

การพัฒนาระบบติดตามยานพาหนะและตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิงแบบเรียลไทม์ โดยใช้การสื่อสารระยะใกล้ผ่านเทคโนโลยี LoRa Development of a Real-Time GPS Tracking and Oil Level Monitoring System Using LoRa-Based Short-Range Communication

สุกัญชลิกา บุญมาธรรม¹ ธีรพล สุขพลาย¹ ธีรศุขย์ บุญมาธรรม^{1*} ศิริพร อ่วมศิริ¹ และ ปราโมทย์ ตงฉิน²

¹สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

² สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

sukanchalika.boon@gmail.com phirapon.suk@gmail.com pheerasut.boon@gmail.com pramote.ton@gmail.com

siriporn.uam@gmail.com pramote.ton@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มุ่งเน้นการสร้างระบบสำหรับติดตามยานพาหนะและตรวจวัดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงแบบทันทีทันใด อาศัยการสื่อสารระยะใกล้ผ่านเทคโนโลยี LoRa ตลอดจนการทดสอบประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้น อุปกรณ์ที่นำมาใช้ประกอบด้วยบอร์ด Arduino โมดูล GPS เซนเซอร์สำหรับตรวจจกระดับน้ำมัน และโมดูล LoRa ซึ่งร่วมกันส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์ออนไลน์เพื่อให้สามารถประมวลผลและแสดงผลได้แบบเรียลไทม์ ผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่าระบบมีประสิทธิภาพในเกณฑ์สูง ($\bar{X} = 4.18$, S.D. = 0.83) ขณะที่ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่ทดลองใช้งานอยู่ในระดับสูงสุด ($\bar{X} = 4.58$, S.D. = 0.50) สะท้อนว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมสำหรับการใช้งานจริงและสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างเต็มที่

คำสำคัญ: ระบบติดตามยานพาหนะ ระดับน้ำมันเชื้อเพลิง เทคโนโลยี LoRa

Abstract

This study focuses on developing a system that enables real-time vehicle tracking and fuel level monitoring using LoRa-based short-range communication technology, and to evaluate both its performance and user satisfaction. The system was developed using an Arduino board, GPS module, float-type fuel level sensor, and LoRa module. Data collected from the vehicle were transmitted to a web server for real-time processing and display. The system performance evaluation by experts indicated a high level of effectiveness ($\bar{X} = 4.18$, S.D. = 0.83). Additionally, user satisfaction was rated at the highest level ($\bar{X} = 4.58$, S.D. = 0.50). The results demonstrate that the developed system is suitable for practical use and effectively meets user needs.

Keywords: Vehicle Tracking System, Fuel Level, LoRa Technology

1. ข้อมูลทั่วไป

ปัจจุบัน เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) ได้กลายเป็นส่วนสำคัญที่เข้ามาช่วยขับเคลื่อนและเปลี่ยนแปลงหลากหลายอุตสาหกรรม โดยเฉพาะในภาคอุตสาหกรรมและระบบโลจิสติกส์ เทคโนโลยี IoT ช่วยให้

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สามารถเชื่อมต่อกันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาโซลูชันที่ทันสมัยในการตรวจสอบ ควบคุม และบริหารจัดการระบบต่าง ๆ ได้แบบเรียลไทม์

สำหรับภาคการขนส่ง โดยเฉพาะยานพาหนะขนาดใหญ่ เช่น รถบรรทุกซึ่งมีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในปริมาณสูง การควบคุมต้นทุนน้ำมันจึงกลายเป็นปัจจัยสำคัญที่ผู้ประกอบการต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ แม้ว่าปัจจุบันจะมีระบบ IoT ที่สามารถตรวจสอบระดับน้ำมันได้ แต่ระบบส่วนใหญ่ยังมีข้อจำกัด เช่น การพึ่งพาสถานีตรวจเช็คเฉพาะจุด หรือไม่สามารถแสดงตำแหน่งยานพาหนะและเส้นทางการเดินทางแบบต่อเนื่องได้ ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและการใช้น้ำมันได้อย่างแม่นยำ

จากปัญหาเหล่านี้ จึงเกิดแนวคิดในการพัฒนาระบบที่สามารถตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิงและติดตามตำแหน่งยานพาหนะได้ในเวลาเดียวกัน โดยใช้เทคโนโลยี IoT ผสานกับอุปกรณ์ตรวจจกระดับน้ำมัน และ โมดูล GPS โดยระบบจะรวบรวมข้อมูลและส่งต่อไปยังศูนย์ประมวลผลผ่านเครือข่ายออนไลน์ ทำให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบสถานะของยานพาหนะได้แบบทันที ทั้งตำแหน่ง เส้นทางการเดินทาง และระดับน้ำมันคงเหลือ

