

ระบบการตรวจจับฟ้าผ่าในประเทศไทย โดยผ่านวิธี TOA

Lightning Detection System in Thailand by TOA Method

กมล ชีระกาญจน์* สุวิพล สิริวิชฌา* อรรณพ โรมา**

*ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**บริษัท เค.เอ็ม.แอล.เทคโนโลยี จำกัด

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอระบบในการตรวจจับฟ้าผ่าในประเทศไทย โดยผ่านทางวิธี TOA โดยจะมีการรับสัญญาณฟ้าผ่าที่ส่งสัญญาณมาทางคลื่น VLF หลังจากนั้นดำเนินการ ส่งข้อมูลเข้าไปประมวลผล ด้วยวิธี TOA ซึ่งวิธีนี้ จะถูกใช้ในการคำนวณการหาพิกัดที่เกิดฟ้าผ่าขึ้น และแสดงผลในการแจ้งเตือนผ่านปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งเราสามารถที่จะเลือกสถานที่ในการตรวจจับเหตุการณ์ฟ้าผ่า และทำการแจ้งผู้ใช้งาน หากมีเหตุการณ์ฟ้าผ่าเกิดขึ้นในบริเวณนั้น ซึ่งระบบนี้จะช่วยให้คนไทยสามารถรู้ตำแหน่งที่เกิดฟ้าผ่าขึ้น เนื่องจากฟ้ามีโอกาที่จะผ่านบริเวณเดิมค่อนข้างสูง เพื่อที่เราจะสามารถป้องกันภัยอันตรายที่เกิดจากฟ้าผ่าได้ทันทั่วถึง

คำสำคัญ : วิธี TOA , VLF , สัญญาณฟ้าผ่า

Abstract

This paper presents a lightning detection system in Thailand by TOA method. This system receives lightning signal via VLF frequency to process by TOA method. This method is used to calculate lightning locations, when the system detects lightning signal. Our system will alert via Android phone if lightning happens nearby places. User can choose locations and alert points via android application. This system will help people to know lightning location. Since lightning generally occurs in same area so that we can prevent danger from lightning immediately.

Key words : TOA method , VLF , Lightning signal

1. บทนำ

เนื่องจากปัจจุบัน ได้มีภัยอันตรายจากธรรมชาติได้คร่าชีวิตมนุษย์มากมาย เช่น น้ำท่วม , แผ่นดินไหว

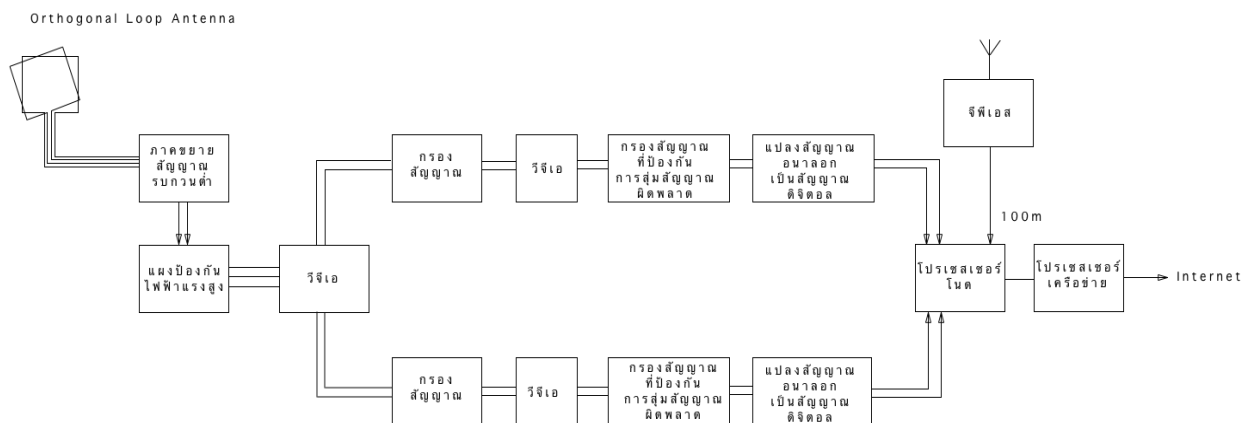
แม้กระทั่งภัยอันตรายจากฟ้าผ่า ก็ได้มีการคร่าชีวิตคนไทยไปหลายคนในรอบหลายปีที่ผ่านมา จากการที่ได้มีการเก็บสถิติพบว่า โดยมีจำนวนผู้บาดเจ็บรุนแรงจาก

