

# การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน สำหรับระบบเตือนภัยไฟป่าแบบเรียลไทม์ (Development of Heat Detection For Real-Time Wildfire Warning System)

นิติรุจน์ มั่นคงพิพัฒน์<sup>1</sup> จักรกฤษณ์ แสงหงษ์<sup>2</sup>  
ปวิณ เชื้อนแก้ว<sup>3</sup> พาสณ์ ปราโมกษ์ชน<sup>4</sup> และ กิตติศักดิ์ โอศถานันต์กุล<sup>5</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่  
Emails: Nitirutcsmj@gmail.com, Jakkrit308@gmail.com

## บทคัดย่อ

เนื่องจากระบบแจ้งเตือนภัยไฟป่าเป็นระบบที่ใหญ่จึงจำเป็นต้องแบ่งกลุ่มออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มทางด้านฮาร์ดแวร์ และกลุ่มทางด้านซอฟต์แวร์ ซึ่งในที่นี้จะเป็นการอธิบายถึงระบบแจ้งเตือนภัยไฟป่าทางด้านฮาร์ดแวร์ เนื่องจากโครงสร้างของระบบจะเริ่มการทำงานจากฝั่งการทำงานของฮาร์ดแวร์ที่แบ่งออกเป็น 3 โมดูล ประกอบไปด้วย 1.) Client ที่ภายในเป็นวงจรทำงานตรวจจับความร้อน ซึ่งเป็นโมดูลที่ถูกวางไว้ตามพิกัดต่างๆ ในป่า 2.) Repeater เป็นตัวโมดูลที่มีไว้เพื่อรับข้อมูลที่ส่งมาจาก client 3.) Server เป็นโมดูลที่รับข้อมูลที่ส่งมาจาก repeater นำมากรองข้อมูลแล้วส่งข้อมูลผ่าน MQTT เพื่อแจ้งให้ทางฝั่งเว็บไซต์เวอร์ทราปและเก็บลงฐานข้อมูล 4.) Web เป็นหน้าแสดงผลตำแหน่งที่เกิดเหตุไฟป่าและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น เวลา สภาพอากาศ เป็นต้น ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการนำเอา IoT เข้ามาใช้ เพื่อพัฒนาระบบแจ้งเตือนภัยไฟป่าให้สามารถแจ้งเตือนพิกัดที่กำลังเกิดเพลิงไหม้ โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือเน้นพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนและส่งสัญญาณให้กับระบบแจ้งเตือนไฟป่า เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประมวลผลและแจ้งเตือนตำแหน่งการเกิดไฟป่าในหน้าเว็บ ทำให้เจ้าหน้าที่และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้าไประงับการเกิดไฟป่าได้ทันเวลาไม่ปล่อยให้ไฟลามมากเกินไปจนเจ้าหน้าที่จะสามารถควบคุมไฟป่าไม่ได้

## ABSTRACT

The fire alarm system is relatively large and complex system. It is necessary to divide the system into two groups; i.e. the hardware and the software. This project focuses on the hardware of the wildfire alarm system. The structure of the system will divide the functionality of the hardware into three modules; Client, Repeater and Server. 1.) Client is equipped with a heat detector and detecting actual wildfire. This module can be placed along the coordinates in the woods. 2.) Repeater module is intended to receive data sent from the client 3. ) Server module receives data sent from the repeater brought a lot of secondary data and send the data over MQTT to let the server know and stored into the database. The researcher believes that the introduction of IoT to use to develop a warning system to alert the coordinates of wildfire that burns. The objective of the research is focused on the development of heat detectors and signal to the fire alarm system. The data were processed and notified to the wildfire system. Authorities and relevant agencies to hold fire up the clutter that has not let the fire

**คำสำคัญ**— ระบบแจ้งเตือนไฟป่า; ระบบแจ้งเตือน; ไฟป่า; IoT;

spread beyond the authorities are able to control a wildfire that.

**คำสำคัญ**-- Wildfire Warning System; IoT; Wildfire;

## 1. บทนำ

เนื่องจากเกิดเหตุไฟไหม้ป่าครั้งล่าสุดที่ผ่านมาบริเวณดอยสุเทพ เป็นพื้นที่กว้างเมื่อวันที่ 9 พฤษภาคม 2559 ส่งผลทำให้เกิดผลกระทบหลายด้านทั้งการสูญเสียทรัพยากรป่า ต้นไม้ล้มตายและทำให้ต้นไม้มีแผลไฟไหม้ (fire scars) นอกจากนี้ไฟป่าที่เกิดขึ้นทำให้ต้นไม้จำนวนมากได้ตายลงและเนื้อเยื่อการเจริญเติบโตเสียหายทำให้ต้นไม้เจริญเติบโตได้ช้าลง อีกทั้งผลกระทบโดยตรงต่อสัตว์ป่าทำให้สัตว์ป่าบาดเจ็บหรือถึงแก่ความตาย ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อสภาพที่อยู่อย่างฉับพลันและอาจมีผลต่อเนื่องในระยะยาว ซึ่งจะมีผลกระทบต่อแหล่งอาหาร แหล่งน้ำ และสิ่งแวดล้อมที่เป็นประโยชน์ทั้งหมดถูกเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงจากผลของการเกิดไฟป่า และผลกระทบของดินที่ถูกทำลายอินทรีย์วัตถุ ทำให้ความชื้นของดินลดลง ดินแห้งแล้งและเสื่อมคุณภาพลง อีกทั้งยังส่งผลให้เกิดมลพิษทางด้านอากาศ คาร์บอนไฟฟ้ที่เกิดจากไฟป่าจะทำให้ภาคบริเวณโดยรอบพื้นที่นั้นสูงขึ้น บดบังแสงอาทิตย์และทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นลดลง มีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ ทำให้เราเห็นความสำคัญว่าการที่ไฟป่าลุกลามเป็นบริเวณวงกว้างนั้นมีสาเหตุซึ่งเกิดจากฝีมือมนุษย์หรือเกิดจากขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่ถ้าเราสามารถรู้ได้ทันทีที่มีการเกิดไฟป่าขนาดย่อมขึ้นเราจะสามารถหยุดและควบคุมไม่ให้ไฟป่านั้นลุกลามเป็นบริเวณวงกว้างได้ ซึ่งทำให้ไม่เกิดความเสียหายอย่างที่เคยเกิดขึ้น จึงเป็นที่มาของการวิจัยนี้

## 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ระบบที่พัฒนาขึ้นได้ใช้เทคโนโลยีต่างๆ ดังต่อไปนี้

#### 2.1.1 ARDUINO UNO

ARDUINO เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ OPEN SOURCE คือ มีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน HARDWARE และ SOFTWARE ตัวบอร์ด ARDUINO ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ทั้งนี้ยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติมพัฒนาต่อยอดได้ ผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จาก

ภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ดหรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (ARDUINO SHIELD) ประเภทต่างๆ เช่น ARDUINO XBEE SHIELD, ARDUINO MUSIC SHIELD, ARDUINO RELAY SHIELD, ARDUINO WIRELESS SHIELD, ARDUINO GPRS SHIELD เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด ARDUINO แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย

#### 2.1.2 KSD 7900

KSD 7900 เป็นตัวเทอร์โมมิเตอร์ ซึ่งหลักการทำงานเมื่อหัวเซ็นเซอร์มีอุณหภูมิประมาณตั้งแต่ 45 องศาเซลเซียสเป็นต้นไป จะทำให้ตัวเซ็นเซอร์เริ่มทำงานหรือเมื่ออยู่ในระบบจะทำให้การต่อระบบครบวงจร

#### 2.1.3 ETHERNET SHIELD

ETHERNET SHIELD เป็นอุปกรณ์ที่ต่อเข้ากับ ARDUINO ถึงจะสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ เพื่อที่จะได้สะดวกในการควบคุมและติดตามอุปกรณ์ต่างๆ เช่น การดึงค่าเซ็นเซอร์ต่างๆ ที่เราติดตั้งไว้มาแสดงบนโทรศัพท์มือถือหรือการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านทางอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

#### 2.1.4 NRF24L01

NRF24L01 เป็นโมดูลสื่อสารไร้สายใช้คลื่น 2.4 GH Z สำหรับใช้งานเป็นรีโมทควบคุมอุปกรณ์อื่นๆ โดยมีตัวรับ และตัวส่งขนาดเล็กที่แยกออกจากกัน ใช้การส่งข้อมูลแบบธรรมดา ไม่มีการตรวจสอบข้อมูลที่ได้รับหรือข้อมูลที่ส่ง ตัวส่ง 1 ตัว สามารถรับได้หลายตัว มีไลบรารีสามารถใช้งานกับ ARDUINO ได้โดยตรง

#### 2.1.5 SOLAR CELL

เซลล์แสงอาทิตย์ (SOLAR CELL) เป็นสิ่งประดิษฐ์กรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า เมื่อพิจารณาลักษณะการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์พบว่า เซลล์แสงอาทิตย์จะมีประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าสูงที่สุดในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งสอดคล้องและเหมาะสมในการนำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ผลิตไฟฟ้า เพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวัน

#### 2.1.6 แหล่งจ่ายไฟสำหรับคอมพิวเตอร์

แหล่งจ่ายไฟสำหรับคอมพิวเตอร์ หรือ พาวเวอร์ซัพพลาย (POWER SUPPLY) เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญอย่างมากต่ออุปกรณ์เกือบทุกตัวในระบบคอมพิวเตอร์ ซัพพลายของ

คอมพิวเตอร์นั้นมีลักษณะการทำงาน คือทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าจาก 220 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์, 5 โวลต์ และ 12 โวลต์ ตามแต่ความต้องการของอุปกรณ์นั้นๆ โดยชนิดของพาวเวอร์ซัพพลาย ในคอมพิวเตอร์จะแบ่งได้เป็น 2 ชนิดตามเคส คือแบบ AT และแบบ ATX

#### 2.1.7 ถ่านลิเทียมแบบปฐมภูมิ

แบตเตอรี่ลิเทียมเป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่มี ประสิทธิภาพในการจ่ายไฟสูง สามารถให้แรงดันไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 1.5 - 4 โวลต์ ขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่นำมาเป็นแคโทดด้วยเหตุที่ลิเทียมเป็นโลหะที่เบาที่สุดเมื่อ เทียบกับโลหะอื่น แต่มีค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานสูงที่สุด อีกทั้งสามารถปลดปล่อยอิเล็กตรอนได้ง่าย ดังนั้นบริษัทผู้ผลิตแบตเตอรี่จึงพยายามวิจัยอย่างหนัก เพื่อนำลิเทียมมาใช้งาน

### 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบงานวิจัยที่ได้พัฒนาระบบแจ้งเตือนภัยไฟฟ้า ดังนี้ เช่น ระบบแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System) เป็นระบบที่สามารถตรวจจับการเกิดเหตุเพลิงไหม้และแจ้งผลให้ผู้อยู่ในอาคารทราบโดยอัตโนมัติ การทำงานของระบบแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้ เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้หรือมีกลุ่มควันเกิดขึ้นจะถูกตรวจจับด้วยอุปกรณ์ตรวจจับควันหรือความร้อนและส่งสัญญาณไปยังตู้ควบคุม ตู้ควบคุมก็จะส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์แจ้งเตือนเพื่อแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้ต่อไป [3]

และยังพบงานวิจัยการประยุกต์ใช้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับระบบเฝ้าระวังและสัญญาณเตือนภัยจากไฟฟ้ารั่วเนื่องจากภาวะน้ำท่วมฉับพลันระบบไร้สาย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จากสถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา งานวิจัยชิ้นนี้เป็นการศึกษาและออกแบบระบบสัญญาณเตือนภัยจากไฟฟ้ารั่วจากภาวะน้ำท่วมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อส่งสัญญาณเตือนภัยไฟฟ้ารั่วจากภาวะน้ำท่วมผ่านระบบสื่อสารแบบไร้สาย สำหรับเป็นระบบเตือนภัยแสดงสภาวะการระดับไฟฟ้ารั่วในบริเวณดังกล่าวโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ตรวจวัดและระบบสื่อสารทดแทนการใช้ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายหลัก การทำงานของระบบสัญญาณเตือนภัยนั้นอาศัยหลักการทำงานของชุดไมโครลวงจรเซนเซอร์ เข้าสู่ชุดไมโครลวงจรประมวลผลไมโครคอนโทรลเลอร์

และส่งสัญญาณผ่านระบบไร้สายซึ่งจะมีการกระพริบเตือนระดับไฟฟ้ารั่วที่จุดวัด โดยจะมีแหล่งจ่ายพลังงานทดแทนของระบบด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ [4]

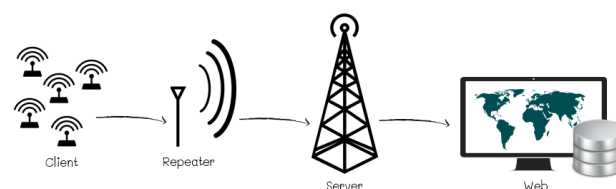
จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะทำการพัฒนาระบบแจ้งเตือนภัยไฟฟ้า โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นตัวจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ที่ต้องติดตั้งกลางป่า เนื่องจากตัว Server เป็นโมดูลที่ต้องอยู่ในพื้นที่ที่ไฟฟ้าเข้าไม่ถึง จึงจำเป็นที่จะนำเอาพลังงานธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์และประหยัดค่าใช้จ่ายได้อย่างดีเยี่ยม

### 3. รายละเอียดการพัฒนา

#### 3.1 ภาพรวมของระบบเตือนภัยไฟฟ้า

ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบเตือนภัยไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วย 3 โมดูลและระบบแจ้งเตือนภัยไฟฟ้า แสดงในภาพที่ 1 ได้แก่

- 1.) คลเอนท์ (Client) ทำหน้าที่คอยตรวจจับความร้อนบริเวณโดยรอบ เพื่อส่งข้อมูลตำแหน่งที่เกิดเพลิงไหม้บริเวณนั้น ไปยัง รีพีตเตอร์ (Repeater)
- 2.) รีพีตเตอร์ (Repeater) ทำหน้าที่รับข้อมูลที่ส่งมาจาก คลเอนท์ (Client) จากนั้นส่งข้อมูลและทำตัวเป็น รีพีตเตอร์ (Repeater) ส่งไปยังตัวเซิร์ฟเวอร์ (Server) ตัวอื่นๆ เพื่อเพิ่มระยะทางในการส่งข้อมูลไปยัง server
- 3.) เซิร์ฟเวอร์ (Server) ทำหน้าที่รับข้อมูลที่ส่งมาจาก เซิร์ฟเวอร์ (Server) นำมากรองข้อมูลแล้วส่งข้อมูลผ่าน MQTT เพื่อส่งข้อมูลแจ้งให้ทางฝั่งเว็บเซิร์ฟเวอร์ทราบและเก็บลงฐานข้อมูล
- 4.) เว็บไซต์ (Web) ทำหน้าที่แสดงตำแหน่งที่เกิดเหตุไฟฟ้าและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น เวลา สภาพอากาศ รวมถึงสถิติการเกิดไฟฟ้า เป็นต้น



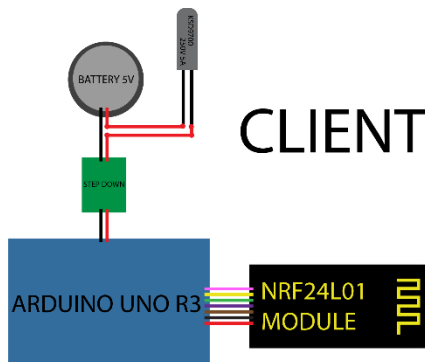
ภาพที่ 1 โครงสร้างการส่งข้อมูลของอุปกรณ์

จากภาพที่ 1 การทำงานของระบบแจ้งเตือนภัยไฟฟ้า เริ่มจากตัวคลเอนท์ (Client) ที่ติดตั้งในพื้นที่กลางป่าจะเริ่ม

ทำงานก็ต่อเมื่อตัวไคลเอนท์ (Client) ได้ตรวจจับเจอความร้อน จะทำให้วงจรภายในของตัวไคลเอนท์ (Client) ทำการเชื่อมต่อกันและส่งสัญญาณไปยังตัวรีพีตเตอร์ (Repeater) จากนั้นเมื่อตัวรีพีตเตอร์ (Repeater) ได้รับข้อมูลจากตัวไคลเอนท์ (Client) ที่ส่งมารีพีตเตอร์ (Repeater) ก็จะส่งข้อมูลไปให้ เซิร์ฟเวอร์ (Server) เพื่อให้เซิร์ฟเวอร์ (Server) ส่ง MQTT ไปยังเว็บเพื่อนำไปแสดงและแจ้งพิกัดบริเวณที่กำลังเกิดเหตุไฟป่าอยู่

### 3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

3.2.1 ไคลเอนท์ (Client) จะทำการส่งข้อมูลไปยังตัวรีพีตเตอร์ (Repeater) ที่อยู่กลางป่า โดยจะทำงานก็ต่อเมื่อเซนเซอร์ตรวจจับความร้อนตรวจพบว่าอุณหภูมิโดยรอบสูงขึ้นจนถึงเกณฑ์ที่กำหนดจึงจะทำงานโดยจะส่งไอดี (ID) ของตัวเซนเซอร์ไปยังรีพีตเตอร์ (Repeater) ที่ตั้งอยู่เพื่อระบุพิกัดที่เซนเซอร์ทำงานอยู่ โดยมีระยะการส่งข้อมูลประมาณ 6 กิโลเมตรในพื้นที่โล่งและความแรงสัญญาณจะลดลงตามสิ่งกีดขวางในพื้นที่นั้นๆ ตัวไคลเอนท์ (Client) จะมีสถานะหลับ(Sleep) เมื่อเซนเซอร์ตรวจพบว่าอุณหภูมิโดยรอบสูงผิดปกติจะทำการปลุกให้ตัวไคลเอนท์ (Client) ทำงานอัตโนมัติ



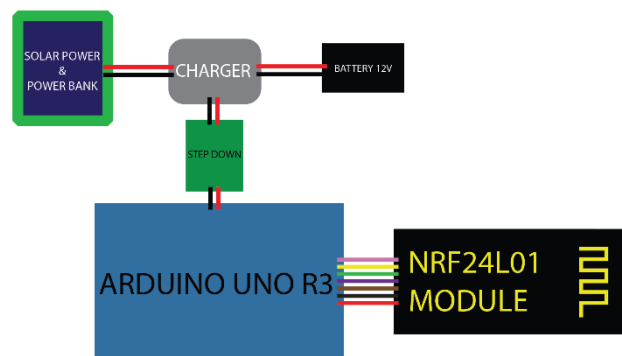
ภาพที่ 2 การต่อระบบของ Client

#### ส่วนประกอบของ Client

1. Arduino UNO R3 ทำหน้าที่เป็นสมองของไคลเอนท์ (Client)
2. NRF24L01 Module เป็นตัวส่งข้อมูลไปยังรีพีตเตอร์ (Repeater)
3. Step down ใช้ปรับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายมายังอุปกรณ์
4. Battery 5V เป็นพลังงานเลี้ยงระบบ
5. KSD9700 250v 5A เป็นตัวเซนเซอร์ตรวจจับความร้อน

3.2.2 รีพีตเตอร์ (Repeater) จะทำหน้าที่รับข้อมูลที่ส่งมาจากตัวไคลเอนท์ (Client) เพื่อส่งต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์ (server) และยังทำหน้าที่เป็นตัว repeater ให้กันและกันเพื่อขยายขอบเขตการส่งสัญญาณโดยที่ระยะการส่งจะอยู่ที่ 10km ในที่โล่ง และจะลดลงเมื่อมีสิ่งกีดขวางในพื้นที่นั้นๆ

### REPEATER

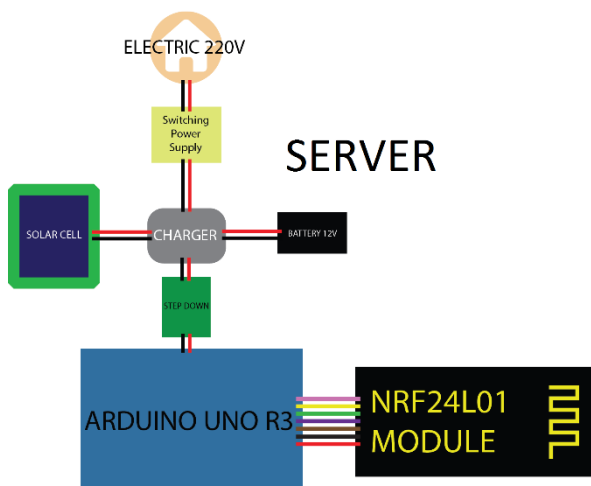


ภาพที่ 3 การต่อระบบของ Repeater

#### ส่วนประกอบของ Repeater

1. Arduino UNO R3 ทำหน้าที่เป็นสมองของอุปกรณ์
2. NRF24L01 Module เป็นตัวรับส่งสัญญาณและข้อมูล
3. Step Down ใช้ปรับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายมายังอุปกรณ์
4. Solar power & Power Bank ใช้สำหรับสร้างกระแสไฟฟ้าและจัดเก็บพลังงานสำหรับใช้งานกับอุปกรณ์

3.2.3 เซิร์ฟเวอร์ (Server) ทำหน้าที่รับข้อมูลที่เข้ามาทั้งหมดแล้วทำการกรองข้อมูลเพื่อส่งขึ้นไปยังคลาวด์ (Cloud) เพื่อให้ทางฝั่งของซอร์ฟแวร์สามารถรับข้อมูลได้ โดยส่งข้อมูลผ่าน MQTT ตัวเซิร์ฟเวอร์ (Server) นี้จะทำงานอยู่บนศูนย์ควบคุมไฟฟ้า โดยจะออนไลน์ตลอดเวลา



ภาพที่ 4 การต่อระบบของ Server

#### ส่วนประกอบของ Server

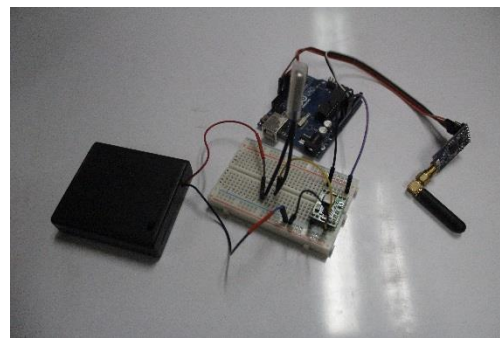
1. Arduino UNO R3 ทำหน้าที่เป็นสมองของระบบ
2. NRF24L01 Module ทำหน้าที่รับข้อมูลที่ส่งมาจากรีพีตเตอร์ (Repeater) ที่ตั้งอยู่กลางป่า
3. Step Down ทำหน้าที่ปรับกระแสไฟฟ้าที่มาจากอุปกรณ์
4. Solar cell ใช้สร้างพลังงานจากแสงอาทิตย์
5. Charger ทำหน้าที่ชาร์จกระแสไฟฟ้าเข้าไปยัง battery
6. Battery 12V ทำหน้าที่เก็บพลังงานจาก solar cell

### 4. ผลการดำเนินงาน

#### 4.1 การทดลองระบบ

อุปกรณ์แบ่งออกเป็น 3 ส่วนได้แก่

1.) ส่วนไคลเอนต์ (Client) จะมีการนำตัวไคลเอนต์ (Client) ไปวางไว้ตามจุดต่างๆของพื้นที่ตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ โดยตัวเซ็นเซอร์จะทำงานก็ต่อเมื่อมีการเกิดเพลิงไหม้ขึ้น ซึ่งตัวเซ็นเซอร์จะทำให้วงจรจึงทำให้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จ่ายไปยังอุปกรณ์เพื่อให้เริ่มทำงาน เมื่อตัวอุปกรณ์ทำงานแล้วอุปกรณ์จะทำการบอกตำแหน่งที่ตัวเองทำงานอยู่แล้วจึงส่งข้อมูลไปยังตัวเซิร์ฟเวอร์



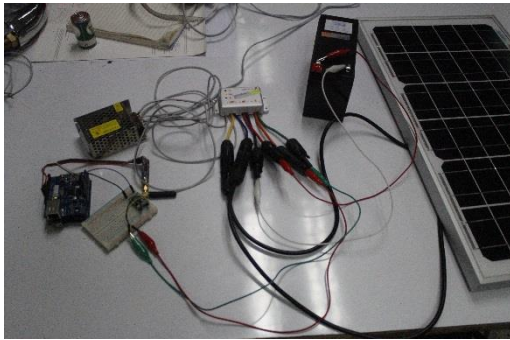
รูปที่ 5 อุปกรณ์ส่วนไคลเอนต์ (Client)

2.) ส่วนรีพีตเตอร์ (Repeater) จะทำการรับข้อมูลเมื่อตัวไคลเอนต์ (Client) ทำงาน โดยรับข้อมูลจากไคลเอนต์ (Client) มาแล้วจะทำการส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์ (Server) เพื่อส่งข้อมูลไปยังเว็บไซต์และเก็บลงฐานข้อมูล ซึ่งรีพีตเตอร์ (Repeater) นี้จะตั้งอยู่ตามป่าซึ่งจะมีการใช้พลังงานหมุนเวียนจากแบตเตอรี่ที่มีการเก็บพลังงานโดยโซลาร์เซลล์



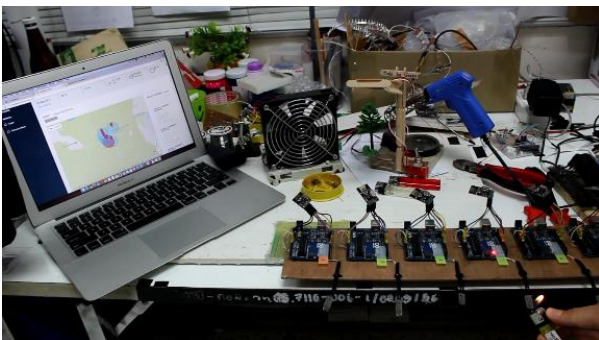
รูปที่ 6 อุปกรณ์ส่วนรีพีตเตอร์ (Repeater)

3.) ส่วนเซิร์ฟเวอร์ (Server) จะทำการรับข้อมูลเมื่อ Server ที่อยู่ในบริเวณป่าส่งมาให้แล้วจะทำการกรองข้อมูลที่ได้รับมาก่อนที่จะทำการส่งข้อมูลที่กรองแล้วส่งออกผ่าน MQTT เพื่อให้ทางซอฟต์แวร์สามารถเรียกใช้ข้อมูลได้ และพลังงานของ Server จะใช้พลังงานไฟฟ้าโดยตรงจากศูนย์ควบคุมแต่เมื่อมีเหตุไฟดับจะมีการใช้พลังงานจากแบตเตอรี่สำรองที่ทำการเก็บพลังงานโดยโซลาร์เซลล์



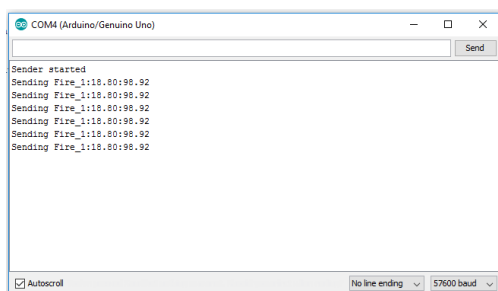
รูปที่ 7 อุปกรณ์ส่วนไคลเอนท์ (Client)

เริ่มทดสอบระบบโดยการจุดไฟเผาที่ตัวเซนเซอร์ (sensor) ในส่วนของไคลเอนท์ (client) ก็จะทำการส่งข้อมูลเลขไอดี (ID) ของตัวไคลเอนท์ที่กำลังทำงานอยู่ ส่งไปยังตัว รีพีทเตอร์ เพื่อทำการขยายระยะการส่งข้อมูล เมื่อข้อมูลถูกส่งมาถึงตัว เซิร์ฟเวอร์ (Server) แล้วก็จะทำการกรองข้อมูลทำการตัดข้อมูลที่ซ้ำออก แล้วทำการส่งข้อมูลที่รับมาไปยังโบรกเกอร์ MQTT (MQTT broker) เพื่อให้ข้อมูลที่ส่งมาผ่านตัว เดมอน (demon) สำหรับบันทึกข้อมูลลงดาต้าเบส (data base) และส่งไปทางฝั่งซอฟต์แวร์ (software) เพื่อแสดงผลบนหน้าจอแบบเรียลไทม์ (real time) ดังรูปภาพ 8



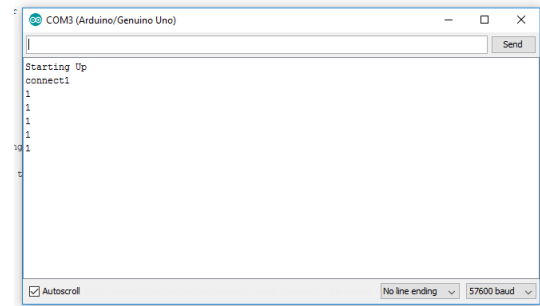
ภาพที่ 8 ทดสอบการส่งข้อมูล

#### 4.2 ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ



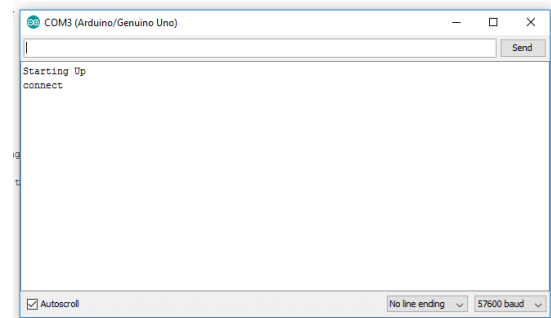
รูปที่ 8 หน้าจอการทำงานส่วน Hardware Client

เมื่อเกิดเพลิงไหม้ส่วนของไคลเอนท์ (Client) จะทำงาน และส่งข้อมูลออกมาดังรูป คือ Fire\_1 บอกถึง ID ของไคลเอนท์ (Client) ตัวนั้น 18.80 คือตำแหน่งละติจูด และ 98.92 เป็นตำแหน่งลองจิจูด



รูปที่ 9 หน้าแสดงผลการรับข้อมูลของ Repeater

เมื่อส่วนของไคลเอนท์ (Client) ส่งข้อมูลมา ตัว เซิร์ฟเวอร์ (Server) จะรับค่าไอดีมาแล้วทำการส่งต่อไปยัง เซิร์ฟเวอร์หลักที่ตั้งอยู่บนศูนย์ควบคุมไฟฟ้า

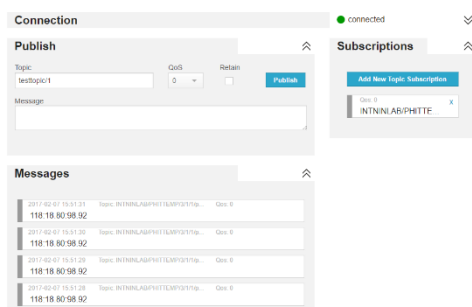


รูปที่ 10 หน้าเชื่อมต่อ Internet ของ Server

เมื่อเซิร์ฟเวอร์หลักได้รับข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ที่อยู่กลาง ป่ามา จะทำการกรองข้อมูล เพื่อส่ง MQTT ไปเก็บไว้บนคลาวด์ (Cloud) เพื่อให้ทางฝั่งของซอฟต์แวร์เรียกใช้งาน

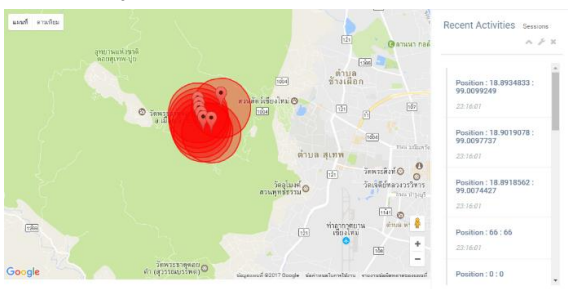
ภาพที่ 11 แสดงการส่งสัญญาณแจ้งเตือนการเกิดไฟฟ้า จากตัวไคลเอนท์ (Client) เมื่อวงจรภายในทำการเชื่อมต่อจะทำให้เกิดการ ทำงานของโมดูล client และทำการส่งสัญญาณไปยังตัวรีพีทเตอร์ (Repeater) เพื่อให้ตัวรีพีทเตอร์ (Repeater) ส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์ (Server) และทำการส่งค่า MQTT ไปยังระบบแจ้งเตือนภัยไฟฟ้า (Web)





ภาพที่ 11 แสดงการส่งสัญญาณจากตัว client ไปยังตัว repeater และส่งค่าไปที่ server เพื่อส่งค่า MQTT ไปยังระบบแจ้งเตือนไฟฟ้า (Web)

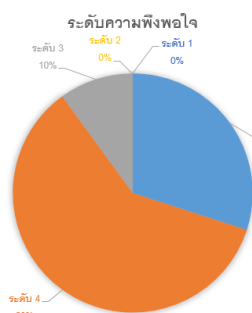
ภาพที่ 11 และภาพที่ 12 เมื่อส่งค่า MQTT มายังเว็บไซต์ หน้าเว็บจะทำการแสดงจุดที่มีเกิดไฟฟ้าในแผนที่และแสดงข้อมูลพิกัดเพื่อให้ผู้ใช้งานได้ทราบ



ภาพที่ 12 แสดงพื้นที่และพิกัดที่เกิดไฟฟ้า

#### 4.3 ผลการประเมินระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลการประเมินผลความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพของระบบจากผู้ทดลองใช้งาน จำนวน 20 คนดังรูปภาพที่ 13



ภาพที่ 13 แสดงกราฟความพึงพอใจต่ออุปกรณ์

ซึ่งผู้ทดลองใช้งานมีความพึงพอใจในระดับ 5 จำนวน 6 คน ระดับ 4 จำนวน 12 คน และระดับ 3 จำนวน 2 คน ซึ่งคะแนนความพึงพอใจโดยรวมอยู่ที่ 4.243 จาก 5 คะแนน 5 =

(ดีมาก) ดังนั้นความพึงพอใจประสิทธิภาพโดยรวมของระบบอยู่ในระดับดี

#### 5. สรุปผล

ระบบเตือนภัยไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบแจ้งเตือนเมื่อเกิดไฟฟ้า ให้สามารถรายงานสถานการณ์การเกิดไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็วแม่นยำโดยบอกพิกัดรวมถึงทิศทางลมและแสดงข้อมูลต่างๆ ที่เป็นประโยชน์สูงสุดเพื่อให้เจ้าหน้าที่หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ทำการวางแผนและเข้าควบคุมยับยั้งการเกิดไฟฟ้าไม่ให้เกิดเป็นวงกว้างได้ แต่ระบบยังมีปัญหาทางด้าน API ของสภาพอากาศที่ไม่แม่นยำร้อยละหนึ่งในแต่ละพิกัดเนื่องจากข้อมูลที่ได้จะเป็นการเฉลี่ยของในแต่ละจังหวัดเท่านั้น

#### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ส่วนควบคุมไฟฟ้า สำนักป้องกันรักษาป่าและควบคุมไฟฟ้า (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กันยายน 2559 จาก <http://www.forest.go.th/wildfire/index.php>
- [2] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เซลล์แสงอาทิตย์ (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อวันที่ 23 กันยายน 2559 จาก <http://www3.egat.co.th/re/solarcell/solarcell.htm>
- [3] ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ Fire Alarm System (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อวันที่ 11 กันยายน 2559 จาก <http://www.solentsynergy.com/>
- [4] ชาญณรงค์ น้อยบางยาง. การประยุกต์ใช้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับระบบเฝ้าระวังและสัญญาณเตือนภัยจากไฟฟ้ารั่วเนื่องจากภาชนะน้ำท่วมฉนวนระบบไร้สาย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา, 2556