนและนักศึกษาสามารถเรียนรู้ IoT ผ่านโปรเจกต์ง่าย ๆ เช่น ระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ

อุตสาหกรรม: โรงงานใช้ Netpie ตรวจสอบเครื่องจักรหรือควบคุมระบบระยะไกล

เกษตรกรรม: เกษตรกรใช้เซ็นเซอร์ที่เชื่อมต่อ Netpie เพื่อวัดความชื้นดินและควบคุมการให้น้ำ

ตัวอย่างการใช้งาน ระบบบ้านอัจฉริยะ: เปิด-ปิดไฟผ่านสมาร์ทโฟนโดยเชื่อมต่อผ่าน Netpie

โรงงานอัจฉริยะ: เซ็นเซอร์ส่งข้อมูลอุณหภูมิเครื่องจักรไปยัง Dashboard เพื่อแจ้งเตือนเมื่อร้อนเกิน

2.1.8 Gat Way

Gateway ในบริบทของเทคโนโลยีสารสนเทศและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ หมายถึง "ประตูเชื่อมต่อ" หรืออุปกรณ์/ซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายสองเครือข่ายที่มีลักษณะแตกต่างกัน เช่น เครือข่ายท้องถิ่น (LAN) กับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (WAN) หรือระหว่างเครือข่ายที่ใช้โปรโตคอล (Protocol) ต่างกัน คำว่า "Gateway" มาจากภาษาอังกฤษที่แปลว่า "ประตูทางเข้า" ซึ่งสะท้อนถึงบทบาทของมันที่เป็นจุดผ่านเข้าออกของข้อมูล

Gateway สามารถเป็นได้ทั้งฮาร์ดแวร์ (เช่น Router หรืออุปกรณ์เฉพาะ) และซอฟต์แวร์ (เช่น โปรแกรมที่แปลงข้อมูล) โดยทั่วไปในบ้านหรือสำนักงาน เรามักพบ Gateway ในรูปของโมเด็มหรือเราเตอร์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตจากผู้ให้บริการ (ISP) เข้ากับเครือข่ายภายในบ้าน แต่ในบริบทที่กว้างขึ้น เช่น Internet of Things(IoT)หรือระบบอุตสาหกรรม Gateway มีบทบาทสำคัญในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ เข้ากับระบบคลาวด์หรือเซิร์ฟเวอร์

ตัวอย่าง Gateway ที่เราคุ้นเคย:

Default Gateway: ที่อยู่ในเราเตอร์ที่คอมพิวเตอร์ใช้เพื่อส่งข้อมูลออกไปนอกเครือข่ายท้องถิ่น

IoT Gateway: อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเซ็นเซอร์หรืออุปกรณ์ IoT เข้ากับอินเทอร์เน็ต

Payment Gateway: ระบบที่เชื่อมต่อร้านค้าออนไลน์กับธนาคารเพื่อประมวลผลการชำระเงิน

Gateway จึงเป็นเหมือน "ล่าม" หรือ "สะพาน" ที่ช่วยให้ระบบหรืออุปกรณ์ที่พูดคนละภาษาสามารถสื่อสารกันได้ โดยเฉพาะในยุคดิจิทัลที่เครือข่ายมีความหลากหลายและซับซ้อนมากขึ้น

1) หลักการทำงานของ Gateway

หลักการทำงานของ Gateway ขึ้นอยู่กับการเป็นตัวกลางที่เชื่อมต่อและจัดการการสื่อสารระหว่างเครือข่ายหรืออุปกรณ์ โดยมีขั้นตอนและกลไกดังนี้

(1.1)การรับและส่งข้อมูล (Data Transmission)

Gateway ทำหน้าที่รับข้อมูลจากเครือข่ายหนึ่งและส่งต่อไปยังอีกเครือข่ายหนึ่ง โดยทั่วไปจะทำงานในระดับชั้นเครือข่าย (Network Layer) หรือสูงกว่าในโมเดล OSI (Open Systems Interconnection) เช่น เมื่อคอมพิวเตอร์ในบ้านส่งคำขอไปยังเว็บไซต์ (เช่น www.google.com) ข้อมูลจะถูกส่งไปยัง Default Gateway (เช่น เราเตอร์) ก่อนออกไปยังอินเทอร์เน็ตGateway จะตรวจสอบที่อยู่ IP ของข้อมูล (Source และ Destination) เพื่อกำหนดเส้นทางที่เหมาะสม

(1.2)การแปลงโปรโตคอล (Protocol Conversion)

ในกรณีที่เครือข่ายสองฝั่งใช้โปรโตคอลต่างกัน Gateway จะทำหน้าที่แปลงข้อมูลให้เข้ากันได้ เช่น:

ในระบบ IoT เซ็นเซอร์อาจใช้โปรโตคอล Zigbee หรือ Bluetooth แต่เซิร์ฟเวอร์คลาวด์ใช้ HTTP หรือ MQTT Gateway จะแปลข้อมูลจาก Zigbee เป็น MQTT เพื่อให้ส่งต่อได้

ตัวอย่างในอุตสาหกรรม: Gateway แปลงข้อมูลจาก Modbus RTU (โปรโตคอลเก่าสำหรับเครื่องจักร) เป็น Modbus TCP (โปรโตคอลที่ใช้กับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต)

(1.3)การจัดการและกรองข้อมูล (Data Management and Filtering)

Gateway ไม่เพียงแค่ส่งต่อข้อมูล แต่ยังสามารถกรองหรือประมวลผลข้อมูลเบื้องต้นได้ เช่น

IoT Gateway: รวบรวมข้อมูลจากเซ็นเซอร์หลายตัว (เช่น อุณหภูมิ ความชื้น) กรองข้อมูลที่ไม่จำเป็นออก แล้วส่งเฉพาะข้อมูลสำคัญไปยังคลาวด์เพื่อลดปริมาณข้อมูลและประหยัดแบนด์วิดท์ Security Gateway: ตรวจสอบและบล็อกข้อมูลที่อาจเป็นภัยคุกคาม เช่น Firewall ที่รวมอยู่ใน Gateway

(1.4) การกำหนดเส้นทาง (Routing)Gateway มีความสามารถในการกำหนดเส้นทางข้อมูล (Routing) โดยใช้ตารางเส้นทาง (Routing Table) เพื่อตัดสินใจว่าข้อมูลควรไปที่ใด เช่น หากคุณส่งอีเมลจากคอมพิวเตอร์ในLAN ไปยังเซิร์ฟเวอร์อีเมลภายนอก Gateway จะส่งข้อมูลออกไปยัง ISP และต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์ปลายทางในระบบขนาดใหญ่ Gateway อาจเชื่อมต่อกับ Gateway อื่น ๆ เพื่อส่งข้อมูลข้ามเครือข่ายที่ซับซ้อน

(1.5)การรักษาความปลอดภัย (Security)

Gateway มักถูกออกแบบให้มีฟังก์ชันความปลอดภัย เช่น ข้ารหัสข้อมูล (Encryption) เพื่อป้องกันการดักจับตรวจสอบตัวตน (Authentication) เช่น ใน Payment Gateway ที่ต้องยืนยันข้อมูลบัตรเครดิตก่อนส่งไปยังธนาคารบล็อกการเข้าถึงที่ไม่ได้รับอนุญาต เช่น Firewall ใน Internet Gateway

ตัวอย่างการทำงานในสถานการณ์จริง

ในบ้าน: เราเตอร์ที่บ้านทำหน้าที่เป็น Gateway โดยเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์หรือสมาร์ทโฟนเข้ากับอินเทอร์เน็ต เมื่อคุณดูวิดีโอบน YouTube ข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ YouTube จะผ่าน Gateway เข้ามายังอุปกรณ์ของคุณ

ใน IoT: เซ็นเซอร์ในบ้านอัจฉริยะ (Smart Home) เช่น หลอดไฟอัจฉริยะ ส่งข้อมูลสถานะ (เปิด/ปิด) ไปยัง IoT Gateway ซึ่งจะส่งต่อไปยังแอปบนสมาร์ทโฟนผ่านคลาวด์

ในอุตสาหกรรม: Gateway ในโรงงานเชื่อมต่อเครื่องจักรที่ใช้โปรโตคอลเก่า (เช่น Profibus) เข้ากับระบบคลาวด์สมัยใหม่ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลการผลิตแบบเรียลไทม์

2) ความสำคัญของ Gateway

Gateway มีความสำคัญอย่างมากในโลกดิจิทัล

เชื่อมต่อความหลากหลาย: ช่วยให้ระบบที่แตกต่างกันทำงานร่วมกันได้

เพิ่มประสิทธิภาพ: ลดภาระของเครือข่ายด้วยการกรองและประมวลผลข้อมูล

รักษาความปลอดภัย: ป้องกันภัยคุกคามและควบคุมการเข้าถึง

ขยายขีดความสามารถ: ทำให้เทคโนโลยีสมัยใหม่( IoT, Cloud )เข้ากันได้กับระบบเก่า

ในยุคปัจจุบันที่ Internet of Things (IoT) และ Industry 4.0 เติบโต Gateway กลายเป็นหัวใจสำคัญที่ขับเคลื่อนการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์นับล้านทั่วโลก ไม่ว่าจะเป็นบ้านอัจฉริยะ โรงงานอัตโนมัติ หรือเมืองอัจฉริยะ (Smart City) Gateway ช่วยให้ทุกอย่างทำงานร่วมกันได้อย่างราบรื่น

Gateway ไม่ได้จำกัดอยู่แค่การเชื่อมต่อเครือข่ายพื้นฐานเท่านั้น แต่ยังมีบทบาทในบริบทที่กว้างขึ้น เช่น การเชื่อมต่อระบบที่ใช้เทคโนโลยีต่างยุคสมัย (Legacy Systems) กับระบบสมัยใหม่ หรือการเป็นจุดศูนย์กลางในการจัดการข้อมูลในเครือข่ายขนาดใหญ่ Gateway จึงเปรียบเสมือน "ผู้ประสานงาน" ที่ทำให้ระบบต่าง ๆ สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างลงตัว

3) ประเภทของ Gateway

Gateway สามารถแบ่งได้ตามการใช้งานและลักษณะการทำงาน เช่น:

Network Gateway: เชื่อมต่อเครือข่าย เช่น เราเตอร์ที่เป็น Default Gateway ในบ้าน

Protocol Gateway: แปลงโปรโตคอล เช่น จาก Zigbee เป็น MQTT ในระบบ IoT

Application Gateway: ทำงานในระดับแอปพลิเคชัน เช่น Web Application Firewall (WAF) ที่กรองคำขอ HTTP

Cloud Gateway: เชื่อมต่ออุปกรณ์ในท้องถิ่นเข้ากับคลาวด์ เช่น AWS IoT Gateway

Security Gateway: ป้องกันภัยคุกคาม เช่น VPN Gateway ที่เข้ารหัสข้อมูลข้ามเครือข่าย

4) ข้อดีและข้อเสียของ Gateway

ข้อดี

ความยืดหยุ่น: เชื่อมต่อระบบที่แตกต่างกันได้อย่างราบรื่น

ประสิทธิภาพ: ช่วยกรองและจัดการข้อมูล ลดภาระของเครือข่าย

ความปลอดภัย: เพิ่มชั้นการป้องกัน เช่น การกรองแพ็กเก็ตหรือเข้ารหัส

ลดความซับซ้อน: ผู้ใช้ไม่ต้องจัดการการเชื่อมต่อด้วยตัวเอง

ข้อเสีย

จุดล้มเหลว (Single Point of Failure): หาก Gateway ล่ม เครือข่ายอาจหยุดชะงักทั้งระบบ

ความซับซ้อนในการตั้งค่า: Gateway บางตัว เช่น ในอุตสาหกรรม อาจต้องกำหนดค่าโดยผู้เชี่ยวชาญ

