



FEAT JOURNAL

FARM ENGINEERING AND AUTOMATION TECHNOLOGY JOURNAL

วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ

**เพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการฟาร์มไก่ไข่ด้วยการใช้แอปพลิเคชันระบบปฏิบัติการ
แอนดรอยด์ และควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนด้วยระบบฟัซซี่ลอจิก**
**Increase Efficiency Organized and Management Laying Hens Farms by Android
Operating System Application and Control Environment in The House by Fuzzy Logic
System**

วิชณุ ช้างเนียม^{1*} และ วริษา สันทวีวรกุล²Visanu Changniam^{1*} and Warisa Sintaweewarakul²¹สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง¹Department of Electrical Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna Lampang²สาขาวิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง²Department of Animal Science, Rajamangala University of Technology Lanna Lampang

Received: 29/10/62

Revised: 26/11/62

Accepted: 18/12/62

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดภาระการทำงาน และต้องมีความแม่นยำสูงในการบันทึกข้อมูลเพื่อใช้ในการบริหารจัดการฟาร์มไก่ไข่ และควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนไก่ไข่ให้เหมาะสมกับการเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดในทุกช่วงฤดูในประเทศไทย ดังนั้นในการดำเนินโครงการวิจัยคณะผู้วิจัยจึงได้แยกกระบวนการออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแอปพลิเคชันทำหน้าที่บริหารจัดการฟาร์มไก่ไข่ ประกอบด้วยส่วนบันทึกการออกไข่และการปลดไก่ไข่ด้วยการอ่านรหัสคิวอาร์โค้ดที่ติดแต่ละกรงไก่ไข่ เพื่อให้การเก็บข้อมูลมีความแม่นยำสูงเมื่อเทียบกับระบบงานฟาร์มเดิมที่ใช้การบันทึกข้อมูลในรูปแบบกระดาษ ส่วนบันทึกการรับ-รายจ่ายในช่วงระหว่างเลี้ยงไก่ไข่ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการเลี้ยงไก่ไข่ การทำงานในส่วนแอปพลิเคชันบริหารจัดการฟาร์มไก่ไข่ทำงานภายในเครื่องสมาร์ตโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพียงเครื่องเดียวทำให้เจ้าของฟาร์มไม่ต้องจัดหาอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องแม่ข่ายสำหรับจัดเก็บข้อมูล เพื่อให้การพัฒนาอยู่ใน

รูปแบบใช้งานได้ทุกที่ทางที่ทีมวิจัยพัฒนาได้เตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับข้อมูลฟาร์มไก่ไข่ในรูปแบบฐานข้อมูลเพื่อให้ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันสามารถส่งข้อมูลการดำเนินกิจการของฟาร์มไปเก็บที่เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเพื่อที่จะใช้งานข้อมูลวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบริหารจัดการฟาร์มได้ทุกที่ และเป็นระบบสำรองเพื่อใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบการดำเนินกิจการฟาร์มไก่ไข่ที่ผ่านมา อีกส่วนของการทำวิจัยคือส่วนฮาร์ดแวร์ควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนไก่ไข่ ใช้ระบบพีซีลอจิกเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลค่าอุณหภูมิภายนอกภายในโรงเรือน ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก ภายในโรงเรือน และค่าความแสงสว่างภายนอก ภายในโรงเรือน ให้มีความแม่นยำสูงในการควบคุมการทำงานพัดลม บั๊มสเปรย์น้ำบนหลัง และระบบแสงสว่างให้มีความแม่นยำสูงในการเลี้ยงไก่ไข่ในแต่ทุกฤดูกาลของประเทศไทย การส่งข้อมูลเพื่อควบคุมการทำงาน และรายงานข้อมูลสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนไก่ไข่ระหว่างฮาร์ดแวร์ควบคุมสภาพแวดล้อมกับแอปพลิเคชันสื่อสารผ่านระบบบลูทูธ หรือระบบ IoT

จากผลการการดำเนินงานวิจัยทั้งสองส่วนไปใช้งานในฟาร์มเกษตรที่เลี้ยงไก่ไข่จำนวน 500 ตัว สามารถลดเวลาในบันทึกการออกไข่ได้ประมาณ 5 เท่าจากการทำงานเดิมที่ใช้กระดาษในการบันทึกข้อมูลการออกไข่ในช่วงเวลาไก่ออกไข่มากกว่า 60% ของจำนวนไก่ทั้งหมด และสามารถลดเวลาในบันทึกการออกไข่ได้ประมาณ 2 จากการทำงานแบบเดินในกรณีปริมาณการออกไข่น้อยกว่า 60% และการบริหารจัดการฟาร์มด้วยวิเคราะห์ข้อมูลระบบแอปพลิเคชันสามารถค้นหาและสรุปข้อมูลได้ทันทีที่ต้องการใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์ ซึ่งการทำงานแบบเก่าต้องค้นหากระดาษและรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ส่วนระบบควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนด้วยระบบพีซีลอจิกสามารถปรับสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนไก่ไข่ให้มีอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ และความสว่างได้เหมาะสมกับเลี้ยงไก่ไข่

คำสำคัญ: เพิ่มประสิทธิภาพการเลี้ยงไก่ไข่, แอปพลิเคชันจัดการฟาร์มไก่ไข่, อุปกรณ์ควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนด้วยระบบพีซีลอจิก

Abstract

This research aimed to reduce workload while accurately collecting data for layer hens farm management and control environment in the layer hens farm to be suitable for open housing system in every Thailand's weather season. The researcher team conducted the research project by separating the system into two parts. The first part was for layer hens farm management which comprised of laying and removed hens with scanning QR codes located at each cage in order to collect data with high accuracy compared to the original system which used paper-based data collection, and function for recording revenues and expenses during raising layer hens for analyzing efficiency of raising layer hens. Operations on the layer hens farm management application could be

done by one smartphone with Android operating system and hence the farm owner had no need to procure an equipment that would work as a server for data collection. To provide access to the system developed from everywhere, the researcher team prepared a server for storing layer hens farm data in a database format for an application user to store operational data in the server. This made possible to analyze efficiency of farm management from everywhere and this data could be used to compare to past layer hens farm operations. The other part of this research was a hardware for interior environment control which used a Fuzzy logic system as a tool to accurately analyze temperature outside/inside the layer house, humidity outside/inside the layer house, and illuminance outside/inside the house so as to precisely control ventilators, pump for water sprayers on the roof house, and lighting system for laying in every weather season in Thailand. Data transmission and reporting about environment in the house and controlling operations between the environment control hardware and mobile application on a smartphone was through Bluetooth or IoT system.

From trialing both parts of the research at an agricultural farm raising 500 layer hens, time for data collection of laying was reduced by about 5 times compared to the original system which collected laying data in a paper form in case laying was from more than 60% of total number of layer hens, and by about 2 times in case laying was from less than 60% of total number of layer hens. For farm management, the application could search and summarize data as needed for analysis, whereas for the original management, it required to look into documents and collect data for analysis. Regarding to the environment control with the Fuzzy logic system, it could adjust environment in the layer hens house to have suitable temperature, humidity and illuminance for raising layer hens.

Keywords: Improvement of layer hen farm management efficiency, hens farm management application, instruments for environment control tools with fuzzy logic system

1. บทนำ

ขนาดของฟาร์มไก่ไข่ในประเทศไทย [1] แยกออกได้ 3 ขนาดคือ ฟาร์มขนาดเล็กมีจำนวนไก่ไข่เลี้ยงภายในฟาร์มไม่เกินกว่า 20,000 ตัว ฟาร์มขนาดกลางมีจำนวนไก่ไข่เลี้ยงภายในฟาร์มตั้งแต่ 20,000 ถึง 100,000 ตัว และฟาร์มขนาดใหญ่มีการเลี้ยงไก่ไข่ตั้งแต่ 100,000 ตัวขึ้นไป การเลี้ยงไก่ไข่ในฟาร์มขนาดเล็กถึงขนาดกลาง จะนำไก่เข้าฟาร์มเมื่อไก่มีอายุได้ประมาณ 18 สัปดาห์ เพื่อลดความเสี่ยงเรื่องการตาย การทำวัคซีน และลดการดูแลเรื่องอาหารให้เหมาะสมกับไก่ไข่ในแต่ละช่วงวัยก่อนที่ไก่พร้อมออกไข่ อายุของไก่ไข่ที่พร้อมออกไข่อยู่ในช่วง 21 – 72 สัปดาห์ และเมื่ออายุเกินกว่า 72 สัปดาห์ไก่ไข่จะถูกนำไปขายเป็นไก่เนื้อต่อไป

1.1 การบันทึกข้อมูลการเลี้ยงไก่ไข่ [2]

การข้อมูลการเลี้ยงไก่ไข่ในฟาร์มขนาดเล็กถึงขนาดกลางจะเก็บข้อมูลการเลี้ยงในช่วงสัปดาห์ที่ 18 – 72 เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการออกไข่ของไก่ไข่แต่ละตัว ข้อมูลที่บันทึกในแต่ละวันได้แก่ ปริมาณการออกไข่ในแต่ละวัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในคัดไก่ไข่ตัวที่ให้ไข่ต่ำกว่าเกณฑ์ออกจากฝูงเพื่อลดภาระค่าอาหาร บันทึกปริมาณการให้อาหารต่อปริมาณการให้ไข่ในแต่ละวัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ความผิดปกติเกิดขึ้นกับไก่หรือไม่ เพื่อทราบปัญหาและหาสาเหตุและแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น บันทึกจำนวนไก่ตายในแต่ละวัน บันทึกค่าอาหารไก่ไข่และค่าใช้จ่ายอื่นในช่วงการเลี้ยงไก่ไข่

1.2 สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเลี้ยงไก่ไข่

ปัจจัยที่มีผลเกี่ยวข้องกับการให้ไข่ คืออุณหภูมิต้องอยู่ในช่วง 10-27 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงร่างกายไก่จำเป็นต้องระบายอุณหภูมิออกจากร่างกายด้วยการอ้าปาก หอบ กางปีก กินน้ำมากขึ้น เนื่องจากไก่ไม่มีต่อมเหงื่อจะระบายความร้อน ข้อสังเกตเมื่ออุณหภูมิสูงเกินไปไก่จะถ่ายเหลว และกินน้ำมากขึ้น กินอาหารน้อยลง ปริมาณไข่จะน้อยลง เปลือกไข่บาง ไข่มีขนาดเล็กลง แต่ถ้าอุณหภูมิลดลงร่างกายไก่ตัวร่างกายไก่ต้องสร้างความร้อนเพื่อชดเชย ข้อสังเกตเมื่ออุณหภูมิต่ำเกินไปไก่จะห่อตัวนอนสุมชิดกัน หรือนอนเอาหัวซุกไว้ที่ปีก กินอาหารเพิ่มขึ้น ปริมาณไข่จะน้อยลง โรงเรือนไก่ไข่จะต้องคำนึงถึงการระบายอากาศดีเข้าโรงเรือนและถ่ายเทอากาศเสียออกนอกโรงเรือน จึงต้องใช้พัดลมช่วยในการถ่ายเทอากาศในกรณีไม่มีลมเข้ามาภายในโรงเรือนเพื่อลดแอมโมเนียภายในโรงเรือน การเลี้ยงไก่ไข่แสงสว่างมีความจำเป็นที่จะต้องให้แสงสว่างต่อวันอยู่ที่ 16 ชั่วโมง เพื่อให้ไก่ไข่กินอาหารได้นานขึ้นและส่งผลให้ยี่ดระยะเวลาในการออกไข่ได้นานขึ้น จะใช้แสงเช่นนี้ไปจนกว่าไก่ไข่จะหมดไข่ ในกรณีปริมาณการออกไข่น้อยลงกว่าเกณฑ์พันธุ์ไก่ไข่มา จะทำการปลดไก่ไข่เพื่อจำหน่ายก่อนที่จะปลดไก่เพื่อจำหน่ายจะเปิดแสงสว่างตลอด 24 ชั่วโมง ประมาณ 7-10 วัน เพื่อให้ไก่กินอาหารตลอดเวลาเพื่อเพิ่มน้ำหนักตัวไก่ก่อนการส่งจำหน่าย ความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนต้องอยู่ที่ประมาณ 50-80% ซึ่งร่างกายไก่จะระบายอากาศได้ดี แต่ประเทศไทยมักจะประสบปัญหาเรื่องความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศในช่วงฤดูฝน (อากาศอยู่ในรูปแบบร้อน-ชื้น) ทำให้การระบายความร้อนออกจากร่างกายไก่ได้ไม่ดีนัก วิธีการลดความร้อนและความชื้นสัมพัทธ์ภายในอากาศภายในโรงเรือนต้องใช้พัดลมช่วยไล่ความร้อน

และความชื้นสัมพัทธ์ออกจากโรงเรือน แล้วดูอากาศดีเข้ามาแทนที่ หรือใช้วัสดุถุงหลังคาที่สามารถสะท้อนความร้อนได้ดี และไม่เก็บสะสมความร้อน

2. ปัญหางานวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดต้องการใช้เครื่องสมาร์ทโฟนในการบันทึกข้อมูล และบริหารจัดการฟาร์มไก่ไข่ภายในเครื่องเดียว และต้องมีความแม่นยำสูงในการบันทึกข้อมูลทุกขั้นตอน เมื่อบันทึกข้อมูลในส่วนเกี่ยวกับฟาร์ม แล้วต้องสามารถนำข้อมูลที่บันทึกไปใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการออกไข่ของไก่ไข่ภายในฟาร์มต่อไปได้

ต้องการให้มีระบบควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนไก่ไข่ให้มีความเหมาะสมกับการเลี้ยงไก่ไข่ และต้องมีความแม่นยำสูงในการควบคุมอุปกรณ์ปรับสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนให้มีความเหมาะสมในการเลี้ยงไก่ไข่ในทุกช่วงฤดูกาลของประเทศไทย

3. วิธีในการวิจัย

จากโจทย์วิจัยจึงแยกกระบวนการดำเนินโครงการวิจัยประกอบด้วย 2 ส่วนดังนี้

3.1 ส่วนบริหารจัดการข้อมูลฟาร์มไก่ไข่

ส่วนบริหารจัดการข้อมูลฟาร์มไก่ไข่ออกแบบและพัฒนาในรูปแบบแอปพลิเคชันที่ใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีกระบวนการสำหรับใช้ในการบริหารจัดการฟาร์มไก่ไข่ดังแสดงในหน้าแอปพลิเคชันหลักในภาพที่ 1 ประกอบด้วย 5 ส่วนหลักดังนี้



ภาพที่ 1 ไอคอนเรียกใช้งานแอปพลิเคชัน และหน้าแอปพลิเคชัน 5 งานหลักในการใช้งาน

1) บริหารจัดการไข่ไก่ ประกอบด้วยส่วนการทำงานย่อยดังนี้

- บันทึกการออกไข่ด้วยการอ่าน QR code [3] เป็นรูปแบบการอ่านข้อมูลได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว แม่นยำ และสามารถใช้กล้องถ่ายภาพของเครื่องสมาร์ทโฟนอ่านรหัส QR Code ติดตั้งไว้หน้ากรงไก่ไข่แต่ละกรงเพื่อบันทึกการออกไข่ โดยผู้ใช้งานแอปพลิเคชันสามารถเลือกรูปแบบการบันทึกได้สองแบบดังนี้

- บันทึกไข่ไม่ออกไข่ ถ้าผู้ใช้งานแอปพลิเคชันพิจารณาปริมาณไข่ที่ออกมีจำนวนแม่ไก่ที่ออกไข่มากกว่าแม่ไก่ไม่ออกไข่ ผู้ใช้งานสามารถเลือกรูปแบบนี้ในการบันทึกข้อมูลการออกไข่ แล้วระบบจะเปลี่ยนข้อมูลที่บันทึกเป็นข้อมูลแม่ไก่ที่ออกไข่ในฐานข้อมูลให้อัตโนมัติ
- บันทึกไข่ออกไข่ ถ้าผู้ใช้งานพิจารณาการออกไข่แล้วแม่ไก่ที่ออกไข่น้อยกว่าแม่ไก่ไม่ออกไข่ ผู้ใช้งานสามารถเลือกการบันทึกในรูปแบบนี้ในการบันทึกการออกไข่

- **บันทึกจำนวนเบอร์ไข่ที่ออกในแต่ละวัน** (ขนาดเบอร์ไข่คือ 0, 1, 2, 3, 4, 5 และไข่แตก) ในขั้นตอนนี้ผู้ใช้งานต้องบันทึกข้อมูลในระบบก่อนที่จะจำหน่ายไข่ได้ในแต่ละวันเพื่อเป็นการกำหนดจำนวนไข่แต่ละขนาดในระบบก่อนที่จะจำหน่ายไข่
- **บันทึกราคาขายไข่แต่ละขนาด** เป็นส่วนสำหรับใช้เป็นข้อมูลราคาขายไข่แต่ละขนาด
- **บันทึกการขายไข่ในแต่ละวัน** เป็นส่วนบันทึกการขายไข่ เพื่อใช้เป็นข้อมูลรายได้ และปรับลดปริมาณไข่คงเหลือในฐานข้อมูล
- **เพิ่มไข่คงค้าง** เป็นส่วนเพิ่มข้อมูลไข่ที่คงค้างก่อนที่จะใช้ระบบบริหารจัดการฟาร์มไก่ไข่เพื่อจำนวนไข่คงเหลือในระบบเท่ากับไข่คงเหลือภายในฟาร์ม

2) บริหารจัดการไก่และรายจ่าย ประกอบด้วย

- **การปลดไก่ไข่** เป็นส่วนบันทึกการปลดไก่ในกรณีที่เกิดตาย หรือวิเคราะห์ข้อมูลการออกไข่แล้วปริมาณการออกไข่ของไก่ต่ำกว่าเกณฑ์การออกไข่ของสายพันธุ์ไก่ไข่จึงต้องปลดไก่เพื่อลดรายจ่ายภายในฟาร์ม
- **ขายแม่ไก่** เป็นส่วนบันทึกรายได้จากการขายแม่ไก่ที่แม่ไก่ที่ไม่ออกไข่
- **บันทึกรายจ่าย** เป็นส่วนบันทึกรายจ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการเลี้ยงไก่ไข่ เช่น ค่าอาหาร ค่ายา ค่าเครื่องใช้ต่างๆ ภายในฟาร์ม เป็นต้น

3) อ่านค่าสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน

เป็นส่วนที่ทำงานร่วมกับส่วนฮาร์ดแวร์ควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนเพื่อแสดง

สถานะการทำงาน และควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ปรับสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนไก่ไข่

- 4) **ออกรายงานจากฐานข้อมูล SQLite** เป็นส่วนออกรายงานจากข้อมูลการทำงานข้อที่ 1,2 และ 3 ที่ถูกบันทึกไว้ในฐานข้อมูล SQLite ภายในเครื่องสมาร์ทโฟน เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับบริหารจัดการฟาร์มไก่ไข่
- 5) **ออกรายงานข้อมูลแบบออนไลน์** เป็นส่วนจัดการข้อมูลและออกรายงานแบบออนไลน์ ด้วยการส่งข้อมูลจากฐานข้อมูล SQLite ในเครื่องสมาร์ทโฟนถ่ายโอนไปเก็บที่ฐานข้อมูลเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่ทางทีมงานวิจัยได้เตรียมไว้เพื่อให้เป็นข้อมูลที่สามารถออกรายงานข้อมูลสำหรับบริหารจัดการฟาร์มไก่ไข่ได้ทุกที่เมื่อต้องการใช้ข้อมูลประกอบการพิจารณา

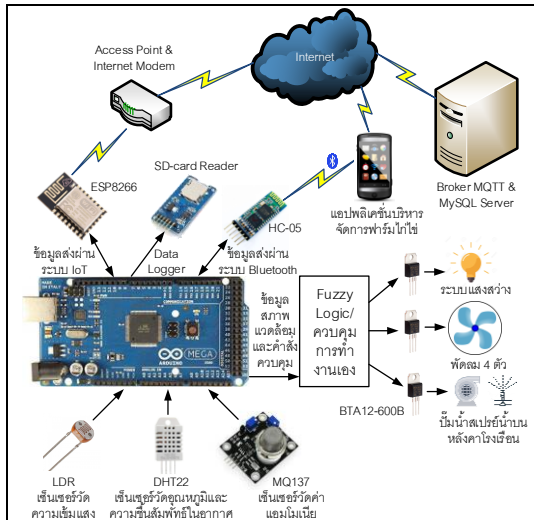
3.2 ส่วนควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน

ส่วนควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนเป็นส่วนฮาร์ดแวร์ทำหน้าที่บริหารจัดการและรายงานสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนให้เหมาะสมกับการเลี้ยงไก่ไข่ในทุกฤดูกาลที่เลี้ยงไก่ไข่ ดังแสดงสถาปัตยกรรมส่วนควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนในภาพที่ 2 และผังวงจรควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนในภาพที่ 3

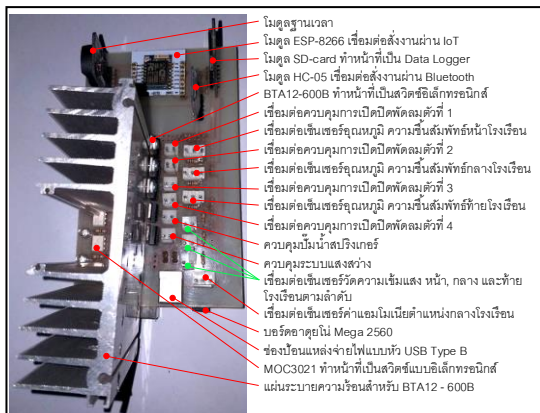
3.3 ส่วนควบคุมการอุปกรณ์ปรับสภาพแวดล้อมแบบอัตโนมัติ

การควบคุมสภาพแวดล้อมภายในเรือนแบบอัตโนมัติใช้ระบบพีซีลอจิกเป็นเครื่องมือในวิเคราะห์ข้อมูลสภาพแวดล้อมที่อ่านมาจากเซ็นเซอร์มาเป็นข้อมูลอินพุตในระบบพีซีลอจิก เพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์

การเปิด/ปิดอุปกรณ์ปรับสภาพแวดล้อมเพื่อให้มีความแม่นยำสูงในการปรับสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน อยู่ 2 ส่วนดังนี้



ภาพที่ 2 สถาปัตยกรรมระบบควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนไก่ไข่

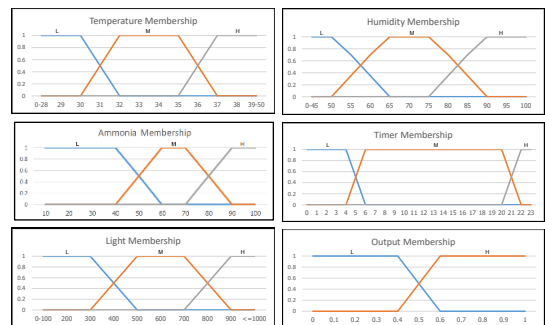


ภาพที่ 3 แผงวงจรอ่านค่าสภาพแวดล้อม และอุปกรณ์ปรับสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนไก่ไข่

- ส่วนควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน เป็นส่วนใช้ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ และค่าแอมโมเนีย เป็นข้อมูลอินพุตในความเป็นสมาชิกในภาพที่ 4 แล้วไปวิเคราะห์การ

เปิดปิด พัดลม และปั้มน้ำสปริงน้ำบนหลังคาโรงเรือนด้วยกฎฟัซซีลอจิกในตารางที่ 1

- ส่วนควบคุมแสงสว่างภายในโรงเรือน เป็นส่วนใช้ค่าความเข้มแสง และค่าเวลาในการเปิด/ปิดระบบแสงสว่างเป็นข้อมูลอินพุตตามค่าความเป็นสมาชิกในภาพที่ 4 แล้ววิเคราะห์ค่าความเป็นสมาชิกด้วยกฎฟัซซีลอจิกตามตารางที่ 2 เพื่อเปิดปิดระบบแสงสว่างภายในโรงเรือนไก่ไข่



ภาพที่ 4 แสดงความเป็นสมาชิกตัวแปรอินพุต และเอาท์พุตในระบบฟัซซีลอจิก

ตารางที่ 1 กฎฟัซซีลอจิกควบคุมพัดลมและปั้มน้ำสปริงเกอร์บนหลังคาโรงเรือนไก่ไข่

ลำดับกฎ	Input							Output		
	TM	TR	TO	HM	HR	HO	Am	F1	F2	Pu
1	L	L	L	H	H	H	L	L	L	L
2	L	L	L	H	H	H	M	H	L	L
3	L	L	L	H	H	H	H	H	H	L
4	M	M	M	M	M	M	L	L	L	L
5	M	M	M	M	M	M	M	H	L	L
6	M	M	M	M	M	M	H	H	H	L
7	M	M	H	M	M	L	L	L	L	H
8	M	M	H	M	M	L	M	H	L	H
9	M	M	H	M	M	L	H	H	H	H
10	M	M	H	M	M	M	L	L	L	L
11	M	M	H	M	M	M	M	H	L	L
12	M	M	H	M	M	M	H	H	H	L
13	H	H	H	L	L	L	?	H	H	H

โดยที่ TM: อุณหภูมิกลางโรงเรือน TR: อุณหภูมิท้ายโรงเรือน

TO: อุณหภูมิออกโรงเรือน HM: ความชื้นกลางโรงเรือน

HR: ความชื้นท้ายโรงเรือน HO: ความชื้นออกโรงเรือน

Am: ค่าแอมโมเนียกลางโรงเรือน

F1: พัดลมชุดที่ 1 F2: พัดลมชุดที่ 2

Pu: ปั้มน้ำสปริงน้ำบนหลังคาโรงเรือนไก่ไข่

ตารางที่ 2 กฎฟัซซี่ลอจิกควบคุมแสงสว่างภายในโรงเรียนไก่ไข่

ลำดับกฎ	Input				Output
	T	LM	LR	LO	Light
1	L	-	-	-	L
2	H	L	L	L	H
3	H	L	L	M	H
4	H	M	M	H	L
5	H	H	H	H	L

โดยที่ T: เวลาในแต่ละวัน LM: ความเข้มแสงกลางโรงเรียน

LR: ความเข้มแสงท้ายโรงเรียน

LO: ความเข้มแสงนอกโรงเรียน

Light: หลอดไฟภายในโรงเรียน

4. ผลการวิจัยและอภิปราย

จากการนำงานวิจัยทั้งสองส่วนไปใช้งานในฟาร์มไก่ไข่ขนาดเล็กมีไก่ไข่ที่เลี้ยงอยู่ 500 ตัว แยกผลการวิจัยและอภิปรายผลดังนี้

4.1 แอปพลิเคชันบริหารจัดการฟาร์มไก่ไข่

การทดสอบการทำงานในส่วนนี้ทดสอบการทำงานเทียบกับระบบงานเดิมที่ใช้กระดาษในการบันทึกข้อมูลเพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับฟาร์มไก่ไข่

- บันทึกปริมาณการออกไข่ในแต่ละวันของแม่ไก่ ในขั้นตอนนี้ใช้วิธีการเปรียบเทียบเวลาในการเก็บข้อมูลการบันทึกการออกไข่ของแม่ไก่แต่ละกรง จากวิธีเดิมใช้กระดาษในการบันทึกการออกไข่ ในโครงการวิจัยใช้วิธีการอ่านรหัสคิวอาร์โค้ดที่ติดไว้หน้ากรงแม่ไก่ที่ออกไข่ ดังแสดงผลในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลการออกไข่

จำนวนไข่ (ฟอง)	ปริมาณออกไข่ (%)	จำนวนกรงไก่ไข่บันทึกการออกไข่		เวลาในการเก็บข้อมูล (นาที)	
		แอปพลิเคชัน	กระดาษ	แอปพลิเคชัน	กระดาษ
402	80.4	98	402	6	50
355	71	145	355	9	43
302	60.4	198	302	13	38
278	55.6	222	278	12	35
249	49.8	249	249	17	33
237	47.4	237	237	15	30

160	32	160	160	10	28
124	24.8	124	124	8	16

จากตารางที่ 3 แบ่งการเปรียบเทียบได้ดังนี้

- ปริมาณแม่ไก่ออกไข่มากกว่าแม่ไก่ไม่ออกไข่ เมื่อพิจารณาที่จำนวนไข่ที่ออก 402 ฟอง การบันทึกข้อมูลด้วยแอปพลิเคชันเลือกการบันทึกเฉพาะกรงไก่ที่ไม่ออกไข่จึงบันทึกข้อมูลเพียง 98 กรง แต่การบันทึกข้อมูลแบบใช้กระดาษจะต้องบันทึกข้อมูลในตารางหมายเลขกรงไก่กรงแม่ไก่ที่ออกไข่เท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบเวลาในการบันทึกในกรณีนี้แล้วการบันทึกด้วยแอปพลิเคชันทำงานได้เร็วกว่า 5 เท่าเมื่อเทียบกับการทำงานแบบเดิม
- ปริมาณแม่ไก่ออกไข่มีปริมาณใกล้เคียงกับแม่ไก่ไม่ออกไข่ ในกรณีนี้เมื่อพิจารณาที่ปริมาณการออกไข่ 249 ฟอง ปริมาณการบันทึกข้อมูลด้วยแอปพลิเคชันและแบบกระดาษต้องบันทึกกรงไก่ที่ออกไข่ในปริมาณที่เท่ากันคือ 259 ฟอง ส่วนเวลาในการบันทึกข้อมูลในส่วนแอปพลิเคชันมีความเร็วว่าเป็น 2 เท่าเนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาในการค้นหากรงไก่ที่ต้องจดบันทึกการออกไข่และใช้ปากกาในการจดบันทึก
- ปริมาณการออกแม่ไก่ไม่ออกไข่มากกว่าแม่ไก่ออกไข่ ในกรณีนี้เมื่อพิจารณาที่ปริมาณการออกไข่ 160 ฟอง จะเห็นได้ว่าปริมาณการบันทึกทั้งสองรูปแบบต้องบันทึกปริมาณแม่ไก่ที่ออกไข่ในปริมาณที่เท่ากัน แต่เวลาในการบันทึกข้อมูลมีความเร็วเป็น 2 เท่า เช่นเดียวกับการบันทึกข้อมูลในกรณีปริมาณแม่ไก่ออกไข่มีปริมาณเท่ากับแม่ไก่ไม่ออกไข่
- สรุปปริมาณการออกไข่แต่ละวัน และประสิทธิภาพการออกไข่ของแม่ไก่แต่ละตัว

ในขั้นตอนนี้เป็น การเปรียบเทียบในส่วนของประสิทธิภาพการรวบรวมข้อมูลเพื่อสรุปข้อมูลที่ต้องการใช้งาน โดยการสรุปข้อมูลแบบเดิมที่ใช้กระดาษในการบันทึกข้อมูลในแต่ละวันนั้นต้องใช้วิธีการนับจำนวนแม่ไก่ที่ออกไข่ที่บันทึกในกระดาษดังนั้นหลังจากบันทึกข้อมูลการออกไข่แล้วต้องทำการนับจำนวนไข่ที่ออกแต่ละวันว่าปริมาณเท่าไร และเมื่อต้องสรุปประสิทธิภาพการออกไข่ของแม่ไก่ทุกๆ ตัวทุกๆ 1 เดือน ก็ต้องนำกระดาษที่จดบันทึกการออกไข่ในแต่วันมานับจำนวนการออกไข่ของแม่ไก่ที่ละตัวว่าออกไข่ทั้งหมดกี่ฟองใน 1 เดือน ซึ่งต้องใช้เวลาไม่สรุปข้อมูลไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมงในปริมาณแม่ไก่ 500 ตัว ส่วนการสรุปข้อมูลด้วยแอปพลิเคชันในโครงการวิจัยสามารถสรุปข้อมูลจำนวนไข่ที่ออกไข่ได้ทันทีหลังจากบันทึกการออกไข่เสร็จสิ้น และสามารถสรุปรายงานในรูปแบบเอกสาร Excel ตามช่วงเวลาที่ใช้ใช้งานต้องการสรุปประสิทธิภาพการออกไข่ของแม่ไก่ทุกตัวภายในฟาร์มได้ทันทีที่ต้องการนำข้อมูลไปใช้งานต่อไป

- **จดบันทึกและสรุปการบริหารจัดการฟาร์มไก่ไข่** การบันทึกข้อมูลในส่วนนี้ทางฟาร์มไก่ไข่ที่ทำงานในรูปแบบเดิมที่ใช้วิธีการบันทึกข้อมูลในสมุดบันทึกรายรับรายจ่าย เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการบริหารจัดการฟาร์ม แต่เมื่อต้องการค้นหาข้อมูลเพื่อสรุปเกี่ยวกับรายรับหรือรายจ่าย เช่น ปริมาณอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่ไข่จำนวนเท่าไร และจำนวนเงินที่ใช้ไปในการซื้ออาหารเท่าไร ในความต้องการนี้ในรูปแบบการทำงานเดิมต้องใช้เวลากลับไปค้นหาข้อมูลและนับจำนวนปริมาณการซื้อ และจำนวนเงินที่ใช้ไปทั้งหมดเท่าไร เพื่อ

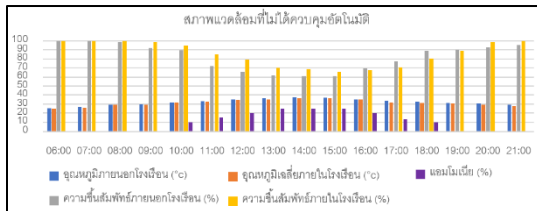
สรุปข้อมูลตามที่ต้องการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการเลี้ยงไก่ไข่ แต่เมื่อผู้ใช้งานใช้แอปพลิเคชันบริหารจัดการฟาร์มเมื่อผู้ใช้งานบันทึกการรายรับรายจ่ายระบบจะทำการบันทึกข้อมูลไว้ในฐานข้อมูล SQLite ภายในเครื่องสมาร์ทโฟน เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการบริหารจัดการฟาร์มไก่ไข่ได้ทันทีที่ต้องการใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการเลี้ยงไก่ของทางฟาร์ม

4.2 ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่

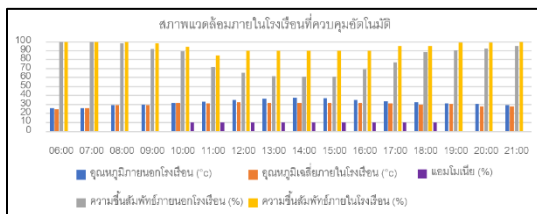
ในส่วนนี้ได้แสดงการผลการทำงานในการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนไก่ไข่ด้วยการควบคุมอัตโนมัติ และวิธีการส่ง/รับข้อมูลเพื่อควบคุมการทำงานอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ

4.2.1 เปรียบเทียบสภาพแวดล้อมภายนอกภายในโรงเรือนไก่ไข่

เนื่องจากโรงเรือนไก่ไข่ที่ใช้ในการทำวิจัยมีเพียงโรงเรือนเดียว ดังนั้นในการทดสอบในส่วนนี้จะใช้วิธีการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนเทียบกับสภาพแวดล้อมภายนอกโรงเรือน 2 กรณีคือ เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนในกรณีที่ไมใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ และเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมในกรณีที่ใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ ในวันต่างกันแต่มีสภาพแวดล้อมภายนอกโรงเรือนที่ใกล้เคียงกันในช่วงต้นเดือนเมษายน ซึ่งมีสภาพอากาศที่ร้อน การเก็บข้อมูลจะเก็บทุก 5 นาที แล้วนำข้อมูลในช่วงหนึ่งชั่วโมงมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อแสดงสถิติสภาพแวดล้อม ในส่วนของช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลอยู่ในช่วง 06.00 ถึง 21.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ไก่ไข่ต้องกินอาหาร



ภาพที่ 5 สภาพแวดล้อมภายในโรงเรียนที่ไม่ได้ควบคุมอัตโนมัติ



ภาพที่ 6 สภาพแวดล้อมภายในโรงเรียนที่ควบคุมอัตโนมัติ

จากภาพที่ 5 ได้แสดงสถิติสภาพแวดล้อมภายนอก และภายในโรงเรียนเทียบกับในกรณีที่มิใช่ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายในโรงเรียนไม่มีความต่างจากอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในอากาศของภายนอกโรงเรียน เนื่องจากโรงเรียนที่ใช้ในการทำวิจัยเป็นโรงเรียนแบบเปิด ซึ่งเป็นโรงเรียนที่ผู้เลี้ยงไก่ไข่ขนาดเล็กถึงขนาดกลางใช้ในเลี้ยงไก่ไข่ และเมื่อพิจารณาภาพที่ 6 ได้แสดงสถิติสภาพแวดล้อมภายนอก และภายในโรงเรียนไก่ไข่ที่ใช้การควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรียนอัตโนมัติ ด้วยการควบคุมการเปิดพัดลม และปั้มน้ำสเปรย์บนหลังคาจะเห็นได้ว่าในช่วงเวลา 11.00 ถึง 18.00 น. อุณหภูมิภายในนอกโรงเรียนมีค่าที่สูงกว่า 30 °C แต่อุณหภูมิภายในโรงเรียนจะคงที่ต่ำกว่า 30 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในอากาศภายนอกโรงเรียนลดต่ำลงในช่วงเวลา 11.00 ถึง 18.00 น. เช่นเดียวกับ

อุณหภูมิ แต่ความชื้นสัมพัทธ์ภายในอากาศภายในโรงเรียนจะมีค่าที่เกือบคงที่อยู่ที่ประมาณ 90% ซึ่งเป็นค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในอากาศที่เหมาะสมกับการเลี้ยงไก่ไข่

ค่าแอมโมเนียภายในโรงเรียนไก่ไข่ของทั้งสองกรณีมีค่าไม่เกินกว่า 20% ซึ่งเป็นค่าที่ไม่เป็นอันตรายต่อแม่ไก่ เหตุผลที่ค่าแอมโมเนียมีค่าที่เกินเกณฑ์ความเป็นอันตรายต่อแม่ไก่เนื่องจากเป็นโรงเรียนแบบเปิด อากาศสามารถถ่ายเทได้ดีกว่าโรงเรียนไก่ไข่แบบปิด จึงทำให้ค่าแอมโมเนียภายในโรงเรียนทั้งแบบควบคุมสภาพแวดล้อม และไม่ควบคุมสภาพแวดล้อมมีค่าที่ใกล้เคียงกัน

การเก็บข้อมูลในการควบคุมความสว่างภายในโรงเรียนไก่ไข่ให้มีความเหมาะสมกับการเลี้ยงไก่ไข่ใช้ช่วงเวลาเดียวกับการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายในโรงเรียนซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ปริมาณแสงมากในช่วงกลางวัน ดังนั้นระบบควบคุมความสว่างภายในโรงเรียนสั่งให้เปิดระบบแสงสว่างในช่วง 05.00 – 07.00 น. และ 19.00 – 21.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่ปริมาณแสงจากดวงอาทิตย์ต่ำกว่าค่า 400 ที่เซ็นเซอร์ LDR อ่านได้

4.2.2 การส่ง/รับข้อมูลสภาพแวดล้อม

โครงการวิจัยได้ทดสอบการส่งข้อมูลด้วยระบบ Bluetooth และ IoT ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ต้องเพิ่มระบบระบายอากาศภายในตู้ควบคุมเนื่องจากต้องติดตั้งฮีตซิงค์ระบายความร้อนระบบเปิด/ปิดอุปกรณ์ปรับสภาพแวดล้อมทำให้มีความร้อนสะสมภายในตู้ควบคุม ส่งผลทำให้โมดูล HC-05 และ ESP8266 ทำงานผิดพลาดเมื่อมีความร้อนสูงภายในตู้ควบคุม จึงต้องติดตั้งพัดลมระบายความ

รื้อนภายในตัวควบคุม หลังจากติดตั้งระบายนความร้อน
โมดูลการสื่อสารการทำงานได้อย่างปกติ

4.2 ข้อมูลสำหรับการควบคุมและรายงาน

การกำหนดข้อมูลในการควบคุมสั่งผ่าน Bluetooth และ IoT ใช้รหัสในการสั่งงานในการควบคุมจากแอปพลิเคชันไปยังส่วนฮาร์ดแวร์ควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนดังนี้

- 99\$ กำหนดให้อ่านข้อมูลสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนแล้วส่งกลับไปยังแอปพลิเคชัน
- 88\$A\$ กำหนดให้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ปรับสภาพแวดล้อมแบบอัตโนมัติด้วยระบบพีซีลอจิก
- 88\$M\$O\$O\$O\$O\$O\$O\$C\$ กำหนดให้อุปกรณ์ปรับสภาพแวดล้อมตามที่กำหนดไว้ของอุปกรณ์ปรับสภาพแวดล้อมแต่ละอุปกรณ์ โดยสถานะ O สั่งอุปกรณ์ทำงาน ส่วน C สั่งให้อุปกรณ์หยุดทำงานภายในโครงการวิจัยเลือกใช้วิธีการส่งข้อมูลที่ต้องการสั่งงานเป็นชุดข้อความเดียวและค้นแต่ละคำสั่งด้วย “\$” เนื่องจากการส่งข้อมูลผ่านระบบ IoT จะส่งได้เฉพาะข้อความและต้องใช้เวลาช่วงขณะหนึ่งในส่งและรับข้อมูล ถ้าแยกข้อมูลทีละคำสั่งจะส่งผลการทำงานไม่ต่อเนื่องจึงใช้วิธีการขึ้นคำสั่งด้วยสัญลักษณ์แล้วพัฒนาโปรแกรมทำหน้าที่แยกคำสั่งในการทำงาน และพิจารณาอันหนึ่งการส่งข้อมูลผ่านระบบ MQTT ต้องมีตัวอักษรไม่เกิน 99 ตัวอักษร



ภาพที่ 7 ข้อมูลแสดงค่าสภาพแวดล้อม และสถานะการทำงานของอุปกรณ์ปรับสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน

การป้องกันการผิดพลาดงานผิดพลาดในการมีฮาร์ดแวร์ควบคุมสภาพแวดล้อมหลายโรงเรือนภายในโครงการวิจัยจะเพิ่มรหัสสถานที่ที่ต้องการจัดการข้อมูลภายในข้อความที่ส่งผ่านระบบ IoT อีกครั้งหนึ่งนอกเหนือจากที่ต้องกำหนดรหัสในการส่งตามรูปแบบแท็กในการส่งข้อมูลตามโครงสร้าง MQTT คือ “laylinghen/รหัสสถานที่” เพื่อให้ข้อมูลถูกต้องก่อนที่จะทำงานตามคำสั่งที่สั่งงานหรือรายงานข้อมูล

5. สรุปผลการทดลอง

ไก่ไข่มีระยะเวลาการออกไข่อยู่ที่ประมาณ 32 สัปดาห์ ในช่วงปริมาณการออกไข่อยู่ที่ประมาณ 60% ปริมาณไก่ทั้งฟาร์มอยู่ที่ประมาณ 20 สัปดาห์ เมื่อพิจารณาจากสถิติการบันทึกการออกไข่ในรูปแบบเดิมที่ใช้กระดาษและต้องบันทึกข้อมูลทุกกรงไก่ที่ออกไข่ใช้เวลาเฉลี่ยในการเก็บข้อมูลอยู่ที่ประมาณ 8 กรงต่อนาที ส่วนการบันทึกการออกไข่ด้วยแอปพลิเคชันด้วยการบันทึกด้วยคิวอาร์โค้ดอยู่ที่ประมาณ 16 กรงต่อนาที แต่การบันทึกข้อมูลด้วยแอปพลิเคชันสามารถเลือกรูปแบบการบันทึกกรงไก่ที่ออกไข่ซึ่งมีปริมาณที่น้อยกว่าไก่ที่ออกไข่ส่งผลลดเวลาในการบันทึกข้อมูลการออกไข่ได้ถึงประมาณ 5 เท่า เมื่อเทียบเวลาในการบันทึกข้อมูลในช่วงไก่ออกไข่น้อยกว่า 60% ของปริมาณไก่ทั้งฟาร์ม ยังสามารถลดเวลาในการทำงานได้ถึง 2 เท่าเนื่องจากไม่ต้องค้นหากรงที่ต้องการ

บันทึกข้อมูล และสามารถสรุปรายงานการออกไขในแต่ละวันได้ทันที

สรุปข้อมูลเพื่อใช้ในการบริหารจัดการฟาร์มไก่ไข่ในรูปแบบเดิมต้องค้นหาและรวบรวมตัวเลขจากบันทึกรายรับ รายจ่ายเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพฟาร์มไก่ไข่ ส่วนการบริหารจัดการฟาร์มไก่ผ่านแอปพลิเคชันในโครงการวิจัยผู้ใช้งานเพียงเลือกรายการที่ต้องการสรุปข้อมูลระบบจะนำตัวเลขกลับมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ทันทีทำให้การบริหารจัดการฟาร์ม

การจัดสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนไก่ไข่ด้วยด้วยกัญชชีล่อจิกในโครงการวิจัยสามารถรักษาอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่เหมาะสมการเลี้ยงไก่ไข่แม้แต่ในช่วงเวลาที่มีอุณหภูมิสูง และเมื่อเก็บข้อมูลและคุณภาพการออกไข่ในช่วงเดือนเมษายน ปริมาณไข่ยังออกไข่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานสายพันธุ์ และความหนาเปลือกไข่มีความหนาที่ปกติเมื่อเทียบกับฟาร์มไก่ไข่ใกล้เคียงกับฟาร์มที่ร่วมทำการวิจัย

6. โครงการวิจัยในอนาคต

ในการดำเนินการโครงการวิจัยนี้เหมาะสมกับฟาร์มไก่ไข่ที่มีไก่ไข่ไม่เกิน 3,000 ตัว เนื่องจากต้องใช้คนในการบันทึกข้อมูลสถิติการออกไข่ ดังนั้นแนวทางการพัฒนาในฟาร์มไก่ไข่มีไม่เกินกว่า 3,000 ตัว คนนำเซ็นเซอร์ หรือระบบตรวจสอบการออกไข่ด้วยภาพมาเก็บข้อมูลการออกไข่แต่ละกรง

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ งบประมาณแผ่นดิน

ปีงบประมาณ 2560 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณิตฟาร์ม อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ที่สนับสนุนฟาร์มไก่ไข่เพื่อใช้ทดสอบการทำงานโครงการวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] การเลี้ยงไก่ไข่ (สื่อออนไลน์). [เข้าถึงเมื่อ วันที่ 10 กันยายน 2561]. เข้าถึงได้จาก : <http://oknation.nationtv.tv>.
- [2] กรมส่งเสริมการเกษตร, คู่มือปฏิบัติงานเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรการจัดการฟาร์ม. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด: กรุงเทพฯ; 2556.
- [3] Jagodi D, Vujii D, Rani S. Android system for identification of objects based on QR code. Proceedings of the 23rd Telecommunications Forum Telfor (TELFOR); 2015 Nov 24-26; Belgrade, Serbia. IEEE; 2016.
- [4] วิษณุ ช้างเนียม. อุปกรณ์เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมพื้นที่ปลูกสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการพยากรณ์การเติบโตและความหวาน. วิศวกรรมลาดกระบัง. 2560; 34(1): 25 – 32.