อุปกรณ์ต้นแบบติดตามและบันทึกข้อมูลวัวด้วย GPS และ IoT

Prototype Device for Cow Tracking and Data Logging Using GPS and IoT

กฤษดา สิทธิดา [1] และ ทศพล มานะศรี [2*]

Krisda Sittida [1] and Thosapol Manasri [2*]

[1]สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม

[1]Department of Electronics, Faculty of Industrial Technology, Nakhon Phanom University, Thailand,

[2]สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และหุ่นยนต์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม

[2]Department of Electronics Engineering and Robotics, Faculty of Industrial Technology, Nakhon Phanom University, Thailand

***Corresponding Author E-mail**: Thosapol.m@npu.ac.th

Received: 5/09/25, **Revised**: 6/10/25, **Accepted**: 8/10/25

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบติดตามและบันทึกข้อมูลวัวด้วยระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (GPS) และระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) เพื่อแก้ปัญหาการเลี้ยงวัวแบบปล่อยทุ่งที่มีความเสี่ยงต่อการสูญหาย อุปกรณ์ต้นแบบประกอบด้วย NodeMCU ESP32 TTGO T-Call (SIM800L) และโมดูล GPS NEO-6M สำหรับประมวลผลและส่งข้อมูลเข้าสู่ Google Sheets และแสดงผลผ่าน Google Data Studio การทดลองภาคสนามกับวัวลูกผสมพันธุ์ชาร์โรเล่ส์เป็นเวลา 30 วัน พบว่าอุปกรณ์สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง โดยแบตเตอรี่ใช้งานได้ประมาณ 18 ชั่วโมงต่อการชาร์จหนึ่งครั้ง และใช้เวลาชาร์จจนเต็ม 1.5–3.5 ชั่วโมง ข้อมูลตำแหน่งมีความแม่นยำสูงเมื่อเปรียบเทียบกับ Google Maps โดยมีค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยประมาณ 3–5 เมตร ระบบสามารถเก็บข้อมูลได้จำนวน 6,761 จุด ครอบคลุมระยะทางรวม 120.96 กิโลเมตร โดยวัวมีการเคลื่อนที่ต่อวันอยู่ในช่วง 0.70–6.56 กิโลเมตร และมีระยะทางไกลที่สุดจากคอกอยู่ระหว่าง 0.03–1.75 กิโลเมตร ผลการวิจัยยืนยันว่าอุปกรณ์ต้นแบบที่พัฒนามีความแม่นยำเพียงพอ ราคาย่อมเยา เหมาะกับการใช้งานจริงของเกษตรกรรายย่อย ช่วยลดความเสี่ยงการสูญหายและเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการปศุสัตว์ ทั้งนี้องค์ความรู้ใหม่จากงานวิจัยคือการออกแบบและทดสอบอุปกรณ์ติดตามสัตว์ที่รวมการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลตำแหน่งก่อนส่งขึ้นคลาวด์และการเชื่อมต่อกับระบบบันทึกและแสดงผลที่เข้าถึงง่าย เพื่อสนับสนุนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT และ GPS ในงานปศุสัตว์ของเกษตรกรรายย่อย

คำสำคัญ: ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก, อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, การติดตามวัว, อุปกรณ์ต้นแบบ

Abstract

This study aimed to develop a prototype device for tracking and recording cow movements using the Global Positioning System (GPS) and the Internet of Things (IoT) to address the challenges of free-range cattle farming, where cows are often at risk of straying or getting lost. The prototype device consisted of a NodeMCU ESP32 TTGO T-Call (SIM800L) and a GPS NEO-6M module for processing and transmitting data to Google Sheets, with results visualized in Google Data Studio. A 30-day field experiment was conducted with crossbred Charolais cows owned by small-scale farmers in Nakhon Phanom Province. The device successfully operated continuously with a battery life of approximately 18 hr. per charge and required 1.5–3.5 hr. for full recharging. GPS data showed high accuracy compared with Google Maps, with an average error of about 3–5 m, which is sufficient for field applications. The system recorded 6,761 data points, covering an accumulated distance of 120.96 km. The cows' daily walking distance ranged from 0.70 to 6.56 km, while the farthest distance from the barn ranged between 0.03 and 1.75 km. The results confirm that the prototype device is accurate, affordable, and practical for small-scale farmers to reduce the risk of livestock loss and improve herd management efficiency. Furthermore, the key contribution of this research is the design and field validation of an accessible, cost-effective animal tracking system capable of filtering and verifying location data before cloud transmission and integrating with an easy-to-use data recording and visualization platform.