ระบบที่ออกแบบขึ้นนี้มีมีส่วนช่วยให้การจัดการยานพาหนะมีความคล่องตัวมากยิ่งขึ้น และช่วยลดการใช้พลังงานอย่างไม่จำเป็น ตรวจสอบพฤติกรรมการใช้เชื้อเพลิง และยังสามารถป้องกันการทุจริตด้านเชื้อเพลิงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ประกอบการสามารถใช้ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ วางแผน และปรับปรุงการดำเนินงานให้มีความโปร่งใส คุ่มค่า และยั่งยืนมากยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) พัฒนาโซลูชันสำหรับติดตามตำแหน่งของยานพาหนะและตรวจวัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิงแบบเรียลไทม์ ด้วยการใช้เทคโนโลยี LoRa สำหรับสื่อสารระยะใกล้มาใช้
- 2) ประเมินผลลัพธ์ด้านประสิทธิภาพของระบบติดตามและตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้สร้างขึ้น
- 3) ศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้ที่มีต่อระบบติดตามยานพาหนะและตรวจวัดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบเรียลไทม์ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้เทคโนโลยี LoRa

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Internet of Things (IoT) เป็นเทคโนโลยีที่ทำให้อุปกรณ์และเครื่องมือหลากหลายสามารถเชื่อมต่อและสื่อสารกันผ่านเครือข่าย

อินเทอร์เน็ต โดยอุปกรณ์เหล่านี้สามารถสื่อสารข้อมูลระหว่างกันได้ทั้งแบบมีสายและไร้สาย ทำให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุม ตรวจสอบ และแลกเปลี่ยนข้อมูลกับอุปกรณ์ได้จากระยะไกลอย่างมีประสิทธิภาพ เทคโนโลยี IoT ถูกนำไปใช้ในหลากหลายด้าน เช่น การตรวจวัดสภาพแวดล้อม ระบบควบคุมอัจฉริยะในบ้าน และระบบติดตามยานพาหนะ ซึ่งช่วยยกระดับประสิทธิภาพในการทำงานและการบริหารจัดการ [1]

หนึ่งในเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการสื่อสารในระบบ IoT คือ LoRa (Long Range) ซึ่งเป็นการสื่อสารแบบไร้สายที่ใช้พลังงานต่ำและสามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ในระยะไกล โดยปกติสามารถครอบคลุมพื้นที่ได้ถึง 10 กิโลเมตร ตัวโมดูล LoRa สามารถเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทางบัส SPI และมีชุดคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมการเริ่มต้นและสิ้นสุดการส่งข้อมูลเพื่อจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ หากไม่มีการดึงข้อมูลออกจากพื้นที่ที่ทำการจองไว้อย่างต่อเนื่อง อาจส่งผลให้ข้อมูลใหม่ไม่สามารถถูกบันทึกได้ ดังนั้น ผู้ใช้งานควรออกแบบระบบให้มีการอ่านข้อมูลอย่างสม่ำเสมอ [2]

อุปกรณ์ตรวจสอบระดับน้ำมันในงานวิจัยนี้เลือกใช้ เซนเซอร์ชนิดลูกลอย (Float Level Sensor) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่อาศัยหลักการลอยตัวของวัตถุบนของเหลว โดยลูกลอยจะเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงตามระดับน้ำมันในถัง และแปลงตำแหน่งดังกล่าวเป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อนำไปประมวลผลต่อการเลือกขนาดและรูปทรงของลูกลอยต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของของเหลว เช่น ความหนาแน่น โดยปกติแล้ว ลูกลอยที่มีขนาดใหญ่จะเหมาะสำหรับใช้กับของเหลวที่มีความหนาแน่นต่ำ ในขณะที่ของเหลวที่มีความหนาแน่นสูงควรเลือกใช้ลูกลอยขนาดเล็กกว่า โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกลอยที่นิยมใช้จะอยู่ระหว่าง 75 ถึง 175 มิลลิเมตร [3]

