

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถจักรยานยนต์

Application of IoT Technology for Motorcycle Anti-theft Alarming System

เศรษฐา ตั้งคำวานิช ภาวิณี อู่ออด ศรัณย์พร จันทะวิชัย ศินิชา พรหมมา ชัยรัตน์ พินทอง และ สุรเชษฐ์ กานต์ประชา*

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและ
คอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร
* ผู้รับผิดชอบบทความ
surachetka@nu.ac.th

Received: 30 May 2024

Revised: 8 Jul 2024

Accepted: 16 Jul 2024

บทคัดย่อ

ปัจจุบันในประเทศไทย มีสถิติการถูกโจรกรรมและสูญหายเป็นจำนวนมาก บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ โดยนำหลักการอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) ตัวตรวจจับ (Sensor) ระบบฝังตัว (Embedded System) ไลน์บอท (Line Bot) และฐานข้อมูล (Database) เพื่อนำมาบูรณาการร่วมกันในการพัฒนาระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ ระบบที่พัฒนานี้ทำงานโดยตรวจจับความผิดปกติของการยก การโน้มเอียง และการสั่นสะเทือนของรถจักรยานยนต์ผ่านตัวตรวจจับ ADXL345 และ SW420 ที่เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP 8266 NodeMCU และแจ้งเตือนตำแหน่งของรถจักรยานยนต์ซึ่งรับค่าผ่านโมดูลระบุตำแหน่งพิกัดโลก (GPS Module) NEO-M8N และส่งข้อความผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์เพื่อแจ้งเตือนและแจ้งตำแหน่งให้แก่ผู้ใช้งาน จากการทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตรวจจับและส่งข้อความเตือนผู้ใช้งานได้อย่างถูกต้อง โดยมีระยะเวลาในการอัปเดตข้อมูลเฉลี่ยที่ 3 วินาที และมีความคลาดเคลื่อนในการระบุพิกัดประมาณ 25 ตารางเมตร

คำสำคัญ: ระบบแจ้งเตือนการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ อินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง ตัวตรวจจับ ระบบฝังตัว แอปพลิเคชันไลน์ ฐานข้อมูลไฟร์เบส

Abstract

Currently, in Thailand, a large number of missing or stolen motorcycle cases have been reported. This paper presents an application of IoT technology for motorcycle anti-theft alarming system. The system is developed by integrating Internet of Things (IoT), sensors, microcontroller, LINE-bot and database system together. Any unusual movement of the motorcycle while parking is detected using sensors (that is, ADXL345 and SW420) which sense whether the motorcycle is lifted, tilted, or vibrated. The sensing signals are sent via the internet to a small microcontroller (ESP8266 NodeMCU) to compute and alarm the user. The location of the motorcycle is determined from a GPS module (NEO-M8N). The message alerting the user is sent through Line Application including the location of vehicle. From the testing, it is found that the developed system can detect and send the alarming message to the user correctly within 3 second average for data updating and 25 m² for positioning error.

Keywords: Motorcycle anti-theft alarm system, IoT, Sensors, Embedded System, LINE Application, Firebase Database

1. บทนำ

ปัจจุบันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง แม้จะมีระบบป้องกันแบบดั้งเดิมของตัวรถ เช่น การล็อกคอก การล็อกกุญแจ เป็นต้น แต่ก็ยังมีความเสี่ยงที่จะถูกโจรกรรมได้ จากรายงานของจากสถิติศูนย์ป้องกันและปราบปรามการโจรกรรมรถยนต์ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ พบว่าสถิติรถจักรยานยนต์รับจ้างหายทั่วประเทศ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2562 – พ.ศ. 2564 จำนวนทั้งหมด 3,288 คัน [1] สำหรับระบบเตือนภัยที่เสริมเข้ามาโดยทั่วไปจะเป็นการเตือนภัยด้วย เสียงไซเรนหรือเสียงแตรพร้อมด้วยสัญญาณไฟกระพริบ แต่ก็ยังมีข้อบกพร่องในการได้ยินเสียง อีกทั้งสัญญาณเตือนภัยมักมีการส่งเสียงเตือนผิดพลาดจากเหตุสุดวิสัย ในกรณีที่โจรมีความรู้ตระเตรียมการมาและเจ้าของรถไม่ทราบว่ารระบบเตือนภัยทำงานก็จะถูกโจรกรรมได้ในที่สุด

จากปัญหาการโจรกรรมรถจักรยานยนต์และความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีมีการพัฒนาระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) ในรูปแบบต่าง ๆ และมีบทความและงานวิจัยที่ได้พัฒนาระบบป้องกันการโจรกรรม เช่น [2] W. Koodtalang และ T. Sangsuwan ได้พัฒนาระบบป้องกันการโจรกรรมจักรยานยนต์ โดยนำโปรโตคอลบลูทูธ BLE 4.0 มาประยุกต์ใช้ในการสื่อสาร และ [3] M. M. Hossain และคณะได้ออกแบบตัวตรวจจับจากการเคลื่อนตัวของโลหะนำไฟฟ้าทรงกลมในกระบอกนำไฟฟ้า เมื่อรถจักรยานยนต์มีการเคลื่อนเพียงเล็กน้อยก็จะไปกระตุ้นวงจรส่งสัญญาณแจ้งเตือน และงานวิจัย [4] Cong Gao และคณะได้พัฒนา CAN bus สำหรับระบบบอกตำแหน่งพิกัดโลก หรือ GPS ซึ่งเมื่อเชื่อมต่อแบบ CAN bus แล้วจะสามารถติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ภายในได้รวดเร็วกว่าแบบการสื่อสารอนุกรมแบบดั้งเดิม ทั้งนี้ทางคณะผู้แต่งจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ โดยเมื่อพิจารณาลักษณะทั่วไปของการโจรกรรมพบว่า รถจะต้องถูกเคลื่อนย้ายออกจากตำแหน่งเดิม ซึ่งสามารถตรวจจับได้จากตัวตรวจจับประเภทวัดการสั่นสะเทือน และวัดการโน้มเอียงจากความเร่งในการเคลื่อนที่ รวมถึงการใช้โมดูลระบุตำแหน่งพิกัดโลก เพื่อใช้เปรียบเทียบตำแหน่งเริ่มต้นที่จอดกับตำแหน่งปัจจุบันที่รถถูกเคลื่อนย้ายได้ หรือนำมาใช้เพื่อแจ้งเตือนตำแหน่งล่าสุดที่