Keywords: Global Positioning System (GPS), Internet of Things (IoT), Cow Tracking, Prototype Device

1. บทนำ

การเลี้ยงวัวแบบปล่อยทุ่งเป็นรูปแบบที่เกษตรกรรายย่อยในประเทศไทยนิยมใช้ เนื่องจากมีต้นทุนต่ำและใช้แรงงานน้อย แต่รูปแบบดังกล่าวก่อให้เกิดข้อจำกัดในการจัดการและการดูแล เช่น วัวอาจหลุดออกนอกพื้นที่เลี้ยง ก่อความเสียหายต่อพืชผลของเกษตรกรรายอื่น หรือสูญหาย ทำให้สิ้นเปลืองแรงงานและเวลาในการติดตามดูแล [1] การนำเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) มาประยุกต์ใช้ในภาคการเกษตร ได้กลายเป็นแนวทางที่สำคัญสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพและลดภาระของเกษตรกร โดยเฉพาะการติดตามพิกัดสัตว์เลี้ยงผ่านระบบ Global Positioning System (GPS) ร่วมกับการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สายเพื่อแสดงผลแบบเรียลไทม์ และได้พัฒนาอุปกรณ์ติดตามวัวต้นทุนต่ำที่สามารถบันทึกตำแหน่งได้อย่างแม่นยำ และช่วยเพิ่มความสะดวกในการบริหารจัดการวัวสำหรับเกษตรกรรายย่อย [2]

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาได้เสนอแนวทางการประยุกต์ใช้ IoT และ GPS กับการติดตามและการแจ้งเตือน เช่น งานของ อภิชฎา ทองรักษ์ และคณะ [3] ได้นำเสนอ ระบบติดตามและระบุตำแหน่งแบบอัจฉริยะ โดยใช้โมดูล GPS ส่งข้อมูลตำแหน่งขึ้นระบบคลาวด์ และสามารถแสดงผลบนแอปพลิเคชันได้อย่างเรียลไทม์ นอกจากนี้ ชาญยุทธ อุปายโกศล และ คณะ [4] ยังได้พัฒนาอุปกรณ์แจ้งเตือนอัคคีภัยด้วย IoT ที่สามารถส่งข้อมูลการตรวจจับไปยังสมาร์ตโฟน พร้อมทั้งระบุตำแหน่งด้วย GPS ได้อย่างแม่นยำ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยต่างประเทศที่มุ่งเน้นการพัฒนาอุปกรณ์ติดตามสัตว์ที่มีต้นทุนต่ำ เช่น งานของ Okello และคณะ [5] ซึ่งนำเสนอการออกแบบระบบติดตามปศุสัตว์ด้วยเทคโนโลยี GPS และ GSM ต้นทุนประหยัด และงานของ Suresh และคณะ [6] ที่พัฒนาอุปกรณ์ IoT สำหรับติดตามและเฝ้าระวังสุขภาพโค สะท้อนให้เห็นแนวโน้มการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ในการจัดการปศุสัตว์ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยเหล่านี้ยังไม่ได้พัฒนาระบบจัดเก็บและแสดงผลข้อมูลที่เข้าถึงง่ายและตอบโจทย์การใช้งานของเกษตรกรรายย่อย

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบติดตาม และบันทึกข้อมูลวัว โดยใช้ ESP32 TTGO T-Call และโมดูล GPS NEO-6M สำหรับการประมวลผลและส่งข้อมูลตำแหน่งผ่านเครือข่าย IoT ข้อมูลที่บันทึกได้จะถูกจัดเก็บใน Google Sheets และนำมาแสดงผลผ่าน Google Data Studio ทั้งในรูปแบบ เรียลไทม์ และ การวิเคราะห์ย้อนหลัง เพื่อให้เกษตรกรสามารถติดตามตำแหน่งและพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของวัว เพิ่มความสะดวกในการจัดการ และลดความเสี่ยงจากการสูญหายของวัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยยังได้นำแนวคิดการปรับปรุงความน่าเชื่อถือของข้อมูลมาใช้ โดยออกแบบให้ระบบสามารถตรวจสอบค่าพิกัดและความเร็วก่อนการส่งขึ้นคลาวด์ รวมทั้งผสานการเก็บและแสดงผลข้อมูลต้นทุนประหยัดที่เข้าถึงง่าย เพื่อสนับสนุนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT และ GPS ในงานปศุสัตว์ของเกษตรกรรายย่อยได้อย่างเหมาะสม

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง (IoT)

อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) คือ แนวคิดที่ทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวัตถุต่าง ๆ สามารถเชื่อมต่อเข้ากับอินเทอร์เน็ต เพื่อทำการเก็บ แลกเปลี่ยน และประมวลผลข้อมูลได้โดยอัตโนมัติ ส่งผลให้เกิดระบบที่สามารถตรวจสอบและควบคุมได้อย่างอัจฉริยะแบบเรียลไทม์ ปัจจุบัน IoT ได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย ทั้งในด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม การขนส่ง และการจัดการพลังงาน ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานและลดภาระของมนุษย์ [7]

2.2 ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (GPS)

ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System: GPS) เป็นระบบระบุตำแหน่งที่อาศัยสัญญาณจากดาวเทียมในวงโคจรประมาณ 24 ดวง โดยอุปกรณ์รับสัญญาณ GPS จะคำนวณตำแหน่งจากการวัดระยะทางที่สัญญาณเดินทางจากดาวเทียมมายังเครื่องรับ หลักการพื้นฐานในการคำนวณระยะทางสามารถอธิบายได้ด้วยสมการของการเคลื่อนที่ คือ ระยะทาง (d) เท่ากับผลคูณของความเร็ว (v) และเวลาที่ใช้เดินทาง (t) ดังสมการ (1)

$$d = v*t \tag{1}$$

โดยที่ d = ระยะทาง (Distance) [เมตร, m]
v = ความเร็ว (Velocity) [เมตรต่อวินาที, m/s]
t = เวลา (Time) [วินาที, s]