สำหรับระบบติดตามตำแหน่งยานพาหนะมีการประยุกต์ใช้ระบบ Global Positioning System (GPS) มาใช้ ซึ่งอาศัยการรับสัญญาณจากดาวเทียมเพื่อระบุตำแหน่งบนโลก โดยมีดาวเทียมอย่างน้อย 24 ดวงที่โคจรรอบโลก ทำให้สามารถใช้งานได้ในทุกภูมิภาคและทุกช่วงเวลา GPS Module เป็นอุปกรณ์รับสัญญาณจากดาวเทียมและสามารถเชื่อมต่อกับบอร์ดพัฒนา เช่น Arduino, Raspberry Pi หรือคอมพิวเตอร์ทั่วไป โมดูลนี้สามารถรายงานค่าพิกัด ความเร็ว และเวลาแบบเรียลไทม์ ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการนำไปใช้ในระบบติดตามยานพาหนะ [4]

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

4.1 ศึกษากระบวนการเดิม

ผู้วิจัยได้เริ่มต้นด้วยการศึกษาและวิเคราะห์ระบบงานเดิมที่เกี่ยวข้องกับการติดตามยานพาหนะและการตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิง โดยใช้วิธีการเก็บข้อมูลดังนี้

- 1) สัมภาษณ์ผู้รับผิดชอบดูแลระบบปัจจุบัน
- 2) ศึกษาเอกสารและคู่มือการใช้งานอุปกรณ์ เช่น บอร์ด Arduino ร่วมกับโมดูล GPS
- 3) สังเกตการณ์การทำงานของระบบเดิม โดยมุ่งเน้นที่ปัญหาและอุปสรรคในการใช้งานจริง

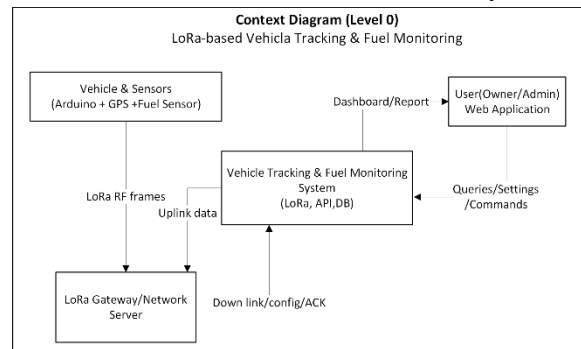
4.2 วิเคราะห์และออกแบบระบบ

จากข้อมูลที่ได้รับ นักวิจัยได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างระบบใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ โดยใช้เครื่องมือการออกแบบ ได้แก่

- 1) แบบจำลองกระบวนการ (Process Model)

2) แผนภาพการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD)

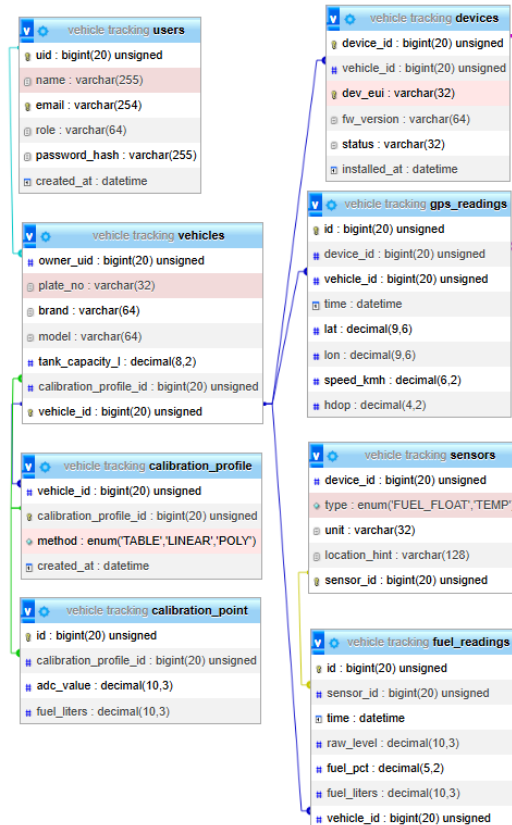
ซึ่งแสดงโครงสร้างการทำงานของระบบ โดยกรอบการทำงานที่พัฒนาขึ้นใหม่นี้เป็นระบบที่ทำงานบนเว็บแอปพลิเคชัน ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การไหลของข้อมูลระบบติดตามยานพาหนะและระดับน้ำมันเชื้อเพลิง