ฟ้าผ่า ตั้งแต่ปี 2551-2555 จำนวน 180 ราย เฉลี่ยปีละ 36 ราย เสียชีวิต 46 ราย อัตราเจ็บตายเป็นร้อยละ 23.89 และจำนวนผู้ป่วยมีแนวโน้มที่สูงขึ้น (โดยสำนักกระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค ร่วมกับโรงพยาบาลเครือข่ายการเฝ้าระวังการบาดเจ็บแห่งชาติ 33 แห่ง ของ กระทรวงสาธารณสุข) และความรู้เรื่องวิธีการรับมือฟ้าผ่าของคนไทยยังไม่เยอะเท่าที่ควร ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยยังไม่

ค่อยตระหนักในเรื่องของฟ้าผ่าเท่าที่ควร จากการที่ได้ไปตรวจสอบค้นพบว่าในแต่ละประเทศได้มีแอปพลิเคชันแจ้งเตือนฟ้าผ่า อยู่ในหลายๆ ประเทศ แต่ของประเทศไทยยังไม่มีในเรื่องนี้ [1] , [2]

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

รูปแบบของ Lightning Detection เมื่อมีฟ้าผ่าเกิดขึ้น

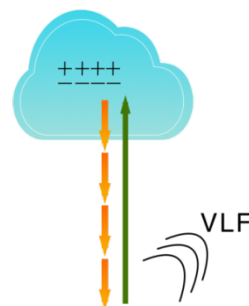


รูปที่ 1 Lightning Detection System [3]

หลังจากมีเหตุการณ์ฟ้าผ่าเกิดขึ้น เสาอากาศแบบ Orthogonal Loop Antenna จะรับสัญญาณฟ้าผ่ามา ซึ่งจะ เป็นสัญญาณ VLF (Very low frequency ช่วงความถี่ 3-30 kHz) จากนั้น ตัวภาคขยายสัญญาณรบกวนต่ำ จะทำการ ขยายสัญญาณแบบสัญญาณรบกวนต่ำ และจัดการเรื่อง สัญญาณรบกวน ในกรณีที่มีแรงดันไฟฟ้าสูงเข้ามาภายใน ระบบ ตัวแผงป้องกันไฟฟ้าแรงสูง (High voltage protection circuit CKT) จะมีหน้าที่ในการป้องกันระบบ จากความเสียหาย โดยจะมีการแบ่งออกเป็น 2 ช่องสัญญาณ ได้แก่ N-S และ E-W จากนั้นจะเข้าไปสู่ กรองสัญญาณที่ป้องกันการลัดวงจรสัญญาณที่ผิดพลาด และทำ การแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล จากนั้น เมื่อนำมารวมกับสัญญาณที่มาจากเสาอากาศจีพีเอส (GPS) ที่มีค่าความผิดพลาดในการหาตำแหน่งอยู่ที่ ประมาณไม่เกิน 100 m จะนำเข้าสู่ โปรเซสเซอร์ เครือข่าย (Network Processor) โดยที่แต่ละ โหนด (Node) ที่ รับสัญญาณมานั้นจะทำการตรวจจับฟ้าผ่าและรับค่า สถานะของฟ้าผ่าแต่ละที่ จากนั้นนำไปประมวลผลโดย วิธีการแบบ TOA [3]



รูปที่ 2 ประจุไฟฟ้าบนเมฆปล่อยสัญญาณ VLF ออกมา [4]

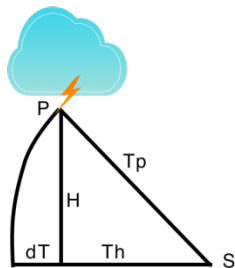


รูปที่ 3 ประจุไฟฟ้าในขณะที่เกิดฟ้าผ่า และปล่อยสัญญาณ VLF ออกมา [4]