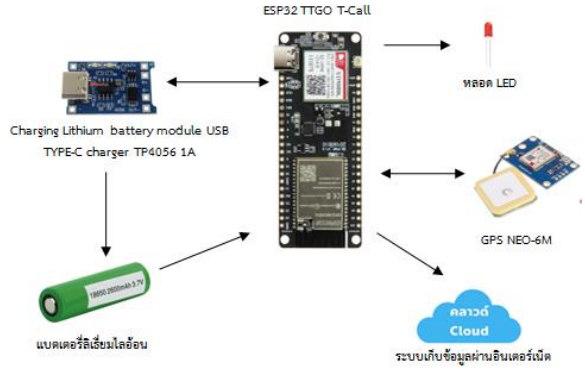
ในกรณีของ GPS ค่าความเร็ว v คือ ความเร็วแสง 3×108 m/s ส่วนค่าของ t คือ เวลาที่สัญญาณจากดาวเทียมใช้ในการเดินทางมายังเครื่องรับ GPS เมื่อสามารถหาค่าระยะทางจากดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวงได้แล้ว เครื่องรับจะใช้หลักการ Trilateration เพื่อแก้หาตำแหน่งของผู้ใช้งานทั้งในแกนละติจูด ลองจิจูด และความสูง ปัจจุบัน GPS ถูกประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในงานด้านการนำทาง การสำรวจ การติดตามยานพาหนะ และงานด้านปศุสัตว์เพื่อเฝ้าติดตามการเคลื่อนไหวของวัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ [4], [8]

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

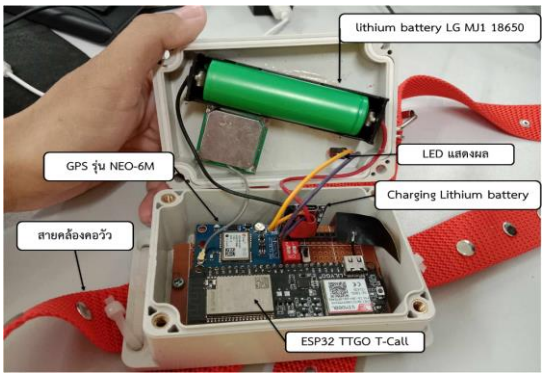
3.1 การออกแบบอุปกรณ์ต้นแบบ

อุปกรณ์ต้นแบบติดตามและบันทึกข้อมูลวัวด้วย GPS และ IoT มีการออกแบบให้สามารถทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเริ่มจากโมดูลชาร์จแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนที่รับไฟฟ้าจากพอร์ต USB Type-C แรงดัน 5 โวลต์ และมีกระแสชาร์จสูงสุด 1 แอมแปร์ เมื่อชาร์จเต็มจะตัดไฟอัตโนมัติที่แรงดัน 4.2 โวลต์ รวมทั้งมีไฟ LED แสดงสถานะชาร์จ โดยสีแดงหมายถึงกำลังชาร์จ และสีน้ำเงินหมายถึงชาร์จเต็มแล้ว

แบตเตอรี่ลิเธียมดังกล่าวทำหน้าที่จ่ายพลังงานให้กับบอร์ด ESP32 TTGO T-Call และโมดูล GPS NEO-6M ด้วยแรงดันสูงสุดที่ 4.2 โวลต์ โดยบอร์ด ESP32 TTGO T-Call เป็นบอร์ดที่มีซิมการ์ดในตัว จะทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง รับค่าพิกัดละติจูดและลองจิจูดจากโมดูล GPS NEO-6M ด้วยการส่งข้อมูลแบบ I2C และส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย IoT ไปยังระบบคลาวด์ ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในคลาวด์จะถูกนำไปประมวลผลและแสดงผลใน Google Sheets และ Google Data Studio เพื่อให้เกษตรกรสามารถตรวจสอบตำแหน่งวัวได้ทั้งแบบเรียลไทม์และย้อนหลัง วงจรรวมนี้จึงถูกออกแบบให้ทำงานครอบคลุมตั้งแต่การจัดการพลังงาน การประมวลผลข้อมูล การส่งต่อข้อมูล ไปจนถึงการแสดงผล โดยแสดงโครงสร้างของอุปกรณ์ทั้งหมดแสดงในรูปที่ 1 ส่วนรูปที่ 2 แสดงการนำเอาวงจรและอุปกรณ์ทั้งหมดบรรจุในกล่องพลาสติกกันน้ำ ขนาด 68 x 100 x 50 มม. พร้อมสายคล้องคอวัวทำด้วยผ้ามีขนาดกว้าง 3 ซม. ยาว 108 ซม. และ มีน้ำหนักรวม 0.35 กก.



