

## ระบบแจ้งเตือนภัยไฟป่า (Wildfire Warning System)

ชลธิชา ขมตา<sup>1</sup> รัฐิณัฐ ฌิมเย็น<sup>2</sup> ประเสริฐ กุลบริคุปต์<sup>3</sup>  
นชิ ตันติธารานุกุล<sup>4</sup> กิตติกร หาญตระกูล<sup>5</sup> และ ปวีณ เชื้อนแก้ว<sup>6</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

Emails: chonthicha0709@gmail.com, donut.oppo.cs@gmail.com, kulborekupt@gmail.com

### บทคัดย่อ

ปัจจุบันไฟป่าเป็นปัญหาใหญ่ในหลายด้าน เนื่องจากเพลิงไหม้ที่ไม่สามารถควบคุมได้ทันเวลาทำให้ไฟได้ลุกลามเป็นวงกว้างและเกิดความเสียหายแก่ทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก เพราะไฟป่าสามารถลุกลามและไหม้ทำลายพื้นที่จำนวนมากได้ในเวลาอันรวดเร็ว ยิ่งไปกว่านั้นยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศโดยรวมของโลกในด้านต่างๆ เพราะเพลิงไหม้ที่ไม่สามารถคาดเดาทิศทางได้ ซึ่งระบบการแสดงผลที่มีอยู่ไม่สามารถแจ้งสถานะของไฟป่าได้แม่นยำทำให้การทำงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้าทำงานได้ล่าช้าจึงทำให้เกิดความเสียหายอย่างที่ผ่านมา

ผู้วิจัยจึงเห็นว่า การนำเอาเว็บไซต์เข้ามาใช้แสดงผลเพื่อพัฒนาระบบแจ้งเตือนภัยไฟป่าแบบเรียลไทม์ให้สามารถแจ้งเตือนพิกัดที่กำลังเกิดเพลิงไหม้และทิศทางลมตลอดเวลาเพื่อเป็นแนวทางในการเข้าควบคุมเพลิงไหม้ไม่ให้เกิดเป็นบริเวณกว้างได้ โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือเน้นพัฒนาระบบแสดงผลแจ้งเตือนเมื่อเกิดไฟป่าแบบเรียลไทม์ อีกทั้งระบบแจ้งเตือนภัยไฟป่ายังเก็บสถิติการเกิดไฟป่าและจุดบริเวณที่เกิดเพลิงไหม้บ่อยที่สุดเพื่อหามาตรการป้องกันการได้ในอนาคต ทำให้ระบบแจ้งเตือนไฟป่าจะเป็นประโยชน์ต่อศูนย์ควบคุมไฟป่าหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างมาก

**คำสำคัญ**-- ระบบแจ้งเตือนไฟป่า; ระบบแจ้งเตือน; ไฟป่า;

### ABSTRACT

Wildfire is one of the most problematic issue in Thailand. This is because wildfire is difficult to be controlled. It can be spread broadly and can also quickly damage forest resources and the environment seriously. Moreover, it is also difficult to predict the direction where the fire is spreading to. The current detecting system is unable to identify the precise cause of the fire. Also by the time the fireman officer can react may be too slow and the wildfire can cause the damage to the forest already.

The researcher believes that developing a warning system that users can access the wildfire information via the web access can help fireman officers to react to the wildfire problem quickly. The system shows the coordinates where the wildfire is detected and also wind direction to guide and control the fire and prevent a wide area. The objective of the research is focused on the development of display notifications of the fire in real time. The warning system also keeps statistics on the incidence of forest fires, forest fires and the fires often as possible to take measures to prevent it in the future. Wildfire alert system would be beneficial to forest fire control center or entities involved are enormous.