2.1 TOA method [5]

1. มีการประยุกต์จาก 2D locating algorithm ในการคำนวณหาตำแหน่งของ Ground location
2. ในเซ็นเซอร์ที่ใกล้ที่สุดเมื่อเทียบกับจุดที่ฟ้าผ่า แล้ว ค่าความแตกต่าง (dT) ระหว่างเวลา T_p ที่ได้จาก การวัดระหว่างจุดเซ็นเซอร์กับจุดที่ฟ้าผ่า และ ค่าระยะเวลาที่จุด 2D location ของฟ้าผ่าและที่จุดเซ็นเซอร์
3. ซึ่งในการคำนวณหาความแตกต่างระหว่างสัญญาณ IC และ CG เราจะใช้จากการสะท้อนของคลื่น VLF ออกมา โดยตัวเซ็นเซอร์จะตรวจสอบว่า สัญญาณที่สะท้อนออกมานั้นมีความสูงเป็นเท่าไร หากความสูงมีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าเป็นสัญญาณ CG ตามสมการด้านล่าง

$$CG \rightarrow dT = 0, CC \rightarrow dT \neq 0$$



รูปที่ 4 TOA method

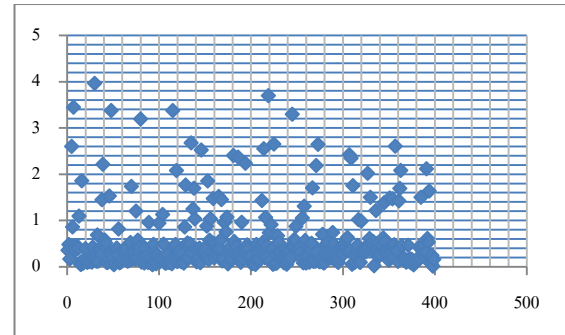
โดยที่ P = จุดที่เกิดฟ้าผ่าขึ้น

S = สถานีเซ็นเซอร์

H = ระยะความสูง

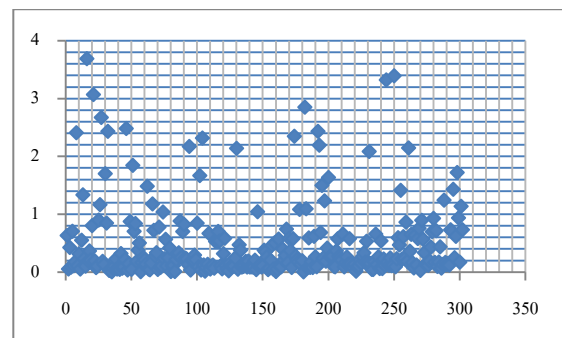
$dT = T_p - T_h$

โดยผลลัพธ์ที่ได้ออกมา จะมีค่า % ความผิดพลาด (Error) ตามรูปกราฟด้านล่าง



รูปที่ 5 กราฟแสดงค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากวิธี TOA ของวันที่ 30 พฤศจิกายน 2559

โดยแกนแนวนอน คือ ลำดับค่า และแกนแนวตั้ง คือ % ความผิดพลาด



รูปที่ 6 กราฟแสดงค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากวิธี TOA ของวันที่ 27-28 พฤศจิกายน 2559

โดยแกนแนวนอน คือ ลำดับค่า และแกนแนวตั้ง คือ % ความผิดพลาด

ข้อมูลในกราฟข้างต้นจะเห็นได้ว่า ค่าตำแหน่งที่วัดมา ได้มีค่าความผิดพลาด โดยส่วนมากจะมีค่าความผิดพลาดไม่เกิน 1 %

ในการหากระแสสำหรับความแรงของฟ้าผ่า จะใช้สมการในการหาด้านล่าง ดังนี้ [5]

$$I = 2\pi R B c / (C_{RS} \mu_0) \quad (1)$$

โดยที่ R = ระยะห่างระหว่างฟ้าผ่ากับเซ็นเซอร์

B = ความนำสนามแม่เหล็กที่วัดจากตัวเซ็นเซอร์

c = ความเร็วแสง

C_{RS} = ความเร็วของฟ้าผ่าที่สะท้อนออกมา

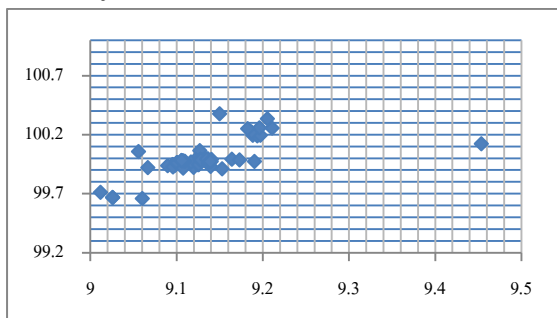
μ_0 = แรงดันสนามแม่เหล็ก

2.2 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ระบบปฏิบัติการทางมือถือที่ทาง Google ได้ทำการพัฒนาและแต่ละบริษัทได้ทำการนำไปใช้บนอุปกรณ์ของแต่ละบริษัท ซึ่งรูปแบบการเขียนจะเป็นรูปแบบของภาษา Java เป็นหลัก และจะมีบางส่วนที่ google ได้พัฒนาเข้าไปเพื่อที่จะสามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น สามารถที่จะเขียนได้บนโปรแกรมหลากหลายชนิด แต่ส่วนใหญ่จะนิยมพัฒนาบนโปรแกรม Android Studio ที่ทาง google ได้พัฒนาให้ผู้พัฒนาโปรแกรมใช้งาน