4.3 การออกแบบฐานข้อมูล

หลังจากการวิเคราะห์ระบบแล้ว นักวิจัยได้จัดระเบียบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความต้องการของผู้ใช้อย่างครบถ้วนภายในกรอบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์เพื่อจัดระเบียบข้อมูลอย่างเป็นระบบ ลดการซ้ำกัน และหลีกเลี่ยงความไม่สอดคล้องของข้อมูลโดยออกแบบฐานข้อมูลดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ER-Model ระบบติดตามยานพาหนะและระดับน้ำมันเชื้อเพลิง

4.4 พัฒนาระบบซอฟต์แวร์

ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบโดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์และขั้นตอนวิธี (Algorithm) ที่ออกแบบไว้ เพื่อให้สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ได้แก่ GPS, เซนเซอร์วัดระดับน้ำมัน และโมดูล LoRa เข้ากับระบบประมวลผล

และเว็บแอปพลิเคชัน การพัฒนาระบบนี้ใช้แนวทางในการดำเนินการด้วยแบบจำลองเร่งรัด (Rapid Application Development Model : RAD) กล่าวคือ เน้นการการออกแบบโดยผู้ใช้โดยกระบวนการพัฒนาระบบในลักษณะแยกชิ้นงานออกเป็นส่วนๆ เมื่อพัฒนาเสร็จในแต่ละส่วนจะนำส่วนต่างๆ เหล่านี้มาประกอบเป็นชิ้นงานใหม่อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การกำหนดความต้องการ (Planning) การออกแบบโดยผู้ใช้ (User Design) การสร้างระบบโดยการใช้ตัวซอฟต์แวร์ประยุกต์อย่างรวดเร็ว (Construction) การปรับใช้ (Cutover)

ตลอดระยะการพัฒนา ซอฟต์แวร์ผ่านการทดสอบอย่างถี่ถ้วนในแต่ละส่วนโดยรวมข้อมูลตัวอย่างเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของฟังก์ชันการทำงานหากมีการระบุความคลาดเคลื่อนใด ๆ จะทำการแก้ไขจนกว่าระบบจะสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ

4.5 ประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

การประเมินซอฟต์แวร์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- 1) ประเมินประสิทธิภาพของระบบ
โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ทำการทดสอบในด้านต่าง ๆ ดังนี้
1. ความสามารถในการทำงานของระบบ (Functional Requirement Test)
2. ความสมบูรณ์ของระบบ (Functional Test)
3. ความใช้งานง่าย (Usability Test)
4. ความเร็วในการประมวลผลข้อมูล (Performance Test)
5. ความปลอดภัยของข้อมูล (Security Test)

การทดสอบใช้วิธีการแบบกล่องดำ (Black-Box Testing) เพื่อประเมินระบบโดยเน้นฟังก์ชันการทำงานตามข้อกำหนด (Functional Requirements) การตอบสนองต่อข้อมูลที่ถูกต้องและผิดพลาด การจัดการกับข้อมูลขอบเขต (Boundary Values) และการตรวจสอบว่าโปรแกรมทำงานครบถ้วนและถูกต้องหรือไม่

- 2) ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

ผู้วิจัยได้นำระบบเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้งานจริงในพื้นที่ โดยมีผู้เข้าร่วมประเมินจำนวน 9 คน เพื่อเก็บข้อมูลความพึงพอใจจากประสบการณ์การใช้งานจริง

4.6 เครื่องมือการวิจัย

- 1) ระบบติดตามยานพาหนะและตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิงแบบเรียลไทม์

เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นโดยใช้เทคโนโลยี LoRa สำหรับการสื่อสารระยะไกล โดยประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจจับสน้ำมันเชื้อเพลิง เซ็นเซอร์ GPS และเว็บแอปพลิเคชันสำหรับแสดงข้อมูลแบบเรียลไทม์

- 2) แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบติดตามยานพาหนะและตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิงแบบเรียลไทม์

การประเมินนี้ใช้เป็นเกณฑ์ในการวัดศักยภาพของระบบที่นำไปใช้ในมิติต่างๆ รวมถึงความแม่นยำ ความเร็ว ความปลอดภัย และความเป็นมิตรกับผู้ใช้ การประเมินนี้ดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

- 3) แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อระบบติดตามยานพาหนะและตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิงแบบเรียลไทม์

เป็นแบบสอบถามที่ใช้เพื่อเก็บข้อมูลความคิดเห็นจากกลุ่มผู้ใช้งานจริงในพื้นที่ทดลองใช้งาน เพื่อประเมินความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่น การใช้งาน การแสดงผล และความเหมาะสมของระบบ

4.7 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่างตามรายละเอียดต่อไปนี้