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

## 1. บทนำ

เนื่องจากเกิดเหตุไฟไหม้ป่าบริเวณดอยสุเทพเป็นวงกว้างเมื่อวันที่ 9 พฤษภาคม 2559 ส่งผลให้เกิดผลกระทบหลายด้านทั้งการสูญเสียทรัพยากรป่า ต้นไม้เกิดการล้มตายและทำให้ต้นไม้เกิดแผลไฟไหม้ (fire scars) นอกจากนี้ไฟป่าจะเผาไหม้ใบไม้ ราก และเนื้อเยื่อเจริญเติบโตของลำต้นทำให้การเจริญเติบโตของต้นไม้ลดลง ทั้งผลกระทบโดยตรงต่อสัตว์ป่าทำให้สัตว์ป่าบาดเจ็บหรือถึงแก่ความตาย ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันและในระยะยาวต่อสภาพถิ่นที่อยู่อาศัยและปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีพของสัตว์ป่า ซึ่งจะมีผลกระทบต่ออาหาร สิ่งปกคลุม น้ำ และสิ่งแวดล้อมที่เป็นประโยชน์ทั้งหมดถูกเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงจากผลของการเกิดไฟป่า และผลกระทบของดินที่ถูกทำลายอินทรีย์วัตถุ ความชื้นลดลงทำให้ดินแห้งแล้งและเสื่อมโทรมลง อีกทั้งยังส่งผลให้เกิดมลพิษทางด้านอากาศ คาร์บอนไฟท์เกิดขึ้นทำให้อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้นบดบังแสงอาทิตย์ ลดทัศนวิสัยการมองเห็น ลดความสวยงามของภูมิประเทศ มีผลกระทบต่อพืชเศรษฐกิจ และสุขภาพของมนุษย์

ทำให้ตระหนักได้ว่าการที่ไฟป่าลุกลามเป็นบริเวณวงกว้างนั้นมีสาเหตุซึ่งเกิดจากฝีมือมนุษย์หรือเกิดจากขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่ถ้าเราสามารถรู้ได้ว่าไฟป่าขนาดย่อมเกิดขึ้นเราจะสามารถหยุดและควบคุมไม่ให้ไฟป่านั้นลุกลามเป็นบริเวณวงกว้างได้ ซึ่งจากเดิมการควบคุมไฟป่านั้นเจ้าหน้าที่ทำได้แค่เพียงรอจุดสถานการณ์เกิดควันไฟหรือต้องรอให้ประชาชนที่พบเหตุเพลิงไหม้โทรแจ้งเข้าไปยังศูนย์ควบคุมไฟป่าก่อนถึงจะทราบว่ามีไฟไหม้ไฟป่าและการบอกพิกัดพื้นที่ที่เกิดไฟป่านั้นอาจสื่อสารไม่ครบถ้วนทำให้เจ้าหน้าที่เข้าถึงสถานที่เกิดไฟป่าได้ล่าช้า ทำให้ไฟลุกลามเป็นบริเวณกว้างเกินกว่าที่จะสามารถเข้าควบคุมได้ ดังนั้นทางผู้พัฒนาจึงได้ทำการพัฒนาระบบแจ้งเตือนภัยไฟป่าแบบเรียลไทม์ขึ้นเพื่อให้เจ้าหน้าที่สามารถทราบพิกัดที่เกิดไฟป่าและเข้าทำการเข้าควบคุมไฟป่าได้ทันเวลาทำให้ไม่เกิดความเสียหายอย่างที่เคยเกิดขึ้น จึงเป็นที่มาของการวิจัยนี้

## 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1.1 Sensor ตัวจับความร้อน

Sensor จะมีการทำงานอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนตัวจับความร้อนและส่วนของการส่งข้อมูล ซึ่งการทำงานจะทำต่อเนื่องเมื่อ