และแจ้งเตือนมายังเจ้าของรถผ่านทางเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทำให้สามารถรับทราบและตรวจสอบตำแหน่งที่ตั้งของรถจักรยานยนต์ได้

หัวข้อถัดไปคือหัวข้อที่ 2 จะกล่าวถึงหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะนำเสนอตั้งแต่ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตัวตรวจจับโมดูลอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้อง รวมถึง โลင်းแอปพลิเคชัน หัวข้อที่ 3 คือการดำเนินงาน โดยจะอธิบายการออกแบบพัฒนาระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ระยะไกลไร้สาย หัวข้อที่ 4 คือผลการทดสอบที่ได้จากหัวข้อที่ 3 และหัวข้อที่ 5 จะเป็นการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลอง ส่วนสุดท้ายในหัวข้อที่ 6 จะสรุปงานที่ได้พัฒนาขึ้นของบทความและข้อเสนอแนะสำหรับงานที่เกี่ยวข้องหรืองานที่จะพัฒนาต่อไปในอนาคต

2. หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 [5] เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่นิยมใช้เพื่อพัฒนางานด้านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things (IoT)) ประกอบไปด้วยตัวบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 32 บิต ทำงานที่สัญญาณนาฬิกาสูงสุดถึง 160 MHz โดยมีระบบสื่อสารเชื่อมต่อกับ WiFi ร่วมกับสายอากาศรองรับความถี่ 2.4 GHz และมีราคาถูกรวมทั้งการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Firmware) เป็นลักษณะโอเพนซอร์ส (open-source) ปัจจุบันสามารถใช้ภาษา C ใน Arduino IDE เพื่อควบคุม ทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น

ESP8266 ปัจจุบันถูกผลิตมาจนถึงรุ่นที่ 3 โดยใช้ชิปโมดูล WiFi ESP-12E และ USB to Serial CH340 ที่นิยมใช้กันในปัจจุบันมากขึ้น โดยการประยุกต์ใช้ ESP8266 เหมาะกับผู้เริ่มต้นและการทดลองงานต้นแบบ เนื่องจากมีขาสัญญาณอินพุตเอาต์พุตที่ครบทั้ง ดิจิทัล และแอนาล็อก รวมทั้งขาการเชื่อมต่อสื่อสารมาตรฐาน เช่น I²C หรือ SPI เป็นต้น

2.2 Vibration Sensor Module

ตัวตรวจจับการสั่นสะเทือน [6] SW420 คือโมดูลที่ตรวจจับการสั่นสะเทือนหรือการกระแทกบนพื้นผิวที่ติดตั้งแบบไม่ระบุทิศทาง โดยนิยมประยุกต์ใช้กับงานการตรวจสอบการเคลื่อนที่ เช่น การเปิดประตู การเคาะประตู การประยุกต์ในงานด้านมัลติมีเดียหรือ

เกมส์ที่ให้ผู้ใช้เคลื่อนไหวหรือสั่น รวมทั้งนำมาใช้ในงานพัฒนาระบบตรวจจับกันการโจรกรรมสำหรับรถยนต์ หรือรถจักรยานยนต์ โมดูลนี้ใช้หลักการตรวจจับความสั่นจากกลไกสปริงและแท่งโลหะภายในกระบอกของ SW420 และเปรียบเทียบกับสัญญาณด้วยวงจรจากออปแอมป์ LM393 ที่ติดตั้งบนบอร์ด และใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้ในการปรับระดับเกณฑ์การตอบสนองการสั่น เพื่อให้ได้เอาต์พุตออกมาในขั้นตอนสุดท้ายของโมดูลนี้เป็นสัญญาณในรูปแบบดิจิทัลมีค่าทางตรรกศาสตร์เป็น 0 หรือ 1

2.3 โมดูลวัดความเร่งแบบสามแกนแบบดิจิทัล

ชิป ADXL345 [7] ถูกนำมาใช้เป็นตัวตรวจจับวัดสัญญาณความเร่งแบบ 3 แกน เช่น GY-291 ADXL345 เนื่องจากชิปตัวตรวจจับนี้มีความละเอียดการแปลงสัญญาณสูงขนาด 13 บิต และใช้พลังงานต่ำ และถูกออกแบบมาให้มีการเชื่อมต่อข้อมูลดิจิทัลแบบ I²C ได้ นิยมใช้กับงานด้านอุปกรณ์แฮนด์เซต อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์ เกมส์และมัลติมีเดีย หรือใช้ในวงจรป้องกันหัวอ่านฮาร์ดดิสก์กระแทก (parking) ชิปนี้สามารถอ่านความโน้มถ่วงสูงสุดถึง $\pm 16g$ ($\pm 2g$, $\pm 4g$, $\pm 8g$, และ $\pm 16g$) โดย g คือค่าความเร่งจากแรงดึงดูดของโลก (ประมาณ 10 m/s^2)

2.4 GSP Module

GPS Module (Global Positioning System) [8] คืออุปกรณ์ระบุตำแหน่งพิกัดโลก โดยภายในบอร์ดจะประกอบไปด้วยชิปรับสัญญาณ GPS จากดาวเทียมที่โคจรรอบนอกโลก โดยใช้หลักการระยะเวลาในการรับส่งข้อมูล และการเปรียบเทียบค่าระหว่างดาวเทียมที่เชื่อมต่อ หลักการทำงานของ GPS จะใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งและเวลาในการส่งข้อมูลของดาวเทียม โดยใช้ดาวเทียมอย่างน้อยจำนวน 3 ดวง เพื่อระบุตำแหน่งในพื้นที่ และนิยมใช้ดาวเทียมดวงที่ 4 เพื่อกำหนดความสูงจากตำแหน่งพื้นราบที่คำนวณจากดาวเทียม 3 ดวง

GY-NEO-M8N เป็น GPS Module ที่มีราคาถูกและมีความแม่นยำในการใช้งานสำหรับงานระบุตำแหน่งแบบทั่วไป โดยสามารถเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านการสื่อสารอนุกรม USART และใช้โปรโตคอล NMEA ในการส่งข้อมูลเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เชื่อมต่อ นั้นสามารถตัดหรือเลือกข้อมูลตำแหน่งละติจูดและลองจิจูดมาใช้งานได้สะดวก