- 1) ประชากรการวิจัยประกอบด้วยบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ในทางปฏิบัติในการสร้างซอฟต์แวร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับ Internet of Things (IoT) ผู้ใช้งานระบบติดตามยานพาหนะและตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิงแบบเรียลไทม์
- 2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์และอุปกรณ์ IoT จำนวน 5 คน ผู้ใช้งานระบบติดตามยานพาหนะและตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิงแบบเรียลไทม์ จำนวน 9 คน

การใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยนักวิจัยคำนึงถึงความรู้ ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อการวิจัย ตลอดจนความพร้อมของข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับการประเมินและความก้าวหน้าของระบบ

4.8 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยนำสถิติค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมาใช้วิเคราะห์ข้อมูล และแปลผลคะแนนเฉลี่ยตามเกณฑ์โดยอ้างอิงจาก [5]

- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 – 5.00 หมายความว่า ระดับสูงสุด
- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 – 4.49 หมายความว่า ระดับสูง
- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 – 3.49 หมายความว่า ระดับปานกลาง
- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 – 2.49 หมายความว่า ระดับน้อย
- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.49 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

5. ผลการวิจัย

5.1 พัฒนาระบบติดตามยานพาหนะและตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิงแบบเรียลไทม์ โดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารระยะไกลผ่านเครือข่าย LoRa

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาระบบติดตามยานพาหนะและตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิงแบบเรียลไทม์ โดยใช้การสื่อสารระยะไกลผ่านเทคโนโลยี LoRa ตามกระบวนการวิจัยที่วางไว้ในระยะที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์ระบบเดิม ตลอดจนการออกแบบระบบใหม่ให้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งาน

จากข้อมูลที่รวบรวมและวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้นำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบต้นแบบ โดยประกอบด้วยโมดูล GPS สำหรับระบุตำแหน่งยานพาหนะ เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิง และโมดูล LoRa สำหรับการสื่อสารระยะไกล ส่วนประกอบทั้งหมดทำงานร่วมกันภายในกรอบเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถนำเสนอข้อมูลได้แบบเรียลไทม์ทันที

สถาปัตยกรรมของระบบและเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการพัฒนา แสดงไว้ในรูปที่ 3 ซึ่งแสดงองค์ประกอบหลักของระบบที่สร้างขึ้นและความสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ทำงานร่วมกันเพื่อให้สามารถติดตามและแสดงข้อมูลตำแหน่งและระดับน้ำมันได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 3 ระบบติดตามด้วยจีพีเอสและอุปกรณ์ตรวจสอบระดับน้ำมันด้วย
การประมวลผลตามเวลาจริง

5.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบติดตาม ยานพาหนะและตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิงแบบเรียลไทม์

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้ระบบติดตามด้วยจีพีเอสและอุปกรณ์
ตรวจสอบระดับน้ำมันด้วยการประมวลผลตามเวลาจริงที่พัฒนาขึ้น กับ
ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์และอุปกรณ์ IoT จำนวน 5 คน
ต่อจากนั้นผลการค้นพบจากการประเมินจะถูกวิเคราะห์โดยใช้ตัวชี้วัดทาง
สถิติพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้และสรุปผลลัพธ์โดยแสดงใน
ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบติดตามยานพาหนะและ
ตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิงแบบเรียลไทม์

รายการ	$\bar{X}$	$S.D.$	ระดับความ คิดเห็น
1. การติดตั้งระบบ	4.00	0.00	สูง
2. การกำหนดรหัสผู้ใช้งานและรหัสผ่านใน การตรวจสอบผู้ใช้ระบบ	4.20	0.45	สูง
3. การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ต่อการ การใช้งาน	4.40	0.55	สูง
4. ความเร็วในการประมวลผลของระบบ	4.60	0.55	สูงสุด
5. ความแม่นยำในการส่งข้อมูล	4.00	0.00	สูง
6. ความสะดวกในการใช้งานระบบ	4.20	0.45	สูง
7. ความมีประสิทธิภาพการทำงานของระบบ	4.00	0.00	สูง
8. ความปลอดภัยและสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูล	4.60	0.55	สูงสุด
โดยรวม	4.25	0.44	สูง

จากผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบติดตามยานพาหนะและ
ตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิงแบบเรียลไทม์ ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยใช้
เทคโนโลยีการสื่อสารระยะไกลผ่านระบบ LoRa ตารางที่ 1 พบว่า โดย
ภาพรวมอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 และค่าเบี่ยงเบน
มาตรฐานเท่ากับ 0.44 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการติดตั้ง
ระบบและแอปพลิเคชัน ได้รับการประเมินอยู่ในระดับสูง ($\bar{X} = 4.00$, $S.D.$
= 0.00) การกำหนดรหัสผู้ใช้งานและรหัสผ่านเพื่อควบคุมการเข้าถึงระบบ อยู่
ในระดับสูง ($\bar{X} = 4.20$, $S.D. = 0.45$) การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้
(User Interface) มีความสะดวกและใช้งานง่าย อยู่ในระดับสูง ($\bar{X} = 4.40$,

$S.D. = 0.55$) ความเร็วในการประมวลผลของระบบ ได้รับคะแนนในระดับ
สูงสุด ($\bar{X} = 4.60$, $S.D. = 0.55$) ความแม่นยำในการควบคุมและส่งคำสั่งใน
ระบบอยู่ในระดับสูง ($\bar{X} = 4.00$, $S.D. = 0.00$) ความสะดวกในการใช้งาน
โดยรวมของระบบ ได้รับการประเมินในระดับสูง ($\bar{X} = 4.20$, $S.D. = 0.45$)
ความมีประสิทธิภาพของระบบขณะใช้งาน อยู่ในระดับสูงเช่นกัน ($\bar{X} = 4.00$,
 $S.D. = 0.00$) ความปลอดภัยและสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูล ได้รับการประเมิน
ในระดับสูงสุด ($\bar{X} = 4.60$, $S.D. = 0.55$) จากการค้นพบที่ได้จากการ
ประเมินเหล่านี้เห็นได้ชัดว่าระบบที่จัดตั้งขึ้นแสดงให้เห็นถึงระดับ
ประสิทธิภาพที่เพียงพอและมีความสามารถในการตอบสนองความต้องการ
ของผู้ใช้ในมิติที่หลากหลาย

5.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อระบบ ติดตามยานพาหนะและตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิง แบบเรียลไทม์

หลังจากการสร้างระบบติดตามยานพาหนะแบบเรียลไทม์และ
ตรวจสอบระดับเชื้อเพลิงซึ่งใช้เทคโนโลยีการสื่อสารระยะไกลผ่านเครือข่าย
LoRa ผู้วิจัยได้ดำเนินการกระบวนการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความพึง
พอใจของผู้ใช้กับระบบที่นำไปใช้ โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการ
เก็บข้อมูล สำหรับการประเมินกลุ่มผู้ใช้งานที่เข้าร่วมในการประเมินจำนวน
9 คน ได้ทดลองใช้งานระบบต้นแบบในสถานการณ์จริงในเขตชนบทหรือ
พื้นที่กึ่งเปิด รัศมี 8 กิโลเมตร ช่วงส่งทุก 5 นาที จากนั้นจึงให้คะแนนความ
พึงพอใจในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานระบบ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อระบบติดตาม
ยานพาหนะและตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิงแบบเรียลไทม์

รายการ	$\bar{X}$	$S.D.$	ระดับความ คิดเห็น
1. ด้านฟังก์ชันของระบบฯ และเว็บแอป พลิเคชัน	4.44	0.53	สูง
2. ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบฯ และเว็บแอปพลิเคชัน	4.33	0.50	สูง
3. ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบฯ และ เว็บแอปพลิเคชัน	4.89	0.33	สูงสุด
4. ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล ในเว็บแอปพลิเคชัน	4.67	0.50	สูงสุด
โดยรวม	4.58	0.50	สูงสุด

จากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่เกี่ยวข้องกับระบบติดตาม
ยานพาหนะและการตรวจสอบระดับเชื้อเพลิงแบบเรียลไทม์ พบว่าผู้ใช้มี
ความพึงพอใจส่วนใหญ่ในระดับสูงสุด ($\bar{X} = 4.58$, $S.D. = 0.50$) โดยเฉพาะ
ในด้าน ความง่ายต่อการใช้งาน ($\bar{X} = 4.89$) และ การรักษาความปลอดภัย
ของข้อมูล ($\bar{X} = 4.67$) ซึ่งอยู่ในระดับสูงสุด รองลงมาคือด้าน ฟังก์ชันของ
ระบบและเว็บแอปพลิเคชัน ($\bar{X} = 4.44$) และ ประสิทธิภาพการทำงาน ($\bar{X}$
= 4.33) ที่อยู่ในระดับสูง การวิเคราะห์ทั้งนี้ชี้ว่าระบบที่นำไปใช้สามารถ
ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยครอบคลุม
แง่มุมต่างๆเช่นการใช้งานความปลอดภัยและการประมวลผลข้อมูลแบบ
เรียลไทม์ที่อำนวยความสะดวกโดยเทคโนโลยี LoRa