Sensor ตัวจับความร้อนในอุณหภูมิประมาณ 45 องศา ก็จะทำให้อุปกรณ์เริ่มทำงานด้วยการส่งข้อมูล จะทำการส่งผ่านตัวส่งสัญญาณ (NRF24L01) เพื่อส่งข้อมูลพิกัด จุดที่เกิดไฟป่าขึ้นไปยังเซิร์ฟเวอร์ (Server) ที่ตั้งอยู่ในศูนย์ควบคุมไฟป่า แต่ระยะทางการส่งข้อมูลของตัว Sensor อาจจะมีรัศมีการส่งข้อมูลไม่ครอบคลุมทำให้ไม่สามารถส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์ได้ ดังนั้นในการระหว่างการส่งข้อมูลก็จะมีตัวรีพีตเตอร์ (Repeater) เพื่อทำการทวนสัญญาณให้กับตัว Sensor เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์ (Server) ได้

### 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบงานวิจัยที่ได้พัฒนาระบบแจ้งเตือนภัยไฟป่า ดังนี้

2.2.1 ระบบแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System) เป็นระบบที่สามารถตรวจจับการเกิดเหตุเพลิงไหม้และแจ้งเตือนให้ผู้อยู่ในอาคารทราบโดยอัตโนมัติ การทำงานของระบบแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้ เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้หรือมีกลุ่มควันเกิดขึ้นจะถูกตรวจจับด้วยอุปกรณ์ตรวจจับควันหรือความร้อนและส่งสัญญาณไปยังตู้ควบคุม ตู้ควบคุมก็จะส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์แจ้งเตือนเพื่อแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้ต่อไป [5]

2.2.2 iPollution ระบบแจ้งเตือนหมอกควันไฟป่า แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นฮาร์ดแวร์และส่วนที่สองคือซอฟต์แวร์ ประกอบไปด้วย 1.) ระบบจัดการฐานข้อมูล โดยใช้โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL 2.) Web Socket Protocol ใช้เป็นตัวกลางการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์กับฐานข้อมูล 3.) Web Service สำหรับการจัดการข้อมูลในฐานข้อมูล และ 4.) โมบายแอปพลิเคชันที่พัฒนาโดยใช้เทคโนโลยี Ionic Framework 2 ซึ่งทำให้แอปพลิเคชันสามารถทำงานได้หลายแพลตฟอร์ม

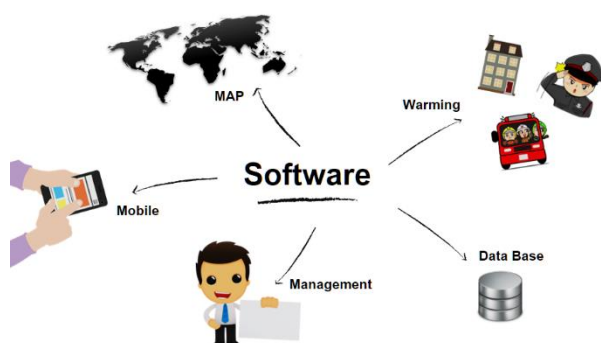
แอปพลิเคชัน iPollution นี้มี 3 ฟังก์ชันหลัก ฟังก์ชันแรกเป็นข้อมูลเกี่ยวกับมลภาวะหรือมลพิษต่างๆ ฟังก์ชันที่สองเป็นส่วนของการข้อมูลข่าวสาร เป็นส่วนที่แยกออกจากเซ็นเซอร์ ซึ่งหน่วยงานหรือผู้เกี่ยวข้อง จะเป็นผู้อัปโหลดข้อมูลข่าวสารเข้าไปและฟังก์ชันสุดท้ายเป็นส่วนงานสำหรับหน่วยงานหรือผู้เกี่ยวข้อง หากเซ็นเซอร์ตรวจวัดค่าหมอกควัน ที่วัดได้เกินมาตรฐานที่ผู้ใช้งานกำหนดไว้ จะมีการแจ้งเตือนไปที่เจ้าหน้าที่หลัก และเจ้าหน้าที่คนดังกล่าวจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้เกี่ยวข้อง เช่น

พนักงานดับเพลิง ผู้ควบคุมไฟฟ้า หรือเจ้าหน้าที่ในเขตพื้นที่นั้นๆ เพื่อให้เข้าไปดำเนินการได้อย่างทันท่วงที รวมถึงประชาชนในพื้นที่ ในการเตรียมความพร้อม ทำให้ช่วยลดปัญหาหมอกควัน หรือสาเหตุการเกิดไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ [6]