3. แนวทางการดำเนินงาน

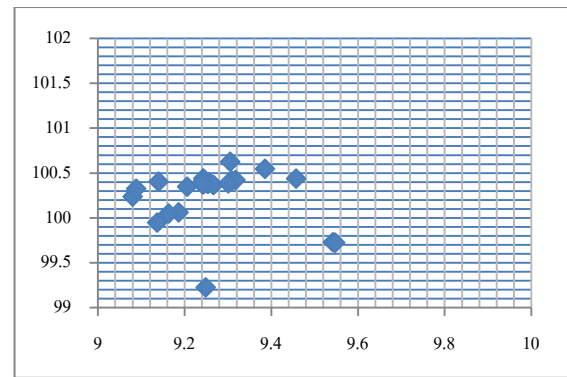
ดำเนินการเก็บข้อมูลฟ้าผ่าที่เกิดขึ้นในประเทศไทย โดยอาศัยข้อมูลสถิติ ซึ่งได้ทำการเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 2 เดือนจะมีข้อมูล โดยจะแสดงตัวอย่างข้อมูลฟ้าผ่า ตามกราฟข้อมูลด้านล่าง



รูปที่ 7 กราฟแสดงตัวอย่างข้อมูลตำแหน่งของฟ้าผ่าที่เกิดขึ้นซ้ำ ณ สถานที่ต่างๆ (ภายใน 20 นาที) ของวันที่ 30 พฤศจิกายน 2559 เวลา 23.40 – 24.00 น.

โดยแกนแนวนอน คือ ละติจูด และแกนแนวตั้ง คือ ลองจิจูด

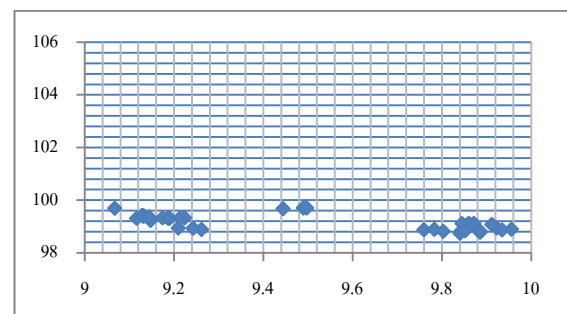
จากกราฟจะสังเกตเห็นว่าภายใน 20 นาที ที่ได้มีการเก็บสถิติ นั้น มีโอกาสที่ฟ้าจะผ่าบริเวณเดิมค่อนข้างสูง (มากกว่า 1 ครั้ง)



รูปที่ 8 กราฟแสดงตัวอย่างข้อมูลตำแหน่งของฟ้าผ่าที่เกิดขึ้นซ้ำ ณ สถานที่ต่างๆ (ภายใน 20 นาที) ของวันที่ 30 พฤศจิกายน 2559 เวลา 23.20 – 23.40 น.

โดยแกนแนวนอน คือ ละติจูด และแกนแนวตั้ง คือ ลองจิจูด

จากกราฟจะสังเกตเห็นว่าภายใน 20 นาที ที่ได้มีการเก็บสถิติ นั้น มีโอกาสที่ฟ้าจะผ่าบริเวณเดิมค่อนข้างสูงเลย (มากกว่า 1 ครั้ง)

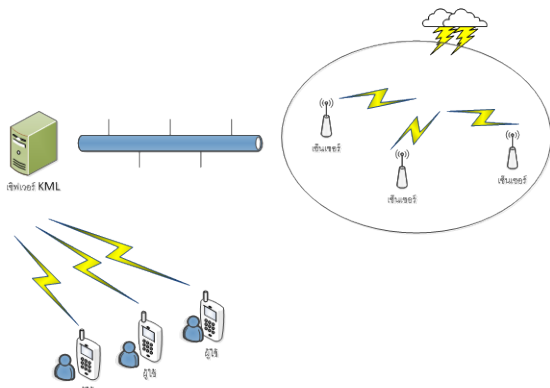


รูปที่ 9 กราฟแสดงตัวอย่างข้อมูลตำแหน่งของฟ้าผ่าที่เกิดขึ้นซ้ำ ณ สถานที่ต่างๆ (เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง) ของวันที่ 29 พฤศจิกายน 2559 เวลา 08.10 – 09.20 น.