ค่าใช้จ่าย: Gateway ขั้นสูง เช่น IoT Gateway ที่มี Edge Computing อาจมีราคาสูง

**2.1.9 สายต่อจัมเปอร์**

**สายต่อจัมเปอร์ (Jumper Wire)** คือสายไฟที่ใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยไม่ต้องบัดกรี ส่วนใหญ่นิยมใช้กับ **โพรโทบอร์ด (Breadboard)** และไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น **Arduino, ESP8266, ESP32, Raspberry Pi** สายจัมเปอร์มีลักษณะเป็นสายไฟเส้นเล็ก หุ้มฉนวน และมีขั้วต่อปลายสายที่สามารถเสียบเข้ากับพอร์ตหรือขาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ง่าย ทำให้สะดวกสำหรับการทดลองและพัฒนาโปรเจคต่าง ๆ

**1) ประเภทของสายต่อจัมเปอร์**

สายจัมเปอร์มีหลายประเภท แบ่งตามลักษณะของขั้วต่อปลายสาย ได้แก่

**(1.1) สายจัมเปอร์แบบหัวเข็ม (Male-to-Male, M-M)**

มีขั้วต่อเป็น **หัวเข็มทั้งสองด้าน**

ใช้เชื่อมต่อระหว่างโพรโทบอร์ดกับอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น **Arduino →**

**Breadboard**

ใช้งานง่ายและเหมาะกับโปรเจคที่ต้องการเชื่อมต่อหลายจุด

**(1.2) สายจัมเปอร์แบบหัวปลอก (Female-to-Female, F-F)**

มีขั้วต่อเป็น **หัวปลอกทั้งสองด้าน**

ใช้เชื่อมต่อกับขั้วพินของอุปกรณ์ เช่น **เซ็นเซอร์, โมดูลต่าง ๆ, Raspberry Pi**

**(1.3) สายจัมเปอร์แบบหัวเข็ม-หัวปลอก (Male-to-Female, M-F)**

มีขั้วต่อ **หัวเข็มด้านหนึ่ง และหัวปลอกอีกด้านหนึ่ง**

ใช้เชื่อมต่ออุปกรณ์ที่มีขาเป็นพิน เช่น **Arduino → โมดูลเซ็นเซอร์**

**2. หลักการทำงานของสายต่อจัมเปอร์**

สายจัมเปอร์ทำหน้าที่เป็น **ตัวนำไฟฟ้า** ที่ช่วยเชื่อมต่อสัญญาณหรือพลังงานไฟฟ้าระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยภายในสายจัมเปอร์ประกอบด้วย **แกนลวดทองแดงหรือโลหะนำไฟฟ้า** ที่ช่วยให้กระแสไฟฟ้าและข้อมูลวิ่งผ่านได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**(2.1) วิธีใช้งานสายจัมเปอร์ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์**

**เลือกประเภทสายจัมเปอร์ให้เหมาะสมกับอุปกรณ์**

หากต้องการเชื่อมต่อโพรโทบอร์ด ให้ใช้ **สาย Male-to-Male**

หากต้องการเชื่อมต่อโมดูลเซ็นเซอร์ ให้ใช้ **สาย Male-to-Female**

**เชื่อมต่อขั้วสายให้ถูกต้อง**

ขั้ว **VCC (ไฟเลี้ยง)** ต้องเชื่อมต่อกับขั้วไฟบวกของอุปกรณ์

ขั้ว **GND (กราวด์)** ต้องเชื่อมต่อกับขั้วกราวด์ของอุปกรณ์

**ตรวจสอบความแน่นของขั้วต่อ**

หลีกเลี่ยงการเชื่อมต่อที่หลวม เพราะอาจทำให้วงจรทำงานผิดพลาด

**3) ข้อดีและข้อเสีย**

**ข้อดี**

**สะดวกและใช้งานง่าย** – ไม่ต้องบัดกรีให้ยุ่งยาก  
**เหมาะสำหรับการทดลองวงจร** – สามารถเปลี่ยนการเชื่อมต่อได้ง่าย  
**มีหลายขนาดและความยาวให้เลือก** – สามารถใช้กับอุปกรณ์ได้หลากหลาย

**ข้อเสีย**

**เชื่อมต่อไม่แน่นหนาเหมือนบัดกรี** – อาจมีปัญหาสายหลุดหรือหลวมได้  
**ไม่เหมาะกับวงจรที่ต้องการความแข็งแรงถาวร** – ควรใช้ PCB และบัดกรีแทน

**4. เคล็ดลับในการเลือกและใช้งานสายจัมเปอร์ให้มีประสิทธิภาพ**

**เลือกใช้สายที่มีคุณภาพดี** – สายที่มีฉนวนหนาจะทนทานและไม่ขาดง่าย  
**ใช้สีของสายให้เป็นระเบียบ** – ช่วยให้เข้าใจการเชื่อมต่อวงจรได้ง่ายขึ้น  
**ระวังไม่ให้สายจัมเปอร์พันกัน** – ป้องกันความสับสนในวงจร

**5. ขนาดและสีของสายจัมเปอร์**

**(5.1) ขนาดความยาวของสายจัมเปอร์**

สายจัมเปอร์มีหลายขนาด ตั้งแต่ **10 ซม.** ไปจนถึง **30 ซม.** หรือมากกว่า ขึ้นอยู่กับการใช้งาน

**(5.2) สีของสายจัมเปอร์**

สีของสายจัมเปอร์มักใช้เพื่อระบุหน้าที่ของสาย เช่น

**สีแดง** – ขั้วไฟเลี้ยง (VCC)

**สีดำ** – ขั้วกราวด์ (GND)

**สีเขียว** – สัญญาณข้อมูล (Data)

**สีน้ำเงิน** – สัญญาณควบคุม (Control)

2.1.10 โพรโทบอร์ด

**โพรโทบอร์ด (Protoboard)** หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า **เบรดบอร์ด (Breadboard)** เป็นแผ่นวงจรที่ใช้สำหรับสร้างและทดสอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์โดยไม่ต้องบัดกรี ช่วยให้นักพัฒนาและผู้ที่เรียนรู้เกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์สามารถประกอบวงจร ทดลอง และแก้ไขได้สะดวกโพรโทบอร์ดมักใช้ร่วมกับ **ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)** เช่น **Arduino, ESP8266, ESP32** และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ เช่น **ตัวต้านทาน (Resistor), ตัวเก็บประจุ (Capacitor), ไดโอด (Diode), ทรานซิสเตอร์ (Transistor)** และ **IC (Integrated Circuit)**

**1) องค์ประกอบของโพรโทบอร์ด**

โพรโทบอร์ดแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่

**(1.1) แถวจ่ายไฟ (Power Rail)**

แถวด้านข้างของโพรโทบอร์ดใช้สำหรับจ่ายไฟ **(VCC และ GND)** ไปยังวงจร

โดยทั่วไปจะมีเครื่องหมาย **+ (บวก) และ - (ลบ)** ระบุว่าควรเชื่อมต่อกับไฟเลี้ยงและ

กราวด์

**(1.2) บริเวณต่อวงจร (Terminal Strip)**

บริเวณตรงกลางมีช่องเสียบที่เชื่อมต่อกันในแนวตั้ง

ใช้สำหรับวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น ตัวต้านทาน, ไฟ LED, เซ็นเซอร์ หรือชิป IC

**(1.3) ร่องตรงกลาง (Groove/IC Notch)**

ร่องกลางช่วยให้สามารถวางชิป **IC (Integrated Circuit)** ได้ โดยแต่ละแถวของขา

IC จะไม่เชื่อมต่อกันโดยอัตโนมัติ ทำให้สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์รอบข้างได้ง่ายขึ้น

**2) หลักการทำงานของโพรโทบอร์ด**

โพรโทบอร์ดทำงานโดยการใช้แผ่นโลหะภายในที่เชื่อมต่อกับช่องเสียบแต่ละแถว ทำให้สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้โดยไม่ต้องใช้สายไฟจำนวนมาก

**(2.1) วิธีการเชื่อมต่อวงจร**

**เสียบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงในช่องเสียบของโพรโทบอร์ด**

เช่น ตัวต้านทาน, LED, ทรานซิสเตอร์ หรือ IC

**ใช้สายจั้มเปอร์ (Jumper Wire) เชื่อมต่อขาต่าง ๆ**

สามารถเชื่อมต่อขา **VCC และ GND** ไปยังแหล่งจ่ายไฟภายนอก

**ทดสอบการทำงานของวงจร**

ใช้มัลติมิเตอร์ตรวจสอบการไหลของกระแสไฟฟ้า

เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น Arduino เพื่อควบคุมการทำงาน

**3) ประเภทของโพรโทบอร์ด**

โพรโทบอร์ดมีหลายขนาดและรูปแบบ ขึ้นอยู่กับการใช้งาน

**(3.1) โพรโทบอร์ดแบบไม่มีแผงวงจร (Solderless Breadboard)**

นิยมใช้สำหรับการทดลองวงจร

สามารถถอดเปลี่ยนอุปกรณ์ได้ง่ายโดยไม่ต้องบัดกรี

**(3.2) โพรโทบอร์ดแบบแผงวงจรเจาะรู (Perfboard หรือ Stripboard)**

ต้องใช้การบัดกรีเพื่อเชื่อมต่อวงจร

เหมาะสำหรับโปรเจคที่ต้องการความถาวร

**(3.3) โพรโทบอร์ดแบบแผ่น PCB สำเร็จรูป**

เป็นแผ่นวงจรพิมพ์ที่มีการเชื่อมต่อทองแดงอยู่แล้ว

ใช้สำหรับการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จริง

**4) ข้อดีและข้อเสียของโพรโทบอร์ด**

**ข้อดี**

**ใช้งานง่ายและไม่ต้องบัดกรี** – สามารถทดลองวงจรได้สะดวก

**แก้ไขและปรับปรุงวงจรได้ง่าย** – สามารถถอดเปลี่ยนอุปกรณ์ได้โดยไม่เสียหาย  
 **เหมาะสำหรับการเรียนรู้** – นักเรียน นักศึกษา และผู้ที่สนใจสามารถใช้ทดลองได้

**ข้อเสีย**

**การเชื่อมต่ออาจไม่แน่นหนา** – ขึ้นอยู่กับคุณภาพของขั้วต่อภายใน  
 **ไม่เหมาะกับกระแสไฟสูง** – การจ่ายกระแสไฟเกิน 1A อาจทำให้โพรโทบอร์ดเสียหาย  
 **ไม่เหมาะกับวงจรที่ซับซ้อนมาก** – วงจรที่มีอุปกรณ์จำนวนมากอาจต้องใช้ PCB แทน

2.1.11 GPS Module

**GPS Module (Global Positioning System Module)** คือโมดูลที่ใช้สำหรับระบุตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ โดยอาศัยสัญญาณจากดาวเทียม GPS ซึ่งโคจรอยู่รอบโลก ระบบ GPS ถูกพัฒนาโดยกระทรวงกลาโหมของสหรัฐอเมริกา และในปัจจุบันถูกนำมาใช้ในงานพลเรือนอย่างแพร่หลาย เช่น ระบบนำทางรถยนต์, ติดตามยานพาหนะ, อุปกรณ์ IoT และโดรน

**1) องค์ประกอบของ GPS Module**

GPS Module ประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้

**(1.1)ชิป GPS Receiver**

เป็นชิปที่ทำหน้าที่รับและประมวลผลสัญญาณจากดาวเทียม GPSตัวอย่างชิปที่นิยมใช้

ได้แก่ **Ublox NEO-6M, NEO-7M, MTK3339**

**(1.2) เสาอากาศ GPS (GPS Antenna)**

ทำหน้าที่รับคลื่นสัญญาณจากดาวเทียมมีทั้งแบบ **Patch Antenna** (ในตัว) และ **Active**

**Antenna** (ต่อภายนอก)

**(1.3) หน่วยความจำ (EEPROM/FLASH Memory)**

บางโมดูลมีหน่วยความจำเก็บข้อมูลตำแหน่งล่าสุดเพื่อลดเวลาเริ่มต้นจับสัญญาณ

(Warm Start)

**(1.4) อินเตอร์เฟสสื่อสาร (Communication Interface)**

GPS Module ใช้โปรโตคอลสื่อสารแบบ **UART, I2C หรือ SPI** เพื่อส่งข้อมูลไปยัง

ไมโครคอนโทรลเลอร์

**2) หลักการทำงานของ GPS Module**

GPS Module ทำงานโดยอาศัย **ดาวเทียม GPS อย่างน้อย 4 ดวง** ในการคำนวณพิกัดตำแหน่ง โดยมีหลักการดังนี้