### 3. รายละเอียดการพัฒนา

#### 3.1 ภาพรวมของระบบเตือนภัยไฟฟ้า

ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบเตือนภัยไฟฟ้าระบบแจ้งเตือนภัยไฟฟ้า (Web) ทำหน้าที่แสดงแจ้งเตือนการทำงานของอุปกรณ์แบบเรียลไทม์ และยังระบุตำแหน่งของอุปกรณ์บนแผนที่ รวมถึงการแสดงผลสภาพอากาศ ทิศทางลม ณ ตำแหน่งของตัวอุปกรณ์ซึ่งระบบจะมีฟังก์ชันการทำงานดังรูปภาพที่ 1

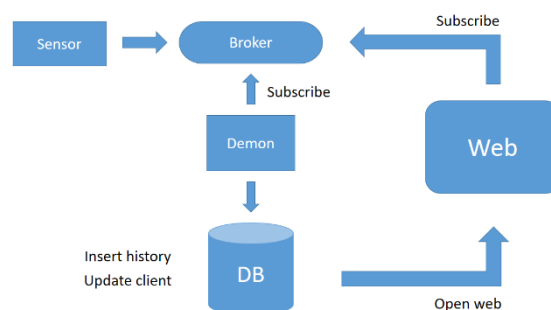


ภาพที่ 1. โครงสร้างระบบแจ้งเตือนภัยไฟฟ้า

จากภาพที่ 1 การทำงานของระบบแจ้งเตือนภัยไฟฟ้า เมื่ออุปกรณ์ตรวจจับความร้อนได้ส่งข้อมูลมาแล้ว จะทำการส่งข้อมูลไปยัง MQTT เพื่อนำไปประมวลผลและแสดงพิกัดที่บริเวณนั้นว่ากำลังเกิดเหตุไฟป่าอยู่ นอกจากจะแสดงพิกัดในแผนที่แล้วยังแสดงทิศทางลม ณ พิกัดนั้นเพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการเข้าจัดการและควบคุมไฟฟ้าของเจ้าหน้าที่และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องไม่ให้ลุกลามเป็นวงกว้างได้ ซึ่งจะทำให้การเกิดการสูญเสียทรัพยากรต่าง ๆ ลดลง

#### 3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

##### 3.2.1 Flow Chart



ภาพที่ 2. แสดงการทำงานของระบบแจ้งเตือนไฟฟ้า (Web)

- 1.) เมื่อเซิร์ฟเวอร์ที่เก็บข้อมูล (Broker) ได้รับข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Sensor) จะส่ง (Public) ข้อมูลออกไป
- 2.) Web Service (Demon) ที่รอฟังหรือรอรับข้อมูล (Subscribe Broker) อยู่ จะทำการเพิ่มข้อมูลประวัติของการเกิดไฟไหม้ และ อัปเดต สถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Sensor) ในฐานข้อมูล
- 3.) เมื่อทำการเปิดเว็บ หน้าเว็บจะดึงข้อมูลที่อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Sensor) ที่ทำงานอยู่มาแสดงบนแผนที่ และรอฟังข้อมูลจากนั้นจะนำมาแสดงจุดที่เกิดเหตุไฟป่าบนแผนที่แบบเรียลไทม์

### 4. ผลการดำเนินงาน

#### 4.1 การทดลองระบบ

การใช้งานระบบแบ่งผู้ใช้งานออกเป็น 3 ฝ่าย ตามสิทธิ์ของผู้ใช้งาน ได้แก่

- 1.) ฝ่ายผู้ใช้งานทั่วไป บุคคลทั่วไปสามารถเข้าดูเว็บได้ ซึ่งจะจำกัดการใช้งาน คือ สามารถดูแผนที่การเกิดไฟป่าในขณะนั้นและสถิติการเกิดไฟป่า รวมไปถึงสถานที่และเบอร์โทรฉุกเฉินในการติดต่อกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อแจ้งเหตุได้
- 2.) ฝ่ายเจ้าหน้าที่หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ผู้ใช้งานจะต้องเข้าสู่ระบบเพื่อทำการตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้ ในการเข้าถึงหน้าจอตามสิทธิ์ที่กำจัดการเข้าถึง คือ สามารถที่จะดูแผนที่ในการเกิดไฟป่าและพิกัดที่กำลังเกิดเหตุเพลิงไหม้รวมถึง