6. อภิปราย

การพัฒนาแบบติดตามยานพาหนะและตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิงแบบเรียลไทม์ที่ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารระยะไกลผ่านเครือข่าย LoRa ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 4 ส่วน ได้แก่

1. โมดูล GPS สำหรับระบุตำแหน่งพิกัดของยานพาหนะ
2. การสื่อสารระยะไกลผ่านเครือข่าย LoRa
3. เซนเซอร์วัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดลูกลอย สำหรับตรวจวัดปริมาณน้ำมันในถัง
4. ระบบประมวลผลและแสดงผลข้อมูลผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ที่สามารถเข้าถึงได้จากอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows

ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญสะท้อนให้เห็นว่า ระบบโดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับสูง ($\bar{X} = 4.18$, S.D. = 0.83) อย่างไรก็ตาม ในการติดตั้งอุปกรณ์กับรถยนต์จริง จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนหรือติดตั้งเซนเซอร์ลูกลอยให้เหมาะสมกับลักษณะเฉพาะของรถแต่ละคัน ทั้งนี้เพื่อให้การติดตั้งเป็นไปอย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพในการทำงานร่วมกับระบบที่พัฒนาขึ้น

สำหรับด้านซอฟต์แวร์ ระบบสามารถติดตั้งและใช้งานบนอุปกรณ์เคลื่อนที่หรืออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่ทำงานบนแพลตฟอร์ม Windows ซึ่งแสดงข้อมูลแบบเรียลไทม์ผ่านแอปพลิเคชันบนเว็บอินเทอร์เน็ตเพชผู้ใช้ได้รับการออกแบบอย่างพิถีพิถันเพื่อให้แน่ใจว่าช่วยให้สามารถนำทางระบบให้ผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและความแม่นยำ และมีความเสถียรในการประมวลผล

ผลลัพธ์สอดคล้องกับการวิจัยที่ดำเนินการวิจัยโดย **เจษฎา ขจรฤทธิ์ และคณะ** [6] ผู้ออกแบบระบบการจัดการแสงสว่างในบ้านอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) ผ่านแอปพลิเคชัน Android และ NETPIE ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถจัดการอุปกรณ์จากระยะไกลผ่านโครงสร้างพื้นฐานอินเทอร์เน็ต ซึ่งทำให้ระบบมีความโดดเด่นด้านความสะดวกสบายของผู้ใช้และการตอบสนองอย่างมีประสิทธิภาพต่อความต้องการของผู้ใช้

นอกจากนี้ ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานพบว่า โดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก ระบบสามารถแสดงข้อมูลได้อย่างแม่นยำและเสถียร และการพัฒนาระบบเป็นไปตามความต้องการจริงของผู้ใช้งานในพื้นที่ทดลอง จึงสามารถตอบสนองต่อการใช้งานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7. ข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ได้รับความร่วมมือจากผู้ประกอบการขนส่งในพื้นที่อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการนำระบบต้นแบบไปทดลองใช้จริง และให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อสร้างระบบที่แสดงประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นในการปฏิบัติตามข้อกำหนด

สำหรับคำแนะนำเกี่ยวกับการพัฒนาการวิจัยในอนาคต โดยเฉพาะในด้านการเลือกใช้อุปกรณ์ตรวจวัดระดับน้ำมันเชื้อเพลิง ควรพิจารณาเลือกใช้เซนเซอร์หรือลูกลอยที่มีขนาดและคุณสมบัติเหมาะสมกับลักษณะของถังน้ำมันในยานพาหนะแต่ละประเภท โดยเฉพาะกรณีที่ใช้ลูกลอย ควรเลือกชนิดที่สามารถตรวจวัดระดับน้ำมันได้อย่างแม่นยำถึงประมาณ 98% ของปริมาตรถัง เพื่อเพิ่มความแม่นยำของระบบ นอกจากนี้ควรขยายการทดลองกับยานพาหนะและสภาพแวดล้อมที่หลากหลายเพื่อประเมินประสิทธิภาพของการสื่อสาร LoRa รวมถึงพัฒนาระบบให้รองรับ Android/iOS เพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้งานเชิงพาณิชย์