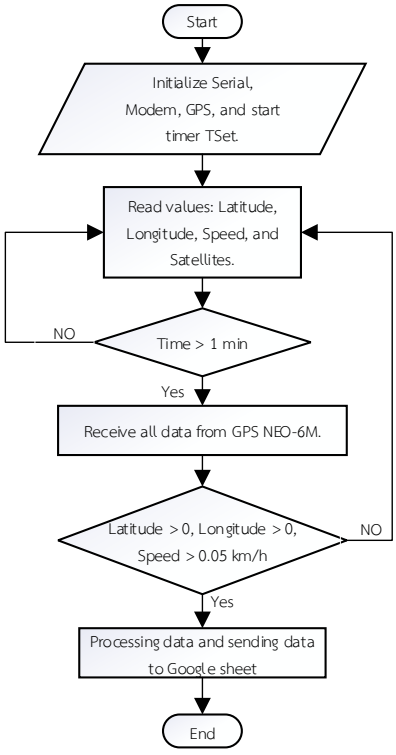
รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างอุปกรณ์ต้นแบบติดตามและบันทึกข้อมูลวัวด้วย GPS และ IoT



รูปที่ 2 แสดงวงจรและอุปกรณ์ทั้งหมดบรรจุในกล่อง

3.2 การทำงานและเก็บข้อมูลอุปกรณ์ต้นแบบ

การทำงานทั้งหมดของอุปกรณ์ต้นแบบติดตามและบันทึกข้อมูลวัวด้วย GPS และ IoT แสดงดังรูปที่ 3 เมื่อเริ่มต้นระบบ บอร์ด ESP32 TTGO T-Call (SIM800L-ESP32) จะทำการเปิดใช้งานโมดูล GPS NEO-6M เพื่อรับพิกัดละติจูด (Latitude) และลองจิจูด (Longitude) รวมถึงค่าความเร็ว (Speed) และจำนวนดาวเทียมที่ใช้ระบุตำแหน่ง (Satellites) ข้อมูลที่ได้รับจะถูกตรวจสอบทุกๆ 1 นาที โดยเงื่อนไขในการส่งข้อมูลคือต้องมีค่าละติจูดและลองจิจูดมากกว่า 0 และความเร็วมากกว่า 0.05 กม./ชม. เพื่อให้มั่นใจว่ามีการเคลื่อนไหวจริง หลังจากนั้นข้อมูลทั้งหมดจะถูกส่งผ่านโมดูลสื่อสารเครือข่าย GSM ไปยัง Google Sheets ผ่าน Google Apps Script โดยใช้คำสั่ง HTTP/HTTPS Protocol ข้อมูลที่จัดเก็บประกอบไปด้วย พิกัดตำแหน่ง (Latitude, Longitude), ความเร็ว, และจำนวนดาวเทียม เมื่อสะสมข้อมูลแล้วสามารถนำไปแสดงผลและวิเคราะห์ผ่าน Google Data Studio เพื่อให้เกษตรกรตรวจสอบตำแหน่งการเคลื่อนไหวของวัวได้แบบเรียลไทม์และย้อนหลัง



รูปที่ 3 แสดงการทำงานอุปกรณ์ต้นแบบติดตามและบันทึกข้อมูลวัวด้วย GPS และ IoT

3.3 ขั้นตอนการทดลองและแสดงผลข้อมูล

การทดลองอุปกรณ์ต้นแบบติดตามและบันทึกข้อมูลวัวด้วย GPS และ IoT ได้ทดลองกับวัวลูกผสมพันธุ์พื้นถิ่นกับพันธุ์ชาร์โรเล่ส์ (Charolais) จำนวน 1 ตัว ที่ปล่อยไปพร้อมฝูงอีก 10 ตัว ณ บ้านดงโชค จังหวัดนครพนม โดยเก็บข้อมูลตั้งแต่ตั้งแต่วันที่ 21 กันยายน 2566 ถึงวันที่ 21 ตุลาคม 2566 รวมระยะเวลาการทดลอง 30 วัน โดยการติดตั้งอุปกรณ์แสดงในรูปที่ 4