**(2.1) การรับสัญญาณจากดาวเทียม GPS**

มีดาวเทียม GPS ประมาณ **24 ดวง** โคจรรอบโลก

GPS Module จะค้นหาสัญญาณจากดาวเทียมที่อยู่ในระยะที่รับได้

ต้องใช้สัญญาณจากอย่างน้อย **4 ดวง** ในการคำนวณตำแหน่งที่แม่นยำ

**(2.2) หลักการคำนวณตำแหน่ง (Trilateration)**

ใช้หลักการ **สามเหลี่ยมระยะ (Trilateration)**

คำนวณตำแหน่งโดยอ้างอิงระยะทางจากดาวเทียมแต่ละดวง

**(2.3) การคำนวณความเร็วและทิศทาง**

GPS Module คำนวณความเร็วจากการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่ง (ΔS/ΔT)

สามารถบอกทิศทางการเคลื่อนที่ได้โดยอิงจากการเปลี่ยนแปลงพิกัด

2.1.12 Arduino IDE

**Arduino IDE (Integrated Development Environment)** คือซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียนโค้ดและอัปโหลดโปรแกรมลงบนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ของ **Arduino** เช่น **Arduino Uno, Arduino Mega, Arduino Nano** เป็นต้น โปรแกรมนี้ได้รับการพัฒนาให้ใช้งานง่าย เหมาะสำหรับมือใหม่และนักพัฒนาอิเล็กทรอนิกส์

**1) คุณสมบัติของ Arduino IDE**

รองรับภาษา **C และ C++**

มี **Serial Monitor** สำหรับดูข้อมูลจากบอร์ด

มีไลบรารีสำเร็จรูปช่วยให้เขียนโค้ดง่ายขึ้น

รองรับการใช้งานร่วมกับบอร์ดอื่น ๆ เช่น ESP8266, ESP32

สามารถติดตั้ง **Plug-ins** และไลบรารีเพิ่มเติมได้

**2) องค์ประกอบของ Arduino IDE**

**(2.1) แถบเมนู (Menu Bar)**

**File:** เปิด/บันทึกโค้ดใหม่

**Edit:** คัดลอก/วางโค้ด

**Sketch:** คอมไพล์โค้ด

**Tools:** ตั้งค่าบอร์ด, พอร์ตเชื่อมต่อ

**(2.2) พื้นที่เขียนโค้ด (Code Editor)**

ส่วนที่ใช้เขียนโปรแกรมภาษา C++

**(2.3) ปุ่มควบคุม (Toolbar Buttons)**

**Verify**  → ตรวจสอบโค้ด

**Upload** → อัปโหลดโค้ดลงบอร์ด

**Serial Monitor**  → ดูข้อมูลจากบอร์ด

**3) หลักการทำงานของ Arduino IDE**

**(3.1) เขียนโค้ด (Coding)**

โปรแกรมจะถูกเขียนด้วยภาษา **C++**

ใช้โครงสร้างโค้ดพื้นฐานของ Arduino

**(3.2) คอมไพล์โค้ด (Compile)**

แปลงโค้ดเป็นไฟล์ที่บอร์ดเข้าใจ (HEX File)

**(3.3) อัปโหลดไปยังบอร์ด (Upload to Board)**

ใช้ USB ส่งโปรแกรมไปยังบอร์ด

**(3.4) รันโค้ดบนบอร์ด (Execution on Board)**

บอร์ดเริ่มทำงานตามคำสั่งที่เขียนไว้

2.1.13 JavaScript

**JavaScript** คือภาษาโปรแกรมที่ใช้สำหรับการพัฒนาเว็บไซต์ เพื่อทำให้เว็บไซต์มีความสามารถในการโต้ตอบ (Interactivity) และปรับปรุงประสบการณ์ของผู้ใช้ ภาษา JavaScript เป็นหนึ่งในสามภาษาหลักที่ใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์ ซึ่งประกอบไปด้วย:

**HTML (HyperText Markup Language):** สำหรับโครงสร้างของหน้าเว็บ

**CSS (Cascading Style Sheets):** สำหรับการตกแต่งและจัดรูปแบบของเว็บไซต์

**JavaScript:** สำหรับเพิ่มความสามารถในการโต้ตอบและฟังก์ชันต่างๆ บนเว็บไซต์

**1) ประวัติและการพัฒนา**

JavaScript ถูกพัฒนาโดย **Brendan Eich** ที่ทำงานให้กับ Netscape Communications ในปี 1995 โดยในตอนแรกถูกเรียกว่า **LiveScript** แต่ภายหลังได้เปลี่ยนชื่อเป็น JavaScript เพื่อเชื่อมโยงกับความนิยมของ **Java** ซึ่งในเวลานั้นถือเป็นภาษาที่ได้รับความนิยมมากที่สุดปัจจุบัน JavaScript ได้รับการพัฒนาและขยายขอบเขตการใช้งาน โดยมีการสนับสนุนจากองค์กรต่างๆ และได้มีการออก **ECMAScript** ซึ่งเป็นมาตรฐานของ JavaScript เพื่อให้การใช้งานเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

**2) การใช้งานของ JavaScript**

**การจัดการ DOM (Document Object Model):** ใช้ในการจัดการกับเนื้อหาภายใน HTML และการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาของหน้าเว็บแบบไดนามิก

**การทำงานแบบ Asynchronous:** เช่น การใช้ **AJAX** (Asynchronous JavaScript and XML) เพื่อดึงข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์โดยไม่ต้องโหลดหน้าเว็บใหม่

**การสร้างแอปพลิเคชันแบบ Single Page Application (SPA):** เช่น การใช้ **React, Angular, Vue.js** เพื่อสร้างแอปพลิเคชันที่มีการโหลดเนื้อหาแบบไดนามิก

**การสร้างเกมส์:** สามารถใช้ JavaScript ร่วมกับ HTML5 Canvas หรือ WebGL เพื่อสร้างเกมส์ในเบราว์เซอร์

**การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันฝั่งเซิร์ฟเวอร์:** ด้วย **Node.js** JavaScript สามารถใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันฝั่งเซิร์ฟเวอร์ได้

3**) ประโยชน์และข้อดีของ JavaScript**

**ข้อดี**

**ทำงานได้ทั้งฝั่ง Client และ Server** ทำให้ JavaScript เป็นภาษาที่มีความยืดหยุ่นสูง

**สามารถปรับแต่งและโต้ตอบกับผู้ใช้** ผ่านการจัดการ DOM

**ใช้งานง่าย** โดยมีไลบรารีและเฟรมเวิร์ก (เช่น React, Angular, Vue.js) ที่ช่วยให้การพัฒนาเว็บไซต์เร็วขึ้น

**ข้อเสีย**

**ข้อจำกัดด้านการรักษาความปลอดภัย** เพราะ JavaScript ทำงานในฝั่ง Client ซึ่งอาจถูกโจมตีจากผู้ไม่หวังดี

**การทำงานที่ซับซ้อน** หากโค้ด JavaScript ไม่ได้รับการจัดการอย่างเหมาะสมอาจทำให้โปรเจกต์ซับซ้อนและยากในการบำรุงรักษา

2.1.14 Monggo

MongoDB เป็นระบบฐานข้อมูลแบบ NoSQL ที่ใช้การจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของ เอกสาร (Document-Oriented Database) โดยข้อมูลจะถูกเก็บในรูปแบบ JSON (JavaScript Object Notation) หรือ BSON (Binary JSON) ทำให้มีความยืดหยุ่นสูงและรองรับโครงสร้างข้อมูลที่ไม่เป็นตารางเหมือนฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database - RDBMS) เช่น MySQL หรือ PostgreSQL MongoDB ได้รับการพัฒนาโดย บริษัท MongoDB Inc. และได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในวงการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันและระบบที่ต้องการความสามารถในการปรับขยาย (Scalability) สูง เช่น Big Data, IoT, และ Cloud Computing

1) คุณสมบัติหลักของ MongoDB

โครงสร้างข้อมูลแบบเอกสาร (Document-Oriented):ข้อมูลจะถูกเก็บเป็นเอกสารJSON/BSON ทำให้มีความยืดหยุ่นสูงและสามารถรองรับข้อมูลที่ซับซ้อนได้

ไม่มีโครงสร้างตายตัว (Schema-less): ไม่จำเป็นต้องกำหนดโครงสร้างตายตัวของข้อมูล สามารถเพิ่มหรือลดฟิลด์ได้อย่างอิสระ

รองรับการขยายตัวแบบกระจาย (Horizontal Scaling): สามารถขยายระบบได้โดยการเพิ่มเซิร์ฟเวอร์หลายตัวผ่าน Sharding

รองรับการทำงานแบบ Replication: ช่วยให้ข้อมูลมีความปลอดภัยสูงและสามารถทำงานไดอย่างต่อเนื่องหากเซิร์ฟเวอร์หลักล่ม

รองรับการค้นหาข้อมูลที่ซับซ้อน: สามารถใช้ Indexing และ Aggregation เพื่อค้นหาข้อมูลได้รวดเร็วขึ้น

2) หลักการทำงานของ MongoDB

(2.1) โครงสร้างพื้นฐานของ MongoDB

MongoDB มีโครงสร้างพื้นฐานในการจัดเก็บข้อมูลดังนี้:

Database (ฐานข้อมูล): เป็นที่เก็บข้อมูลทั้งหมดภายใน MongoDB

Collection (คอลเลกชัน): เป็นเหมือน "ตาราง" ในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ แต่ไม่

จำเป็นต้องมีโครงสร้างที่แน่นอน

Document (เอกสาร): เป็นหน่วยข้อมูลพื้นฐานที่เก็บอยู่ใน Collection ซึ่งมีโครงสร้าง

เป็น JSON/BSON

(2.2) การทำงานของ MongoDB Replication

MongoDB ใช้ระบบ Replication เพื่อสร้างชุดสำรองข้อมูลและเพิ่มความปลอดภัยของ

ข้อมูล โดยเซิร์ฟเวอร์ MongoDB สามารถถูกตั้งค่าเป็น Replica Set ซึ่งประกอบไปด้วย:

Primary Node: เป็นเซิร์ฟเวอร์หลักที่รับคำสั่งการเขียนข้อมูล

Secondary Nodes: เป็นเซิร์ฟเวอร์สำรองที่คัดลอกข้อมูลจาก Primary Node และ

สามารถทำงานแทนหาก Primary Node ล่ม

(2.3) การขยายระบบด้วย Sharding

MongoDB รองรับการขยายตัวแบบ Sharding ซึ่งเป็นกระบวนการกระจายข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์หลายตัวเพื่อให้สามารถรองรับการทำงานกับข้อมูลขนาดใหญ่ได้ โดย MongoDB จะใช้ Sharding Key ในการแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่ม ๆ และกระจายไปยังเซิร์ฟเวอร์ต่าง ๆ

**3) การนำ MongoDB ไปใช้งาน**

MongoDB ได้รับความนิยมในการพัฒนาแอปพลิเคชันที่ต้องการฐานข้อมูลที่สามารถขยายตัวได้ง่ายและรองรับข้อมูลที่ไม่เป็นโครงสร้างตายตัว เช่น:

**(3.1) การพัฒนาเว็บและ API**

MongoDB มักถูกใช้ร่วมกับ **Node.js** และ **Express.js** เพื่อพัฒนา **REST API หรือ GraphQL API** โดยใช้ Mongoose เป็นไลบรารีที่ช่วยจัดการ MongoDB ได้ง่ายขึ้น

**(3.2) ระบบ Big Data และ Analytics**

MongoDB เหมาะสำหรับการจัดเก็บข้อมูลขนาดใหญ่และการวิเคราะห์ข้อมูลที่ต้องการความเร็วสูง

**(3.3) ระบบ IoT และ Sensor Data**

MongoDB รองรับการจัดเก็บข้อมูลที่ถูกส่งมาจากเซ็นเซอร์ที่มีโครงสร้างข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