2.5 Firebase

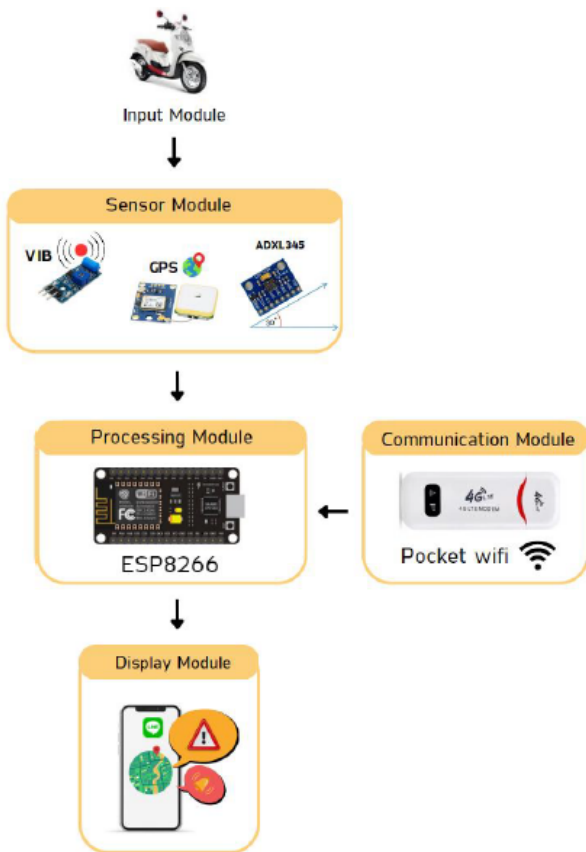
Firebase [9] คือผลิตภัณฑ์ชนิดแพลตฟอร์มอย่างหนึ่งภายใต้การดูแลของบริษัท Google โดยถูกพัฒนาให้ตอบสนองความต้องการใช้งานในลักษณะฐานข้อมูลแบบเรียลไทม์ ซึ่งในปีที่ก่อตั้งผลิตภัณฑ์นี้ แนวคิดการใช้งานฐานข้อมูลแบบดั้งเดิมจะมีลักษณะเป็น SQL โดยใช้การคิวรีข้อมูลจากฐานข้อมูล และค่อนข้างมีข้อจำกัดในการประมวลผลและระยะเวลาในการคิวรีโดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อมีการคิวรีข้อมูลจากตารางในฐานข้อมูลจำนวนบ่อยครั้ง จะพบว่าใช้ระยะเวลาและทรัพยากรในการประมวลผลดังกล่าวในปริมาณสูง ทั้งนี้จึงมีแนวคิดในการพัฒนาการใช้งานฐานข้อมูลแบบเวลาจริงมาทดแทน และออกแบบให้ลดความซับซ้อนของ SQL มาเป็นแบบ NoSQL (Not only SQL) เพื่อให้มีการเข้าถึงข้อมูลที่เร็วขึ้น จึงเกิดเป็น ผลิตภัณฑ์ Firebase ในท้ายที่สุด

Firebase มักถูกนิยมประยุกต์ใช้งานด้านเรียลไทม์แอปพลิเคชัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานด้าน IoT ในปัจจุบันที่ผู้พัฒนาทั่วไปสามารถเข้าถึงได้ง่ายและประยุกต์ใช้ NoSQL ร่วมกับการใช้ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในรูปแบบ JSON ซึ่งสามารถพัฒนาระบบหรือซอฟต์แวร์ในการประยุกต์ได้ง่ายและรวดเร็วกว่าเมื่อเทียบกับการพัฒนาด้วย SQL สำหรับงาน IoT หรือ เรียลไทม์แดชบอร์ดทั่วไป

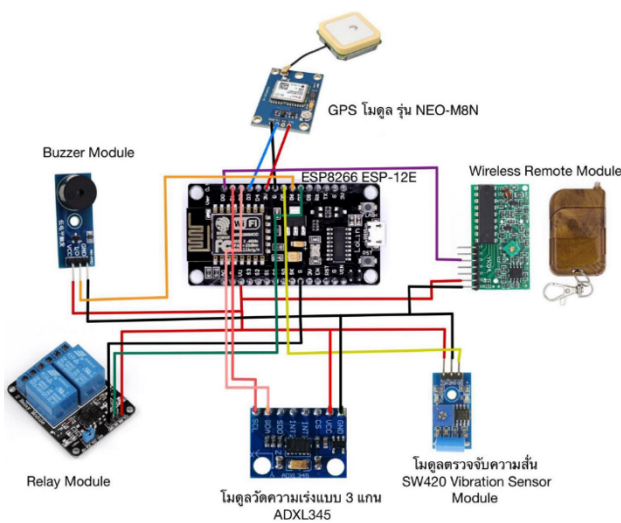
3. วิธีดำเนินการ

หลักการทำงานของระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ เริ่มจากเมื่อมีการขยับหรือการเอียงรถจักรยานยนต์ ระบบจะแจ้งเตือนไปยัง LINE ของผู้ใช้งาน หรือเมื่อผู้ใช้งานต้องการทราบว่ารถจักรยานยนต์ของตนเองจอดอยู่ที่ตำแหน่งเดิมหรือไม่ ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูตำแหน่ง GPS ผ่าน LINE ได้ตลอดเวลา โดยผู้ใช้งานพิมพ์คำว่า location หรือ GPS และผู้ใช้งานสามารถเปิด - ปิดระบบได้โดยพิมพ์คำว่า open และ close หากพิมพ์คำสั่งทั้งสองอย่างเข้าไปที่ช่องแชทของ LINE-bot และจะส่งคำสั่งไปยัง Google Apps Script จากนั้น Google Apps Script จะส่งคำสั่งต่อไปที่ Firebase และ Firebase จะส่งค่า 1 ไปยัง ESP8266 เพื่อส่งพิกัดไปยังผู้ใช้งานตามคำสั่ง location หรือ GPS และเปิด

- ปิดระบบตามคำสั่ง open และ close โดยใช้ LINE Notify ในการแจ้งเตือนข้อความ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์และหลักการทำงานของระบบ