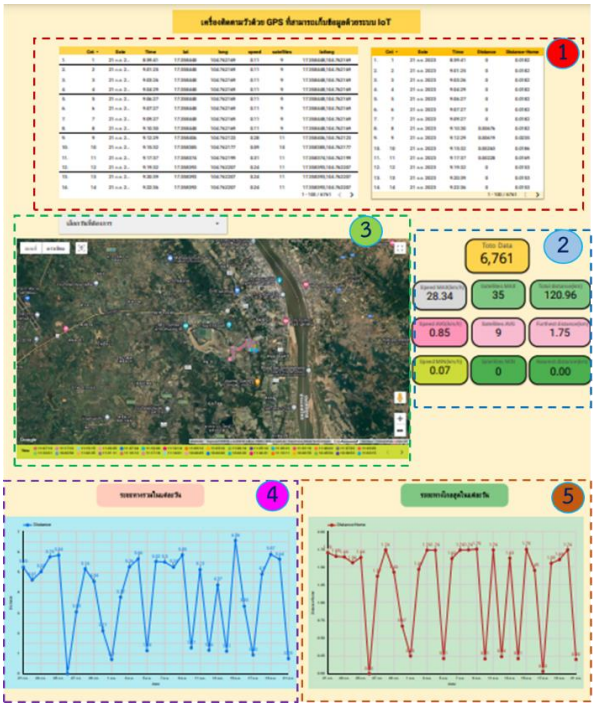
ข้อมูลที่ถูกบันทึกใน Google Sheets ประกอบด้วย Date (วัน/เดือน/ปี), Time (ชั่วโมง/นาที/วินาที), lat (พิกัดละติจูด), long (พิกัดลองจิจูด), speed (ค่าความเร็ว), satellites (จำนวนดาวเทียม) และ Cnt (จำนวนข้อมูล) ซึ่งรูปที่ 5 แสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูลด้วย Google sheet ในวันที่ 21 เดือน ตุลาคม 2566 โดยข้อมูลทั้งหมดถูกจัดเก็บและแสดงผลบน Google Data Studio ในรูปแบบตาราง กราฟ และแผนที่ ซึ่งสามารถใช้

ตรวจสอบการเคลื่อนที่ของวัวแบบเรียลไทม์ และยังสามารถดูข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์และมือถือได้ รวมถึงวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ เช่น ระยะทางรวมที่วัวเคลื่อนที่ในแต่ละวัน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ ดังแสดงในรูปที่ 6 ข้อมูลเหล่านี้ช่วยเกษตรกรในการติดตามสุขภาพสัตว์ ลดความเสี่ยงการสูญหาย และเพิ่มประสิทธิภาพด้านการจัดการปศุสัตว์

รูปที่ 4 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ต้นแบบกับวัวลูกผสมพันธุ์ชาร์โรเล่ส์

	Date	Time	lat	long	speed	satellites	Cnt
6657	21/10/2023	14:02:00	17.358337	104.762276	0.3	10	6656
6658	21/10/2023	14:02:49	17.358337	104.762276	0.3	10	6657
6659	21/10/2023	14:04:44	17.358341	104.762207	2.19	10	6658
6660	21/10/2023	14:06:46	17.358341	104.762207	2.19	10	6659
6661	21/10/2023	14:11:57	17.358295	104.762161	0.59	10	6660
6662	21/10/2023	14:13:54	17.358322	104.762276	0.39	10	6661
6663	21/10/2023	14:15:48	17.358322	104.762276	0.39	10	6662
6664	21/10/2023	14:16:51	17.358322	104.762276	0.39	10	6663
6665	21/10/2023	14:18:50	17.35829	104.76223	0.28	10	6664
6666	21/10/2023	14:22:20	17.358318	104.762222	0.41	10	6665
6667	21/10/2023	14:23:52	17.358318	104.762222	0.41	10	6666
6668	21/10/2023	14:28:03	17.358313	104.762207	0.2	10	6667
6669	21/10/2023	14:29:54	17.358313	104.762207	0.2	10	6668
6670	21/10/2023	14:32:58	17.358324	104.76223	0.5	10	6669
6671	21/10/2023	14:34:58	17.358324	104.76223	0.5	10	6670
6672	21/10/2023	14:37:12	17.35833	104.762199	0.09	11	6671
6673	21/10/2023	14:38:01	17.35833	104.762199	0.09	11	6672
6674	21/10/2023	14:40:00	17.35833	104.762199	0.09	11	6673
6675	21/10/2023	14:41:03	17.35833	104.762199	0.09	11	6674
6676	21/10/2023	14:43:02	17.358301	104.762184	0.37	10	6675
6677	21/10/2023	14:44:05	17.358301	104.762184	0.37	10	6676

รูปที่ 5 แสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูลด้วย Google sheet



รูปที่ 6 การแสดงข้อมูลด้วย Google Data Studio

4. ผลการทดลอง

4.1 ระยะเวลาการชาร์จและการใช้งานแบตเตอรี่

จากผลการทดลองพบว่าแบตเตอรี่ลิเธียมที่ใช้สามารถชาร์จจนเต็มได้ภายในเวลาเฉลี่ย 1 ชั่วโมง 30 นาที ถึง 3 ชั่วโมง 30 นาที ขึ้นอยู่กับแรงดันเริ่มต้นก่อนการชาร์จ โดยเมื่อแรงดันเริ่มต้น (3.2 V) จะใช้เวลาชาร์จนานกว่าค่าแรงดันที่สูงกว่า (3.8 V) โดยแสดงผลการทดลองในตารางที่ 1 ในส่วนของการทดสอบการใช้งานจริง แบตเตอรี่ที่ชาร์จเต็ม 4.2 V สามารถรองรับการทำงานของอุปกรณ์ได้ต่อเนื่องเป็นเวลา 18 ชั่วโมง โดยแรงดันไฟฟ้าลดลงอย่างสม่ำเสมอตามชั่วโมงการใช้งาน เริ่มจาก 4.2 V ที่เวลา 0 ชั่วโมง ถึงจุดต่ำสุดที่ 3.2 V ที่ชั่วโมงที่ 18 ทำให้ระบบหยุดทำงาน โดยแสดงผลการทดลองในตารางที่ 2

ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์ต้นแบบสามารถรองรับการใช้งานภาคสนามต่อเนื่องได้ตลอดวัน โดยมีความสอดคล้องระหว่างการชาร์จและการคายประจุของแบตเตอรี่ที่ค่อนข้างคงที่ อีกทั้งสามารถคาดการณ์เวลาใช้งานได้ล่วงหน้าได้

ตารางที่ 1 ตารางการทดสอบการชาร์จแบตเตอรี่

ครั้งที่	แรงดันของแบตเตอรี่ก่อนชาร์จ (V)	แบตเตอรี่เต็ม 4.2 V (ชั่วโมง:นาที)
1.	3.2	3:30
2.	3.4	3:05
3.	3.8	1:30

ตารางที่ 2 ตารางการทดสอบการใช้งานแบตเตอรี่ต่อเนื่อง

ระยะเวลาการใช้งาน (ชั่วโมง)	แรงดันแบตเตอรี่ (V)
0 (แบตเตอรี่เต็ม)	4.2
4	3.9
8	3.7
12	3.5
16	3.3
18 (แบตเตอรี่หมด)	3.2

4.2 การทดสอบความแม่นยำพิกัดละติจูดและลองจิจูด

จากตารางที่ 3 เป็นการทดสอบความแม่นยำของค่าพิกัดที่ได้จากอุปกรณ์ต้นแบบติดตามวัวด้วย GPS และ IoT ในพื้นที่โล่ง พบว่าอุปกรณ์สามารถรับสัญญาณดาวเทียม และบันทึกพิกัดละติจูด, ลองจิจูดได้ โดยผลการทดสอบเปรียบเทียบค่าพิกัดกับข้อมูลจาก Google Maps บนโทรศัพท์มือถือ พบว่าค่าละติจูด มีความคลาดเคลื่อนมากที่สุด 0.000581% และน้อยที่สุด -0.000195% ส่วนค่าลองจิจูดมีความคลาดเคลื่อนมากที่สุด -0.000111% และน้อยที่สุด 0.000011% ซึ่งความคลาดเคลื่อนเมื่อคำนวณจากค่าพิกัดละติจูด และลองจิจูดของตำแหน่ง GPS แต่ละสถานที่ตามกฎโคไซน์บนทรงกลม (Spherical Cosine Rule) ด้วยวิธีการของ Roy [9] พบว่าเฉลี่ยประมาณ 3–5 เมตร ซึ่งเพียงพอสำหรับการติดตามพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของวัวในพื้นที่จริง

ตารางที่ 3 ตารางการทดสอบความแม่นยำพิกัดละติจูด และลองจิจูด

สถานที่	Google Maps จากโทรศัพท์มือถือ		อุปกรณ์ต้นแบบติดตามวัวด้วย GPS และ IoT		% ความคลาดเคลื่อน	
	ละติจูด (องศา)	ลองจิจูด (องศา)	ละติจูด (องศา)	ลองจิจูด (องศา)	ละติจูด (%)	ลองจิจูด (%)
บ้านดงโชค	17.358485	104.762231	17.358425	104.762321	-0.000345	0.000085
สนามกีฬากกท.	17.367200	104.763392	17.367121	104.763374	-0.00057	-0.000017
บ้านนาจอก	17.376330	104.757851	17.376278	104.757927	-0.000299	0.000072
บ้านหนองบัว	17.364336	104.773206	17.364437	104.773218	0.000581	0.000011
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม	17.388965	104.753398	17.388931	104.753281	-0.000195	-0.000111

4.3 การแสดงและวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Google Data Studio

จากรูปที่ 6 เป็นการแสดงข้อมูลจากด้วย Google Data Studio ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ส่วนต่อไปนี้

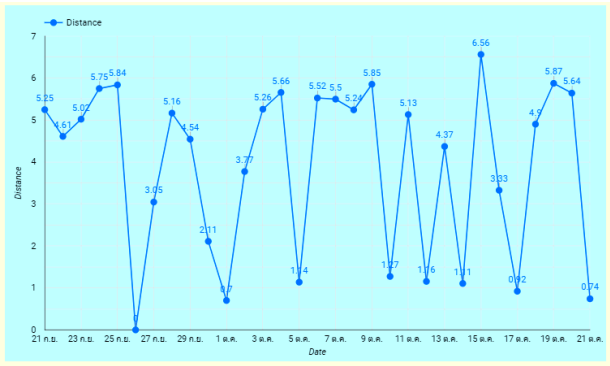
1) ตารางแสดงผลข้อมูลที่ได้จาก Google sheet ทั้งหมด โดยสามารถเลือกดูข้อมูลในแต่ละวันได้