**2.2 งานวิจัยหรือโครงงานอื่นที่เกี่ยวข้อง**

ฮาบิบ บิณอะฮมัด (2562) ได้ทำวิจัยเรื่องการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการบันทึกเส้นทางโดยสารของรถรับส่งนักเรียน การใช้ระบบ GPS (Global Positioning System) เป็นส่วนสำคัญในการติดตามการเคลื่อนที่ของรถโดยสารและระบบ GSM (Global System for Mobile Communications) เป็นระบบสื่อสารที่ทันสมัยในปัจจุบัน ดังนั้นงานวิจัยที่ใช้ระบบ GPS และ GSM มาใช้ในการในการทำวิจัยเริ่มมีจำนวนมากขึ้น ดังตัวอย่างการศึกษาความเที่ยงตรงและความน่าเชื่อถือแบบเวลาจริงของระบบติดตามโดยใช้ระบบ GPS และระบบ GSM โดยแสดงบนแผนที่ Google Map

กิตติพงศ์ พิทักษ์สกุลถาวร (2564) ได้ทำวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาระบบกำหนดตำแหน่งยานพาหนะแบบอัตโนมัติ ในการติดตามการเดินทางขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุก ผู้วิจัยมีแนวความคิดที่จะนำเอา GPS หรือระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System : GPS) ที่ช่วยในการบอกตำแหน่งพิกัด (X,Y,Z) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่มาช่วยใน การติดตามรถบรรทุกขนส่งสินค้า และติดตามพฤติกรรมผู้ขับรถ ให้เกิดประสิทธิภาพในการ เดินทางขนส่งสินค้าได้

ณัฏฐ์ ตั้งปรีชาพาณิชย์ (2565) ได้ทำวิจัยเรื่องการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันระบบการติดตาม เส้นทางเดินรถโดยสารแบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยีจีพีเอส โมบายแอปพลิเคชันระบบการติดตามเส้นทางเดินรถโดยสารแบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยีจีพีเอส เป็น การพัฒนาระบบบริหารการขนส่งแบบเรียลไทม์เรียกว่า “NOSTRA Logistics: Cloud Shipment Management” เป็นการเชื่อมโยงช่องว่างระหว่างการใช้บริการคลาวด์และการจัดเก็บข้อมูลที่มีความละเอียดอ่อน และการจัดการ โดยใช้แพลตฟอร์ม FIWARE การสร้างแอปพลิเคชันกําหนดการโยกย้ายอัตโนมัติในระบบ FWARE และการจัดส่ง

พัลลภ เนตรสาคร (2563) ได้ทำวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบติดตามตรวจสอบและพัฒนาคุณภาพการให้บริการของรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รถโดยสารภายในจุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย (CU Shuttle Bus) ถือ เปนระบบขนสงสาธารณะภายในมหาวิทยาลัยที่มีความสำคัญอยางยิ่งและมีผูใชบริการเปนจำนวนมาก เปดใหบริการครอบคลุมพื้นที่การศึกษาและ พื้นที่บริการเชิงพาณิชยโดยรอบมหาวิทยาลัย โดยมีบริษัทเอกชนเปนผูใหบริการภายใตการกำกับดูแลของจุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย ซึ่งจะมีการ ตรวจสอบผลการดําเนินงานของบริษัทในแตละเดือนวา ใหบริการเดินรถไดครบถวนตามเกณฑการตรวจรับงานขั้นต่ำ (จำนวนเที่ยวและระยะทางการ เดินรถ) ที่ระบุในขอบเขตของงาน (TOR) การจางบริการเดินรถโดยสาร ภายในจุฬาลงกรณมหาวิทยาลัยแบบไมมีการจัดเก็บคาโดยสารดวยวิธีการ ทางอิเล็กทรอนิกสหรือไม โดยตรวจสอบจากรายงานผลการปฏิบัติงาน ประจำเดือน รายงานผลการปฏิบัติงานประจำเดือน เปนรายงานที่จัดทำขึ้นจากผูรับจาง ซึ่งคณะกรรมการตรวจรับการจางไมสามารถตรวจสอบความ ถูกตองของขอมูลไดมากนัก อีกทั้งระยะทางในรายงานเกิดจากจำนวนเที่ยว คูณระยะทางคงที่ตอรอบ ไมใชระยะทางการใหบริการจริง จำนวน ผู้โดยสารจากเครื่องนับผู้โดยสารอัตโนมัติมีความผิดพลาดสูง ซึ่งเกิดจาก การนับที่ผิดพลาดของตัวเซ็นเซอรที่ติดอยู่บริเวณประตูของรถ คณะผู้วิจัย เห็นวา ควรที่จะมีการพัฒนาระบบติดตาม และตรวจสอบคุณภาพการ ใหบริการรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณมหาวิทยาลัยใหมีประสิทธิภาพมาก ขึ้น โดยใชโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการตรวจสอบปริมาณผู้โดยสารที่ใช บริการในแต่ละสายจากเครื่องตรวจวัดอัตโนมัติ การคํานวณระยะทางและ จำนวนรอบในแต่ละสายจากข้อมูลตำแหน่งพิกัด GPS เพื่อนําข้อมูลที่ได้มา เปรียบเทียบและตรวจสอบกับผลการดำเนินงานของบริษัทผู้ใหบริการรถ โดยสารภายในจุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

จุฑามณี รุ้งแก้ว (2566) ได้ทำวิจัยเรื่องการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับติดตามรถรับส่งนักเรียน การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับติดตามรถรับส่งนักเรียนดำเนินการศึกษาปัญหาและความต้องการของผู้ปกครองนักเรียนและพนักงานขับรถปัญหาการเสียเวลาขณะที่รอรถโดยไม่สามารถทราบถึงเวลาที่แน่ชัดในการมาถึงของรถรับส่งรับส่งนักเรียนปัญหาของพนักงานขับรถรับส่งรับส่งนักเรียนที่ไม่ทราบล่วงหน้ากรณีนักเรียนที่ประสงค์จะไม่ร่วมเดินทางโดยสารรถไปโรงเรียนหากมีแอปพลิเคชันที่ช่วยอํานวยความสะดวกแก่ผู้ปกครองให้ทราบถึงตำแหน่ง

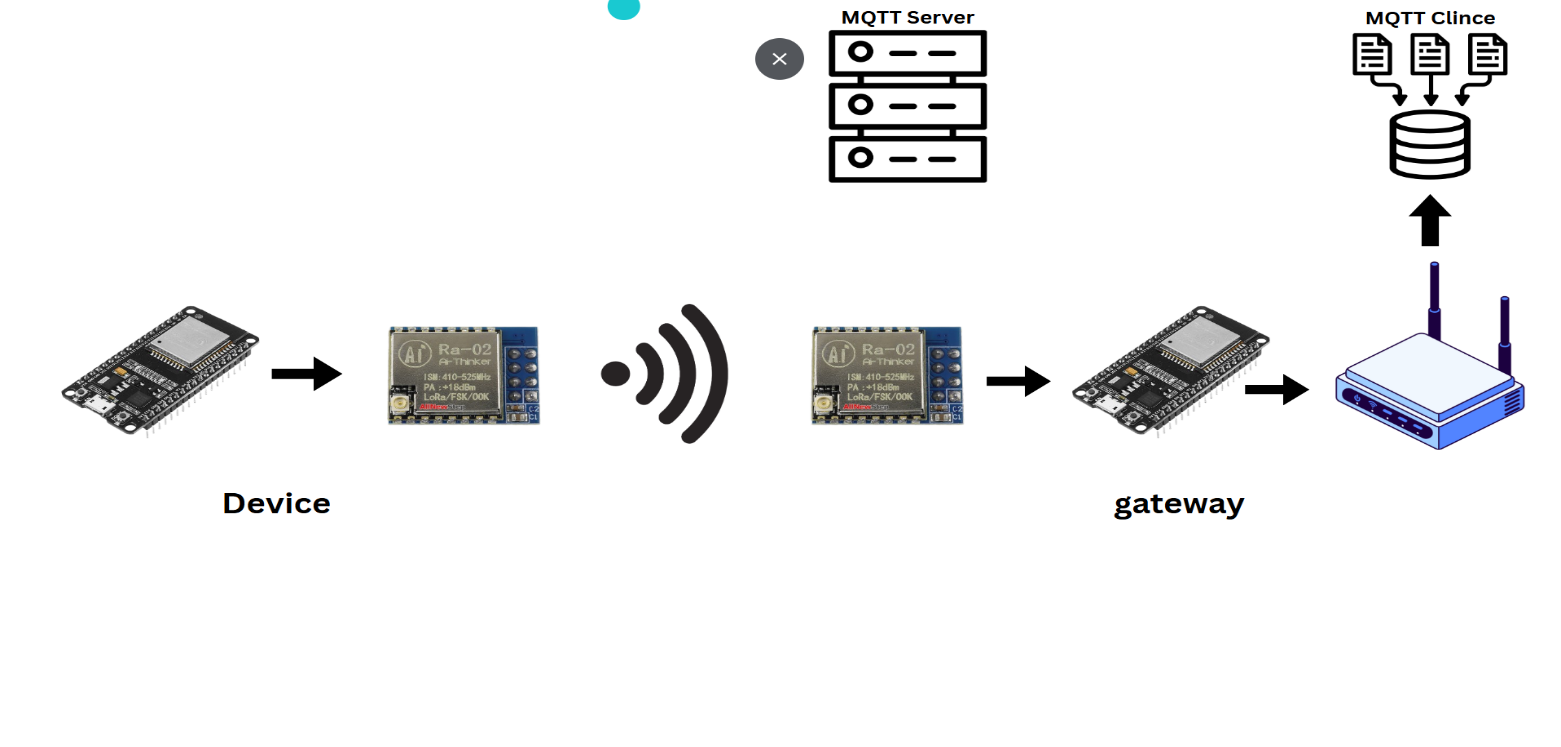
ของรถรับส่งนักเรียน เพื่อให้สามารถเตรียมตัวให้นักเรียนทันเวลาขึ้นรถและช่วยอํานวยความสะดวกแก่ทางผู้ขับรถให้ทราบถึงตำแหน่งบ้านของนักเรียนที่ต้องการให้ไปรับ และ สามารถตัดตำแหน่งบ้านของนักเรียนที่จะประสงค์ลาหยุด ไม่เป็นการเสียเวลาในการขับรถไปรับนักเรียนโดยได้ศึกษาเอกสาร ทฤษฎีGPS [3] คือระบบบอกพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกโดยเครื่องรับGPS จะรับสัญญาณจากดาวเทียมมาประมวลผล เพื่อให้เกิดความแม่นยําของตำแหน่งที่ต้องการทราบพิกัด โดยทั่วไปจะนํา GPS มาใช้งานร่วมกับแผนที่เพื่อบอกตำแหน่งที่ผู้ใช้ต้องการ เช่น ตำแหน่งของรถยนต์พิกัดตำแหน่งของอุปกรณ์ที่ต้องการติดตามเป็นต้น โดยระบบสามารถระบุตำแหน่งบนพื้นผิวโลกได้โดยอาศัยการคํานวณจากความถี่สัญญาณนาฬิกาที่ส่งมาจากดาวเทียมที่โคจรอยู่รอบโลก เครื่องรับสัญญาณจีพีเอสจะสามารถคํานวณความเร็วและทิศทางเพื่อนำมาใช้ร่วมกับโปรแกรมแผนที่ได้และนําบริการ Google Maps [4] หรือ Maps บริการของ Google ที่ให้บริการ เทคโนโลยีด้านแผนที่ ประสิทธิภาพสูง ใช้งานง่าย คือ แผนที่และภาพถ่ายดาวเทียมคุณภาพดี ซึ่งครองคลุมพื้นผิวโลกในมาตราส่วนต่าง ๆ ตามความเหมาะสมโดยการทำงานหลักๆ ของ Google Maps จะทำผ่านการใช้งานของอุปกรณ์หลายชนิด (ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต) และการทำงานของอัลกอริทึมกับ AI ที่เข้ามาช่วยแนะนําเส้นทางที่เร็วไวที่สุด ซึ่งทั้งหมดนี้ทาง Maps จะนํามาจากที่อยู่ของคนที่ใช้บริการอยู่ในตอนนั้น และตรวจสอบจากผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตในบ้านเรา ซึ่งข้อมูลที่ได้มานี้ จะสามารถบอกตำแหน่งของที่อยู่เบื้องต้นของเราได้ โดยใช้ร่วมไปกับระบบ Global Positioning System (GPS)

