การพัฒนาต้นแบบเครื่องชั่งแบบอินเตอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งสำหรับวิเคราะห์การเจริญเติบโตของไก่เนื้อในฟาร์ม

Prototype Development of the IoT Weighing Scale for Broiler Chicken Growth Analyses into the Farm

วัชรวิชญ์ ดาวสว่าง[1,*], อภัยภักดิ์ ประทุมทิพย์[1], ยุทธศักดิ์ ทอดทอง[1,]
พรศักดิ์ ศักดิ์สุจริต[2], และ ชาญณรงค์[3]
[1]สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
[2]บริษัท อุดร มาสเตอร์ มีเดีย พลัส จำกัด อำเภอเมืองอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี
[3]บริษัท ทีเอที เอ็นเนอจี้ แอนด์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร
Wacharawish Daosawang[1*], Aphaiphak Prathumthip[1], Yutthasak Todtong[1],
Pornsak Saksucharit[2] and Channarong Preechakul[3]
[1]Department of Electrical Engineering, Faculty of Technology, Udonthani Rajabhat University
[2]Udon Master Media Plus. Co. Ltd., Meuang Udonthani, Udonthani, Thailand
[3]TAT Energy and Engineering Co., Ltd., Bang Sue, Bangkok, Thailand

(Received: July 26, 2022; Revised: September 13, 2022; Accepted: September 30, 2022)

*ผู้ประสานงาน : นายวัชรวิชญ์ ดาวสว่าง อีเมล์ : wacharawish@udru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการนำเสนอการพัฒนาต้นแบบเครื่องชั่งที่นำระบบอินเตอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งมาใช้ในการวัดน้ำหนักของไก่เนื้อในฟาร์ม เป็นการพัฒนาอุปกรณ์เครื่องชั่งสำหรับการนำมาใช้ในการส่งข้อมูลน้ำหนักของไก่และความถี่ในการขึ้นเครื่องชั่งเพื่อแสดงผลแนวโน้มการเจริญเติบโตของไก่ในฟาร์ม ข้อมูลเหล่านี้จะถูกส่งผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตไปยังเซิร์ฟเวอร์แล้วนำไปวิเคราะห์การเจริญเติบโตของไก่ในฟาร์ม โดยระบบของเครื่องชั่งที่ได้พัฒนาขึ้นประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32-WROOM ทำงานร่วมกับบอร์ดแปลงสัญญาณแอนะล็อก HX711 ที่ต่อกับตัวตรวจวัดสัญญาณน้ำหนักที่มีขนาดพิกัดการวัดน้ำหนักได้ 20kg โดยมีรูปแบบการส่งข้อมูลผ่านเครื่อข่ายไร้สารและส่งข้อมูลเข้าสู่เซิร์ฟเวอร์ด้วยเกณฑ์วิธีแบบ MQTT จากผลการทดลอง ต้นแบบเครื่องชั่งสามารถส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตไร้สายได้และข้อมูลถูกต้องตามรูปแบบข้อมูลมาตรฐานการส่งออกข้อมูลที่ใช้งานกับเครื่องชั่งออนไลน์ และเครื่องชั่งต้นแบบนี้มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของน้ำหนักอยู่ที่ ±7.76% และสามารถแสดงผลน้ำหนักเฉลี่ยของไก่ในฟาร์มได้ตามเวลาจริง

คำสำคัญ: ต้นแบบ, เครื่องชั่งน้ำหนัก, อินเตอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง, ฟาร์มไก่เนื้อ

ABSTRACT

This article aims to present the prototype of weighing scale. It uses the internet of things (IoT) system for send the weight data of the broiler chicken in the farm. It's development the weighing scale to send the weight and frequencies of the chicken getup to the scale, for monitoring the growth trend, the data will send to the server on the internet network for analysis of the chicken growth into the farm. The system of the weighing scale developed on ESP32-WROOM microcontroller board, co-working with the data converter HX711 boards, it's connected the load cells 20kg. The data must send with the wireless network and send to the server by MQTT protocol. From the experiment, the prototype of weighing scale can be sent data to the internet wireless network, and the data is correct according to the continuous output format for the online scale, and the prototype has the average weight error ±7.76% and displayed the average of chicken weight in real-times.