2) แผนภูมิแสดงค่าข้อมูลรวม ในส่วนนี้แสดงข้อมูลที่บันทึกในระบบคลาวด์ได้รวมทั้งหมด 6,761 ข้อมูล โดยมีค่าความเร็วต่ำสุด (Speed MIN) เท่ากับ 0.07 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ค่าความเร็วสูงสุด (Speed MAX) เท่ากับ 28.34 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และค่าความเร็วเฉลี่ย (Speed AVG) เท่ากับ 0.85 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ขณะที่จำนวนดาวเทียม (Satellites) ที่ตรวจจับได้มีค่าต่ำสุด (Satellites MIN) เท่ากับ 0 ดวง ค่าเฉลี่ย (Satellites AVG) เท่ากับ 9 ดวง และค่าสูงสุด (Satellites MAX) เท่ากับ 35 ดวง รวมระยะทางการเคลื่อนที่ทั้งหมด (Total Distance) เท่ากับ 120.96 กิโลเมตร โดยมีค่าระยะทางไกลที่สุดในแต่ละวัน (Furthest Distance) เท่ากับ 1.75 กิโลเมตร และค่าระยะทางใกล้ที่สุด (Nearest Distance) เท่ากับ 0.00 กิโลเมตร ทั้งนี้ค่าระยะทางใกล้ที่สุดเกิดจากเหตุขัดข้องของระบบแบตเตอรี่ในวันที่ 26 กันยายน 2566 ส่งผลให้ไม่สามารถบันทึกระยะทางการเคลื่อนที่ได้

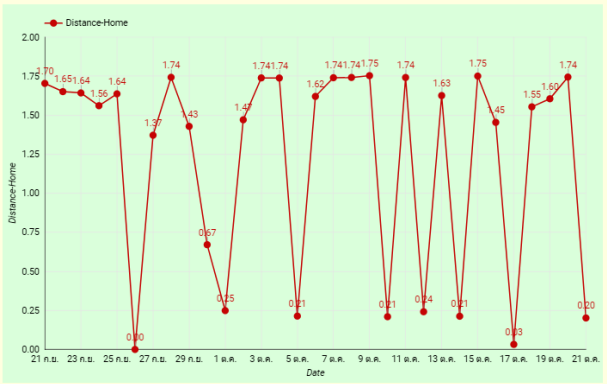
3) แผนที่แสดงตำแหน่งด้วย Google Map ในส่วนนี้จะสามารถเลือกวันที่/เวลา เพื่อดูข้อมูลการเคลื่อน และตำแหน่งที่ของวัวได้แสดงในรูปที่ 7

รูปที่ 7 แสดงตำแหน่งวัวด้วย Google Map ในวันที่ 15 ตุลาคม 2566

4) กราฟระยะทางรวมในแต่ละวัน (Total Distance) โดยแสดงในรูปที่ 8 แสดงผลของระยะทางรวมที่วัวเคลื่อนที่ในแต่ละวันตลอดการทดลอง โดยคำนวณจากค่าพิกัดละติจูด และลองจิจูดของตำแหน่ง GPS แต่ละจุดที่บันทึกได้ แล้วนำมาบวกกันต่อเนื่องทั้งวัน ซึ่งใช้กฎโคไซน์บนทรงกลม ตามวิธีการของ Roy [9] เพื่อหาค่าระยะทางระหว่างจุด โดยจากกราฟพบว่าระยะทางรวมที่สูงที่สุดคือวันที่ 15 ตุลาคม 2566 มีค่าเท่ากับ 6.56 กิโลเมตร เนื่องจากวัวเดินออกนอกเส้นทางมากที่สุดในวันนั้น ทำให้ระยะทางรวมเยอะมากกว่าวันอื่น โดยจะแสดงตำแหน่งการเดินทางทั้งวันบนแผนที่ด้วย Google Map ดังแสดงในรูปที่ 7 ส่วนระยะทางรวมที่ต่ำที่สุดคือวันที่ 1 ตุลาคม 2566 มีค่าเท่ากับ 0.7 กิโลเมตร เนื่องจากฝนตกจึงไม่ได้ออกเดินทางไปทุ่งหญ้า ทั้งนี้ในวันที่ 26 กันยายน 2566 พบค่าระยะทางเป็น 0.00 กิโลเมตร เนื่องจากเกิดเหตุขัดข้องเกี่ยวกับแบตเตอรี่ทำให้ไม่สามารถบันทึกตำแหน่ง GPS ได้



รูปที่ 8 กราฟแสดงระยะทางรวมในแต่ละวัน



รูปที่ 9 กราฟแสดงระยะทางไกลที่สุดจากคอกในแต่ละวัน

5) กราฟระยะทางไกลที่สุดจากคอกในแต่ละวัน จากกราฟในรูปที่ 9 พบว่าระยะทางไกลเป็นวันที่ 15 ตุลาคม 2566 เท่ากับ 1.75 กิโลเมตร เนื่องจากวัวเดินออกนอกเส้นทางตลอดวันทำให้ระยะทางเพิ่มขึ้นมากกว่าปกติ ในขณะระยะทางใกล้สุดเป็นวันที่ 17 ตุลาคม 2566 เท่ากับ 0.03 กิโลเมตร เนื่องจากสภาพอากาศฝนตกทำให้วัวไม่ออกเดินทางไปทุ่งหญ้า โดยในรูปที่ 10 จะแสดงให้เห็นตำแหน่งของวัวที่อยู่เฉพาะบริเวณในคอกด้วย Google Map ส่วนในวันที่ 26 กันยายน 2566 มีค่าเท่ากับ 0.00 กิโลเมตร เนื่องจากเกิดเหตุขัดข้องเกี่ยวกับแบตเตอรี่จึงไม่สามารถบันทึก