**บทที่ 3**

**การวิเคราะห์และออกแบบระบบ**

**3.1 ระบบงานปัจจุบัน (Current System)**

ระบบติดตามยานพาหนะในปัจจุบันภายในมหาวิทยาลัยใช้การติดตามตำแหน่งผ่านระบบ GPS ซึ่งอาศัยเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (4G/5G) ในการส่งข้อมูลตำแหน่งไปยังเซิร์ฟเวอร์ อย่างไรก็ตาม ระบบปัจจุบันมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ค่าใช้จ่ายที่สูง การครอบคลุมของสัญญาณอินเทอร์เน็ตในพื้นที่ห่างไกล และการใช้งานพลังงานที่สูงของอุปกรณ์ GPS สิ่งเหล่านี้ทำให้เกิดความจำเป็นในการพัฒนาระบบที่มีต้นทุนต่ำกว่า ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถทำงานได้ในพื้นที่ที่สัญญาณอินเทอร์เน็ตไม่เสถียร

****

**ภาพที่ 3.1** หลักการทำงานของระบบ

จากภาพที่ 3.1 เป็นการเชื่อมต่อบอร์ด ESP32 กับตัว Module LoRa เพื่อที่จะส่งสัญญาณไปยัง LoRa อีกตัวซึ่ง LoRa อีกตัวนั้นทำการเชื่อมต่อกับบอร์ด ESP 32 เหมือนกันและใช้ WiFi ส่งข้อมูลเข้าไปยัง MQTT Clince เพื่อนที่จะอัพข้อมูลขึ้น MQTT Server

**3.2 แผนภาพบริบท (Context Diagram)**

**A diagram of a diagram

AI-generated content may be incorrect.**

**ภาพที่ 3.2** แผนภาพระบบระบุตำแหน่งระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัยด้วย

เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง

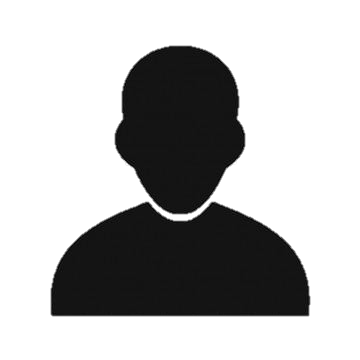
จากภาพที่ 3.2 แผนภาพดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงผังการทำงานของระบบว่ามีการส่งข้อมูล

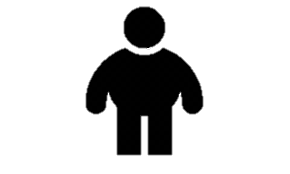
ยังไงและแต่ล่ะทำหน้าที่ส่งข้อมูลอะไรบ้าง และได้รับข้อมูลอะไรบ้าง

**3.3 แผนภาพยูสเคส Use Case Diagram**

**[vบอก**

พิกัดล่าสุดตำแหน่งยานพาหนะ

**-**



รายงานสถานะของรถโดยสาร

ส่งตำแหน่งที่อยู่ปัจจุบัน

ผู้ใช้งาน

คนขับรถโดยสาร

**ภาพที่ 3.3** แผนภาพยูสเคสระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัยด้วย

เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง

จากภาพที่ 3.3 แผนภาพยูสเคสระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัยด้วย

เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง แสดงการส่งข้อมูลระหว่างระหว่างผู้ใช้งานกับคนขับรโดยสารส่งข้อมูลพิกัดตำแหน่งล่าสุดของยานพาหนะ

**3.4 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยของฮาร์ดแวร์**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ภาพอุปกรณ์** | **ชื่ออุปกรณ์** | **การทำงานของอุปกรณ์** |
| ESP32 DEVKIT V1 / NodeMCU | Node MCU  Esp32 | ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มาพร้อมกับ Wi-Fi และ Bluetooth ในตัวเดียวกัน และมีความสามารถในการประมวลผลสูง รองรับการทำงานแบบ dual-core ซึ่งทำให้มันเป็นที่นิยมในการทำโปรเจ็กต์ IoT หรือ โปรเจ็กต์ที่ต้องการการเชื่อมต่อไร้สาย |
|  | โพรโทบอร์ด | เป็นอุปกรณ์ที่จะช่วยให้สามารถเชื่อมต่อ วงจรเพื่อทดลองง่ายขึ้น มีลักษณะเป็น พลาสติกมีรูจำนวนมากภายในรูเหล่านั้น จะมีการเชื่อมต่อถึงกันอย่างมีรูปแบบ |
| GY-NEO6MV2 Ublox GPS Module โมดูล GPS | GPS Module | เป็นชิ้นส่วนอุปกรณ์รับสัญญาณของฮาร์ดแวร์ ที่คุณสามารถเพิ่มเข้ากับชิ้นส่วนอื่นๆของฮาร์ดแวร์ต่างๆได้ ( เช่น ติดเข้ากับส่วนคอนโซลหน้ารถ, Raspberry PI, Arduino หรือแม้แต่กระทั่งคอมพิวเตอร์ของคุณเอง ) เพื่อให้สามารถรับข้อมูลจากดาวเทียม GPS ได้ |
| Product image SX1278 LoRa Module 433Mhz ( Ra-02 ) 5 | lora module | คือชื่อเรียกของเทคโนโลยีการมอดูเลชั่น เพื่อเข้ารหัสข้อมูลกับสัญญาณทางไฟฟ้าส่งออกในรูปแบบของคลื่นความถี่วิทยุ |

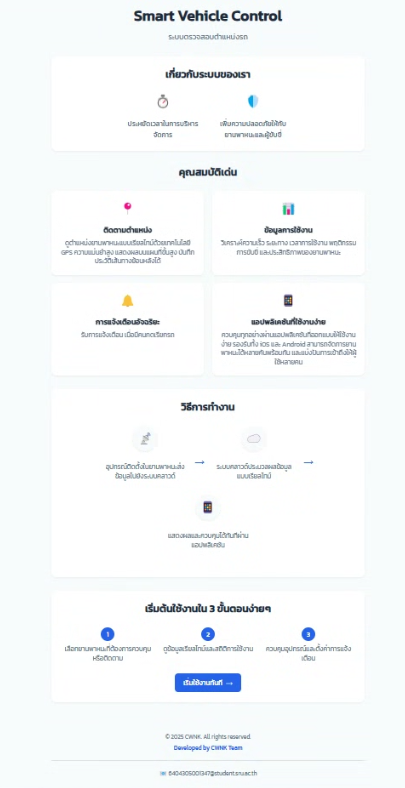
**ตาราง 3.4** เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยของฮาร์ดแวร์

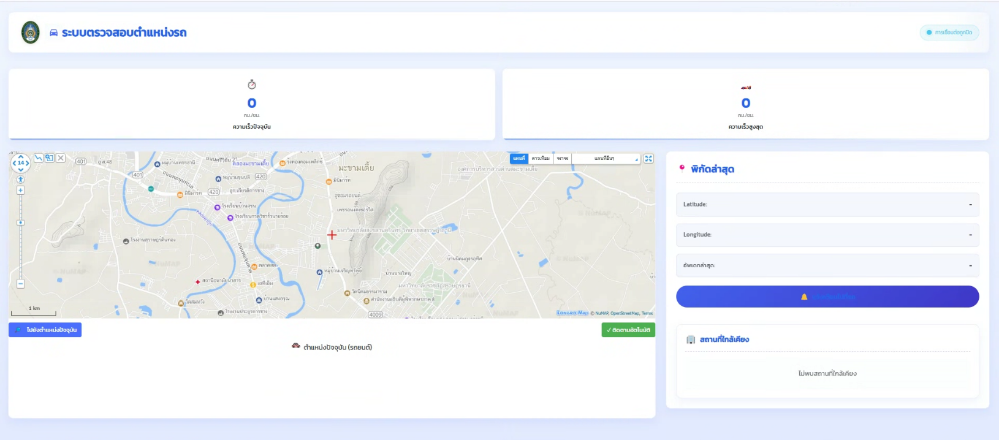
จากตารางที่ 3.4เครื่องที่ใช้ในงานวิจัยของฮาร์ดแวร์มีเครื่องมือที่ใช้ในระบบงานทั้งหมดมีอยู่ที่แสดงในตารางด้านบน

**3.5 ออกแบบและพัฒนาระบบ**

3.5.1 การออกแบบหน้า UI ระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารกรณีศึกษาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง

ในการออกแบบหน้าต่าง UI ของระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารกรณีศึกษาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง เป็นการออกแบบหน้าต่าง UI ในส่วนหน้าก่อนเข้าไปสู่ในระบบและหน้าภายในของระบบงาน

****

****

**ภาพที่ 3.4** การออกแบบหน้าต่าง UI ของระบบงาน

จากภาพที่ 3.4 เป็นรูปแบบของหน้าต่าง UI ของหน้าก่อนเข้าไปสู่ระบบและหน้าของระบบเพื่อให้ทราบว่าภายในหน้าต่างของระบบมีส่วนไหนบ้าง

3.5.2 ออกแบบฐานข้อมูล

**ตารางที่ 3.5** ออกแบบฐานข้อมูล

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ชื่อตัวแปร** | **ความหมาย** | **รูปแบบการจัดเก็บ** |
| id | ข้อมูล serial ของบอร์ด | integer |
| api | การรับข้อมูล API จาก LoRa | |  | | --- | |  |  |  | | --- | | text | |
| location | บอก location แบบ realtime | |  | | --- | |  |  |  | | --- | | text | |
| date | บอกวัน | date |
| time | บอกเวลา | time without time zone |
| geom | ข้อมูลพื้นที่ | geometry |
| lati | บอกละติจุด | numeric |
| lon | บอกลองจิจุด | numeric |

3.5.2 การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล

การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล เป็นการส่งข้อมูลที่ lat lon ไปยังฐานข้อมูลด้วยAPI จาก

LoRa จัดเก็บข้อมูล โดยส่งข้อมูลจากบอร์ด NodeMCU ที่ทำการเชื่อมต่อกับ gps lora เข้าสู่ฐานข้อมูลได้โดยใช้API

**3.6 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล (Entity Relationship Diagram)**

**A diagram of a data flow

AI-generated content may be incorrect.**

**ภาพที่ 3.5** แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล

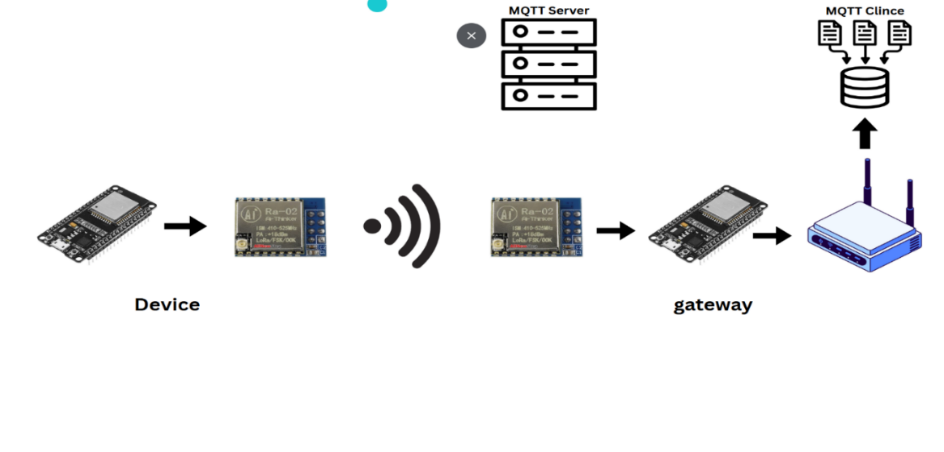
จากภาพที่ 3.5 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัยด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง

**บทที่ 4**

**ผลการดำเนินโครงงาน**

ผลการประเมินการทดลองการศึกษาระบบระบุตําแหน่งรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัยด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง ที่ได้ออกแบบจากการออกแบบและพัฒนา โดยมีผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการส่งสัญญาณ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

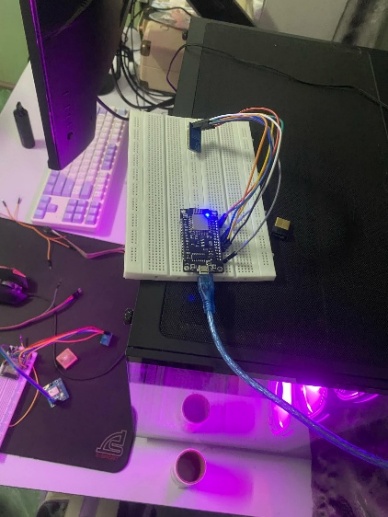
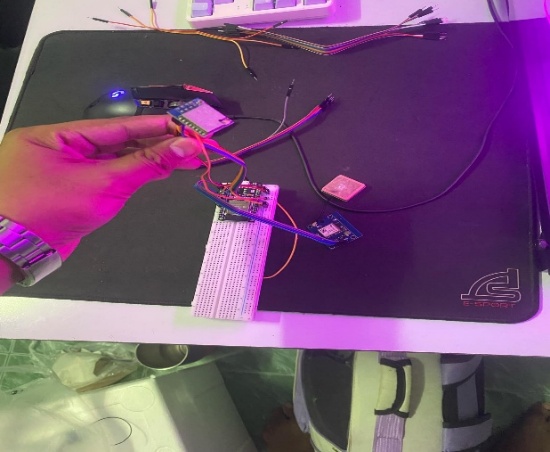
**4.1 การออกแบบ และการเชื่อมต่ออุปกรณ์**

 4.1.1 การออกแบบการรับส่งข้อมูลอุปกรณ์

**ภาพที่ 4.1** การออกแบบการรับส่งข้อมูลอุปกรณ์

**จากภาพที่ 4.1** เป็นการออกแบบการรับส่งข้อมูลจาก LoRa Device ไปยัง LoRa Gateway เพื่อนที่จะส่งข้อมูลไปยัง MQTT Clince

4.1.1 รูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพื่อใช้ในการแสดงข้อมูล และการนำอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อแล้วนำไปทดสอบ

****

**ภาพที่ 4.2** การเชื่อมต่ออุปกรณ์

จากภาพที่ 4.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์จากภาพนี้เป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพื่อใช้ในการทำงาน

**4.2 วิธีการทดลอง**

4.2.1 ประเมินผลการใช้อุปกรณ์

การทดลองประเมินผลการใช้งานอุปกรณ์การติดตามรถโดยสาร เป็นการใช้การประเมินผลด้วยตัวรับสัญญาณ 2 ตัว โดยแบ่งออกเป็น 4 การทดลอง ดังนี้

การติดตั้งอุปกรณ์

การทดลอง ตั้งอุปกรณ์ส่งสัญญาณไว้ที่ตึกคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แล้วทำการทดสอบตามระยะที่กำหนด

A circuit board with wires and a blue screen

AI-generated content may be incorrect.

**ภาพที่ 4.3** การติดตั้งอุปกรณ์

4.3.2 ระยะที่ใช้ในการดลอง

ระยะทางที่ทดลอง

A box with a circuit board and wires

AI-generated content may be incorrect.

**ภาพที่ 4.3** การทดลองอุปกรณ์

**4.4 การทดสอบระบบ**

การศึกษาการระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัยด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง มีการทดสอบการทำงานของระบบและรวบรวมข้อมูลความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ โดยนำแบบสอบถามประเภทมาตราส่วนประมาณค่าที่ผ่านการประเมินค่า IOC โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านและผ่านการทดสอบค่าความเชื่อมั่นไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ทำการทดสอบแบบ One Shot Case Study ซึ่งเป็นการทดสอบหลังการพัฒนาระบบมีผลการทดสอบระบบมีผลการทดสอบดังต่อไปนี้

4.4.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

**ตารางที่ 4.1** จำนวนร้อยละของเพศ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ลำดับ | คำถาม | ข้อมูล | จำนวน (n) | ร้อยละ |
| 1 | เพศ | ชาย | 15 | 50.00 |
| หญิง | 15 | 50.00 |
| รวม | | | 30 | 100 |

จากตารางที่ 4.1 พบว่าจำนวนร้อยละของเพศจำนวน 30 คนแบ่งเป็น เพศชาย จำนวน 15 คน เพศหญิงจำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 50 และร้อยละ 50 ตามลำดับ

**ตารางที่ 4.2** จำนวนและร้อยละของตำแหน่ง

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ลำดับ | คำถาม | ข้อมูล | จำนวน (n) | ร้อยละ |
| 1 | เพศ | นักศึกษา | 26 | 86.67 |
| อาจารย์ | 4 | 13.33 |
| รวม | | | 30 | 100 |

จากตารางที่ 4.2 พบว่าจำนวนร้อยละของตำแหน่งจำนวน 30คนแบ่งเป็นนักเรียน จำนวน 26คน อาจารย์จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ ตามลำดับ

**ตารางที่ 4.3** ระดับประสิทธิภาพและความพึงพอใจด้าน Functional Testing

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **ลำดับ** | **คำถาม** | **ค่าเฉลี่ย()** | **S.D.** | **ความหมาย** |
| 1 | ระบบสามารถบอกถึงสถานะรถโดยสารแก่ผู้ใช้งานได้ | 4.73 | 0.52 | มากที่สุด |
| 2 | ระบบสามารถรายงานตำแหน่งของGPSและสถานะของอุปกรณ์ | 4.50 | 0.57 | มาก |
| 3 | ระบบสามารถส่งตำแหน่งที่อยู่ปัจจุบันได้ | 4.40 | 0.56 | มาก |
| 4 | ระบบสามารถส่งข้อมูลในระยะ 10-15 กิโลเมตรได้ | 4.40 | 0.56 | มาก |
| 5 | ระบบสามารถรายงานสถานะของรถโดยสาร | 4.50 | 0.57 | มาก |
| **รวม** | | 4.50 | 0.54 | มาก |

จากตารางที่ 4.3 ระดับประสิทธิภาพและความพึงพอใจด้าน Functional Testing อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยที่ข้อ มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ส่วนค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุดคือข้อ

**ตารางที่ 4.4** ระดับประสิทธิภาพและความพึงพอใจด้าน Functional Requirement Testing

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **ลำดับ** | **คำถาม** | **ค่าเฉลี่ย()** | **S.D.** | **ความหมาย** |
| 1 | ผู้ใช้สามารถดูตำแหน่งของรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัยผ่านเว็บไซต์ได้ | 4.63 | 0.49 | มากที่สุด |
| 2 | ผู้ใช้สามารถดูเส้นทางปัจจุบันของรถที่กําลังให้บริการ | 4.40 | 0.62 | มาก |
| 3 | ผู้ใช้สามารถดูประวัติการเดินรถย้อนหลังในช่วงเวลาที่กำหนด | 4.57 | 0.57 | มากที่สุด |
| 4 | ผู้ใช้สามารถดูสถานะของรถโดยสาร หรือ แจ้งเตือนเมื่อไม่พบสัญญาณ | 4.33 | 0.55 | มาก |
| 5 | ผู้ใช้สามารถบันทึกข้อมูลพิกัด วัน-เวลา ลงในฐานข้อมูลได้ | 4.50 | 0.73 | มาก |
| **รวม** | | 4.48 | 0.59 | มาก |

**ตารางที่ 4.5** ระดับประสิทธิภาพและความพึงพอใจด้าน Usability Testing

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **ลำดับ** | **ลำดับ** | **ค่าเฉลี่ย()** | **S.D.** | **ความหมาย** |
| 1 | ระบบมีหน้าจอและเมนูที่เข้าใจง่านสำหรับผู้ใช้งาน | 4.63 | 0.49 | มากที่สุด |
| 2 | ผู้ใช้สามารถเรียนรู้วิธีการใช้งานระบบได้อย่างรวดเร็ว | 4.40 | 0.56 | มาก |
| 3 | สีและรูปแบบการจัดวางองค์ประกอบบนหน้าจอชัดเจนและสบายตา | 4.53 | 0.51 | มากที่สุด |
| 4 | ระบบมีข้อความแนะนำหรือคู่มือการใช้งานที่ชัดเจน | 4.57 | 0.57 | มากที่สุด |
| 5 | การแสดงข้อผิดพลาดเมื่อใช้งานระบบเข้าง่ายและแก้ไขทันที | 4.37 | 0.72 | มาก |
| **รวม** | | 4.50 | 0.57 | มาก |

**ตารางที่ 4.6** ระดับประสิทธิภาพและความพึงพอใจด้าน Security Testing

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **ลำดับ** | **ลำดับ** | **ค่าเฉลี่ย()** | **S.D.** | **ความหมาย** |
| 1 | ข้อมูลที่ถูกส่งระหว่างอุปกรณ์และเซิฟเวอร์ถูกเข้ารหัสอย่างถูกต้อง | 4.70 | 0.53 | มากที่สุด |
| 2 | มีระบบยืนยันตัวตนกำหนดสิทธิ์ที่เหมาะสม | 4.23 | 0.63 | มาก |
| 3 | ข้อมูลมีการเข้ารหัสโดยใช้ N-clip | 4.60 | 0.50 | มากที่สุด |
| 4 | ระบบ User ต้องมีการ Backup ข้อมูลด้วย | 4.30 | 0.70 | มาก |
| 5 | ระบบมีหารจัดเก็บ Log การเข้าใช้งานระบบ | 4.53 | 0.63 | มากที่สุด |
| **รวม** | | 4.47 | 0.59 | มาก |

**ตารางที่ 4.7 ระดับประสิทธิภาพและความพึงพอใจด้าน Performance Testing**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **ลำดับ** | **ลำดับ** | **ค่าเฉลี่ย()** | **S.D.** | **ความหมาย** |
| 1 | สามารถส่งต่อข้อมูลได้ง่าย | 4.77 | 0.57 | มากที่สุด |
| 2 | สามารถบันทึกและดูประวัติแผนที่ย้อนหลังได้ | 4.47 | 0.57 | มาก |
| 3 | เมื่อมีผู้ใช้งานพร้อมกันหลายคน ระบบยังคงทำงานได้อย่างมีเสถียรภาพ | 4.50 | 0.63 | มาก |
| 4 | ระบบสามารถส่งข้อมูลจาก LoRa ไปยัง MQTT ได้ | 4.53 | 0.51 | มากที่สุด |
| 5 | ระบบสามารถประมวลผลและแสดงพิกัดตำแหน่งได้ภายในเวลาที่กำหนด | 4.20 | 0.92 | มาก |
| **รวม** | | 4.49 | 0.64 | มาก |

**ตารางที่ 4.8 ระดับประสิทธิภาพและความพึงพอใจด้านรวมทุกด้าน**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **ลำดับ** | **ลำดับ** | **ค่าเฉลี่ย()** | **S.D.** | **ความหมาย** |
| 1 | Functional Testing | 4.50 | 0.54 | มาก |
| 2 | Functional Requirement Testing | 4.48 | 0.59 | มาก |
| 3 | Usability Testing | 4.50 | 0.57 | มาก |
| 4 | Security Testing | 4.47 | 0.59 | มาก |
| 5 | Performance Testing | 4.49 | 0.64 | มาก |
| **รวม** | | 4.49 | 0.58 | มาก |

**บทที่ 5**

**สรุปและข้อเสนอแนะ**

สำหรับในบทนี้จะได้สรุปผลและข้อเสนอแนะของระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัยด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง ซึ่งได้จากการทดสอบระบบงานที่ทำขึ้นมาและได้ผลทดสอบดังบทที่ 4