การพัฒนาให้ครอบคลุมขอบเขตการตรวจวัดทั้งหมดจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบตรวจสอบแบบเรียลไทม์ และเสริมความน่าเชื่อถือ

ของข้อมูลสำหรับการนำไปใช้ในการกำกับดูแลยานพาหนะอย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

8. สรุป

การใช้ระบบติดตามยานพาหนะและการตรวจสอบระดับเชื้อเพลิงแบบเรียลไทม์โดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารระยะไกลผ่านเครือข่าย LoRa นำไปสู่ข้อสรุปว่าระบบที่ออกแบบทำงานด้วยประสิทธิภาพที่โดดเด่นตามที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญซึ่งกำหนดให้คะแนนประสิทธิภาพโดยรวมในระดับสูง ($\bar{X} = 4.18$, S.D. = 0.83) ในขณะที่ความคิดเห็นของผู้ใช้ระบุความพึงพอใจสูงสุดกับระบบ ($\bar{X} = 4.58$, S.D. = 0.50)

ระบบสามารถติดตามตำแหน่งยานพาหนะได้แม่นยำ ตรวจสอบระดับน้ำมันเชื้อเพลิงได้แบบเรียลไทม์ และแสดงผลข้อมูลผ่าน และนำเสนอข้อมูลผ่านเว็บแอปพลิเคชันที่มีความเสถียรสูง มีความเร็วในการประมวลผลและใช้งานง่าย เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ในภาคสนามจริง

ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า ระบบมีความเหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้ในงานด้านการขนส่งและโลจิสติกส์ ที่ต้องการควบคุมต้นตุน้ำมันและติดตามยานพาหนะในพื้นที่การสื่อสารระยะไกล

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศิริวรรณ เอี่ยมบัณฑิต, “ระบบบ้านอัจฉริยะควบคุมด้วยเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สาย เซ็นเซอร์และแอนดรอยด์แอปพลิเคชันภายใต้แนวคิดอินเทอร์เน็ตเพชทุกสิ่ง”, *วารสารวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และนวัตกรรม*, ปี 1, ฉบับที่ 2, น. 11–20, เม.ย. 2020.
- [2] ชัชชัย คุณบัว, *IoT สถาปัตยกรรมการสื่อสาร = Internet of things*, ปี 2562. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- [3] นวภัทรา หนูนา และ ทวีพล ชื้อสัตย์, *การวัดและเครื่องมือวัดประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร*, ปี 2555. คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [4] ชัยพร เขมะภาคะพันธ์, “ระบบติดตามตรวจสอบตำแหน่งและเส้นทางรถยนต์ด้วยสัญญาณดาวเทียม”, *มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต*, กรุงเทพมหานคร.
- [5] Best W. John, *Research in education*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- [6] เจษฎา ขจรฤทธิ์, ปิยนุช ชัยพรแก้ว, และ หนึ่งฤทัย ฝรั่งวัน, “An Application of Internet of Things Technology to Control the Illumination Systems in Smart Home”, *J. Inf. Sci. Technol.*, ปี 7, ฉบับที่ 1, น. 1–11, มิ.ย. 2017, doi: 10.14456/jist.2017.1.



พิศุขย์ บุญมาธรรม อาจารย์ประจำสาขาวิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี การศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศิลปากร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง Digital Signal Processing, Information Retrieval, Machine Learning, and Software Development



สุกัญชลิกา บุญมาธรรม อาจารย์ประจำสาขาวิชา
วิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี การศึกษาระดับปริญญา
เอก สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ งานวิจัยที่
เกี่ยวข้อง Deep Learning, Machine Learning, Image Processing,
and Decision Support System



ศิริพร อ่วมศิริ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาการ
คอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัย
ราชภัฏเพชรบุรี การศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชา
วิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระ
จอมเกล้าพระนครเหนือ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง Image
Processing , Web development, Application development,
Database, Machine Learning



ปราโมทย์ ตงฉิน อาจารย์ประจำสาขาวิชา
คอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัย
ราชภัฏเพชรบุรี การศึกษาระดับปริญญาเอก
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การ
พัฒนาสื่อการสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(CAI) Computer
System



พิรพล สุขพลาย สำเร็จการศึกษา ระดับปริญญาตรี
สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยี
สารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี งานวิจัยที่
เกี่ยวข้อง Internet of Things