โดยแกนแนวนอน คือ ละติจูด และแกนแนวตั้ง คือ ลองจิจูด

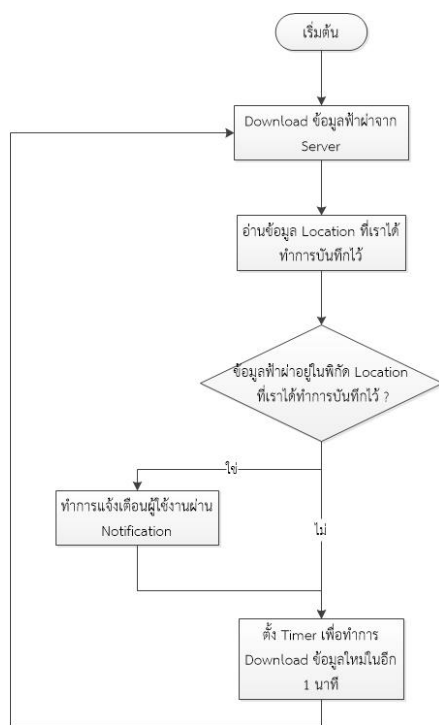
จากกราฟจะสังเกตเห็นว่าภายใน 1 ชั่วโมง ที่ได้มีการเก็บสถิติ นั้น มีโอกาสที่ฟ้าจะผ่าบริเวณเดิมค่อนข้างสูงเลย (มากกว่า 1 ครั้ง)

โครงสร้างแบบจำลองทางเน็ตเวิร์คในการเชื่อมต่อ การใช้งาน



รูปที่ 10 การดำเนินงานในการเชื่อมต่อข้อมูล

การทำงานจะมีการติดตั้งเซ็นเซอร์ตามสถานที่ต่างๆ จะจับสัญญาณ IC (Cloud Lightning) โดยผ่านทาง TOA method จากนั้น จะทำการส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์ เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูล และประมวลผล จากนั้น เครื่องมือถือแต่ละเครื่องทำการเรียกข้อมูลมาประมวลผลเพื่อทำการบันทึกลงในแผนที่ เพื่อทำการเปรียบเทียบและแจ้งเตือนข้อมูลไปยังผู้ใช้งานต่อไป