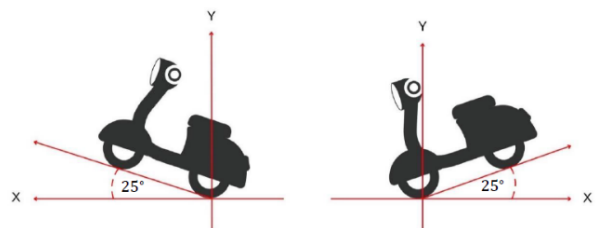
รูปที่ 2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์และหลักการทำงานของระบบ

สำหรับรูปที่ 2 นั้น แสดงการเชื่อมต่อวงจรภายในระบบที่ออกแบบ ซึ่งประกอบไปด้วยบอร์ดหลักคือ ESP8266 และโมดูลต่าง ๆ เพื่อใช้ในการตรวจวัด ได้แก่ โมดูล GPS โมดูล Buzzer โมดูลวัดความเร็วแบบ 3 แกน โมดูลตรวจจับความสั่น โมดูล Wireless Remote และ โมดูล Relay ซึ่งบอร์ดและโมดูลเหล่านี้จะถูกรับรู้ไว้ในกล่องวงจร และนำกล่องวงจรไปเชื่อมต่อกับแบตเตอรี่ของรถจักรยานยนต์เพื่อเป็นแหล่งพลังงานสำหรับวงจรที่อยู่ในกล่อง ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3 และจะเห็นได้ว่าขนาดของกล่องนั้นมีขนาดกะทัดรัดและสามารถใส่ไว้ใต้ที่นั่งของรถจักรยานยนต์ได้อย่างเหมาะสม

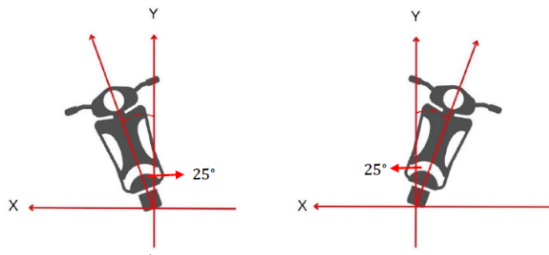


รูปที่ 3 รูปแบบของกล่องวงจร เพื่อนำไปใช้งานร่วมกับรถจักรยานยนต์

สำหรับการวัดการโน้มเอียงนั้น จะกำหนดให้ตัวตรวจจับวัดแกนเอียงตรวจจับความเอียงของรถจักรยานยนต์ในแนวแกน X ดังรูปที่ 4 และตรวจจับความเอียงของรถจักรยานยนต์ในแนวแกน Y ดังรูปที่ 5 ให้มีค่าการเอียงที่ไม่เกิน 25 องศา หากมีการเอียงมากกว่าหรือเท่ากับ 25 องศาแล้วจะถือว่ามีการเอียงที่ผิดปกติ เนื่องจากในสภาวะปกติของรถจักรยานยนต์เมื่อตั้งขาตั้งแล้วจะมีการเอียงได้ไม่เกิน 25 องศา



รูปที่ 4 การเอียงหน้า-หลังของรถจักรยานยนต์ ตามแนวแกน X



รูปที่ 5 การเอียงซ้าย-ขวาของรถจักรยานยนต์ ตามแนวแกน Y

และในส่วนของการตรวจจับการสั่นสะเทือน ระบบที่พัฒนาขึ้นจะอ่านค่าจากตัวตรวจจับ SW420 และนำไปเปรียบเทียบค่าและส่งสัญญาณแจ้งเตือนเมื่อครบเงื่อนไข

4. ผลการดำเนินการ

4.1 การทดสอบการโน้มเอียง

เมื่อนำกล้องวงจรปิดติดตั้งในรถจักรยานยนต์ และทดสอบการโน้มเอียงและการแจ้งเตือนดังที่ออกแบบในส่วนที่ผ่านมา โดยทดสอบการเอียง ในลักษณะยกล้อหน้าหรือล้อหลังที่สัมพันธ์กับแกน X และการทดลองเอียงในลักษณะเอียงซ้ายหรือเอียงขวาที่สัมพันธ์กับแกน Y เพื่ออ่านค่าที่ได้จากตัวตรวจจับและเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้ (มากกว่า 3 สำหรับค่าบวก และน้อยกว่า -3 สำหรับค่าลบ) ซึ่งผลการทดลองได้แสดงในตารางที่ 1 และจากตัวอย่างการทดลองในรูปที่ 6 แสดงการทดลองยกล้อหลังทำให้ค่าที่อ่านได้จากตัวตรวจจับมีค่าน้อยกว่า -3 ตามที่กำหนดไว้ ทำให้ระบบส่งข้อมูลแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานผ่าน LINE Notify และแสดงตำแหน่ง GPS พร้อมกับลิงค์ Google Map

4.2 การทดสอบการสั่น

การทดสอบการสั่นของรถจักรยานยนต์ เมื่อตัวตรวจจับการสั่นที่อยู่ในกล้องวงจรปิดมีการสั่นจนเกินการตั้งค่าการตอบสนองจากตัวต้านทานปรับค่าได้ จะได้เอาต์พุตออกมาเป็น “1” ดังรูปที่ 7 และระบบประมวลผลภายในวงจรจะส่งข้อมูลแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานผ่าน LINE Notify และแสดงตำแหน่ง GPS พร้อมกับลิงค์ Google Map เช่นเดียวกับการโน้มเอียง

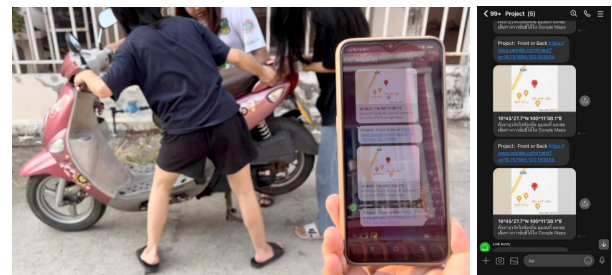
4.3 การทดสอบตำแหน่ง GPS

ระบบสามารถแสดงพิกัด GPS เมื่อพิมพ์ Location หรือ GPS ในแชท LINE Bot แล้ว LINE Notify จะส่งข้อความแจ้งเตือนกลับมา