**5.1สรุปผลการดำเนินการ**

สรุปผบการทำงานของระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัยด้วยเทคโนโลยีอิเทอร์เน็ตทุกกสรรพสิ่งสรุปได้ว่าระบบยังไม่ค่อยเสถียรเพราะบางครั้งระบบนั้นสามารถส่งข้อมูลไปได้บางครั้งก็ส่งข้อมูลไม่ได้และทั้งนี้ระบบงานที่ทำขึ้นมานั้นสามารถส่ง-รับข้อมูลหากันได้

**5.2 ข้อจำกัดของระบบที่พัฒนา**

ข้อจำกัดของงานครั้งนี้คือ ระยะของการส่งสัญญานออกไป เพราะที่เราได้ทำการทดสอบนั้นเพื่อจะทดสอบว่าสัญญานจะไปไกลได้กี่กิโลเมตร

**5.3 ปัญหา อุปสรรค แลแนวทางแก้ไข**

ปัญหาที่พบ ปัญหาสัญญาณในการส่งข้อมูล

แนวทางในการแก้ไข ได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ไว้บนที่สูง

**5.4 แนวทางในการพัฒนาและประยุกต์ผลงาน**

สำหรับแนวทางในการพัฒนาและประยุกต์ผลงานที่พัฒนานี้ในอนาคตผู้สนใจสามารถต่อยอดได้

ดังนี้

1. นำไปใช้ในพื้นที่ที่ต้องการทำระบบ IOT ได้เพราะสัญญาณ LORA สามารถใช้ได้สูงถึง 10 km
2. สามารถระบุตำแหน่งของรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัยได้

**บรรณานุกรม**

ฮาบิบ บิณอะฮมัด (2562). การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการบันทึกเส้นทางโดยสารของรถรับส่งนักเรียน

<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pnujr/article/view/156981/147685>

กิตติพงศ์ พิทักษ์สกุลถาวร (2564) การออกแบบและพัฒนาระบบกำหนดตำแหน่งยานพาหนะแบบอัตโนมัติ ในการติดตามการเดินทางขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุก

<https://so03.tci-thaijo.org/index.php/JMND/article/download/253501/169853>

ณัฏฐ์ ตั้งปรีชาพาณิชย์ (2565) การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันระบบการติดตาม เส้นทางเดินรถโดยสารแบบเรียลไทม์ด้วยเทคโนโลยีจีพีเอส

<https://www.chonburi.spu.ac.th/interdiscip/filepdf/2022043032613523.pdf>

พัลลภ เนตรสาคร (2563) การพัฒนาระบบติดตามตรวจสอบและพัฒนาคุณภาพการให้บริการของรถโดยสารภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<https://civil.eng.chula.ac.th/Data_Upload/Senior%20project/2020/TR_2020/Y2020_TR_Article_G09.pdf>

จุฑามณี รุ้งแก้ว (2566) การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับติดตามรถรับส่งนักเรียน

<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/STJS/article/download/260165/177410/1004643>

ดร. ศุภรัตน์ แย้มครวญ (2566) ESP32 <https://byter.in.th/esp32/what-is-esp32/>

**Amazon Web Services (2567) MQTT** [**https://aws.amazon.com/th/what-is/mqtt/**](https://aws.amazon.com/th/what-is/mqtt/)

ผศ.ดร. ชัชชัย คุณบัว. (2562) LoRa <https://www.mostori.com/blog81.html>

**ภาคผนวก**

**ภาคผนวก ก**

แบบสอบถามเพื่อประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจในระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัยด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

**แบบสอบถามเพื่อประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจ**

**ระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัยด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง**

**ตอนที่ 1** ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

**คำชี้แจง** ให้ใส่เครื่องหมาย **√** ลงในช่อง 🞏 ที่ตรงกับข้อมูลของท่าน

1. เพศ 🞏 ชาย 🞏 หญิง

2. ประเภทผู้ใช้ระบบ 🞏 อาจารย์ 🞏 นักศึกษา

**ตอนที่ 2** ประสิทธิภาพและความพึงพอใจในการใช้งานระบบ

**คำชี้แจง** กรุณาทำเครื่องหมาย **√** ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด โดยมีน้ำหนักคะแนน ดังต่อไปนี้

ระดับคะแนน 5 หมายถึง ความพึงพอใจมากที่สุด

ระดับคะแนน 4 หมายถึง ความพึงพอใจมาก

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ความพึงพอใจปานกลาง

ระดับคะแนน 2 หมายถึง ความพึงพอใจน้อย

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ความพึงพอใจน้อยที่สุด

| **ลำดับ** | **คำถาม** | **ระดับประสิทธิภาพและความพึงพอใจ** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **5** | **4** | **3** | **2** | **1** |
|  | **Functional Testing** | | | | | |
| 1 | ระบบสามารถบอกถึงสถานะรถโดยสารแก่ผู้ใช้งานได้ |  |  |  |  |  |
| 2 | ระบบสามารถรายงานตำแหน่งของGPSและสถานะของอุปกรณ์ |  |  |  |  |  |
| 3 | ระบบสามารถส่งตำแหน่งที่อยู่ปัจจุบันได้ |  |  |  |  |  |
| 4 | ระบบสามารถส่งข้อมูลในระยะ 10-15 กิโลเมตรได้ |  |  |  |  |  |
| 5 | ระบบสามารถรายงานสถานะของรถโดยสาร |  |  |  |  |  |

| **ลำดับ** | **คำถาม** | **ระดับประสิทธิภาพและความพึงพอใจ** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **5** | **4** | **3** | **2** | **1** |
|  | **Functional Requirement Testing** | | | | | |
| 6 | ผู้ใช้สามารถดูตำแหน่งของรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัยผ่านเว็บไซต์ได้ |  |  |  |  |  |
| 7 | ผู้ใช้สามารถดูเส้นทางปัจจุบันของรถที่กำลังให้บริการ |  |  |  |  |  |
| 8 | ผู้ใช้สามารถดูประวัติการเดินรถย้อนหลังในช่วงเวลาที่กำหนด |  |  |  |  |  |
| 9 | ผู้ใช้สามารถดูสถานะของรถโดยสาร หรือ แจ้งเตือนเมื่อไม่พบสัญญาณ |  |  |  |  |  |
| 10 | ผู้ใช้สามารถบันทึกข้อมูลพิกัด วัน-เวลา ลงในฐานข้อมูลได้ |  |  |  |  |  |
|  | **Usability Testing** | | | | | |
| 11 | ระบบมีหน้าจอและเมนูที่เข้าใจง่านสำหรับผู้ใช้งาน |  |  |  |  |  |
| 12 | ผู้ใช้สามารถเรียนรู้วิธีการใช้งานระบบได้อย่างรวดเร็ว |  |  |  |  |  |
| 13 | สีและรูปแบบการจัดวางองค์ประกอบบนหน้าจอชัดเจนและสบายตา |  |  |  |  |  |
| 14 | ระบบมีข้อความแนะนำหรือคู่มือการใช้งานที่ชัดเจน |  |  |  |  |  |
| 15 | การแสดงข้อผิดพลาดเมื่อใช้งานระบบเข้าง่ายและแก้ไขทันที |  |  |  |  |  |
|  | **Security Testing** | | | | | |
| 16 | ข้อมูลที่ถูกส่งระหว่างอุปกรณ์และเซิฟเวอร์ถูกเข้ารหัสอย่างถูกต้อง |  |  |  |  |  |
| 17 | มีระบบยืนยันตัวตนกำหนดสิทธิ์ที่เหมาะสม |  |  |  |  |  |
| 18 | ข้อมูลมีการเข้ารหัสโดยใช้ N-clip |  |  |  |  |  |
| 19 | ระบบ User ต้องมีการ Backup ข้อมูลด้วย |  |  |  |  |  |
| 20 | ระบบมีหารจัดเก็บ Log การเข้าใช้งานระบบ |  |  |  |  |  |

| **ลำดับ** | **คำถาม** | **ระดับประสิทธิภาพและความพึงพอใจ** | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **5** | **4** | **3** | **2** | **1** |
|  | **Performance Testing** | | | | | |
| 21 | สามารถส่งต่อข้อมูลได้ง่าย |  |  |  |  |  |
| 22 | สามารถบันทึกและดูประวัติแผนที่ย้อนหลังได้ |  |  |  |  |  |
| 23 | เมื่อมีผู้ใช้งานพร้อมกันหลายคน ระบบยังคงทำงานได้อย่างมีเสถียรภาพ |  |  |  |  |  |
| 24 | ระบบสามารถส่งข้อมูลจาก LoRa ไปยัง MQTT ได้ |  |  |  |  |  |
| 25 | ระบบสามารถประมวลผลและแสดงพิกัดตำแหน่งได้ภายในเวลาที่กำหนด |  |  |  |  |  |

**ขอขอบคุณสำหรับข้อคิดเห็นในการประเมินระบบ**

**ตอนที่ 3** ข้อเสนอแนะอื่นๆ

....................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................

**ภาคผนวก ข**

แบบประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจของระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัยด้วยเทคโนโลยี IOT

**แบบสอบถามเพื่อประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามแต่ละประเด็นที่ประเมิน (IOC)**

**ในการใช้งานระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัยด้วยเทคโนโลยี IOT**

**คำชี้แจง**

1. แบบสอบถามฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามแต่ละประเด็นที่ประเมิน (IOC)

ในการใช้งานในการใช้งานระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัยด้วยเทคโนโลยี IOT

โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

2. ให้ผู้ตอบแบบสอบถามทำเครื่องหมายถูก (**√**) ลงในช่องที่เห็นสมควร เพื่อผู้พัฒนาจะได้นำความ คิดเห็นของท่านไปปรับปรุงเครื่องมือสำหรับการวิจัยต่อไป โดยมีเกณฑ์ในการให้คะแนนดังนี้

+1 คือ **แน่ใจ**ว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับประเด็นที่ประเมิน

0 คือ **ไม่แน่ใจ**ว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับประเด็นที่ประเมิน

-1 คือ **แน่ใจ**ว่าข้อคำถามนั้น**ไม่สอดคล้อง**กับประเด็นที่ประเมิน

**ตอนที่ 1** ความพึงพอใจและประสิทธิภาพการใช้งานระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัย

ด้วยเทคโนโลยี IOT

| **ลำดับ** | **คำถาม** | **ระดับความคิดเห็น** | | | **ข้อคิดเห็น** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **-1** | **0** | **+1** |
| **Functional Testing** | | | | | |
| 1 | ระบบสามารถบอกถึงสถานะรถโดยสารแก่ผู้ใช้งานได้ |  |  |  |  |
| 2 | ระบบสามารถรายงานตำแหน่งของGPSและสถานะของอุปกรณ์ |  |  |  |  |
| 3 | ระบบสามารถส่งตำแหน่งที่อยู่ปัจจุบันได้ |  |  |  |  |
| 4 | ระบบสามารถส่งข้อมูลในระยะ 10-15 กิโลเมตรได้ |  |  |  |  |
| 5 | ระบบสามารถรายงานสถานะของรถโดยสาร |  |  |  |  |

| **ลำดับ** | **คำถาม** | **ระดับความคิดเห็น** | | | **ข้อคิดเห็น** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **-1** | **0** | **+1** |
|  | **Functional Requirement Testing** | | | | |
| 6 | ผู้ใช้สามารถดูตำแหน่งของรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัยผ่านเว็บไซต์ได้ |  |  |  |  |
| 7 | ผู้ใช้สามารถดูเส้นทางปัจจุบันของรถที่กำลังให้บริการ |  |  |  |  |
| 8 | ผู้ใช้สามารถดูประวัติการเดินรถย้อนหลังในช่วงเวลาที่กำหนด |  |  |  |  |
| 9 | ผู้ใช้สามารถดูสถานะของรถโดยสาร หรือ แจ้งเตือนเมื่อไม่พบสัญญาณ |  |  |  |  |
| 10 | ผู้ใช้สามารถบันทึกข้อมูลพิกัด วัน-เวลา ลงในฐานข้อมูลได้ |  |  |  |  |
|  | **Usability Testing** | | | | |
| 11 | ระบบมีหน้าจอและเมนูที่เข้าใจง่านสำหรับผู้ใช้งาน |  |  |  |  |
| 12 | ผู้ใช้สามารถเรียนรู้วิธีการใช้งานระบบได้อย่างรวดเร็ว |  |  |  |  |
| 13 | สีและรูปแบบการจัดวางองค์ประกอบบนหน้าจอชัดเจนและสบายตา |  |  |  |  |
| 14 | ระบบมีข้อความแนะนำหรือคู่มือการใช้งานที่ชัดเจน |  |  |  |  |
| 15 | การแสดงข้อผิดพลาดเมื่อใช้งานระบบเข้าง่ายและแก้ไขทันที |  |  |  |  |