Keywords: Prototype, Weighing Scale, Internet of things (IoT), Broiler Chicken farm

1. บทนำ

ปัจจุบันการเลี้ยงไก่เนื้อในฟาร์มนั้นมีวิธีการเลี้ยงที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละฟาร์ม รวมถึงสูตรอาหาร ระยะเวลาในการเลี้ยง การเลี้ยงไก่เนื้อ [1-2] แบบเดิมจะเป็นการเลี้ยงไก่ตามระยะเวลา เมื่อครบกำหนดเวลาจะมีการสุ่มวัดน้ำหนักไก่เพื่อปรับสูตรอาหารให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของไก่ ดังนั้นการเลี้ยงไก่แบบเดิมจึงจำเป็นต้องใช้แรงงานมนุษย์จำนวนมากในการดูแลและจัดเก็บข้อมูลการพัฒนาการของไก่ในฟาร์ม

โดยทั่วไปแล้วไก่ในฟาร์มจะมีพฤติกรรมอยู่รวมกันเป็นกลุ่มทั้งในด้านการหาอาหาร การกินอาหารรวมถึงการนอนพักอาศัย ในช่วงเวลากลางวันไก่ในฟาร์มจะมีการออกเดินหาอาหารไปทั่วทั้งฟาร์มและหากมีที่สูงไก่ก็จะมีการกระโดดขึ้น-ลงเพื่อสำรวจและขึ้นไปพักผ่อน ในช่วงเวลากลางคืนภายในฟาร์มจะมีการปิดไฟเพื่อให้ไก่ได้พักผ่อน

การเลี้ยงไก่มีการพัฒนาขึ้นโดยนำเอาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และเซนเซอร์ต่างๆ มาใช้สำหรับสร้างระบบควบคุมสภาวะต่างๆ ให้กับไก่ในฟาร์มหรือที่เรียกว่าฟาร์มไก่อัจฉริยะ [3-7] แต่อย่างไรก็

ตามการวัดน้ำหนักไก่เพื่อทำการเก็บข้อมูลนั้นยังใช้แรงงานมนุษย์อยู่เช่นเดิม และเนื่องจากการใช้แรงงานมนุษย์ในการสุ่มเลือกไก่เพื่อชั่งน้ำหนักจึงอาจมีการผิดพลาดขึ้นด้วยการเลือกเฉพาะไก่ที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ดีแล้วรายงานผลไปยังเจ้าของกิจการ

จากปัญหาเรื่องความผิดพลาดของการทำงานของแรงงานที่ทำการเก็บข้อมูลน้ำหนักไก่นี้ คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาเครื่องชั่งน้ำหนักสำหรับการเก็บข้อมูลน้ำหนักไก่แบบตามเวลาจริง ทำงานร่วมกับระบบอินเตอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งให้สามารถรับข้อมูลน้ำหนักของไก่ที่เกิดจากพฤติกรรมการกระโดดขึ้นบนเครื่องชั่งแบบสุ่ม เพื่อลดการใช้แรงงาน [8] และข้อผิดพลาดจากการใช้แรงงานมนุษย์ในการเลือกเก็บข้อมูล และข้อมูลที่ได้จะถูกส่งผ่านเครื่อข่ายอินเตอร์เน็ตเพื่อส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์สำหรับการประมวลผลการเจริญเติบโตและใช้สำหรับการพยากรณ์ [9] ปริมาณอาหารที่จะใช้ในอนาคต และแสดงผลข้อมูลการเจริญเติบโต น้ำหนักเฉลี่ย และข้อมูลทางสถิติความถี่ของไก่ที่กระโดดขึ้นเครื่องชั่ง ข้อมูลเหล่านี้สามารถแสดงผลผ่านหน้าต่างเว็บเพจซึ่งผู้ประกอบการหรือเจ้าของฟาร์มนั้นสามารถเข้าถึงได้ตลอดเวลา

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลงานวิชาการที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่คณะนักวิจัยได้พัฒนาต้นแบบเครื่องชั่งน้ำหนักแบบอินเตอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งนั้นมี 2 ด้านด้วยกัน คือ ด้านฟาร์มอัจฉริยะ และด้านการทำนายผลและการติดตามการเจริญเติบโตของไก่เนื้อในฟาร์ม ซึ่งมีผลงานวิจัยดังนี้

ปี ค.ศ. 2020 คณะนักวิจัยนำโดย Jake Astill, Rozita A. Dara, Evan D.G. Fraser, Bruce Roberts, และ Shanya Sharif ได้นำเสนอบทความเรื่อง Smart poultry management: Smart sensors, big data, and the internet of things เป็นการนำเสนอวิธีการจัดการฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีกที่ใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งร่วมกับเซนเซอร์ และวิธีการประมวลผลข้อมูลที่ได้มาเพื่อการจัดการฟาร์มให้ได้ประสิทธิภาพสูง

ปี ค.ศ. 2016 คณะนักวิจัยนำโดย Lata S. Handigolkar, M.L., Kavya and P.D. Veena ได้นำเสนอบทความเรื่อง Iot Based Smart Poultry Farming using Commodity Hardware and Software เป็นการนำเสนอการใช้อุปกรณ์ควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ปีกผ่านโทรศัพท์แบบสมาร์ตโฟน โดยใช้บอร์ดควบคุม Raspberry Pi สำหรับการแสดงผลสภาวะแวดล้อมของโรงเรือนบนเว็บไซต์และบอร์ด Arduino ใช้รับสัญญาณจากเซนเซอร์ต่างๆ ที่หลากหลายเช่น เซนเซอร์คุณภาพอากาศ อุณหภูมิและความชื้นอากาศ แสงสว่าง และกล้อง เพื่อให้สะดวกต่อการทำงานและสามารถเพิ่มผลผลิตในการเลี้ยงสัตว์ปีกให้สูงขึ้น

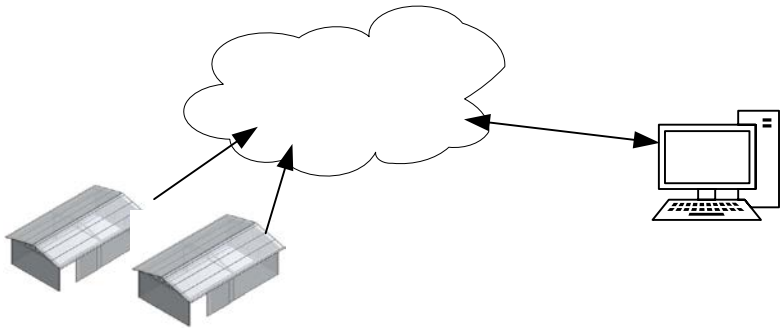
ปี พ.ศ.2562 คณะผู้วิจัยนำโดย ณัฐนารี สุขเสกสรรค์ จิรวัฒนา จารัตน์ จุฑามาศ มั่นมาก และ ปวีณญาณ์ จั่นสอน ได้นำเสนอผลงานวิจัยเรื่อง การพยากรณ์ปริมาณอาหารไก่โดยการประยุกต์ใช้สมการถดถอยเชิงเส้น กรณีศึกษา ฟาร์มไก่จังหวัดปราจีนบุรี โดยเป็นการพยากรณ์ปริมาณอาหารไก่ที่ใช้ในการเลี้ยงไก่ในฟาร์มให้มีความสอดคล้องต่อการเจริญเติบโตของไก่

จากงานวิจัยที่ได้กล่าวมานี้ผู้วิจัยจึงได้จัดทำต้นแบบเครื่องชั่งแบบอินเตอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งสำหรับวิเคราะห์การเจริญเติบโตของไก่เนื้อในฟาร์ม และข้อมูลเหล่านี้สามารถนำไปใช้สำหรับการพยากรณ์ปริมาณอาหารของไก่ในฟาร์ม โดยคณะผู้วิจัยจะได้ทำการออกแบบโครงสร้างและวิธีการดำเนินงานวิจัยต่อไป

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 หลักการทำงานของเครื่องชั่ง

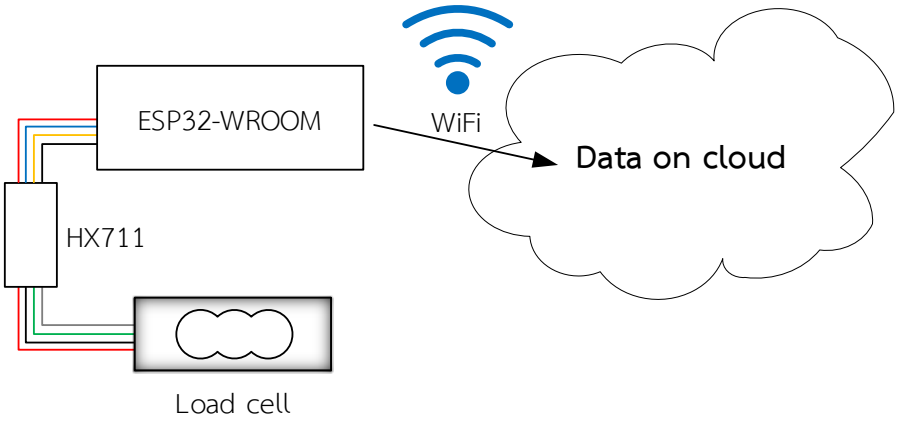
สำหรับการใช้งานจริงของเครื่องชั่งนี้จะถูกติดตั้งไว้ในโรงเรือนเลี้ยงไก่ดังรูปที่ 1 แต่ละโรงเรือนจะมีรหัสหมายเลขของแต่ละโรงเรือน เมื่อเครื่องถูกติดตั้งใช้งานจะมีการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตทุกๆ 300 – 350ms ไปยังเซิร์ฟเวอร์ด้วยเกณฑ์วิธีแบบ MQTT (Message Queue Telemetry Transport) ทางด้านเซิร์ฟเวอร์จะทำการประมวลผลและแสดงข้อมูลต่างๆ ผ่านเว็บเพจ



รูปที่ 1 ระบบการใช้งานจริงของเครื่องชั่งแบบอินเตอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง

3.2 วัสดุวิจัยและการออกแบบการทำงาน

การพัฒนาเครื่องชั่งประสานระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งนั้นมีโครงสร้างและขั้นตอนการพัฒนาเครื่องชั่งน้ำหนักของไก่เป็นไปดังรูปที่ 2 โดยระบบการทำงานของเครื่องชั่งที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นการนำเอาเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งมาทำงานร่วมกับเครื่องชั่ง



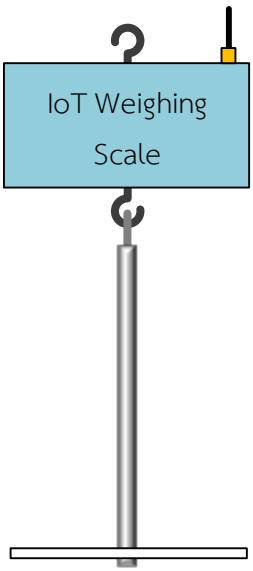
รูปที่ 2 ระบบโครงสร้างอุปกรณ์ของต้นแบบเครื่องชั่งน้ำหนัก
ทำงานร่วมกับระบบอินเตอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง

จากรูปที่ 2 ระบบของต้นแบบเครื่องชั่งน้ำหนักประกอบด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32-WROOM เป็นตัวประมวลผลหลักในการอ่านค่าน้ำหนักที่เกิดขึ้นทำงานร่วมกับบอร์ดแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล

บอร์ดแปลงสัญญาณ HX711 ทำหน้าที่แปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นข้อมูลดิจิทัลแล้วส่งข้อมูลผ่านการสื่อสารพอร์ตอนุกรมแบบ I2C ซึ่งบอร์ด HX711 นี้ต่อใช้งานร่วมกับตัวตรวจวัดน้ำหนักหรือโหลดเซลล์

ตัวตรวจวัดน้ำหนักหรือโหลดเซลล์ ตัวตรวจวัดสัญญาณน้ำหนักที่ใช้คือรุ่น GPB100 จากบริษัท GALOCE [10] ที่มีพิกัดความสามารถรองรับน้ำหนักได้สูงสุดที่ 20kg มีความเที่ยงตรงสูงที่ ±0.03% ส่งสัญญาณแบบแอนะล็อกไปยังบอร์ดแปลงสัญญาณ HX711

จากโครงสร้างและอุปกรณ์ดังรูปที่ 2 คณะผู้วิจัยได้ออกแบบต้นแบบเครื่องชั่งเพื่อให้มีความสะดวก เหมาะสมต่อการใช้งานและสอดคล้องกับพฤติกรรมของไก่ ซึ่งผลการออกแบบต้นแบบเครื่องชั่งน้ำหนักเป็นไปดังรูปที่ 3 จากรูปที่ 3 ต้นแบบเครื่องชั่งจะมีวงจรและอุปกรณ์ต่างๆ อยู่ภายในกล่องพลาสติก สำหรับโหลดเซลล์นั้นจะถูกยึดติดกับกล่องและแกนตะขอที่ใช้แขวนเครื่องชั่ง เครื่องชั่งจะมีแกนเหล็กที่ติดแผ่นถาดวงกลมสำหรับให้ไก่กระโดดขึ้นเครื่องชั่งได้



รูปที่ 3 แบบของต้นแบบเครื่องชั่งน้ำหนักแบบประสารระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

3.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัยการพัฒนาต้นแบบเครื่องชั่งน้ำหนักแบบประสารระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งนี้จะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ

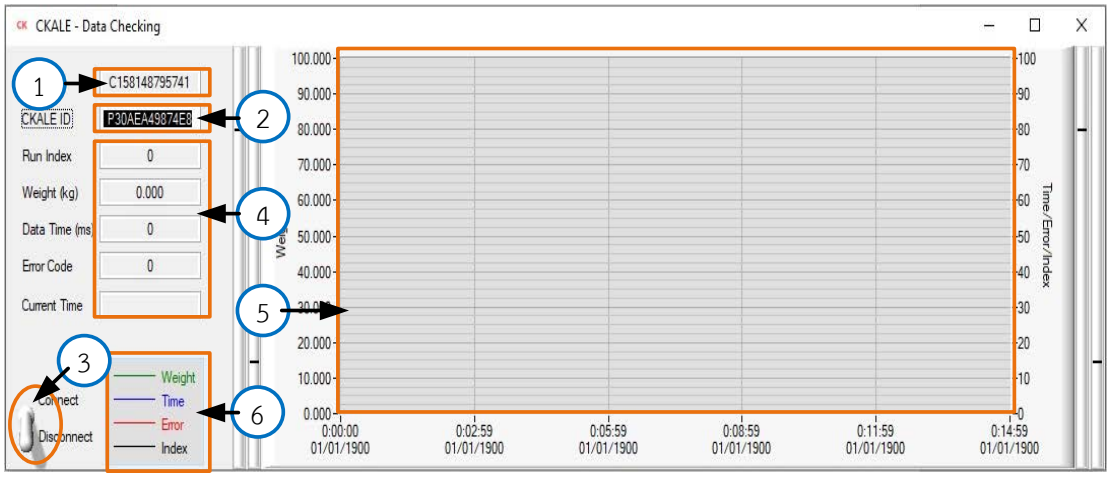
- การทดสอบความถูกต้องและเที่ยงตรงของเครื่องชั่ง
- การทดสอบจำลองการใช้งานจริงของเครื่องชั่ง

การทดสอบความถูกต้องและเที่ยงตรงของเครื่องชั่ง เป็นการทดสอบหาค่าความผิดพลาดของการวัดจริงของเครื่องชั่ง โดยก่อนการทดสอบนั้นจะมีการสอบเทียบต้นแบบเครื่องชั่งที่ได้พัฒนาขึ้นกับลูกตุ้มน้ำหนักมาตรฐานขนาด 1kg คลาส M2 ที่มีการเทียบน้ำหนักกับเครื่องชั่งมาตราฐาน ยี่ห้อ Etekcity รุ่น EK6015 หลังจากการสอบเทียบกับน้ำหนักมาตรฐานแล้วจะทำการทดสอบเครื่องชั่งกับลูกตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 3 ค่าน้ำหนัก คือ ขนาด 100g 500g และ 1kg

การทดสอบจำลองการใช้งานจริง หลังจากการทดสอบความถูกต้องและเที่ยงตรงของเครื่องชั่งแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการทดสอบจำลองการใช้งานจริง โดยการจำลองการใช้งานจริงนั้นจะใช้โปรแกรม CKALE-CHECKER 5.3 โดยบริษัท ทีเอที เอ็นเนอจี่ แอนด์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด พัฒนาขึ้นสำหรับการแสดงผลข้อมูลที่เครื่องชั่งส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์

จากรูปที่ 4 โปรแกรม CKALE-CHECKER 5.3 นี้ใช้สำหรับตรวจสอบข้อมูลที่ถูกส่งจากต้นแบบเครื่องชั่งน้ำหนักเข้าสู่เซิร์ฟเวอร์ด้วยเกณฑ์วิธีแบบ MQTT และตรวจสอบความถูกต้องตามรูปแบบข้อมูลมาตรฐานการส่งออกข้อมูล โดยโปรแกรมนั้นจะมีการกำหนดค่ารหัสผู้ใช้บริการดังหมายเลข 1 ผู้ใช้งานเครื่องจะทำการกำหนดรหัสของเครื่องชั่งลงในช่องหมายเลข 2 แล้วทำการ

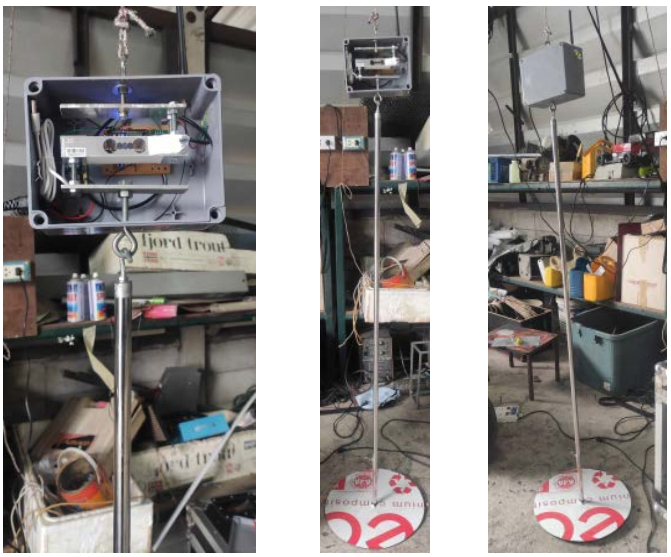
เชื่อมต่อโปรแกรมกับเครื่องชั่งที่ปุ่มหมายเลข 3 ข้อมูลต่างๆ ที่ส่งมาจะแสดงผลตัวเลขในช่องหมายเลข 4 และแสดงผลเชิงเส้นกราฟในช่องที่ 5 ซึ่งมีคำอธิบายของเส้นกราฟแต่ละสีในช่องที่ 6



รูปที่ 4 โปรแกรม CKALE-CHECKER 5.3 สำหรับการจำลองการใช้งานจริงของเครื่องชั่ง

4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากวิธีการดำเนินงานวิจัยต้นแบบเครื่องชั่งประสานระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งนั้นมีโครงสร้างและขั้นตอนการพัฒนาเครื่องชั่งน้ำหนักของไก่เป็นไปดังรูปที่ 5



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 5 ระบบการทำงานของเครื่องชั่งน้ำหนักแบบประสารระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

จากรูปที่ 5(ก) เป็นการประกอบวงจรทั้งหมดของโครงสร้างวงจรในรูปที่ 1 ลงในกล่องพลาสติก โดยตัวโหลดเซลล์จะติดตั้งไว้กับแกนเหล็กสำหรับแขวนและมีแกนเหล็กกับแผ่นถาดวงกลมสำหรับให้ไก่กระโดดขึ้นเครื่องชั่งแขวนติดด้านล่างดังรูปที่ 5(ข) และ รูปที่ 5(ค) เป็นรูปเครื่องชั่งขณะพร้อมใช้งานที่ทำการประกอบฝาปิดเครื่องชั่งเรียบร้อยแล้ว