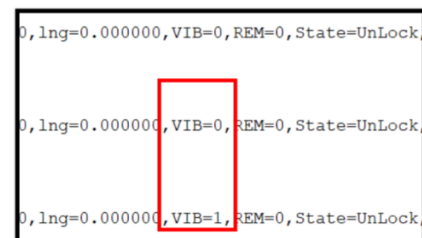
โดยตำแหน่งที่แสดง จะมีค่าเป็นตำแหน่งเดียวกันกับ GPS ของกล้องวงจรปิด เมื่อนำมาแสดงบนแผนที่ Google Map แล้วให้ผลลัพธ์ที่ตรงตามตำแหน่งปัจจุบัน

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการโน้มเอียง

ลักษณะการเอียงหรือยก	แกนที่ได้รับผลกระทบ	องศาที่เอียง (องศา)	ค่าความเร่งที่วัดได้จากตัวตรวจจับ (m/s^2)
ปกติ	X	0	0
ยกล้อหลัง	X	-25	-3
ยกล้อหลัง	X	-45	-7
ยกล้อหน้า	X	25	3
ยกล้อหน้า	X	45	8
ปกติ	Y	0	0
เอียงซ้าย	Y	-25	-3
เอียงซ้าย	Y	-45	-7
เอียงขวา	Y	25	3
เอียงขวา	Y	45	7



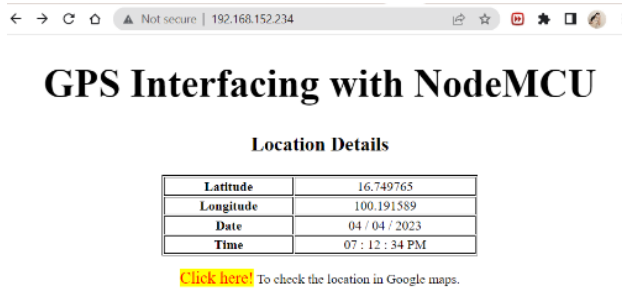
รูปที่ 6 การทดสอบยกล้อหลังรถจักรยานยนต์และการส่งข้อความไปที่ LINE Notify



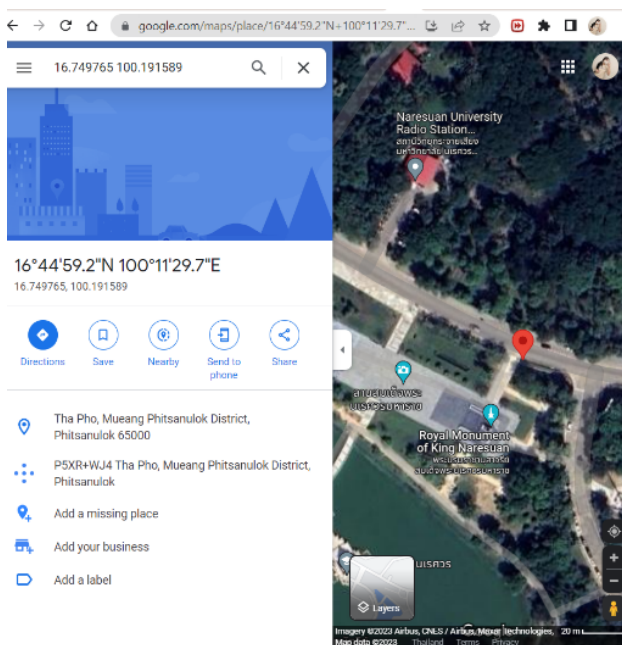
รูปที่ 7 แสดงการตรวจจับการสั่นสะเทือนผ่าน serial monitor

รูปที่ 8 แสดงตัวอย่างพิกัด GPS ที่ตำแหน่งละติจูด คือ 16.749765 องศา และลองจิจูด คือ 100.191589 องศา ซึ่งเมื่อนำละติจูดและลองจิจูดไปค้นหาใน google map สถานที่ระบุ

คือ ลานสมเด็จพระนเรศวรมหาราช ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก แสดงดังรูปที่ 9



รูปที่ 8 แสดงพิกัด GPS ที่ระบบได้รับจากอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ที่รถจักรยานยนต์



รูปที่ 9 แสดงพิกัด GPS ที่ตำแหน่ง ลานสมเด็จพระนเรศวรมหาราช ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร

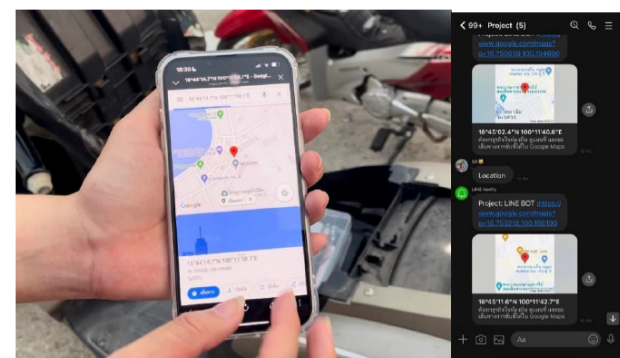
4.4 การเรียกดูตำแหน่ง GPS ผ่านแอปพลิเคชัน LINE

ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูตำแหน่ง GPS ของรถ จักรยานยนต์ได้โดยพิมพ์ที่ LINE Bot จากนั้น API ที่ตั้งไว้ที่ LINE Bot จะทำงานไปยัง Firebase ดังตัวอย่างรูปที่ 10 ซึ่งแสดงหน้า Firebase ที่เชื่อมต่อกับ LINE Bot แล้ว เมื่ออยู่ในสถานะที่ผู้ใช้งานยังไม่ได้พิมพ์ เรียกดู location จาก LINE Bot ค่า value = 0 ถ้ามีการพิมพ์ คำว่า location หรือ GPS ค่า value = 1 Line bot จะรับ

ค่า value และส่งค่าไปให้ Line notify แจ้งเตือนพิกัดไปยังผู้ใช้งาน และแสดงพิกัดใน LINE ดังตัวอย่างรูปที่ 11



รูปที่ 10 ข้อมูล Firebase ที่เชื่อมต่อกับ LINE Bot แล้ว เมื่ออยู่ในสถานะที่ผู้ใช้งานยังไม่ได้ใช้งาน เรียกดู location จาก LINE Bot ค่า value = 0



รูปที่ 11 ข้อมูล Firebase ที่เชื่อมต่อกับ LINE BOT แล้ว เมื่ออยู่ในสถานะที่ผู้ใช้งานยังไม่ได้ใช้งาน เรียกดู location จาก LINE BOT ค่า value = 0