| **ลำดับ** | **คำถาม** | **ระดับความคิดเห็น** | | | **ข้อคิดเห็น** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **-1** | **0** | **+1** |
|  | **Security Testing** | | | | |
| 16 | ข้อมูลที่ถูกส่งระหว่างอุปกรณ์และเซิฟเวอร์ถูกเข้ารหัสอย่างถูกต้อง |  |  |  |  |
| 17 | มีระบบยืนยันตัวตนกำหนดสิทธิ์ที่เหมาะสม |  |  |  |  |
| 18 | ข้อมูลมีการเข้ารหัสโดยใช้ N-clip |  |  |  |  |
| 19 | ระบบ User ต้องมีการ Backup ข้อมูลด้วย |  |  |  |  |
| 20 | ระบบมีหารจัดเก็บ Log การเข้าใช้งานระบบ |  |  |  |  |
|  | **Performance Testing** | | | | |
| 21 | สามารถส่งต่อข้อมูลได้ง่าย |  |  |  |  |
| 22 | สามารถบันทึกและดูประวัติแผนที่ย้อนหลังได้ |  |  |  |  |
| 23 | เมื่อมีผู้ใช้งานพร้อมกันหลายคนระบบยังคงทำงานได้อย่างมีเสถียรภาพ |  |  |  |  |
| 24 | ระบบสามารถส่งข้อมูลจาก LoRa ไปยัง MQTT ได้ |  |  |  |  |
| 25 | ระบบสามารถประมวลผลและแสดงพิกัดตำแหน่งได้ภายในเวลาที่กำหนด |  |  |  |  |

**ขอขอบคุณสำหรับข้อคิดเห็นในการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการวิจัย**

**ตอนที่** 2ข้อเสนอแนะอื่นๆ

........................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................

ลงชื่อ………………………………………………………………..

**( )**

**ระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัยด้วยเทคโนโลยี IOT**

**คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ**

**ตารางที่ 1** ผลการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้าน Functional Testing

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ลำดับ** | **คำถาม** | **ผู้เชี่ยวชาญ** | | | **ค่า IOC** | **ผลที่ได้** |
| **คนที่ 1** | **คนที่ 2** | **คนที่ 3** |
| **Functional Testing** | | | | | | |
| 1 | ระบบสามารถบอกถึงสถานะรถโดยสารแก่ผู้ใช้งานได้ | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2 | ระบบสามารถรายงานตำแหน่งของGPSและสถานะของอุปกรณ์ | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3 | ระบบสามารถส่งตำแหน่งที่อยู่ปัจจุบันได้ | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 4 | ระบบสามารถส่งข้อมูลในระยะ 10-15 กิโลเมตรได้ | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 5 | ระบบสามารถรายงานสถานะของรถโดยสาร | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญด้าน Functional Testing ที่มีการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ผลปรากฏว่า ข้อคำถามทั้ง 5 ข้อ เมื่อคำนวณค่า IOC ออกมา ผลปรากฏว่ามีค่า IOC ≥ 0.60 ของทุกข้อ แสดงว่า ข้อคำถามเหล่านี้สามารถนำไปใช้ได้

**ตารางที่ 2** ผลการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้าน Functional Requirement Testing

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ลำดับ** | **คำถาม** | **ผู้เชี่ยวชาญ** | | | **ค่า IOC** | **ผลที่ได้** |
| **คนที่ 1** | **คนที่ 2** | **คนที่ 3** |
| **Functional Requirement Testing** | | | | | | |
| 1 | ผู้ใช้สามารถดูตำแหน่งของรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัยผ่านเว็บไซต์ได้ | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2 | ผู้ใช้สามารถดูเส้นทางปัจจุบันของรถที่กำลังให้บริการ | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3 | ผู้ใช้สามารถดูประวัติการเดินรถย้อนหลังในช่วงเวลาที่กำหนด | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 4 | ผู้ใช้สามารถดูสถานะของรถโดยสาร หรือ แจ้งเตือนเมื่อไม่พบสัญญาณ | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 5 | ผู้ใช้สามารถบันทึกข้อมูลพิกัด วัน-เวลา ลงในฐานข้อมูลได้ | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญด้าน Functional Requirement Testing ที่มีการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ผลปรากฏว่า ข้อคำถามทั้ง 5 ข้อ เมื่อคำนวณค่า IOC ออกมา ผลปรากฏว่ามีค่า IOC ≥ 0.60 ของทุกข้อ แสดงว่า ข้อคำถามเหล่านี้สามารถนำไปใช้ได้

**ตารางที่ 3** ผลการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้าน Usability Testing

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ลำดับ** | **คำถาม** | **ผู้เชี่ยวชาญ** | | | **ค่า IOC** | **ผลที่ได้** |
| **คนที่ 1** | **คนที่ 2** | **คนที่ 3** |
| **Usability Testing** | | | | | | |
| 1 | ระบบมีหน้าจอและเมนูที่เข้าใจง่านสำหรับผู้ใช้งาน | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2 | ผู้ใช้สามารถเรียนรู้วิธีการใช้งานระบบได้อย่างรวดเร็ว | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3 | สีและรูปแบบการจัดวางองค์ประกอบบนหน้าจอชัดเจนและสบายตา | 1 | 1 | 1 | 1..00 | ใช้ได้ |
| 4 | ระบบมีข้อความแนะนำหรือคู่มือการใช้งานที่ชัดเจน | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 5 | การแสดงข้อผิดพลาดเมื่อใช้งานระบบเข้าง่ายและแก้ไขทันที | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญด้าน Usability Testing ที่มีการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ผลปรากฏว่า ข้อคำถามทั้ง 5 ข้อ เมื่อคำนวณค่า IOC ออกมา ผลปรากฏว่ามีค่า IOC ≥ 0.60 ของทุกข้อ แสดงว่า ข้อคำถามเหล่านี้สามารถนำไปใช้ได้

**ตารางที่ 4** ผลการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้าน Security Testing

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ลำดับ** | **คำถาม** | **ผู้เชี่ยวชาญ** | | | **ค่า IOC** | **ผลที่ได้** |
| **คนที่ 1** | **คนที่ 2** | **คนที่ 3** |
| **Security Testing** | | | | | | |
| 1 | ข้อมูลที่ถูกส่งระหว่างอุปกรณ์และเซิฟเวอร์ถูกเข้ารหัสอย่างถูกต้อง | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2 | มีระบบยืนยันตัวตนกำหนดสิทธิ์ที่เหมาะสม | 1 | 1 | 0 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 3 | ข้อมูลมีการเข้ารหัสโดยใช้ N-clip | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 4 | ระบบ User ต้องมีการ Backup ข้อมูลด้วย | 1 | 0 | 1 | 0.67 | ใช้ได้ |
| 5 | ระบบมีหารจัดเก็บ Log การเข้าใช้งานระบบ | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |

จากตารางที่ 4 ผลการประเมินประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญด้าน Security Testing

ที่มีการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ผลปรากฏว่า ข้อคำถามทั้ง 5 ข้อ เมื่อคำนวณค่า IOC ออกมา

ผลปรากฏว่ามีค่า IOC ≥ 0.60 ของทุกข้อ แสดงว่า ข้อคำถามเหล่านี้สามารถนำไปใช้ได้

**ตารางที่ 5** ผลการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้าน Performance Testing

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ลำดับ** | **คำถาม** | **ผู้เชี่ยวชาญ** | | | **ค่า IOC** | **ผลที่ได้** |
| **คนที่ 1** | **คนที่ 2** | **คนที่ 3** |
| **Performance** **Testing** | | | | | | |
| 1 | สามารถส่งต่อข้อมูลได้ง่าย | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2 | สามารถบันทึกและดูประวัติแผนที่ย้อนหลังได้ | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3 | เมื่อมีผู้ใช้งานพร้อมกันหลายคนระบบยังคงทำงานได้อย่างมีเสถียรภาพ | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 4 | ระบบสามารถส่งข้อมูลจาก LoRa ไปยัง MQTT ได้ | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 5 | ระบบสามารถประมวลผลและแสดงพิกัดตำแหน่งได้ภายในเวลาที่กำหนด | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |

จากตารางที่ 5 ผลการประเมินประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญด้าน Performance Testing

ที่มีการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ผลปรากฏว่า ข้อคำถามทั้ง 5 ข้อ เมื่อคำนวณค่า IOC ออกมา

ผลปรากฏว่ามีค่า IOC ≥ 0.60 ของทุกข้อ แสดงว่า ข้อคำถามเหล่านี้สามารถนำไปใช้ได้

**ภาคผนวก ค**

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินค่า IOC ในการทดสอบการใช้งานระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัยด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

**รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินค่า IOC ในการทดสอบระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัยด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ลำดับ** | **ชื่อ-สกุล** | **ตำแหน่ง** | **ลายมือ(ชื่อ)** |
| 1 | อาจารย์ ดร.มณฑา เพ็ชรวรรณ | อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ |  |
| 2 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์จุฑามาศ กระจ่างศรี | อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ |  |
| 3 | อาจารย์ ดร.สมพงษ์ ยิ่งเมือง | อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ |  |

**ภาคผนวก ง**

ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (Cronbach's Alpha) จำนวน 30 ชุด ในการทดสอบระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัยด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

**ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 30 ชุด**

จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 30 ชุด ได้นำข้อมูลมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมิน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach’s Alpha Coefficient)

|  |  |
| --- | --- |
| **Reliability Statistics** | |
| **Cronbach’s Alpha** | **N of Item** |
| 0.89 | 25 |

จากค่าความเชื่อมั่น (Cronbach’s Alpha Coefficient) ได้ค่า จากแบบสอบถาม 25 ข้อ

ซึ่งแสดงว่าแบบสอบถามฉบับนี้มีความน่าเชื่อถือ และสามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลได้

**ภาคผนวก จ**

ประวัติผู้จัดทำโครงงาน

**ประวัติผู้จัดทำโครงงาน**

****

**ชื่อ – สกุล** : นายอิศรศักดิ์ คงดี

**วัน เดือน ปีเกิด** : 27 กันยายน 2545

**ที่อยู่ปัจจุบัน**  : 110/19 ม.6 ตำบลคลองฉนวน อำเภอเวียงสระ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

รหัสไปรษณีย์ 84190

**ประวัติการศึกษา** : ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านปากหาน

: มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเวียงสระ

: มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเวียงสระ

**เบอร์โทร** : 0934970859

**E-mail** : aisorasakkhongdee@gmail.com

**สาขาวิชา** : วิทยาการคอมพิวเตอร์

**คณะ** : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**มหาวิทยาลัย** : มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

**ประวัติผู้จัดทำโครงงาน**

****

**ชื่อ – สกุล** : นายชวนากร นนทฤทธิ์

**วัน เดือน ปีเกิด** : 4 กุมภาพันธ์ 2545

**ที่อยู่ปัจจุบัน**  : 132/6 ตำบลขุนทะเล อำเภอเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี

**ประวัติการศึกษา** : ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านนาเส

: มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนประสาธน์ราษฏร์บำรุง

: มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนประสาธน์ราษฏร์บำรุง

**เบอร์โทร** : 091-743-9468

**E-mail** : 6404305001347@student.sru.ac.th

**สาขาวิชา** : วิทยาการคอมพิวเตอร์

**คณะ** : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**มหาวิทยาลัย** : มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี