



EE03-แบบรายงานความก้าวหน้า

นักศึกษา ☒ ปกติ ☐ สมทบ

รายงานความก้าวหน้าโครงการวิศวกรรมไฟฟ้า
หลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ชื่อโครงการ

(ภาษาไทย) ระบบควบคุมในฟาร์มเลี้ยงโคเนื้อผ่านระบบ IoT

(ภาษาอังกฤษ) IoT-Based Cattle Farm Management System

ผู้จัดทำ

นายยุทธนา เอี่ยมมาก รหัสนักศึกษา 164404130053 โทร. 098-2911687

นายกฤตพล ยิ้มละมัย รหัสนักศึกษา 164404130079 โทร. 082-7061368

ความเห็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ได้ตรวจโครงการแล้ว เห็นควร ☐ อนุมัติให้สอบได้ ☐ ปรับปรุงเนื้อหาหรือรูปแบบใหม่ ลงชื่อ (.....)	ความเห็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ได้ตรวจโครงการแล้ว เห็นควร ☒ อนุมัติให้สอบได้ ☐ ปรับปรุงเนื้อหาหรือรูปแบบใหม่ ลงชื่อ (.....)
---	--

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อโครงการ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารมีบทบาทในการพัฒนาอุตสาหกรรมเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการเลี้ยงสัตว์ ซึ่งจำเป็นต้องมีการจัดการที่มีประสิทธิภาพ ทั้งในเรื่องของการให้อาหาร การดูแลสุขภาพ และการควบคุมสิ่งแวดล้อมในฟาร์ม อย่างไรก็ตาม ฟาร์มเลี้ยงโคเนื้อจำนวนมาก ยังคงดำเนินการในรูปแบบดั้งเดิม ซึ่งต้องอาศัยแรงงานมนุษย์จำนวนมาก มีความเสี่ยงต่อข้อผิดพลาดในการดูแลและมีต้นทุนในการดำเนินงานสูง

ด้วยเหตุนี้ การนำระบบ IoT (Internet of Things) มาประยุกต์ใช้ในฟาร์มจึงเป็นแนวทางที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการฟาร์มได้อย่างมีระบบ โดยสามารถตรวจสอบ ควบคุม และแจ้งเตือนสภาพแวดล้อม หรือกิจกรรมต่าง ๆ ภายในฟาร์มได้แบบเรียลไทม์ผ่านอินเทอร์เน็ต เช่น การเปิด-ปิดไฟหรือพัดลมอัตโนมัติ การตรวจสอบจำนวนโคในโรงเรือน หรือแม้กระทั่งการเฝ้าระวังกล้องวงจรปิดผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่

ระบบควบคุมฟาร์มผ่าน IoT ไม่เพียงแต่ช่วยลดภาระงานของแรงงานภายในฟาร์มเท่านั้น แต่ยังเพิ่มความแม่นยำในการบริหารจัดการ ทำให้สามารถดูแลสัตว์เลี้ยงได้อย่างทั่วถึง ลดอัตราการสูญเสีย และเพิ่มผลผลิตทางเศรษฐกิจได้ นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการพัฒนาฟาร์มเข้าสู่เกษตรอัจฉริยะ (Smart Farm) ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาเกษตรกรรมไทยในยุคปัจจุบัน ดังนั้น โครงการนี้จึงมีความสำคัญในฐานะเป็นต้นแบบของระบบควบคุมฟาร์มเลี้ยงโคเนื้อ โดยใช้ต้นทุนต่ำ ติดตั้งง่าย และสามารถประยุกต์ใช้ได้จริงในระดับฟาร์มครัวเรือนหรือเชิงพาณิชย์

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อออกแบบระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในฟาร์มเลี้ยงโคเนื้อผ่านเทคโนโลยี IoT
- 1.2.2 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการฟาร์มด้วยระบบควบคุมและตรวจสอบระยะไกล
- 1.2.3 เพื่อลดการพึ่งพาแรงงานคนและลดข้อผิดพลาดในการดำเนินงาน
- 1.2.4 เพื่อทดลองระบบนับจำนวนโคผ่านกล้องและแจ้งเตือนเมื่อจำนวนไม่เป็นไปตามที่กำหนด

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 ออกแบบและสร้างระบบควบคุมในฟาร์มเลี้ยงโคเนื้อผ่านระบบ IoT ประกอบด้วย กล้องควบคุมจำนวน 1 กล้อง และ 1 แอปพลิเคชัน
- 1.3.2 ระบบสามารถสั่งเปิด-ปิด และตั้งเวลาควบคุม 8 เอ้าท์พุต
- 1.3.3 ระบบสามารถรับสัญญาณจากกล้องไม่น้อยกว่า 1 กล้อง และแสดงภาพบนแอปพลิเคชันได้ และสามารถเรียกดูภาพย้อนหลังได้ไม่น้อยกว่า 1 สัปดาห์
- 1.3.4 สามารถนับจำนวนวัวภายในคอก และแจ้งเตือนเมื่อผิดปกติ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ได้ระบบควบคุมอุปกรณ์ในฟาร์มที่สามารถสั่งงานและตรวจสอบได้จากระยะไกล
- 1.4.2 ลดภาระแรงงานและความผิดพลาดจากการควบคุมด้วยมนุษย์
- 1.4.3 เพิ่มประสิทธิภาพด้านเวลา ความสะดวก และความปลอดภัยในการจัดการฟาร์ม
- 1.4.4 ตรวจสอบจำนวนโคได้แบบอัตโนมัติ ลดความเสี่ยงจากการสูญหาย

1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

- 1.5.1 จัดหาหัวข้อโครงการ
- 1.5.2 ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับโครงการ
- 1.5.3 เข้าปรึกษาและพูดคุยกับอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
- 1.5.4 ออกแบบโครงสร้างชิ้นงาน
- 1.5.5 สอบหัวข้อโครงการ
- 1.5.6 ต่อบอร์ดการทำงานของบอร์ด raspberry pi 4
- 1.5.7 เขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์
- 1.5.8 ทดสอบการทำงาน
- 1.5.9 รายงานความก้าวหน้า
- 1.5.10 ปรับปรุงและทดสอบการทำงานอีกครั้ง
- 1.5.11 จัดทำปริญญานิพนธ์
- 1.5.12 สอบจบโครงการ

บทที่ 2

งานวิจัย และทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐพล ชนเชวงสกุล, อีระพงษ์ ฤทธิมาก, ปรีชา โคตะพัฒน์ (2560) กล่าวว่า ความต้องการสินค้าปศุสัตว์ยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะความต้องการของ ตลาดต่างประเทศที่มีความเชื่อมั่นในมาตรฐานการผลิตและคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ของไทย

Thitisak Pothong et al. [5] ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบฟาร์มอัจฉริยะสำหรับเกษตรกรยุคใหม่ด้วย ซอฟต์แวร์รหัสเปิด และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มีวัตถุประสงค์คือ ผลิตชุดควบคุมสำหรับตรวจวัดสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ และความชื้นในอากาศ รวมไปถึงความชื้นในดินเพื่อให้บุคคลทั่วไปสามารถใช้งานได้ง่ายสะดวกสบาย ประหยัดเวลา ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet) ด้วยเทคโนโลยี 3G, 4G หรือ WiFi และควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านมือถือสมาร์ทโฟน ผลลัพธ์ที่ได้ข้อมูลที่ส่งจากเครือข่ายเซิร์ฟเวอร์ไร้สายเป็นข้อมูลสภาพแวดล้อมเป็นปัจจุบัน และข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอด

พชรพล จันทาทอง , สุวิมล มรรควิบุลย์ชัย (2566) ได้ทำวิจัยเรื่อง ความต้องการของระบบโดยระบบที่พัฒนาขึ้นมีการทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และมีความถูกต้องในเรื่องของการควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟ พัดลม และให้อาหารผ่านแอปพลิเคชัน สามารถดูการแจ้งเตือนอุณหภูมิ ผ่านแอปพลิเคชันไลน์ได้ทำให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกมากขึ้น สอดคล้องกับ ชัยเดช อินทร์ชัยศรี,ปิยะณัฐ ประสมศร (2561) กล่าวว่า การจัดการฟาร์มโคนมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา โดยมีการนำเทคโนโลยีที่มีความแม่นยำสูงมาใช้ในการจัดการโคเพิ่มขึ้นอย่างมาก ซึ่งสังเกตได้จากการเพิ่มขึ้นของอุปกรณ์ดิจิทัลเทคโนโลยีที่มีจำหน่ายอย่างรวดเร็ว การปรับเปลี่ยนระบบการจัดการด้วยเทคโนโลยีที่มีความแม่นยำสูงนี้ช่วยให้การจัดการฟาร์มโคนมและตัวโคมีประสิทธิภาพในการผลิตที่ดียิ่งขึ้น

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 โคพันธุ์บราห์มัน

โคสายพันธุ์อเมริกันบราห์มัน เป็นโคขนาดกลาง เพศผู้มีน้ำหนักตัวประมาณ 800 – 900 กิโลกรัม และมีพ้อพันธุ์บางตัวน้ำหนักโตเต็มที่มากถึง 1,800 กิโลกรัม ในประเทศไทยก็ยังมีให้เห็น ส่วนเพศเมีย จะมีน้ำหนักมาตรฐาน 500 – 700 กิโลกรัม และมากที่สุดถึง 800 กิโลกรัม โดยแม่โคจะให้นมลูกเมื่อน้ำหนักแรกเกิดปานกลาง (30 – 32 กิโลกรัม) และน้ำหนักลูกเมื่อหย่านมค่อนข้างน้อย (220 – 230 กิโลกรัม)



รูปที่ 2-1 โคพันธุ์บราห์มัน

(ที่มา: <https://taradko.com/-brahman/>)

ลักษณะของโคบราห์มัน เป็นโคที่มีเขาขึ้นชันและงุ้ม มีตระโหนก ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ต่อมาจากกล้ามเนื้อไหล่ทั้งเพศผู้และเพศเมีย ส่วนหูนั้นจะยาวชี้ข้างล่างจนถึงริมฝีปาก แต่จะสั้นกว่าพันธุ์อินดูบราซิล มีหนังหุ้ม เหนียงใต้คางจะใหญ่ หนอกใหญ่และหย่อน ขณะที่ผิวหนังใต้ท้องก็จะหย่อน พู่หางสีดำ ส่วนขานั้นค่อนข้างยาว และจะมีกล้ามเนื้อตรงขาหลังมาก โคนขาใหญ่ มีร่างกายลำสัน ลำตัวมีความลึกมาก และยาวได้สัดส่วน หน้าผากยาว คอสั้น ส่วนอกกว้างลึก หลังค่อนข้างตรงเป็นโคที่เลี้ยงดูง่าย ต้องการดูแลน้อย เหมาะสำหรับเลี้ยงในเขตร้อน เพราะมีความทนทานต่อสภาพอากาศร้อนได้ดี ทนต่อโรคและแมลงได้ดี แต่ไม่ทนต่อสภาพอากาศหนาวเย็น อีกทั้งแม่โคยังเลี้ยงลูกเก่ง ให้น้ำนมพอสมควร ใช้เป็นทั้งโคพันธุ์เนื้อและโคงาน มีการเจริญเติบโตค่อนข้างช้า มีความสมบูรณ์พันธุ์ (Fertility) ค่อนข้างต่ำ เปอร์เซ็นต์ของซากต่ำ เมื่อเทียบกับโคสายพันธุ์อื่น (ชาโรเลย์ แองกัส แบริงกัส) มีนิสัยระวังภัยสูง เชื่องช้า และขี้เล่น ถ้าอยู่ในลักษณะคอกหรือโรงเรือน เพศเมียผสมพันธุ์ได้เมื่อมีอายุราว 1.8-2 ปี ซึ่งค่อนข้างช้ากว่าโคเนื้อพันธุ์ยุโรป แม่พันธุ์นั้นสามารถให้ลูกไปได้จนถึงอายุ 15 ปี ปกติใช้เป็นพันธุ์พื้นฐานในการ

ปรับปรุงพันธุ์ ลูกผสมที่ได้จะมีลักษณะดีเด่นกว่าพ่อแม่ (Hybrid Vigor) กล้ามเนื้อของโคพันธุ์บราห์มันสามารถขยับตัวได้เพื่อไล่แมลง และผิวหนังบริเวณคอมีการขับสารสีเหลืองออกมาซึ่งเชื่อว่าเป็นกลิ่นที่สามารถไล่แมลงได้ตามธรรมชาติ

2.2.2 กล้องวงจรปิด หรือ CCTV (Closed-Circuit Television)

กล้องวงจรปิด เป็นระบบกล้องถ่ายภาพวิดีโอที่สามารถส่งสัญญาณภาพไปยังจุดแสดงผลหรือบันทึกข้อมูลโดยเฉพาะเจาะจง ซึ่งต่างจากการแพร่ภาพแบบสาธารณะ กล้องวงจรปิดมักถูกนำมาใช้ ในด้านการรักษาความปลอดภัย การเฝ้าระวัง และการตรวจสอบพฤติกรรมต่าง ๆ ทั้งในบ้านพักอาศัย โรงงานอาคารหรือแม้กระทั่งในฟาร์มเลี้ยงสัตว์

ความละเอียดของกล้อง (Resolution) ความละเอียดเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความคมชัดของภาพ โดยทั่วไปจะวัดเป็นพิกเซล เช่น 720p (HD), 1080p (Full HD), หรือ 4K (Ultra HD) ยิ่งมีความละเอียดสูง ยิ่งเหมาะสำหรับการตรวจจับรายละเอียด เช่น ใบหน้าหรือป้ายทะเบียนรถ เทคโนโลยีอินฟราเรด (Infrared: IR) กล้องบางรุ่นติดตั้งหลอด IR LED เพื่อให้สามารถบันทึกภาพในที่มืดหรือกลางคืนได้ เรียกว่ากล้องอินฟราเรด (IR Camera) ซึ่งเหมาะสำหรับการติดตั้งในพื้นที่ห่างไกลหรือในฟาร์มที่มีแสงสว่างน้อย

2.2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นส่วนหนึ่งที่ถูกฝังอยู่ในระบบมีหน้าที่ประมวลผลข้อมูลที่ได้รับจากส่วนต่อพ่วงอินพุต/เอาต์พุต (Input / Output: I/O) โดยใช้ความสามารถจากหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ที่อยู่บนแผงวงจรหลัก (Mainboard) ในส่วนของข้อมูลต่าง ๆ ที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับจะถูกเก็บเอาไว้ในหน่วยความจำชั่วคราวซึ่งเป็นส่วนที่ CPU เข้ามาดึงข้อมูลคำสั่งต่าง ๆ สำหรับนำไปใช้ถอดรหัสประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ ที่เข้ามา แล้วจึงใช้ส่วน I/O สำหรับสั่งการตามคำสั่งที่ได้รับ

2.2.4 เอชทีเอ็มแอล (HTML: Hypertext Markup Language)

เอชทีเอ็มแอล คือภาษาเครื่องหมาย (Markup Language) หลักที่ใช้ในการสร้าง และกำหนดโครงสร้างเนื้อหาของเว็บเพจ หรือข้อมูลอื่น ๆ ที่สามารถเข้าถึงได้ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ในปัจจุบัน โดย HTML ใช้การจัดระเบียบเนื้อหาผ่านการใช้แท็ก (tags) ต่าง ๆ เช่น ข้อความ, รูปภาพ, ลิงก์, ตาราง และองค์ประกอบอื่น ๆ ที่ปรากฏบนหน้าเว็บไซต์

HTML มีบทบาทสำคัญในการกำหนดโครงสร้าง และความหมายของเนื้อหาบนหน้าเว็บ เช่น การระบุว่าข้อความใดควรแสดงเป็นหัวข้อ หรือส่วนใดที่ต้องการเป็นลิงก์ไปยังหน้าหรือเว็บไซต์อื่น ๆ อย่างไรก็ตาม HTML ไม่ได้มีหน้าที่ในการจัดการเรื่องการออกแบบ หรือรูปแบบการแสดงผล ซึ่งจะเป็นหน้าที่ของ CSS (Cascading Style Sheets) และการกำหนดพฤติกรรมหรือการทำงานของหน้านั้น ๆ จะเป็นการควบคุมโดย JavaScript

2.2.5 Flask

Flask คือเฟรมเวิร์ก (Framework) สำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) ที่เขียนด้วยภาษา Python โดยมีลักษณะเป็น “Micro Web Framework” ซึ่งหมายความว่า เป็นเฟรมเวิร์กที่มีแกนกลางขนาดเล็ก ไม่บังคับโครงสร้างซับซ้อน และไม่ผูกติดกับไลบรารีใดเป็นพิเศษ ทำให้นักพัฒนาสามารถเลือกใช้เครื่องมือต่าง ๆ ได้อย่างอิสระ

คุณสมบัติของ Flask

1. Routing คือ กำหนด URL endpoint ที่จะให้ฟังก์ชันใดทำงาน
2. Debug mode คือ ช่วยให้สามารถทดสอบโค้ดและดู error ได้ง่าย
3. Template rendering คือ ใช้ Jinja2 เพื่อแสดงผล HTML อย่างยืดหยุ่น
4. Static files คือ จัดการกับไฟล์ CSS, JS, รูปภาพ ได้สะดวก
5. Request/Response คือ รองรับ HTTP methods เช่น GET, POST อย่างครบถ้วน
6. Middleware และ Extensions คือ รองรับการติดตั้งเสริมเช่น flask-login, flask-sqlalchemy, flask-wtf

2.2.5 YOLO (You Only Look Once)

YOLO คืออัลกอริธึมการตรวจจับวัตถุ (Object Detection Algorithm) ที่มีความสามารถในการตรวจจับวัตถุหลายประเภทภายในภาพนิ่งหรือวิดีโอได้อย่างแม่นยำและรวดเร็วใน “ครั้งเดียว” โดยไม่ต้องแบ่งภาพเป็นหลายส่วนเหมือนอัลกอริธึมรุ่นเก่า

YOLO ถูกออกแบบมาให้สามารถตรวจจับวัตถุได้แบบ Real-Time (ความเร็วสูง) เหมาะสำหรับงานที่ต้องประมวลผลภาพทันที เช่น กล้องวงจรปิด, ยานยนต์ไร้คนขับ, หุ่นยนต์ และระบบฟาร์มอัจฉริยะ

หลักการทำงานของ YOLO

1. YOLO จะรับภาพเข้ามาทั้งภาพ (เช่น ขนาด 416x416 พิกเซล)
2. แบ่งภาพออกเป็นกริด (Grid) เช่น 13x13 ช่อง
3. แต่ละช่องจะรับผิดชอบในการพยากรณ์ (Predict) วัตถุที่อยู่ในบริเวณนั้น เช่น ตำแหน่งของกล่อง Bounding Box (x, y, w, h) ,ความมั่นใจ (Confidence) ว่ามีวัตถุอยู่ ,ประเภทของวัตถุ (Class label) เช่น cow, dog, person
4. YOLO จะรวมผลลัพธ์ทั้งหมด และใช้เทคนิค Non-Maximum Suppression เพื่อลบกล่องที่ซ้อนกันและเลือกกล่องที่ดีที่สุด

2.2.6 Telegram API

Telegram API คือชุดคำสั่งและเครื่องมือ (Application Programming Interface – API) ที่ Telegram เปิดให้ใช้งานเพื่อให้ผู้พัฒนาสามารถสร้างแอปพลิเคชันหรือบอท (Bot) ที่สามารถสื่อสารกับผู้ใช้ Telegram ได้โดยอัตโนมัติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรูปแบบของ "Telegram Bot API" ที่ได้รับความนิยมสูงในงานพัฒนา IoT และระบบแจ้งเตือนอัจฉริยะ



รูปที่ 2-2 App Telegram

(ที่มา: <https://images.storychief.com>)

คุณสมบัติของ Telegram Bot API

1. ส่งข้อความ (text), รูปภาพ, วิดีโอ, เสียง และไฟล์ไปยังผู้ใช้หรือกลุ่มข้อความหรือคำสั่งจากผู้ใช้ เช่น /status, /help, /start
2. สร้างปุ่มแบบ inline หรือ custom keyboard เพื่อโต้ตอบ
3. แจ้งเตือนอัตโนมัติจากระบบ เช่น แจ้งเตือนจำนวนวิวผิดปกติ

4. รองรับ Webhook และ HTTP polling เพื่อเชื่อมต่อกับระบบ backend เช่น Flask หรือ Node.js

2.2.7 OpenCV

OpenCV (Open Source Computer Vision Library) คือไลบรารีโอเพนซอร์สสำหรับประมวลผลภาพและวิดีโอ (Image & Video Processing) ที่เขียนด้วยภาษา C/C++ แต่สามารถใช้งานผ่านภาษา Python, Java และภาษาอื่น ๆ ได้อย่างสะดวก โดย OpenCV ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกโดยบริษัท Intel ในปี ค.ศ. 1999 และเปิดเผยเป็นโอเพนซอร์สในปี 2000 โดยมีจุดประสงค์เพื่อส่งเสริมการวิจัยด้านการประมวลผลภาพ (Computer Vision) และการประยุกต์ใช้กับระบบจริง เช่น หุ่นยนต์ กล้องอัจฉริยะ ระบบจดจำใบหน้า ฯลฯ

มีฟังก์ชันหลากหลาย ครอบคลุมงานด้าน Computer Vision เช่น

1. อ่านและแสดงผลภาพและวิดีโอ (Read/write/display images and video)
2. แปลงรูปแบบสี (เช่น RGB ↔ Grayscale ↔ HSV)
3. การตรวจจับใบหน้า วัตถุ หรือลักษณะเฉพาะ (Feature Detection)
4. การประมวลผลวิดีโอแบบเรียลไทม์ (Real-time video processing)
5. การตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detection)
6. การแปลงภาพ เช่น การหมุน ชุม ตัดขอบ บิดเบี้ยว
7. การประมวลผลภาพขั้นสูง เช่น การทำ Filter, Edge Detection (Canny), Thresholding
8. เชื่อมต่อกับกล้อง (USB, Pi Camera, IP Camera ฯลฯ)
9. การวิเคราะห์วัตถุร่วมกับโมเดล AI เช่น YOLO, TensorFlow, OpenVINO

2.2.8 ภาษา Python

Python เป็นภาษาระดับสูง (High-level Programming Language) ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในการพัฒนาโปรแกรมทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นด้านวิทยาศาสตร์ข้อมูล (Data Science), ปัญญาประดิษฐ์ (AI), การประมวลผลภาพ, เว็บแอปพลิเคชัน รวมถึงระบบสมองกลฝังตัว (Embedded Systems) บนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์หรือคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก เช่น Raspberry Pi

ภาษา Python ถูกพัฒนาโดย Guido van Rossum ในปี ค.ศ. 1991 โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างภาษาที่ใช้งานง่าย มีไวยากรณ์ที่ชัดเจน และส่งเสริมการเขียนโปรแกรมเชิงโครงสร้างและเชิงวัตถุ

(OOP) ปัจจุบัน Python มีหลายเวอร์ชัน โดยเวอร์ชันที่นิยมใช้คือ Python 3.x

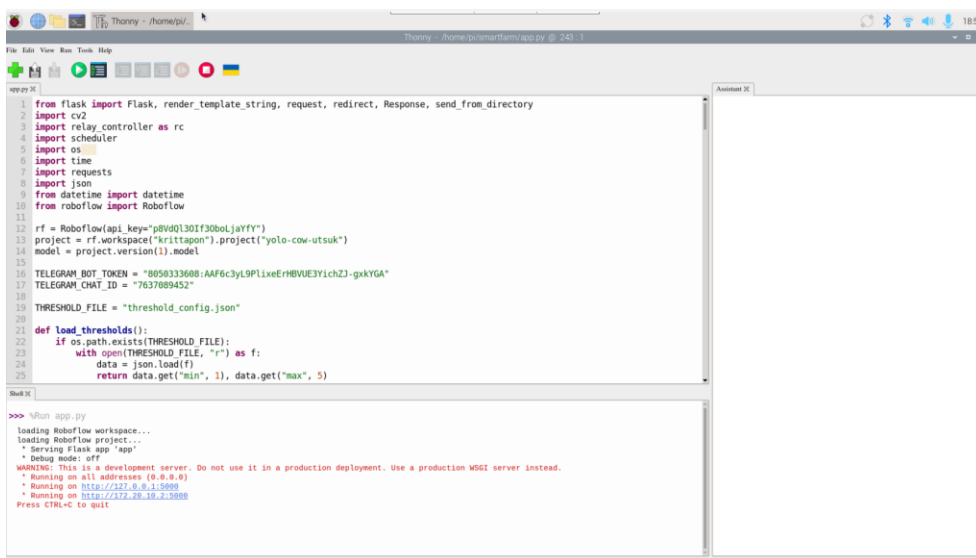
คุณลักษณะสำคัญของภาษา Python

1. เป็นภาษาที่อ่านง่าย คล้ายภาษาอังกฤษ
2. ใช้การจัดย่อหน้า (Indentation) แทนการใช้วงเล็บเปิดปิด
3. รองรับการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming)
4. มีไลบรารีจำนวนมาก เช่น OpenCV, NumPy, Flask, Requests, GPIO Zero ฯลฯ
5. สามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้ (Cross-Platform)
6. มีชุมชนนักพัฒนาขนาดใหญ่และเอกสารประกอบมากมาย

โครงสร้างพื้นฐานของภาษา Python

1. ตัวแปร (Variables) ใช้เก็บข้อมูลชนิดต่าง ๆ เช่น ตัวเลข, ข้อความ, ลิสต์ ฯลฯ
2. คำสั่งควบคุมการไหล (Control Flow) เช่น if, for, while
3. ฟังก์ชัน (Functions) ใช้สำหรับแยกโค้ดออกเป็นหน่วยย่อยที่สามารถเรียกใช้งานซ้ำได้
4. โมดูลและไลบรารี (Modules and Libraries) ช่วยให้การพัฒนาโปรแกรมซับซ้อนง่ายขึ้น

เช่น Flask สำหรับเว็บ, OpenCV สำหรับกล้อง, Telepot สำหรับ Telegram



```

1 from flask import Flask, render_template_string, request, redirect, Response, send_from_directory
2 import cv2
3 import relay_controller as rc
4 import scheduler
5 import os
6 import time
7 import requests
8 import json
9 from datetime import datetime
10 from roboflow import RoboFlow
11
12 rf = RoboFlow(api_key="p8VdQ130f30boljayfy")
13 project = rf.workspace("krittapon").project("yolo-cow-utsuk")
14 model = project.version(1).model
15
16 TELEGRAM_BOT_TOKEN = "8058333608:AAF6c3yL9PLixeErHbVUE3YichZJ-gxKYGA"
17 TELEGRAM_CHAT_ID = "7637889452"
18
19 THRESHOLD_FILE = "threshold_config.json"
20
21 def load_thresholds():
22     if os.path.exists(THRESHOLD_FILE):
23         with open(THRESHOLD_FILE, "r") as f:
24             data = json.load(f)
25             return data.get("min", 1), data.get("max", 5)
26
27 >>> \Run app.py
28 loading RoboFlow workspace...
29 loading RoboFlow project...
30 * Serving Flask app 'app'
31 * Debug mode: off
32 WARNING: This is a development server. Do not use it in a production deployment. Use a production WSGI server instead.
33 * Running on all addresses (0.0.0.0)
34 * Running on http://127.0.0.1:5555
35 * Running on http://172.28.10.2:5555
36 Press CTRL+C to quit
  
```

รูปที่ 2-3 ภาษา Python

2.2.9 VLC (VLC media player)

VLC เป็นโปรแกรมเล่นสื่อมัลติมีเดียแบบโอเพนซอร์สที่ได้รับความนิยมอย่างสูง เนื่องจากรองรับไฟล์วิดีโอและเสียงหลากหลายรูปแบบโดยไม่ต้องติดตั้งโค้ดเสริมเพิ่มเติม อีกทั้งยังสามารถใช้ฟีเจอร์ขั้นสูงในการสตรีมวิดีโอผ่านเครือข่าย การบันทึก การแปลงไฟล์ และการแสดงผลย้อน (Reverse Playback) ในบางกรณี

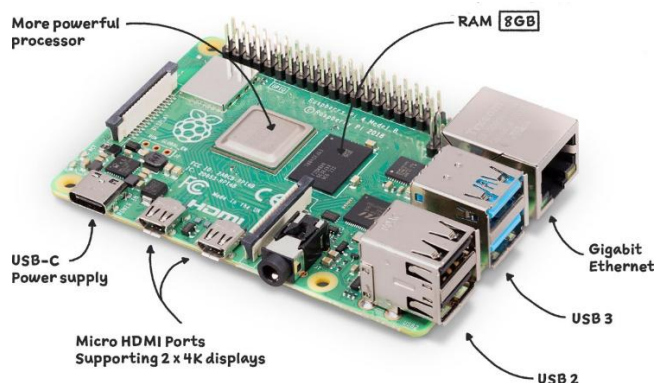
ในบริบทของ “การแสดงผลย้อน” หรือ “การเล่นย้อนกลับ” (Reverse Playback) ด้วย VLC นั้น หมายถึงการเล่นวิดีโอแบบย้อนจากท้ายกลับไปต้น ซึ่งฟีเจอร์นี้แม้จะไม่ถูกเปิดใช้งานโดยตรงในอินเทอร์เฟซแบบ GUI ทั่วไปของ VLC แต่สามารถทำได้ผ่านวิธีการเฉพาะ หรือใช้ร่วมกับการตั้งค่าทางเทคนิคที่ลึกซึ้ง

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน

3.3.1 Raspberry Pi 4

บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Single Board Computer) ที่มีขนาดเล็กเท่าบัตรเครดิต แต่มีความสามารถในการทำงานคล้ายคอมพิวเตอร์ทั่วไป เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม, ทำงานกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์, หรือพัฒนาโปรเจกต์ต่างๆ ที่ต้องการความสามารถในการประมวลผล

Raspberry Pi 4 เป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพสูง มาพร้อมหน่วยประมวลผลแบบ Quad-core ARM Cortex-A72 ความเร็ว 1.5GHz และมีหน่วยความจำให้เลือกหลายขนาด ได้แก่ 2GB, 4GB และ 8GB LPDDR4 รองรับการเชื่อมต่อผ่าน Wi-Fi, Bluetooth 5.0 และ Gigabit Ethernet มีพอร์ต USB 2.0 และ USB 3.0 สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์เสริม รวมถึงพอร์ต Micro HDMI จำนวน 2 ช่อง รองรับการแสดงผลความละเอียดสูงสุดระดับ 4K นอกจากนี้ยังมีช่องเชื่อมต่อ GPIO จำนวน 40 ขา สำหรับควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายนอก เหมาะสำหรับการพัฒนาโครงการ IoT ระบบควบคุมอัตโนมัติ และการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการเขียนโปรแกรม ระบบใช้ไฟเลี้ยงผ่านพอร์ต USB-C ขนาด 5V/3A และรองรับการติดตั้งระบบปฏิบัติการผ่าน microSD card



รูปที่ 2-4 Raspberry Pi 4

(ที่มา: <https://inex.co.th/home/wp-content>)

คุณสมบัติทางเทคนิคของ Raspberry Pi 4

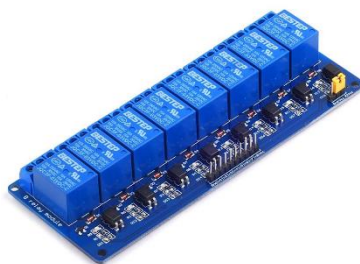
1. หน่วยประมวลผล: Broadcom BCM2711, Quad-core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit @ 1.5GHz
2. หน่วยความจำ RAM: 2GB, 4GB, หรือ 8GB LPDDR4 (ขึ้นอยู่กับรุ่น)
3. หน่วยความจำเก็บข้อมูล: ใช้ microSD card เป็นระบบปฏิบัติการและพื้นที่เก็บข้อมูล
4. พอร์ต USB: 2x USB 3.0 ,2x USB 2.0
5. พอร์ตวิดีโอ: 2x Micro HDMI รองรับวิดีโอ 4K
6. พอร์ตเครือข่าย: Gigabit Ethernet
7. Wi-Fi: 802.11ac (2.4GHz และ 5GHz)
8. Bluetooth: 5.0
9. GPIO (General Purpose Input Output): 40 ขา สำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ รีเลย์ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
10. กล้องและจอภาพ: รองรับ CSI (Camera Serial Interface) และ DSI (Display Serial Interface)

3.3.2 Relay Module

รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ควบคุมการเปิด-ปิดวงจรไฟฟ้า โดยอาศัยหลักการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปที่ขดลวดของรีเลย์

จะเกิดสนามแม่เหล็กดึงหน้าสัมผัสให้เปลี่ยนสถานะ ทำให้สามารถควบคุมวงจรไฟฟ้าอีกชุดหนึ่งได้โดยไม่ต้องเชื่อมต่อทางตรง

รีเลย์มีหลายประเภท เช่น รีเลย์แบบ 1 ช่อง (1 Channel), 2 ช่อง, 4 ช่อง และ 8 ช่อง โดยสามารถเลือกใช้ตามจำนวนอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุม



รูปที่ 2-5 Relay Module

(ที่มา: <https://inex.co.th/home/wp-content>)

3.3.3 กล้อง USB (USB Camera)

กล้อง USB หรือ USB Camera เป็นอุปกรณ์รับภาพที่สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์หรือบอร์ดควบคุม เช่น Raspberry Pi ผ่านพอร์ต USB โดยไม่ต้องใช้ไดรเวอร์เพิ่มเติมในระบบปฏิบัติการที่รองรับ กล้องชนิดนี้สามารถใช้งานสำหรับถ่ายภาพนิ่งและวิดีโอในความละเอียดที่หลากหลาย

กล้อง USB ทำงานโดยส่งข้อมูลภาพผ่านพอร์ต USB ไปยังระบบประมวลผล ซึ่งสามารถนำไปแสดงผลแบบเรียลไทม์หรือใช้ร่วมกับระบบวิเคราะห์ภาพ เช่น การตรวจจับวัตถุ การนับจำนวน หรือการเฝ้าระวังความปลอดภัย

อุปกรณ์ชนิดนี้เหมาะสำหรับใช้งานในโครงงานด้าน IoT, ระบบกล้องวงจรปิด, การประมวลผลภาพ และระบบอัตโนมัติ เนื่องจากมีราคาคุ้มค่า ติดตั้งง่าย และสามารถใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์หลายประเภท เช่น OpenCV หรือ Motion



รูปที่ 2-6 USB Camera

(ที่มา: <https://inwfile.com/s-dx/odsmvk.png>)

3.3.5 พาวเวอร์ปลั๊ก

พาวเวอร์ปลั๊ก หรือปลั๊กไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อเครื่องใช้ไฟฟ้ากับแหล่งจ่ายไฟ โดยทั่วไปจะมีสายไฟพร้อมปลั๊กเสียบที่ปลายด้านหนึ่ง และเต้ารับ (Socket) หรือช่องเสียบอุปกรณ์ไฟฟ้าอีกด้านหนึ่ง พาวเวอร์ปลั๊กมีทั้งแบบเต้ารับเดี่ยว และแบบพ่วงหลายช่อง พร้อมด้วยสวิตช์ควบคุมการเปิด-ปิดแต่ละช่อง

วัสดุที่ใช้ผลิตพาวเวอร์ปลั๊กมักเป็นพลาสติกทนความร้อน และมีฉนวนหุ้มเพื่อความปลอดภัย บางรุ่นมีระบบป้องกันไฟกระชากหรือฟิวส์นิรภัยในตัว เพื่อป้องกันความเสียหายต่ออุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ พาวเวอร์ปลั๊กมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการติดตั้งระบบไฟฟ้าในโครงการต่าง ๆ โดยเฉพาะเมื่อมีการใช้หลายอุปกรณ์ร่วมกัน เช่น กล้อง, รีเลย์, หลอดไฟ หรืออุปกรณ์ IoT



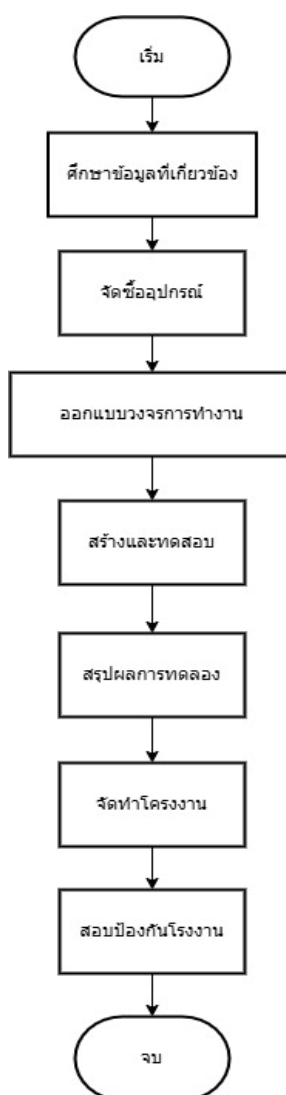
รูปที่ 2-7 พาวเวอร์ปลั๊ก

(ที่มา: <https://inwfile.com/s-dx/odsmvk.png>)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

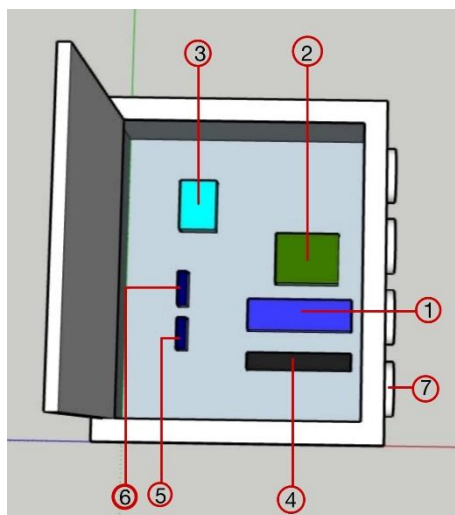
ในบทนี้จะกล่าวถึงกระบวนการวางแผน ออกแบบ และดำเนินการพัฒนาโครงงานระบบควบคุมในฟาร์มเลี้ยงโคเนื้อผ่านเทคโนโลยี IoT ซึ่งรวมถึงการออกแบบระบบ การจัดหาวัสดุอุปกรณ์ การเขียนโปรแกรม และการทดสอบระบบ เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งาน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานที่สำคัญ ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3-1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

3.1 การออกแบบตู้ควบคุม

3.1.1 ออกแบบตู้ควบคุมด้วย Raspberry pi ขนาด 25 x 35 เซนติเมตร ความหนา 15 เซนติเมตร
ดังภาพที่ 3-2

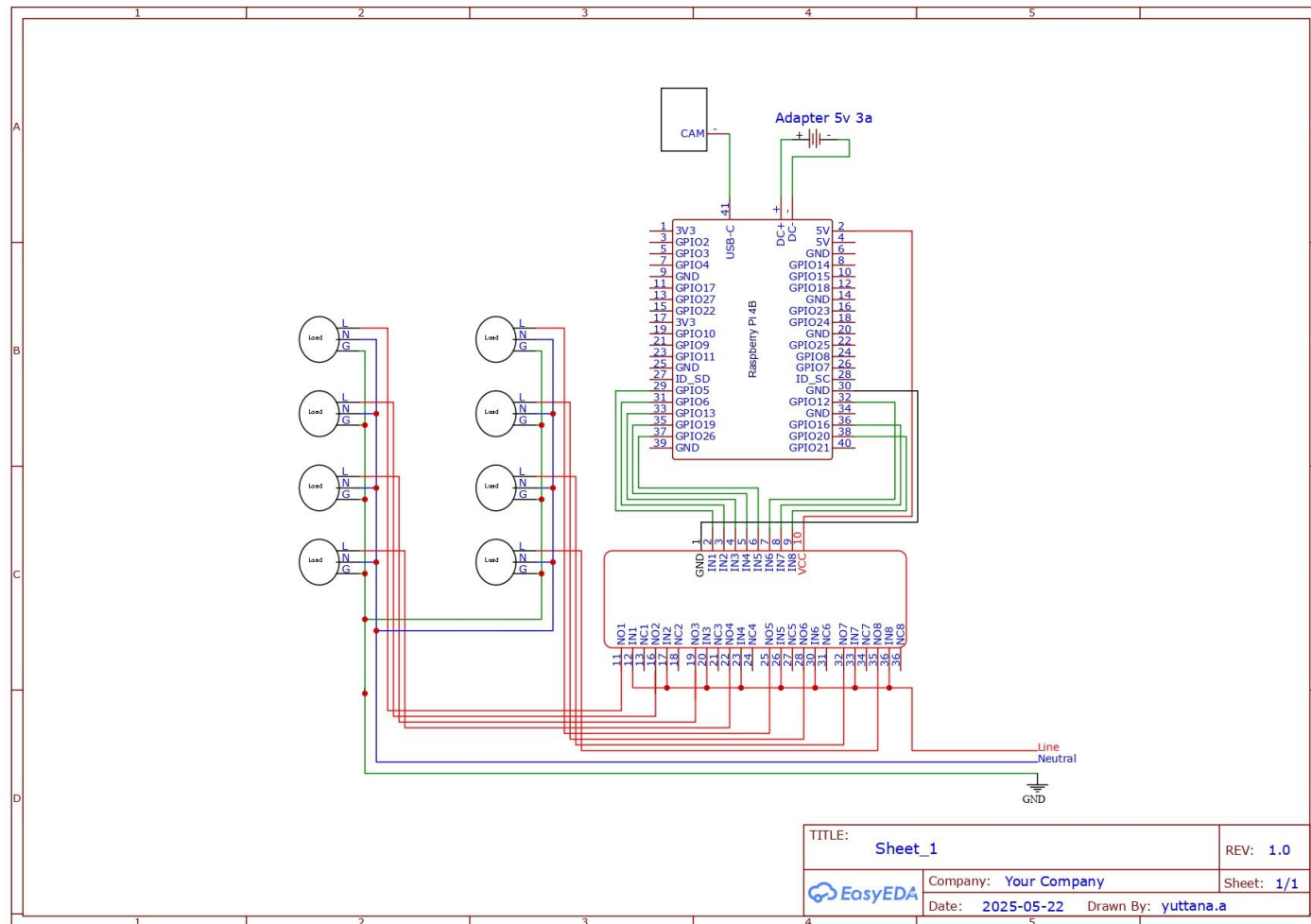


ภาพที่ 3-2 แบบจำลองตู้ควบคุม

ตารางที่ 3-1 อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม

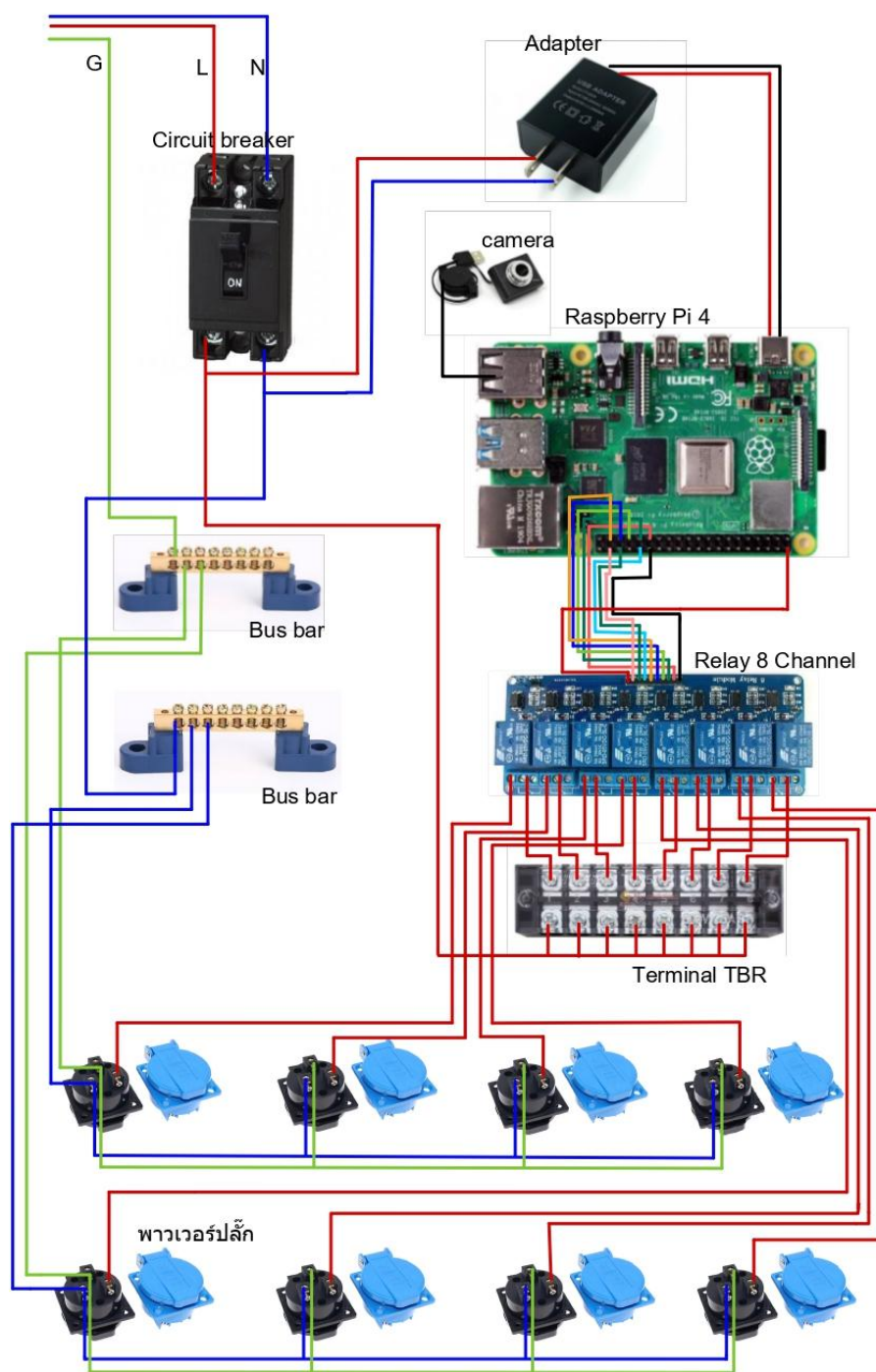
หมายเลข	ชื่ออุปกรณ์
1	Relay 8 Channel Relay 5V relay Active High / LOW Relay Module Shield 250V/10A
2	Raspberry Pi 4 Model B 4GB RAM
3	Circuit breaker 220v 30a NANO
4	Terminal TBR-10 600V 10A 8ช่อง
5	Bus barขนาด 9x6
6	Bus barขนาด 9x6
7	Sumoglobal พาวเวอร์ปลั๊ก 2สาย 3ขา 16A (ตัวเมีย) รุ่น P1-313U SUMO Type Thai