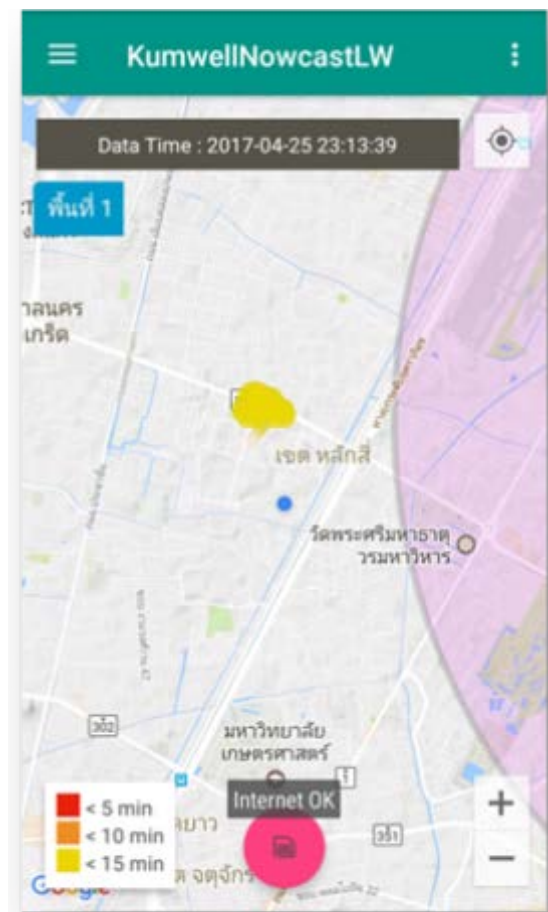


รูปที่ 11 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

การทำงานของโปรแกรมนั้น จะดำเนินการดังนี้ อุปกรณ์จะรับข้อมูลสัญญาณฟ้าผ่าจากระบบเซิร์ฟเวอร์แล้วนำมาเปรียบเทียบหาค่าความแรงของฟ้าผ่า , ค่าประเภทของฟ้าผ่า , ค่าละติจูด , ค่าลองจิจูด แล้วนำค่าทั้งหมดมาเปรียบเทียบกับค่าตำแหน่งที่เราได้ทำการบันทึกไว้ จากนั้นก็นำเข้าสู่กระบวนการในการเปรียบเทียบระยะห่างที่เกิดขึ้นว่าระยะห่างที่เกิดขึ้นนั้นมีระยะห่างมากกว่า 8 กิโลเมตรหรือไม่ หากอยู่ภายในรัศมี 8 กิโลเมตร ระบบจะทำการแจ้งเตือนผ่าน Notification ของเครื่อง จากนั้นก็ทำการ วนลูป เพื่อทำการรับข้อมูลต่อไป

4. ผลการทดลอง

ผลการทดลองได้ทำการเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อกับระบบเซิร์ฟเวอร์ ได้ผลตามรูปด้านล่าง



รูปที่ 12 หน้าจอการดำเนินงาน

หน้าหลักของแอปพลิเคชันมีข้อมูลต่างๆ ดังนี้

แสดงภาพประจุฟ้าผ่าที่ระบบได้ทำการจับได้ และส่งข้อมูลมายังระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดย

- จุดสีฟ้าเป็นพิกัดที่เราอาศัยอยู่



- แทนสัญลักษณ์ตำแหน่งฟ้าผ่าที่ทำการตรวจพบ โดยจะแสดงเป็นสีตามระยะเวลาที่เกิดขึ้น โดยที่สีแดง คือ ฟ้าผ่าได้ฟ้าที่ตำแหน่งนี้ไม่เกิน 5 นาทีที่ผ่านมา , สีส้ม คือ ฟ้าผ่าได้ฟ้าที่ตำแหน่งนี้ไม่เกิน 10 นาทีที่ผ่านมา และสีเหลือง คือ ฟ้าผ่าได้ฟ้าที่ตำแหน่งนี้ไม่เกิน 15 นาทีที่ผ่านมา ซึ่งตามภาพด้านซ้าย คือ สีเหลือง



รูปที่ 13 หน้าจอในการเปิด/ปิดระบบการแจ้งเตือน

โปรแกรมสามารถที่จะทำการปิด/เปิด การแจ้งเตือนได้ โดยสามารถที่จะเลือกได้ทั้ง ปิด 15 , 30 , 60 นาที หรือจะทำการปิดตลอดเวลา

5. สรุป

เมื่อได้ทำการทดลองแล้วพบว่า ตามแนวทาง TOA method แอปพลิเคชันจะสามารถทำการแจ้งเตือนหาก

เกิดเหตุการณ์ฟ้าผ่า ในรอบรัศมี 8 กิโลเมตรที่เราได้ทำการกำหนดพิกัดได้ ซึ่งจะแจ้งเตือนภายใน ระยะเวลา ไม่เกิน 2 นาที หลังจากที่เกิดฟ้าผ่าขึ้น ซึ่งจะเกิด Notification เกิดขึ้น และจะมีข้อมูลตามรูปด้านล่าง



รูปที่ 14 หน้าจอในการแจ้งเตือนเมื่อเกิดฟ้าผ่าขึ้น โดยระบบจะทำการแจ้งเตือนผ่าน Notification ของเครื่องนั้นๆ

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Aratha Rangphung, Pimpa Tachakamonsuk and Anong Sangchantip, "Severe Injuries from Lightning-Related Injuries under National Injury Surveillance System", Weekly Epidemiological Surveillance Report, Volume 44 , Number 24 , July 12, 2013
- [2] Pranee Wongchantae, "Lightning Phenomena and Protection ," Journal of Education and Social Development , Volume 9 , No.1 , Academic Year 2013
- [3] Swati Sharma, Shoba Krishnan and Ajay Khandare, "Orthogonal Magnetic Loop Antenna for Lightning Detection", International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IIAEM) , Special Issue for International Technological Conference-2014
- [4] Miheer Mayekar , Anil Kulkarni , Bijith Marakarkandy , "Design and simulation of low frequency cloud to ground lightning receiver for severe weather monitoring application," International Conference on Advanced

Computing Technologies and Applications
(ICACTA-2015)

- [5] Hans D. Betz, Kersten Schmidt and Wolf P. Oettinger ,”Lightning: Principles, Instrument and Application,” Chapter 5 : LINET – An International VLF/LF Lightning Detection Network in Europe , 2009