5. วิเคราะห์ผลการทดลอง

ระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ระยะไกลไร้สายที่พัฒนาขึ้น เกิดจากการพัฒนาระบบส่วนย่อยต่าง ๆ ตามหน้าที่ของงานส่วนนั้น และนำมารวมเข้าด้วยกันเพื่อให้สามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ โดยเมื่อพิจารณาการพัฒนาระบบย่อยซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนหลักคือ ส่วนแรกคือระบบฝังตัว (Embedded System) ซึ่งประกอบไปด้วยตัวตรวจจับ และไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่วนที่สองคือ ระบบ Backend ทั้งในส่วน of LINE Bot, LINE Notify และ Firebase

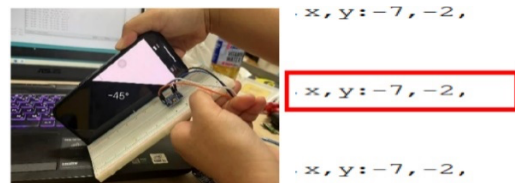
5.1 การวิเคราะห์ส่วนระบบฝังตัว

โดยเมื่อพิจารณาส่วนแรกคือระบบฝังตัว หน้าที่สำคัญของส่วนนี้คือ การเชื่อมต่อ (Interface) ระหว่างไมโคร คอนโทรลเลอร์และตัวตรวจจับต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบ ผ่านวงจรคือการสื่อสารที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ตัวตรวจจับ GPS Module นั้นจะมีการเชื่อมต่อโดยใช้การสื่อสารแบบอนุกรม และมีมาตรฐาน NMEA ที่เป็นรูปแบบประโยคหรือการเรียงข้อมูลที่ใช้ในงานระบุพิกัด GPS อย่างแพร่หลาย โดยความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งที่ระบุได้นั้น เกิดจากปัจจัยหลากหลาย ยกตัวอย่างเช่น ปัจจัยเรื่องสภาพอากาศ สภาพแวดล้อม หรือความเร็วในการเคลื่อนที่ของตัว Module และอีกหนึ่งปัจจัยหนึ่ง คืออุปกรณ์ชิปและวงจรของตัว Module โดยที่ราคาจะแปรผันโดยตรงกับประสิทธิภาพ ความแม่นยำในการระบุตำแหน่ง ทั้งนี้ ผู้ที่จะพัฒนาระบบที่เกี่ยวข้องกับ GPS สามารถเลือกตัวชิปหรือ Module ได้ตามความเหมาะสม โดยบทความนี้ทางคณะผู้แต่งเลือกใช้รุ่น GY-NEO-M8N เนื่องจากสามารถจัดหาได้ง่าย ราคาถูก และมีความแม่นยำในระดับที่สามารถระบุตำแหน่งได้ค่อนข้างแม่นยำ เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งานในประเด็นนี้ และจากการทดสอบพบว่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 25-50 ตารางเมตร ซึ่งเพียงพอต่อการประมาณตำแหน่งกับสถานที่จริงได้

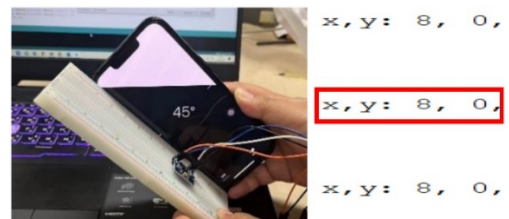
สำหรับตัวตรวจจับการสั่นสะเทือนที่ใช้งานนี้ เพื่อตรวจสอบการสั่นที่ คาดว่าจะเกิดจากการชนย้ายหรือเคลื่อนย้ายรถจักรยานยนต์โดยไม่พึงประสงค์ โดยทางคณะผู้แต่งเลือกใช้รุ่น SW420 ที่สามารถปรับค่าการตอบสนองการสั่นจากตัวด้านทานปรับค่าได้ โดยการเชื่อมต่อจะเป็นแบบขาสัญญานดิจิทัล ซึ่งจะให้ค่า 1 เมื่อมีการสั่นไหวเกิดขึ้น และให้ค่า 0 เมื่อไม่มีการสั่นหรือแรงสั่นนั้นมีค่าต่ำกว่าค่าที่ตั้งจากวงจรตัวด้านทานปรับค่าได้ โดยเมื่อนำไปใช้งานพบว่า ควรมีการตั้งค่าตัวด้านทานปรับค่าได้นี้เมื่อติดตั้งกล่องวงจรควบคุมที่เรียบร้อยแล้ว จากนั้นจึงปรับตัวด้านทานปรับค่าได้และทดลองขยับรถจักรยานยนต์ในลักษณะการชนย้ายแบบไม่พึงประสงค์ จนกระทั่งได้ค่าที่เหมาะสม ทั้งนี้ เพื่อลดปัญหาการแจ้งเตือนของระบบที่เกิดจากความไวในการตอบสนองของการสั่นที่น้อยเกินไป จะทำให้เกิดการเตือนที่ผิดพลาดได้

และโมดูลวัดความเร่งแบบสามแกนแบบดิจิทัลที่นำมาประยุกต์ใช้นี้ ทางคณะผู้แต่งพิจารณาว่าน่าจะนำมาใช้ในการ

ประมาณการโน้มเอียง ที่คาดว่าจะเกิดจากการชนย้ายหรือเคลื่อนย้ายรถจักรยานยนต์โดยไม่พึงประสงค์ เมื่อทดสอบย่อยที่ตัวโมดูล ADXL345 พบว่า การเอียงด้วยความเร่งมีผลแปรผันโดยตรงกับมุมที่เกิดขึ้นจากการเอียง แต่ค่าความเร่งที่วัดออกมาได้จากโมดูลเป็นค่าความเร่งในหน่วย m/s^2 ซึ่งโมดูลนี้ให้ค่าเป็นจำนวนเต็มเท่านั้น เมื่อทดสอบพบว่า การเอียงที่มุม 45 องศา ในกรณีเอียงไปทางซ้าย และเอียงไปทางขวานั้น อาจจะได้ค่าสัมบูรณ์ที่ออกมาจากโมดูลเท่ากัน ดังรูปที่ 12 และรูปที่ 13