ข้อมูลได้ โดยการคำนวณระยะทางทั้งหมดใช้พิกัดละติจูดและลองจิจูดของคอกและตำแหน่งที่บันทึกได้ในแต่ละวัน แล้วนำมาคำนวณระยะทางระหว่างสองจุดด้วยกฎโคไซน์บนทรงกลม [9]

รูปที่ 10 แสดงตำแหน่งวัวด้วย Google Map ในวันที่ 17 ตุลาคม 2566

5. สรุปและอภิปราย

จากการพัฒนาอุปกรณ์ติดตามวัวด้วย GPS และ IoT พบว่าสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยแบตเตอรี่ใช้งานได้ 18 ชั่วโมงต่อการชาร์จหนึ่งครั้ง และใช้เวลาชาร์จจนเต็ม 1.5–3.5 ชั่วโมง การทดสอบ GPS ในพื้นที่โล่งมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 3–5 เมตร ซึ่งเพียงพอสำหรับการติดตามจริง ผลการบันทึกข้อมูลแสดงว่า ระยะทางรวมต่อวันมีค่าตั้งแต่ 0.70–6.56 กิโลเมตร และระยะทางไกลที่สุดจากคอกอยู่ระหว่าง 0.03–1.75 กิโลเมตร อุปกรณ์ต้นแบบมีต้นทุนประมาณ 1,500–2,000 บาทต่อชุด จึงถือว่ามีความคุ้มค่าและเหมาะสมต่อการใช้งานจริง

6. ข้อเสนอแนะ

เพื่อเพิ่มศักยภาพในอนาคต ควรพัฒนาอุปกรณ์ให้รองรับการติดตามวัวหลายตัวและเพิ่มระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติเมื่อวัวออกนอกพื้นที่ รวมถึงปรับปรุงขนาดและความทนทานของอุปกรณ์ให้เหมาะกับสภาพการใช้งานจริง เช่น การลดการสั่นสะเทือนเมื่อวัววิ่ง และพิจารณาโหมดประหยัดพลังงานเพื่อยืดอายุการทำงาน ควรสำรวจการใช้เทคโนโลยีเครือข่าย 4G หรือ 5G เพื่อรองรับข้อมูลที่หลากหลายมากขึ้น และออกแบบการแสดงผลให้เข้าใจง่าย เหมาะกับเกษตรกรที่มีข้อจำกัดด้านการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตและสมาร์ตโฟน

7. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ และ สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และหุ่นยนต์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม ที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือในการทดลอง ขอขอบคุณครอบครัว นางสาวดวงใจ ผูนา ชาวบ้านชุมชนบ้านบ้านดงโชค ที่เอื้อเฟื้อวัว และสถานที่ในการทดลองในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] U. Chareatratchai, S. Thitapars, and A. Lawong, “Development of a Low-Cost GPS-Based Cow Tracking Device for Free-Range Grazing,” *GSKKU Conference.*, 2024.

[2] S. Terence, “Systematic Review on Internet of Things in Smart Livestock,” *Sustainability.*, vol. 16, no. 10, art. 4073, 2024.

[3] อภิชฎา ทองรักษ์ และคณะ, “ระบบติดตามและระบุตำแหน่งแบบอัจฉริยะ,” *Proceedings of the 46th EECON Conference.*, pp. 90–93, 2023.

[4] ชาญยุทธ อุปายโกศล และคณะ, “อุปกรณ์แจ้งเตือนอัคคีภัยด้วย IoT พร้อมระบุตำแหน่งด้วย GPS,” *Proceedings of the 46th EECON Conference.*, pp. 1–5, 2023.

[5] J. Okello, P. Wambugu, and F. Wekesa, “Design and development of a low-cost livestock tracking system using GPS and GSM technologies,” International Journal of Computer Applications, vol. 181, no. 28, pp. 15–21, 2018.

[6] P. Suresh, A. Anand, and M. Vijayakumar, “IoT-based cattle health monitoring and tracking system,” Procedia Computer Science, vol. 171, pp. 1784–1793, 2020.

[7] J. H. Nord, A. Koohang, and J. Paliszkiewicz, “The Internet of Things: Review and theoretical framework,” *Expert Systems with Applications.*, vol. 133, pp. 97–108, 2019.

[8] E. O. P. Ezekiel et al., “Overview of Global Positioning System Based Tracking Systems: Theory, Applications and Challenges,” 2020. (unpaginated)

[9] M. Roy, “Great circle theorem and the application of the spherical cosine rule to estimate distances on a globe,” *International Journal of Statistics and Applied Mathematics.*, vol. 7, no. 3, pp. 136–142, 2022.