3.1.2 วงจรการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในระบบ



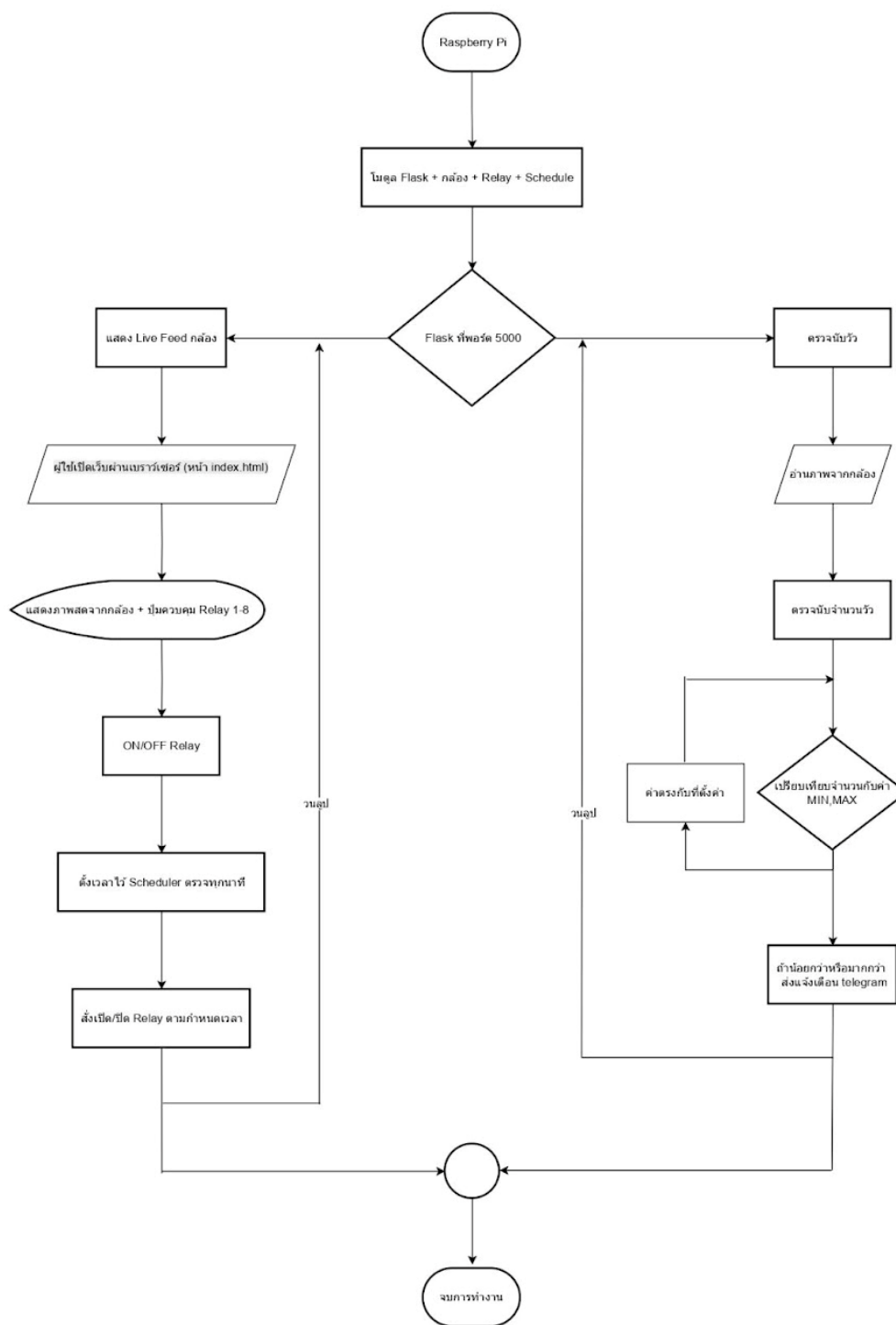
ภาพที่ 3-3 วงจรการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในระบบ

3.1.3 วงจรการต่อใช้งานอุปกรณ์จริง



ภาพที่ 3-4 แบบจำลองตู้ควบคุม

3.2 flowchart แสดงการทำงานของโปรแกรม



ภาพที่ 3-5 flowchart แสดงการทำงานของโปรแกรม

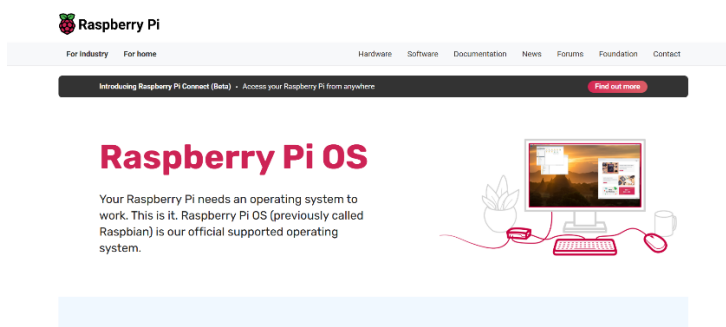
เมื่อเริ่มต้นเปิดใช้งานระบบควบคุม ระบบจะเข้าสู่กระบวนการทำงานโดยเริ่มจากการตรวจสอบรูปแบบการควบคุมที่เลือกไว้ ซึ่งสามารถดำเนินการได้ทั้งจากการสั่งงานโดยผู้ใช้หรือจากการทำงานตามเวลาที่ตั้งไว้ล่วงหน้า

ในกรณีที่ผู้ใช้สั่งงานโดยตรงผ่านหน้าเว็บแอปพลิเคชัน ผู้ใช้งานสามารถกดปุ่มเพื่อสั่งเปิดหรือปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เชื่อมต่อกับรีเลย์ได้ทันที ระบบจะรับคำสั่งนั้นและแปลงเป็นสัญญาณควบคุมเพื่อสั่งงานรีเลย์ ซึ่งทำให้สามารถเปิดหรือปิดอุปกรณ์ จากนั้นระบบจะเข้าสู่โหมดรอรับคำสั่งถัดไปอย่างต่อเนื่องเพื่อพร้อมตอบสนองต่อการควบคุมของผู้ใช้งานตลอดเวลา หากมีการตั้งค่าล่วงหน้า ระบบจะทำการตรวจสอบเวลาโดยอัตโนมัติและสั่งคำสั่งเปิดหรือปิดอุปกรณ์ในช่วงเวลาที่กำหนด

นอกจากนี้ ระบบยังมีความสามารถในการวิเคราะห์ภาพจากกล้องที่ติดตั้งในฟาร์ม โดยกล้องจะจับภาพภายในคอกและส่งข้อมูลภาพเข้าสู่ระบบประมวลผลเพื่อทำการตรวจจับและนับจำนวนวัวที่ปรากฏในภาพ ระบบจะเปรียบเทียบจำนวนวัวที่ตรวจจับได้กับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น หากพบว่าวัวในคอกมีน้อยกว่า 2 ตัว ระบบจะถือว่าเกิดความผิดปกติและทำการแจ้งเตือนทันทีผ่านแอปพลิเคชัน Telegram กระบวนการทั้งหมดนี้จะทำงานแบบวนซ้ำอย่างต่อเนื่อง โดยระบบจะคอยตรวจสอบทั้งเวลาและภาพจากกล้องอยู่เสมอ เพื่อให้สามารถควบคุมอุปกรณ์และเฝ้าระวังสถานการณ์ภายในฟาร์มได้อย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำ

3.3 วิธีการดำเนินงานโครงการ

3.3.1 ดาวน์โหลดและติดตั้ง Raspberry Pi Imager เริ่มจากการเข้าไปยังเว็บไซต์ของ Raspberry Pi ที่ <https://www.raspberrypi.com> เมื่อเข้าสู่เว็บไซต์แล้ว จะพบกับปุ่มดาวน์โหลดที่แสดงตัวเลือกสำหรับระบบปฏิบัติการ Windows จากนั้นจึงคลิกเพื่อดาวน์โหลดไฟล์ติดตั้ง เมื่อการดาวน์โหลดเสร็จสมบูรณ์ ต่อไปคือการติดตั้งโปรแกรม ซึ่งในระบบ Windows ไฟล์ที่ได้จะมีนามสกุล .exe โดยดับเบิลคลิกเพื่อเริ่มการติดตั้ง กด “Next” ไปตามขั้นตอน และรอจนติดตั้งเสร็จ



รูปที่ 3-6 www.raspberrypi.com

Raspberry Pi OS (64-bit)

Compatible with:

3B 3B+ 3A+ 4B 400
5 500 CM3 CM3+
CM4 CM4S CM5
Zero 2 W

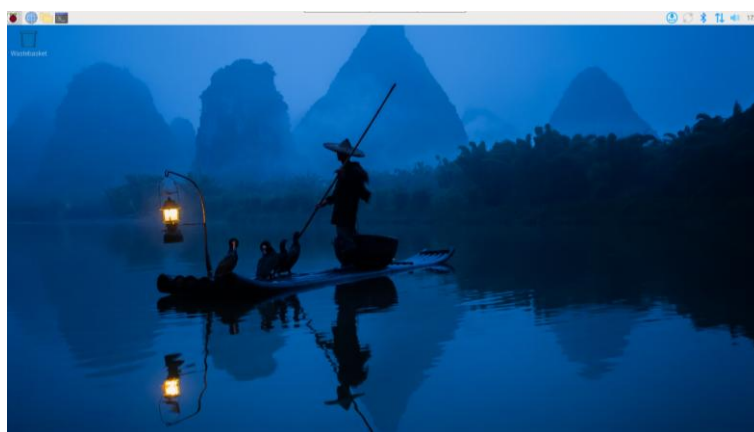
Raspberry Pi OS with desktop

Release date: May 6th 2025
System: 64-bit
Kernel version: 6.12
Debian version: 12 (bookworm)
Size: 1,148MB
[Show SHA256 file integrity hash](#)
[Release notes](#)

Download

[Download torrent](#)
[Archive](#)

รูปที่ 3-7 Raspberry Pi OS



รูปที่ 3-8 หน้าจอ Desktop Raspberry Pi

3.3.2 ติดตั้งอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม ติดตั้งตู้ควบคุม โดยทำการวัดและเจาะยึดตู้ควบคุมให้แน่น จากนั้นติดตั้งรีเลย์ลงภายในตู้และจัดสายไฟให้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ ถัดมาติดตั้งบอร์ด Raspberry Pi 4 พร้อมเชื่อมต่อสายไฟและสายสัญญาณ และตรวจสอบความเรียบร้อยทั้งหมดก่อนเปิดใช้งานระบบจริง



รูปที่ 3-9 อุปกรณ์ภายในตู้



รูปที่ 3-10 ตรวจสอบการทำงาน

3.3.3 สร้าง Web Application ด้วย Flask ภายในหน้าเว็บประกอบด้วยปุ่มควบคุมการเปิด-ปิด รีเลย์ทั้งหมด 8 ช่อง โดยผู้ใช้งานสามารถกดสั่งงานรีเลย์แต่ละช่องได้อย่างอิสระ นอกจากนี้ยังมีระบบจัดการ “Scheduler” ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถตั้งเวลาเปิดและปิดรีเลย์ล่วงหน้าได้ตามต้องการ เช่น ตั้งให้เปิดไฟเวลา 06:00 น. และปิดเวลา 18:00 น.