รูปที่ 12 serial monitor เมื่อวางเซ็นเซอร์วัดการเอียงให้เอียงไปทางซ้าย 45 องศา



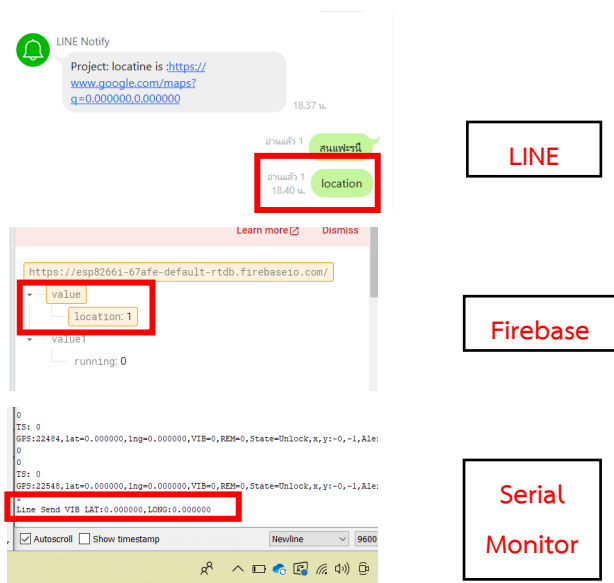
รูปที่ 13 serial monitor เมื่อวางเซ็นเซอร์วัดการเอียงให้เอียงไปทางขวา 45 องศา

โดยเมื่อพิจารณาค่าจากแกน x พบว่า ในกรณีเอียงไปทางซ้าย ค่าความเร่งจะมีค่า -7 และเมื่อเอียงไปทางขวา ค่าความเร่งจะมีค่า 8 ทั้งนี้การประยุกต์ใช้โมดูลดังกล่าวนี้มาใช้ในการบอกการโน้มเอียงนั้น อาจจะสามารถนำมาใช้ในการคำนวณองศาการเอียงได้อย่างละเอียด แต่ก็เพียงพอที่ใช้ในการประมาณว่าวัตถุหรือรถจักรยานยนต์มีการเอียงเกิดขึ้น ซึ่งนำไปอนุมานได้ว่า เกิดจากการชนย้ายหรือเคลื่อนย้ายรถจักรยานยนต์จนเกิดการเอียงและมีค่าความเร่ง (แปรผันโดยตรงกับองศาการเอียง) เกินกว่าค่าที่กำหนด ก็จะทำให้ระบบส่งการแจ้งเตือนตามที่ต้องการได้

5.2 การวิเคราะห์ส่วนระบบ Backend

ในส่วน Backend ซึ่งประกอบไปด้วย LINE Bot, LINE Notify และ Firebase นั้น ทางคณะผู้แต่งได้พิจารณาเลือกเทคโนโลยี

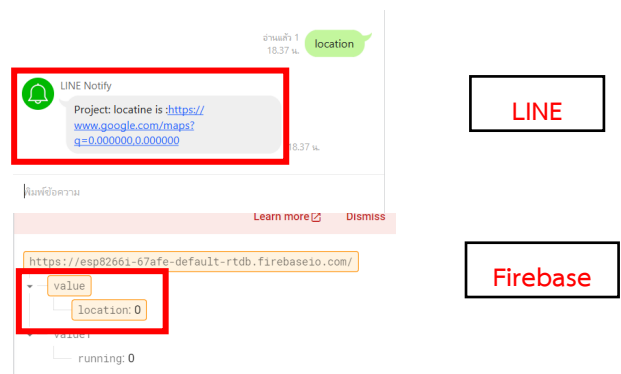
ดังกล่าว โดยพิจารณาจากการทดลอง และความนิยมจากการใช้งานของผู้ใช้งานในประเทศไทยเป็นหลัก ซึ่งจากข้อมูลและผลสำรวจในหลายที่พบว่า ประชากรของประเทศไทยนิยมใช้ LINE ในการสื่อสารประจำวันเป็นอย่างมาก (ในขณะที่ประเทศอื่น ๆ ก็จะมีแพลตฟอร์มสื่อสารที่แตกต่างกันไปบ้าง เช่น WhatsApp ในประเทศแถบทวีปยุโรปหรือทางตะวันตก) ซึ่งเมื่อพิจารณาการพัฒนาระบบในรูปแบบ Server less สำหรับนักพัฒนาทั่วไปแล้ว การใช้รูปแบบนี้ค่อนข้างประหยัด กล่าวคือไม่ต้องจัดหาหรือเช่า Server แต่สามารถสมัครใช้งาน LINE Notify และ LINE Official Account ที่กำหนด LINE Bot ในรูปแบบที่ฟรีเพื่อใช้เป็นช่องทางการสื่อสารกับผู้ใช้งาน แต่ทั้งนี้ระบบยังจำเป็นต้องมีส่วน Backend เพื่อคำนวณหรือประมวลผลที่ลึกและละเอียดกว่า Script ของ LINE Bot ซึ่ง Google Firebase เองก็สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในปัจจุบันได้โดยใช้ภายใต้เงื่อนไขแบบไม่มีค่าใช้จ่ายได้อีกเช่นกัน โดย Firebase จะถูกนำมาประยุกต์เป็นฐานข้อมูลกลางแบบเวลาจริง โดยไม่ได้นำมาเก็บข้อมูลขนาดใหญ่หรือเป็นแบบ Time-Series แต่จะเน้นเก็บข้อมูลแบบเป็นตัวแปรกลางที่ใช้ในการกำหนดสถานะการทำงานของอุปกรณ์ หรือสแตต ที่ใช้ในระบบที่ต้องการได้



รูปที่ 14 ข้อมูล Firebase เมื่ออยู่ในสถานะที่ผู้ใช้งานเรียกดู location จาก LINE Bot

โดยการทดสอบใน 3 ส่วนที่เกี่ยวข้องกันนี้ สามารถทดสอบผ่านคอนโซลของ Firebase เพื่อการเปลี่ยนแปลงของ