ทิศทางลมตรงพิกัดนั้นเพื่อวางแผนในการควบคุมไฟป่าไม่ให้ลุกลามเป็นวงกว้าง เจ้าหน้าที่หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องยังสามารถดูสถิติการเกิดไฟป่าและจุดที่เกิดการเกิดเพลิงไหม้บ่อยๆ เพื่อหามาตรการป้องกันไว้ล่วงหน้าได้ และยังสามารถขยายบริเวณการวางตัวตรวจจับความร้อนได้

3.) ฝ่ายดูแลระบบหรือ Admin จะต้องเข้าสู่ระบบเพื่อทำการตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้ ซึ่งผู้ดูแลระบบจะสามารถดูแผนที่ในการเกิดไฟป่าและพิกัดที่กำลังเกิดเหตุเพลิงไหม้รวมถึงทิศทางลมตรงพิกัดนั้นและยังดูสถิติการเกิดไฟป่า การดูแลจัดการสิทธิ์ผู้เข้าใช้งาน และการดูแลจัดการควบคุมการวางตำแหน่งของตัวอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด และผู้ดูแลระบบยังต้องดูแลระบบแจ้งเตือนภัยไฟป่า (Web) ให้สามารถทำงานได้อย่างราบรื่น หากระบบเกิดการขัดข้องผู้ดูแลระบบจะต้องทำการแก้ไขให้ระบบสามารถทำงานได้ตามปกติ

#### 4.2 ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ

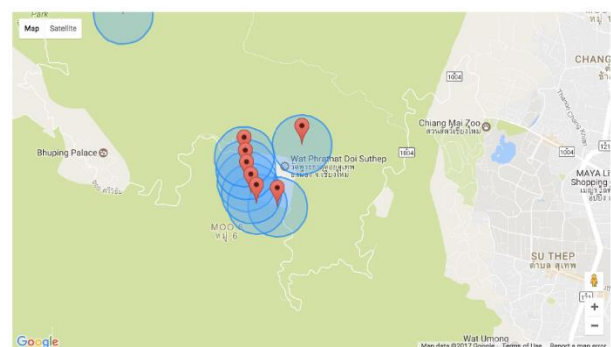
ภาพที่ 3 แสดงการส่งสัญญาณแจ้งเตือนการเกิดไฟป่า โดยที่ server ทำการส่งค่า MQTT ไปยังระบบแจ้งเตือนภัยไฟป่า (Web)

Messages			
2017-03-24 12:36:41	Topic: INTNINLAB/FHITTEMP/3/1/1p...	Qos: 0	
3.18.803095.98.917195			
2017-03-24 12:36:41	Topic: INTNINLAB/FHITTEMP/3/1/1p...	Qos: 0	
1.18.807489.98.92418			
2017-03-24 12:36:40	Topic: INTNINLAB/FHITTEMP/3/1/1p...	Qos: 0	
3.18.803095.98.917195			
2017-03-24 12:36:40	Topic: INTNINLAB/FHITTEMP/3/1/1p...	Qos: 0	
1.18.807489.98.92418			
2017-03-24 12:36:39	Topic: INTNINLAB/FHITTEMP/3/1/1p...	Qos: 0	
3.18.803095.98.917195			
2017-03-24 12:36:39	Topic: INTNINLAB/FHITTEMP/3/1/1p...	Qos: 0	
1.18.807489.98.92418			
2017-03-24 12:36:38	Topic: INTNINLAB/FHITTEMP/3/1/1p...	Qos: 0	
3.18.803095.98.917195			
2017-03-24 12:36:38	Topic: INTNINLAB/FHITTEMP/3/1/1p...	Qos: 0	
1.18.807489.98.92418			
2017-03-24 12:36:37	Topic: INTNINLAB/FHITTEMP/3/1/1p...	Qos: 0	
3.18.803095.98.917195			
2017-03-24 12:36:37	Topic: INTNINLAB/FHITTEMP/3/1/1p...	Qos: 0	
1.18.807489.98.92418			
2017-03-24 12:36:36	Topic: INTNINLAB/FHITTEMP/3/1/1p...	Qos: 0	

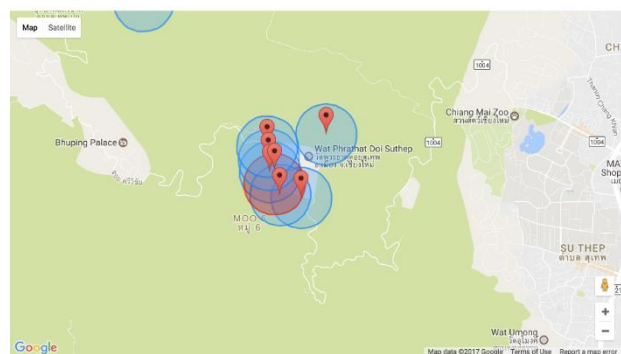
ภาพที่ 3. Server ส่งค่า MQTT ไปยังระบบแจ้งเตือนไฟป่า (Web)

ภาพที่ 4 เป็นการแสดงหน้าเว็บในส่วนของแผนที่ที่แสดงจุดของตัว Sensor ตัวจับความร้อนที่ยังไม่มีการเกิดไฟไหม้ป่า และภาพที่ 5 เมื่อส่งค่า MQTT มายังเว็บไซต์หน้าเว็บจะทำการแสดงจุดที่มีเกิดไฟไหม้ในแผนที่ ซึ่งวงกลมจะบ่งบอกถึงรัศมีที่

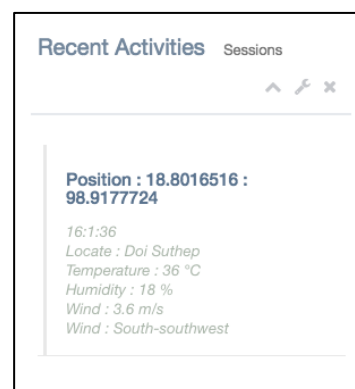
มีการเกิดไฟป่า และเมื่อวงกลมถูกเปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นสีแดงซึ่งจะหมายความว่าพื้นที่ตรงจุดนั้นกำลังเกิดไฟป่า