3.3.4 แสดงภาพกล้องแบบ Live Streaming ด้วย OpenCV กล้องที่เชื่อมต่อกับ Raspberry Pi จะทำหน้าที่จับภาพวิดีโอแบบสด (Live Video) โดยใช้ไลบรารี OpenCV ในการรับภาพจากกล้องและนำมาประมวลผลที่ละเฟรม แล้วแปลงภาพให้เป็นรูปแบบ MJPEG เพื่อส่งไปยังหน้าเว็บผ่าน Flask Web Server ผู้ใช้งานสามารถเปิดหน้าเว็บเพื่อดูภาพสดจากกล้องได้ตลอดเวลา

3.3.5 วิเคราะห์ภาพด้วย YOLO และ Roboflow เมื่อได้ภาพจากกล้องในแต่ละเฟรม ระบบจะส่งภาพนั้นไปยัง Roboflow API ซึ่งทำหน้าที่ใช้โมเดล YOLO ที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้วสำหรับตรวจจับวัว โดยเฉพาะ Roboflow จะวิเคราะห์ภาพและส่งข้อมูลกลับมาในรูปแบบ JSON ระบุจำนวนวัวที่ตรวจพบ และพิกัดของวัตถุในภาพ จากนั้นระบบจะทำการวาดกรอบสี่เหลี่ยม (Bounding Box) ล้อมรอบวัวแต่ละตัว พร้อมป้ายชื่อ “cow” เพื่อแสดงผลบนหน้าเว็บในภาพ Live ที่ผู้ใช้เห็น ทำให้ผู้ใช้สามารถทราบจำนวนวัวและตำแหน่งของพวกมันในภาพได้อย่างชัดเจน

3.3.6 แจ้งเตือนผ่าน Telegram ระบบจะตรวจสอบผลการวิเคราะห์จาก Roboflow ทุกเฟรม โดยหากจำนวนวัวที่ตรวจพบได้มีค่าต่ำกว่าหรือสูงกว่าค่าที่ผู้ใช้กำหนดไว้ (เช่น ควรมี 5 ตัว แต่ตรวจพบแค่

3 ตัว) ระบบจะทำการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยัง Telegram ผ่าน API ของ Telegram Bot โดยอัตโนมัติ ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกรวดเร็วในการแจ้งเตือนผู้ดูแลฟาร์ม

3.3.7 เชื่อมต่อกล้องและบันทึกวิดีโอ กล้องที่เชื่อมต่อกับ Raspberry Pi ด้วย Webcam ซึ่งจะรับภาพวิดีโอแบบต่อเนื่อง (Live Stream) และระบบจะทำการบันทึกวิดีโอลงในไฟล์เดออร์ที่ชื่อว่า recordings โดยระบบจะแยกไฟล์วิดีโอตามวัน เช่น “12-05-2025.mp4” และจะมีฟังก์ชันอัตโนมัติในการลบวิดีโอที่มีอายุเกิน 7 วันเพื่อประหยัดพื้นที่บน SD Card ของ Raspberry Pi

3.3.8 เข้ารหัสภาพเพื่อแสดงผลบนเว็บ ทุกเฟรมที่รับมาจากกล้องจะถูกวิเคราะห์และวาดกรอบวัตถุที่ตรวจพบ จากนั้นจะถูกเข้ารหัสเป็นภาพ JPEG แล้วนำไปแสดงบนหน้าเว็บผ่าน Flask Web App ในรูปแบบ MJPEG Streaming ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถเห็นภาพสดที่มีกรอบวัตถุพร้อมข้อมูลจำนวนวัตถุที่นับได้แบบเรียลไทม์

3.3.9 ตั้ง Scheduler ควบคุมรีเลย์ตามเวลา ในระบบมีการใช้ Scheduler ซึ่งเขียนด้วยภาษา Python เพื่อช่วยตรวจสอบเวลาที่กำหนดไว้ในตาราง (เช่น เปิดรีเลย์ 1 เวลา 06:00 น. และปิดเวลา 18:00 น.) โดย Scheduler จะทำงานตลอดเวลาบน Raspberry Pi และสั่งเปิด-ปิดรีเลย์ผ่าน GPIO ตามตารางที่ผู้ใช้ตั้งไว้ ซึ่งเหมาะสำหรับการให้อาหารสัตว์ เปิดพัดลมหรือระบบรดน้ำโดยอัตโนมัติ



รูปที่ 3-11 หน้า Web Application

3.3.10 การติดตั้งระบบควบคุมและเชื่อมต่อโหลดกับเอาต์พุตของตู้ควบคุม จากการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มด้วยบอร์ด Raspberry Pi 4 ได้มีการนำชุดอุปกรณ์ทั้งหมดไปติดตั้งในพื้นที่เลี้ยงโค โดยเริ่มจากการติดตั้งตู้ควบคุมที่บรรจุบอร์ดควบคุมรีเลย์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้มีการเดินสายเอาต์พุตจากรีเลย์เพื่อต่อเข้ากับโหลดจริง ทั้งนี้เพื่อทดสอบความสามารถในการควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ผ่านทางหน้าเว็บแอปพลิเคชันในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับการใช้งานจริง

3.3.11 การติดตั้งกล้อง USB สำหรับการตรวจสอบวัว ในส่วนของระบบตรวจนับจำนวนวัว ได้มีการติดตั้งกล้อง USB ซึ่งเชื่อมต่อกับบอร์ด Raspberry Pi โดยเลือกตำแหน่งติดตั้งที่สามารถมองเห็นบริเวณคอกวัวได้ชัดเจนที่สุด และครอบคลุมพื้นที่เลี้ยงวัวภายในภาพเดียว ทั้งนี้เพื่อให้ระบบสามารถตรวจจับวัตถุ (วัว) ได้ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ภาพผ่านโมเดล YOLO ร่วมกับ OpenCV กล้องยังสามารถแสดงภาพสด (Live View) บนหน้าเว็บ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบสถานการณ์ได้แบบเรียลไทม์



รูปที่ 3-12 ติดตั้งระบบในฟาร์ม

3.4 การทดสอบการทำงานของระบบ

3.4.1 การทดสอบการควบคุมรีเลย์ผ่านเว็บแอป

1. เข้าสู่ระบบเว็บแอปผ่านเบราว์เซอร์ ที่อยู่ในเครือข่ายเดียวกับ Raspberry Pi
2. กดปุ่ม “ON” หรือ “OFF” ที่แสดงอยู่บนหน้าเว็บสำหรับควบคุมแต่ละช่องรีเลย์
3. สังเกตการเปลี่ยนสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เชื่อมต่อกับรีเลย์

4. ทดสอบกดสลับหลายๆ ครั้งเพื่อดูความแม่นยำและความเร็วในการตอบสนอง
- 3.4.2 การทดสอบการตั้งเวลาเปิด/ปิดอุปกรณ์
 1. กำหนดเวลาในระบบให้เปิดหรือปิดรีเลย์โดยอัตโนมัติ
 2. รอให้ถึงเวลาที่กำหนดไว้
 3. สังเกตการทำงานของอุปกรณ์เมื่อถึงเวลานั้น (หลอดเปิด/ปิดเอง)
 4. บันทึกผลการตอบสนองว่าตรงเวลาและไม่มีความผิดพลาดหรือค้าง
- 3.4.3 การทดสอบการแสดงผลภาพจากกล้อง
 1. เปิดหน้าเว็บเพื่อแสดงผลสดจากกล้อง USB ที่ติดตั้งในฟาร์ม
 2. ตรวจสอบการแสดงผลภาพได้ต่อเนื่อง
 3. ประเมินคุณภาพของภาพว่าชัดเจนเพียงพอ
 4. สังเกตว่ามีอาการหน่วง (ดีเลย์) หรือความผิดพลาดในการเชื่อมต่อ
- 3.4.4 การทดสอบระบบนับจำนวนวัว
 1. เปิดกล้องให้จับภาพในคอกวัว
 2. ตรวจสอบว่าระบบสามารถแสดงกรอบสี่เหลี่ยมและป้าย “cow” รอบตัววัว
 3. สังเกตผลการนับจำนวนวัวจากภาพ
 4. ทดสอบกรณีที่วัวซ้อนกันหรือหลุดเฟรม แล้วประเมินข้อจำกัดของระบบ
- 3.4.5 การทดสอบระบบแจ้งเตือนเมื่อวันน้อยกว่าค่ากำหนด
 1. ตั้งค่า Threshold จำนวนน้อยกว่า ให้แจ้งเตือน
 2. ตรวจสอบว่าระบบส่งข้อความแจ้งเตือนไปยัง Telegram
 3. ประเมินความเร็วในการแจ้งเตือน และเนื้อหาข้อความ
- 3.4.6 การทดสอบระบบบันทึกและจัดการวิดีโอ
 1. เปิดใช้งานกล้องให้ระบบเริ่มบันทึกวิดีโออัตโนมัติ
 2. ตรวจสอบว่าไฟล์ถูกสร้างในรูปแบบ .mp4 พร้อมชื่อไฟล์ระบุเวลา
 3. ตรวจสอบว่าไฟล์ถูกจัดเก็บในไดเรกทอรีที่กำหนด
 4. ทดสอบฟังก์ชันลบไฟล์: จำลองให้ไฟล์บางไฟล์เก่าเกิน 7 วัน แล้วตรวจสอบว่าระบบลบอัตโนมัติ

บทที่4

การทดสอบและการใช้งานระบบ

ในบทที่ผ่านมากล่าวถึงระบบควบคุมฟาร์มด้วย Raspberry Pi 4 สามารถควบคุมรีเลย์ 8 ช่องผ่านเว็บ ตั้งเวลาเปิด-ปิดได้ และแสดงภาพสดจากกล้องผ่านหน้าเว็บ พร้อมระบบตรวจจับวัวในคอกโดยใช้ YOLO และ OpenCV หากวันน้อยกว่าที่กำหนด ระบบจะแจ้งเตือนผ่าน telegram ผลการทดลองพบว่าระบบการทำงานของรีเลย์ได้ดี มีเสถียรภาพ แม่นยำพอสมควร และข้อบกพร่องของกล้องที่พบอยู่ที่สภาพแสงและมุมกล้อง ซึ่งสามารถปรับปรุงได้ในอนาคต ระบบนี้มีศักยภาพต่อยอดในฟาร์มจริงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการฟาร์มผ่านระบบ IoT