ตัวแปรที่ตั้งไว้ ดังตัวอย่างในรูปที่ 14 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปร location ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อมีการพิมพ์จากผู้ใช้งานโต้ตอบมายัง LINE Bot และจะมี Script ที่เมื่อเป็นไปตามเงื่อนไขแล้ว ให้ส่งสัญญาณมาเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปร location ใน Firebase ให้มีค่าเป็น 1 และ Firebase จะส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์หรือโปรแกรมที่เชื่อมต่อไว้ โดยในระบบนี้คือ NodeMCU ESP8266 ที่ติดตั้ง library ของ Firebase และลงทะเบียนเชื่อมต่อ Token ของ Firebase ไว้เรียบร้อยแล้ว จึงจะได้รับ Push Notification การอ่านค่าที่เปลี่ยนแปลงของ ตัวแปรชื่อ location ว่าเป็น 1 จากนั้นโปรแกรมใน NodeMCU ESP8266 จะส่งค่าตำแหน่ง GPS ผ่าน LINE Notify ไปยังผู้ใช้ และเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปร location ใน Firebase กลับเป็น 0 เพื่อรอการสั่งการอ่านตำแหน่งใหม่ในครั้งถัดไป แสดงดังตัวอย่างรูปที่ 15



รูปที่ 15 ข้อมูล Firebase เมื่ออยู่ในสถานะที่ ESP8266 ส่งตำแหน่งให้ผู้ใช้เสร็จแล้ว

ทั้งนี้เมื่อนำระบบที่พัฒนามาไปทดสอบทั้งหมด พบว่าระบบดังกล่าวสามารถทำงานได้ตรงตามที่ออกแบบไว้ โดยสามารถอ่านค่าจากตัวตรวจจับได้ทุกชนิดที่เชื่อมต่อ และค่าที่อ่านได้สัมพันธ์กับเหตุการณ์ที่กระตุ้นได้จริง และสามารถนำค่าดังกล่าวไปประมวลผลเพื่อส่งการแจ้งเตือนและพิกัด GPS ผ่าน LINE Bot และ LINE Notify ไปยังผู้ใช้งานได้ทุกการทดลอง โดยระยะเวลาในการเกิดเหตุการณ์จริงและการแจ้งเตือน ไปยังผู้ใช้งานนั้นจะขึ้นอยู่กับความเร็วและเครือข่ายสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่ใช้ทดสอบ โดยบทความนี้ได้ทดลองเรื่องระยะเวลาดังกล่าวพบว่า ค่าเฉลี่ยไม่เกิน 3 วินาที และพลังงานที่ต้องใช้ในระบบทั้งหมดโดยไม่รวม Pocket Wi-Fi ที่มีการติดตั้งซิมการ์ด

อินเทอร์เน็ทภายใน มีค่าต่ำสุดที่ 300 mW และสูงสุดที่ 840 mW และ Pocket Wi-Fi มีแบตเตอรี่ขนาด 2000 mAh สามารถใช้งานได้นาน 8 ชั่วโมง

6. สรุป

ระบบเตือนภัยการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ที่ถูกพัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้ตรงตามที่ต้องการ โดยสามารถพิจารณาค่าจากตัวตรวจจับความเร่งจากการโน้มเอียง การสั่นสะเทือน การอ่านค่า GPS และนำไปประมวลผลเพื่อพิจารณาลักษณะของการสั่นหรือการเอียงของรถจักรยานยนต์ที่คาดว่าจะเป็นการโจรกรรมและส่งต่อไปยัง Google App Script ที่ทำงานร่วมกับ Google Firebase เพื่อส่งการแจ้งเตือนกลับมายังผู้ใช้งานผ่าน LINE Notify ได้ โดยมีระยะเวลาทำงานผ่านระบบเครือข่ายไม่เกิน 3 วินาที ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการป้องกันการโจรกรรมรถจักรยานยนต์ได้ ทั้งนี้การใช้อุปกรณ์เครือข่ายแบบ Pocket Wi-Fi ในพื้นที่ปิดที่ไม่มีการระบายความร้อนภายในตัวรถนั้นอาจส่งผลให้มีปัญหาจากความร้อนทำให้ระบบอินเทอร์เน็ทอาจจะมีปัญหาใช้งาน โดยอาจจะพิจารณาการใช้งาน NodeMCU ที่มีโมดูล LTE แบบติดตั้งบนบอร์ดเพื่อลดปัญหาดังกล่าว ซึ่งจะได้รับ การพิจารณาพัฒนาในงานต่อไป

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ที่สนับสนุนการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] พิรุฑธ นิมนนท์. (10 มกราคม 2567). ตามสืบบก.น.9รวบ ยกแก๊ง แก๊งเสปดระเวนลักทรัพย์. [Online] Available: https://www.khaosod.co.th/newspaper/newspaper-inside-pages/news_7475712
- [2] W. Koodtalang and T. Sangsuwan. "Improving motorcycle anti-theft system with the use of Bluetooth Low Energy 4.0". *International Symposium on Intelligent Signal Processing and*

Communication Systems (ISPACS). 24-27 October. Phuket Thailand : 2016.

- [3] M. M. Hossain, M. S. Islam, N. F. Dipu, Mohammad Tariqul Islam, Shaikh Anowarul Fattah and Celia Shahnaz. "Design of a low cost anti-theft sensor for motorcycle security device". *IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC)*. 21-23 December. Dhaka Bangladesh : pp. 778-783, 2017.
- [4] Cong Gao, Zhiwei He and Weihuan Wang. "Electric Motorcycle Control System Based on GPS and CAN Technology". *Sixth International Conference on Instrumentation & Measurement, Computer, Communication and Control (IMCCC)*. 21-23 July. Harbin China : pp. 945-950, 2016.
- [5] Marco Schwartz. *Internet of Things with ESP8266: Build amazing Internet of Things projects using the ESP8266 Wi-Fi chip*. 1st edition. Birmingham, UK: PACKT Publication, 2016.
- [6] Digikey. (2 January 2024). *SW-420 Vibration Sensor Module, Grove - Vibration Sensor (SW-420)*. [Online]. Available: https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/Seeed%20Technology/Grove_Vibration_Sensor_SW-420_Web.pdf
- [7] Analog Device. (2 January 2024). *Data Sheet - ADXL345, 3-Axis, ± 2 g/ ± 4 g/ ± 8 g/ ± 16 g Digital Accelerometer*. [Online]. Available: https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/Seeed%20Technology/Grove_Vibration_Sensor_SW-420_Web.pdf
- [8] Guochang Xu. *GPS: Theory, Algorithms and Applications*. 2nd Edition. : Springer, 2007.
- [9] ศุภชัย สมพานิช. พัฒนาแอป Android ด้วย Firebase & Kotlin. พิมพ์ครั้งที่ 1. : โปรวิชั่น, 2008.