ภาพที่ 4. แสดงจุดของตัว Sensor ตัวจับความร้อนที่ยังไม่มีการเกิดไฟไหม้ป่า

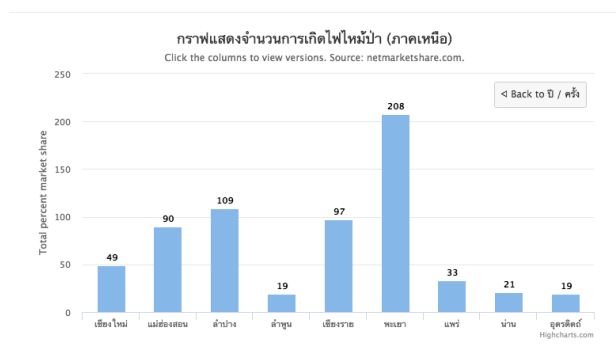


ภาพที่ 5. แสดงจุดที่มีการเกิดไฟป่า



ภาพที่ 6. แสดงสถานะเกิดไฟป่าและรายละเอียดต่างๆ

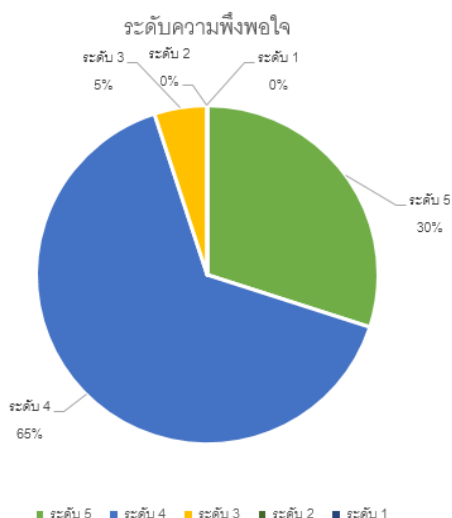
ภาพที่ 6 แสดงสถานะการเกิดไฟไหม้ป่าจะเป็นการบอกรายละเอียดพิกัดที่เกิดไฟป่า รวมถึงเวลา ทิศทางลมและอุณหภูมิตรงที่เกิดเหตุไฟไหม้ป่า และภาพที่ 7 แสดงสถิติจำนวนการเกิดไฟป่าในแต่ละจังหวัดและแต่ละปีของภาคเหนือ



ภาพที่ 7. กราฟแสดงจำนวนการเกิดไฟฟ้าในแต่ละจังหวัดและแต่ละปีของภาคเหนือ

#### 4.3 ผลการประเมินระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลการประเมินผลความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพของระบบจากผู้ทดลองใช้งานเป็นกลุ่มนักศึกษาที่ใช้งานจริง จำนวน 20 คน ดังรูปภาพที่ 8



ภาพที่ 8. แสดงกราฟความพึงพอใจต่ออุปกรณ์

ซึ่งผู้ทดลองใช้งานมีความพึงพอใจในระดับ 5 จำนวน 6 คน ระดับ 4 จำนวน 13 คน และระดับ 3 จำนวน 1 คน ซึ่งคะแนนความพึงพอใจโดยรวมอยู่ที่ 4.234 จาก 5 คะแนน 5 = (ดีมาก) ดังนั้นความพึงพอใจประสิทธิภาพโดยรวมของระบบอยู่ในระดับดี

#### 5. สรุปผล

ระบบเตือนภัยไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบแจ้งเตือนเมื่อเกิดไฟฟ้า ให้สามารถรายงานสถานการณ์การเกิดไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็วแม่นยำโดยบอกพิกัดรวมถึงทิศทางลมและ

แสดงข้อมูลต่างๆ ที่เป็นประโยชน์สูงสุดเพื่อให้เจ้าหน้าที่หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ทำการวางแผนและเข้าควบคุมยับยั้งการเกิดไฟฟ้าไม่ให้เกิดเป็นวงกว้างได้ แต่ระบบยังมีปัญหาทางด้าน API ของสภาพอากาศที่ไม่แม่นยำร้อยละเปอร์เซ็นต์ในแต่ละพิกัดเนื่องจากข้อมูลที่ได้จะเป็นการเฉลี่ยของในแต่ละจังหวัดเท่านั้น

#### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ส่วนควบคุมไฟฟ้า สำนักป้องกันรักษาป่าและควบคุมไฟฟ้า (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กันยายน 2559 จาก <http://www.forest.go.th/wildfire/index.php>
- [2] MQTT Cloud (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อวันที่ 22 กันยายน 2559 จาก <http://www.semi-journal.com/>
- [3] W3schools.com (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อวันที่ 22 กันยายน 2559 จาก <https://www.w3schools.com/>
- [4] Xampp (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อวันที่ 29 กันยายน 2559 จาก <http://www.mindphp.com/>
- [5] ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ Fire Alarm System (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อวันที่ 11 กันยายน 2559 จาก <http://www.solentsynergy.com/>
- [6] iPollution ระบบแจ้งเตือนหมอกควันไฟฟ้า (ออนไลน์) สืบค้นเมื่อวันที่ 7 ธันวาคม 2559 จาก <https://blog.eduzones.com/magazine/165363>