4.1 การทดสอบการควบคุมรีเลย์ผ่านระบบเว็บแอป

4.1.1 การเข้าสู่ระบบเว็บแอปและควบคุมการทำงานของรีเลย์ ในขั้นตอนนี้ เข้าสู่ระบบควบคุมผ่านเว็บแอป โดยใช้เว็บเบราว์เซอร์บนคอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์มือถือที่เชื่อมต่ออยู่ในเครือข่ายเดียวกับบอร์ดควบคุม (Raspberry Pi 4) ซึ่งหน้าเว็บดังกล่าวได้แสดงปุ่มสำหรับควบคุมรีเลย์แต่ละช่องจำนวน 8 ช่อง โดยออกแบบให้มีปุ่ม “ON” และ “OFF” สำหรับรีเลย์แต่ละช่องอย่างชัดเจน

ได้ทำการกดปุ่มควบคุมเพื่อเปิดหรือปิดรีเลย์แต่ละช่องอย่างต่อเนื่อง เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการตอบสนองของระบบ ตลอดจนตรวจสอบว่าแต่ละคำสั่งที่ส่งผ่านทางเว็บสามารถแปลผลเป็นสัญญาณควบคุมจริงไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่

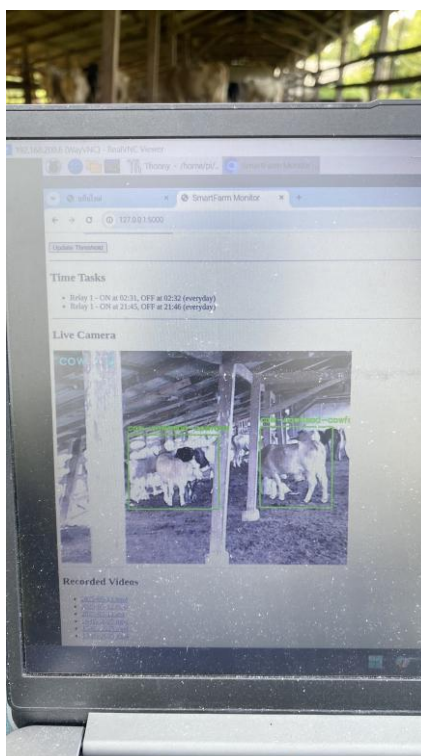
4.1.2 การตรวจสอบผลการตอบสนองของอุปกรณ์ต่อคำสั่งควบคุมหลังจากทำการกดปุ่มควบคุมผ่านหน้าเว็บแล้ว ได้มีการตรวจสอบผลลัพธ์การทำงานของรีเลย์และอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ โดยสังเกตจากการเปลี่ยนสถานะของอุปกรณ์ เป็นตัวชี้วัดสำคัญในการประเมินความถูกต้องของการสั่งงาน

ผลการทดสอบพบว่า ระบบสามารถตอบสนองต่อคำสั่งควบคุมผ่านเว็บได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ โดยอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับรีเลย์สามารถทำงานตามคำสั่งได้ทันทีโดยไม่มีเวลาล่าช้าหรือข้อผิดพลาด นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความสะดวกและความมั่นใจให้แก่ผู้ใช้งานในการตรวจสอบสถานะอุปกรณ์ในระบบควบคุมฟาร์ม

4.2 การทดสอบระบบตั้งเวลาอัตโนมัติ

4.2.1 การตั้งค่าตารางเวลาในการเปิด-ปิดรีเลย์ล่วงหน้า ในการทดสอบระบบควบคุมแบบตั้งเวลาอัตโนมัติ ได้ดำเนินการตั้งค่าระบบผ่านทางหน้าเว็บแอปโดยเลือกหมายเลขรีเลย์ที่ต้องการควบคุม และกำหนดช่วงเวลาที่ต้องการให้รีเลย์ทำงานในแต่ละวัน โดยระบบเปิดให้กำหนดทั้งเวลาเริ่มทำงาน (ON Time) และเวลาหยุดทำงาน (OFF Time) ได้อย่างอิสระ พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการทำงานแบบ “ครั้งเดียว” (Once) หรือ “ทำซ้ำทุกวัน” (Everyday)

หลังจากตั้งค่าตารางเวลาแล้ว ข้อมูลดังกล่าวจะถูกจัดเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูลของโปรแกรม และเริ่มต้นการทำงานในโหมดอัตโนมัติโดยไม่ต้องอาศัยการควบคุมจากผู้ใช้ในแต่ละช่วงเวลา



รูปที่ 4-1 ทดสอบระบบ

4.2.2 การตรวจสอบผลการทำงานของระบบเมื่อถึงเวลาที่กำหนด เมื่อระบบเข้าสู่ช่วงเวลาที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า โปรแกรมควบคุมจะทำการส่งคำสั่งเปิดหรือปิดรีเลย์โดยอัตโนมัติ โดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่กับรีเลย์ว่าสามารถทำงานได้

ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า ระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและตรงตามเวลาที่ตั้งไว้ โดยไม่มีอาการค้างหรือผิดพลาดในการควบคุมอุปกรณ์ ทั้งนี้แสดงถึงความแม่นยำและเสถียรภาพของระบบในด้านการควบคุมแบบตั้งเวลาอัตโนมัติ ซึ่งถือเป็นฟังก์ชันสำคัญที่ช่วยลดภาระงานของผู้ดูแลฟาร์ม

4.3 การทดสอบการแสดงผลภาพจากกล้องแบบเรียลไทม์

4.3.1 การตรวจสอบการแสดงผลภาพสดจากกล้องผ่านหน้าเว็บ ในการทดสอบนี้ได้ดำเนินการเปิดหน้าเว็บแอปพลิเคชันที่เชื่อมต่อกับระบบควบคุมกลางผ่านเว็บเบราว์เซอร์ เพื่อสังเกตการแสดงผลภาพจากกล้อง USB ที่ติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่สามารถมองเห็นวัวในฟาร์มได้ โดยระบบจะส่งข้อมูลภาพไปยังผู้ใช้งาน

ผลการทดสอบพบว่า หน้าเว็บสามารถแสดงผลภาพสดจากกล้องได้อย่างถูกต้อง ระบบสามารถเชื่อมต่อก้องและประมวลผลภาพได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่เกิดข้อผิดพลาดด้านการเชื่อมต่อ

4.3.2 การประเมินคุณภาพของภาพและการตอบสนองของระบบ จากการสังเกตพบว่าภาพที่แสดงบนหน้าเว็บมีคุณภาพในระดับที่ยอมรับได้ สามารถใช้ในการตรวจสอบจำนวนของวัวได้ อย่างไรก็ตาม พบว่าภาพมีความล่าช้าหรือ "ดีเลย์" ในการแสดงผล ซึ่งเป็นผลมาจากกล้องที่ใช้มีการทำงานหลายฟังก์ชันพร้อมกัน เช่น การประมวลผลภาพสำหรับการตรวจจับวัตถุ การบันทึกวิดีโอ และการส่งภาพไปยังอินเทอร์เน็ตเฟิร์ม ส่งผลให้เกิดความล่าช้า

โดยภาพรวมระบบยังสามารถแสดงผลภาพแบบเรียลไทม์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้ว่าจะมีดีเลย์เล็กน้อยแต่ไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานจริงในการเฝ้าติดตามสถานการณ์ภายในฟาร์ม

4.4 การทดสอบการตรวจจับจำนวนวัว

4.4.1 การใช้กล้องร่วมกับ YOLO และ OpenCV สำหรับการตรวจจับวัว ในการทดสอบระบบได้มีการติดตั้งกล้องเพื่อจับภาพวัวภายในพื้นที่ฟาร์ม และใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพผ่านโมเดล YOLO ซึ่งทำงานร่วมกับไลบรารี OpenCV เพื่อทำการตรวจจับวัตถุในภาพ โดยมีเป้าหมายหลักคือการระบุและนับจำนวนวัวที่ปรากฏอยู่ในภาพถ่ายสดจากกล้อง

ผลการทดสอบพบว่าระบบสามารถประมวลผลภาพจากกล้องและตรวจจับวัวได้ในกรณีที่วัวปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจนในภาพ

4.4.2 การแสดงผลการนับวัวและข้อจำกัดของระบบ ระบบจะแสดงจำนวนวัวที่ตรวจจับได้ในแต่ละภาพ โดยมีการวาดกรอบสี่เหลี่ยมรอบตัววัวแต่ละตัว พร้อมระบุป้าย (label) บนภาพว่าเป็นวัตถุ

ประเภท "วัว" (cow) ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถสังเกตและตรวจสอบผลการทำงานของระบบได้อย่างชัดเจน

อย่างไรก็ตาม จากการทดสอบยังพบข้อจำกัดของระบบในบางกรณี กล่าวคือ หากวัวมีการยืนซ้อนหรือบังกันอยู่ในมุมกล้อง หรือมีส่วนของร่างกายบางส่วนหลุดออกจากเฟรม ระบบอาจไม่สามารถตรวจจับหรือนับวัวเหล่านั้นได้อย่างครบถ้วน ทำให้จำนวนวัวที่แสดงผลอาจน้อยกว่าความเป็นจริง

เพื่อแก้ไขข้อจำกัดดังกล่าว สามารถพัฒนาแนวทางเพิ่มเติมได้โดยการติดตั้งกล้องในตำแหน่งหน้าต่างเข้า-ออกของคอก โดยให้ระบบทำการตรวจจับและนับจำนวนวัวเฉพาะขณะที่วัวเดินผ่านจุดตรวจเพียงทีละตัว วิธีนี้จะช่วยให้การนับจำนวนวัวมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น เนื่องจากสามารถแยกแยะวัวแต่ละตัวได้อย่างชัดเจน ลดโอกาสในการเกิดความคลาดเคลื่อนจากการซ้อนทับหรือบังกันภายในภาพ

4.5 ทดสอบการแจ้งเตือนเมื่อจำนวนวัวต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้

4.5.1 ตั้งค่า Threshold เช่น ต่ำกว่า 2 ตัวให้ส่งแจ้งเตือน ทำการกำหนดค่าขีดจำกัด สำหรับการแจ้งเตือน โดยตั้งค่าให้ระบบส่งสัญญาณแจ้งเตือนอัตโนมัติเมื่อระบบตรวจพบจำนวนวัวที่อยู่ภายในคอกน้อยกว่า 2 ตัว ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในการประเมินความผิดปกติของจำนวนวัว เช่น วัวอาจหลุดออกจากคอก หรือมีจำนวนไม่ครบตามที่ควรจะเป็น

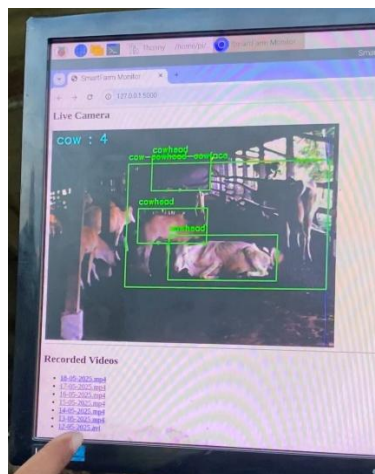
4.5.2 ระบบตรวจวัวได้น้อยกว่าค่า ระบบสามารถแจ้งเตือนไปยัง Telegram ได้ทันที จากการทดสอบ เมื่อระบบตรวจสอบพบว่าจำนวนวัวที่ตรวจจับได้ในภาพมีค่าน้อยกว่าที่ตั้งไว้ ระบบสามารถดำเนินการแจ้งเตือนผ่านช่องทางแอปพลิเคชัน Telegram ได้อย่างทันทีโดยข้อความที่ส่งจะแจ้งสถานะของระบบว่าจำนวนวัวอยู่ต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ ซึ่งช่วยให้ผู้ดูแลสามารถทราบสถานการณ์ผิดปกติได้ และสามารถเข้าตรวจสอบหรือดำเนินการแก้ไขได้

4.6 ทดสอบการบันทึกวิดีโอและการลบอัตโนมัติ

4.6.1 การบันทึกวิดีโอจากกล้องและจัดเก็บในรูปแบบไฟล์ .mp4 ระบบได้ถูกออกแบบให้สามารถทำการบันทึกวิดีโอโดยอัตโนมัติทุกครั้งที่มีการเปิดใช้งานกล้อง ซึ่งวิดีโอจะถูกบันทึกในรูปแบบไฟล์นามสกุล .mp4 และจัดเก็บไว้ในหน่วยความจำของระบบ โดยกำหนดให้ไฟล์แต่ละรายการมีชื่อไฟล์แสดงเวลาที่เริ่มบันทึกเพื่อความสะดวกในการตรวจสอบย้อนหลัง

4.6.2 การลบไฟล์วิดีโออัตโนมัติเมื่อมีอายุเกิน 7 วัน เพื่อบริหารจัดการพื้นที่จัดเก็บข้อมูลให้มีประสิทธิภาพ ได้เพิ่มฟังก์ชันลบไฟล์วิดีโอโดยอัตโนมัติ เมื่อไฟล์นั้นมีอายุเกิน 7 วัน ระบบจะทำการลบ

เฉพาะไฟล์ที่เกินระยะเวลาที่กำหนดโดยไม่กระทบกับไฟล์ล่าสุดที่ยังคงจำเป็นต้องใช้งาน การลบข้อมูลเก่าออกจากระบบนี้ช่วยลดปัญหาหน่วยความจำเต็ม และทำให้ระบบสามารถบันทึกวิดีโอได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้องคอยลบข้อมูลด้วยตนเอง เพิ่มความสะดวกในการใช้งานและความมั่นคงในการจัดเก็บข้อมูลระยะยาว



รูปที่ 4-2 ไฟล์วิดีโอ

ตารางที่ 4-1 แสดงการทำงานเอาต์พุตทั้ง 8 ช่อง

เอาต์พุต	การทำงานตามคำสั่ง			ผลการทดสอบ
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	
ตัวที่1	✓	✓	✓	ทำงานได้ดี
ตัวที่2	✓	✓	✓	ทำงานได้ดี
ตัวที่3	✓	✓	✓	ทำงานได้ดี
ตัวที่4	✓	✓	✓	ทำงานได้ดี
ตัวที่5	✓	✓	✓	ทำงานได้ดี
ตัวที่6	✓	✓	✓	ทำงานได้ดี
ตัวที่7	✓	✓	✓	ทำงานได้ดี
ตัวที่8	✓	✓	✓	ทำงานได้ดี

จากตารางในการทดสอบระบบ ได้ทำการนำหลอดไฟมาต่อเข้ากับเอาต์พุตทั้ง 8 ช่อง แล้วเข้าสู่หน้าเว็บแอปผ่านเว็บเบราว์เซอร์ จากนั้นทำการกดปุ่ม ON/OFF เพื่อสั่งเปิด-ปิดหลอดไฟ และตั้งเวลาเปิด-ปิดล่วงหน้าเพื่อทดสอบการทำงานแบบอัตโนมัติ โดยทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง พบว่าเอาต์พุตทุกช่องสามารถทำงานได้ตามคำสั่งอย่างถูกต้อง



รูปที่ 4-3 แสดงภาพการทดลองการทำงานของรีเลย์

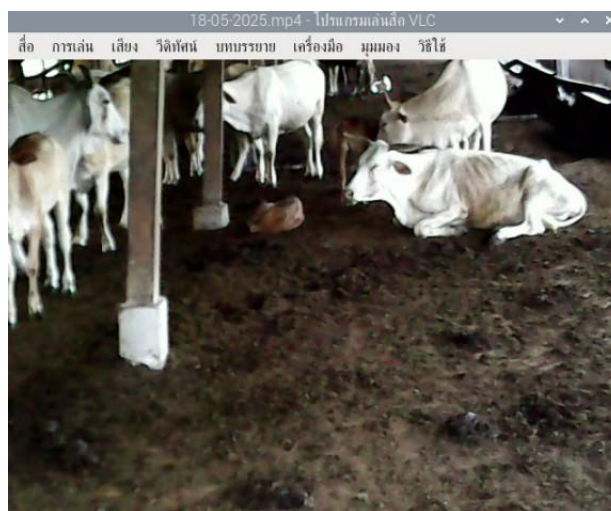
ตาราง 4-2 แสดงการทำงานของกล่องภายในคอก

การทดสอบ	Live มองเห็นภาพวัว ตอนกลางวัน	Live มองเห็นภาพวัว ตอนกลางคืน	สามารถนับจำนวนวัวได้ ตอนกลางวัน (จำนวนวัวภายในคอก20ตัว)	สามารถนับจำนวนวัวได้ ตอนกลางคืน (จำนวนวัวภายในคอก20ตัว)
ครั้งที่1	✓	✓	5ตัว	0ตัว
ครั้งที่2	✓	✓	4ตัว	0ตัว
ครั้งที่3	✓	✓	4ตัว	0ตัว
ครั้งที่4	✓	✓	3ตัว	0ตัว
ครั้งที่5	✓	✓	4ตัว	0ตัว

หมายเหตุกล้องดีเลย์ประมาณ15วินาที และกล้องตอนกลางคืนสามารถมองเห็นภาพได้แต่ไม่ชัดเจน ขณะ Live

จากตารางระบบสามารถแสดงจำนวนวัวที่ตรวจจับได้ในภาพแบบเรียลไทม์ จากการทดสอบพบว่าแม้ระบบสามารถนับวัวได้ในช่วงกลางวัน แต่ในช่วงกลางคืนไม่สามารถนับได้ และการนับในช่วงกลางวันยังมีข้อจำกัดในกรณีที่วัวซ้อนทับกันหรือออกนอกเฟรมกล้อง ทำให้ระบบนับได้ไม่ครบจำนวนจริง

แนวทางการแก้ไขการติดตั้งกล้องบริเวณทางเข้า-ออกคอก เพื่อให้ระบบตรวจจับขณะวัวเดินผ่านที่ละตัว ซึ่งจะช่วยเพิ่มความแม่นยำในการนับและลดปัญหาการมองไม่เห็นวัวจากภาพรวมในคอก



รูปที่ 4-4 แสดงภาพการทดลองการทำงานของกล้อง

4.7 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

1. ในการควบคุมอุปกรณ์ผ่านหน้าเว็บ พบว่าระบบสามารถสั่งเปิด-ปิดรีเลย์ได้ทันทีและถูกต้อง ไม่มีความล่าช้าหรือข้อผิดพลาด ขณะที่ฟังก์ชันตั้งเวลา ระบบสามารถสั่งงานอุปกรณ์ตามเวลาที่กำหนดได้แม่นยำ และทำงานต่อเนื่องโดยไม่ค้าง
2. สำหรับการแสดงภาพสดจากกล้อง หน้าเว็บสามารถแสดงภาพจากกล้อง USB ได้ชัดเจน แม้ว่าจะมีดีเลย์เล็กน้อยประมาณ 15 วินาทีจากการประมวลผลหลายฟังก์ชันร่วมกัน แต่ยังสามารถใช้งานจริงได้ดี ภาพมีคุณภาพเพียงพอสำหรับการตรวจสอบวัวในคอก
3. การนับจำนวนวัวทำได้โดยการตรวจจับและแสดงผลบนภาพ พร้อมกรอบและป้ายชื่อ “cow” อย่างไรก็ตาม หากวัวยืนบังกันหรือหลุดเฟรม ระบบอาจนับไม่ครบ ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่สามารถแก้ไขได้ด้วยการปรับตำแหน่งกล้องให้อยู่ที่จุดผ่านทางเข้าออก
4. ระบบแจ้งเตือนเมื่อวัวมีจำนวนน้อยกว่าค่าที่ตั้งไว้ เช่น ต่ำกว่า 2 ตัว โดยจะส่งข้อความผ่านแอป Telegram ไปยังผู้ดูแลทันที เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อสถานการณ์ผิดปกติได้อย่างรวดเร็ว
5. ระบบสามารถบันทึกวิดีโออัตโนมัติในรูปแบบ .mp4 พร้อมตั้งชื่อไฟล์ตามเวลา และมีฟังก์ชันลบวิดีโอที่มีอายุเกิน 7 วันโดยอัตโนมัติ ช่วยบริหารจัดการพื้นที่จัดเก็บได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระบบควบคุมฟาร์มที่พัฒนาขึ้นในโครงการนี้แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการทำงานที่มีเสถียรภาพในทุกองค์ประกอบของระบบ ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านรีเลย์ การประมวลผลภาพจากกล้อง การตรวจนับจำนวนวัวในพื้นที่เลี้ยง ตลอดจนระบบแจ้งเตือนเมื่อพบความผิดปกติ ซึ่งระบบสามารถดำเนินงานได้และตอบสนองได้อย่างทันท่วงที

ผลการทดสอบในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับการใช้งานจริงในฟาร์มเลี้ยงโค แสดงให้เห็นว่าระบบมีความพร้อมในการนำไปใช้งานจริง โดยผู้ดูแลสามารถควบคุมอุปกรณ์ ตรวจสอบสถานะ และรับข้อมูลแจ้งเตือนได้ผ่านระบบเว็บแอปพลิเคชันอย่างสะดวก และไม่จำเป็นต้องอยู่ ณ สถานที่ติดตั้งระบบตลอดเวลา นอกจากนี้ ระบบยังสามารถทำงานแบบอัตโนมัติได้ตามเวลาที่ตั้งไว้ล่วงหน้า จึงช่วยลดภาระงานและเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการฟาร์มได้

จากศักยภาพของระบบที่สามารถผสมผสานการทำงานของเทคโนโลยี IoT (Internet of Things) ผ่านการประมวลผลภาพด้วยโมเดล YOLO และการประยุกต์ใช้งานร่วมกับแพลตฟอร์ม Telegram เพื่อแจ้งเตือนเหตุการณ์แบบเรียลไทม์ จึงสามารถสรุปได้ว่า ระบบดังกล่าวมีความเหมาะสมอย่างยิ่งต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ยุคใหม่ และมีแนวโน้มที่จะสามารถพัฒนาและต่อยอดเป็นระบบฟาร์มอัจฉริยะ (Smart Farm) ที่รองรับการขยายตัวของภาคเกษตรกรรมสมัยใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

บรรณานุกรม

- [1] Raspberry Pi Foundation. (2567). Raspberry Pi. สืบค้นจาก <https://www.raspberrypi.com>
- [2] Roboflow. (2567). Roboflow: Train and Deploy Computer Vision Models. สืบค้นจาก <https://www.roboflow.com>
- [3] Telegram Messenger LLP. (2567). Telegram Bot API. สืบค้นจาก <https://core.telegram.org/bots/api>
- [4] อภิสิทธิ์ มานะกิจ. (2565). ระบบฟาร์มอัจฉริยะด้วย Internet of Things (IoT) และการประมวลผลภาพ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [5] สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. (2564). การพัฒนาระบบตรวจสอบวัณโรคด้วย AI. งานประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้าแห่งชาติ.
- [6] สุรเชษฐ์ พูลสวัสดิ์. (2566). การสตรีมวิดีโอจาก Raspberry Pi ด้วย OpenCV และ Flask. เอกสารประกอบการอบรมวิชาชีพเทคโนโลยีสารสนเทศ.
- [7] วิรัช ศรีสำออง. (2565). การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยรีเลย์และเว็บเซิร์ฟเวอร์. โครงการวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยขอนแก่น.