จากนั้นทำการสอบเทียบเครื่องชั่งต้นแบบกับลูกตุ้มขนาดน้ำหนัก 1 kg เพื่อให้เครื่องชั่งสามารถทำการชั่งน้ำหนักได้อย่างถูกต้อง หลังจากนั้นทำการวัดค่าน้ำหนักจริงด้วยลูกตุ้มน้ำหนัก 3 ค่า ได้แก่ 100g 500g และ 1000g หรือ 1kg ดังรูปที่ 6 และทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ซึ่งผลที่ได้มีดังตารางที่ 1 ตารางการทดสอบความถูกต้องและเที่ยงตรงของต้นแบบเครื่องชั่งน้ำหนัก

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 6 การทดสอบเครื่องชั่งกับลูกตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน

ตารางที่ 1 ตารางการทดสอบความถูกต้องและเที่ยงตรงของต้นแบบเครื่องชั่งน้ำหนัก

ครั้งที่	น้ำหนัก 100 g		น้ำหนัก 500 g		น้ำหนัก 1,000 g	
	เครื่องชั่งต้นแบบ (g)	เครื่องชั่งมาตรฐาน (g)	เครื่องชั่งต้นแบบ (g)	เครื่องชั่งมาตรฐาน (g)	เครื่องชั่งต้นแบบ (g)	เครื่องชั่งมาตรฐาน (g)
1	97	100	462	500	923	999
2	101	100	465	499	923	1,000
3	101	100	463	500	920	1,000
เฉลี่ย	99.7	100.0	463.3	499.7	922.7	999.7

จากตารางที่ 1 ผลเมื่อนำผลการทดลองที่ได้มาทำการหาค่าความผิดพลาดของเครื่องมือวัดทั้งสองผลที่ได้จากการทดลองจะมีดังตารางที่ 2 ตารางค่าความผิดพลาดเครื่องชั่งมาตฐานและตารางที่ 3 ตารางค่าความผิดพลาดเครื่องชั่งต้นแบบ

ตารางที่ 2 ตารางค่าความผิดพลาดเครื่องชั่งมาตฐาน

ครั้งที่	น้ำหนัก 100 g		น้ำหนัก 500 g		น้ำหนัก 1,000 g	
	เครื่องชั่งมาตรฐาน (g)	ค่าผิดพลาด (%)	เครื่องชั่งมาตรฐาน (g)	ค่าผิดพลาด (%)	เครื่องชั่งมาตรฐาน (g)	ค่าผิดพลาด (%)
1	100	0.00	500	0.00	999	-0.10
2	100	0.00	499	-0.20	1,000	0.00
3	100	0.00	500	0.00	1,000	0.00
เฉลี่ย	100.00	0.00	499.7	-0.07	999.7	-0.03

ตารางที่ 3 ตารางค่าความผิดพลาดเครื่องขชั่งต้นแบบ

ครั้งที่	น้ำหนัก 100 g		น้ำหนัก 500 g		น้ำหนัก 1,000 g	
	เครื่องชั่งต้นแบบ (g)	ค่าผิดพลาด (%)	เครื่องชั่งต้นแบบ (g)	ค่าผิดพลาด (%)	เครื่องชั่งต้นแบบ (g)	ค่าผิดพลาด (%)
1	97	-0.30	462	-7.60	923	-7.70
2	101	+0.10	465	-7.00	923	-7.70
3	101	+0.10	463	-7.40	920	-7.80
เฉลี่ย	99.7	-0.33	463.3	-7.33	922.7	-7.73

จากรูปที่ 6(ก) เป็นการทดสอบเทียบต้นแบบเครื่องชั่งกับลูกตุ้มน้ำหนักมาตรฐานดังรูปที่ 6(ข) เทียบกับการใช้เครื่องชั่งมาตรฐานที่มีจำหน่ายทั่วไปดังรูปที่ 6(ค)

พร้อมกันนี้เป็นการจำลองการทำงานของโปรแกรม CKALE-CHECKER 5.3 ร่วมกับลูกตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 3 ค่าดังตารางที่ 1 มีภาพการทดลองผลที่ได้จากการจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม CKALE-CHECKER 5.3 มีผลดังรูปที่ 7 ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองนี้มีค่าดังตารางที่ 3 ตาราง

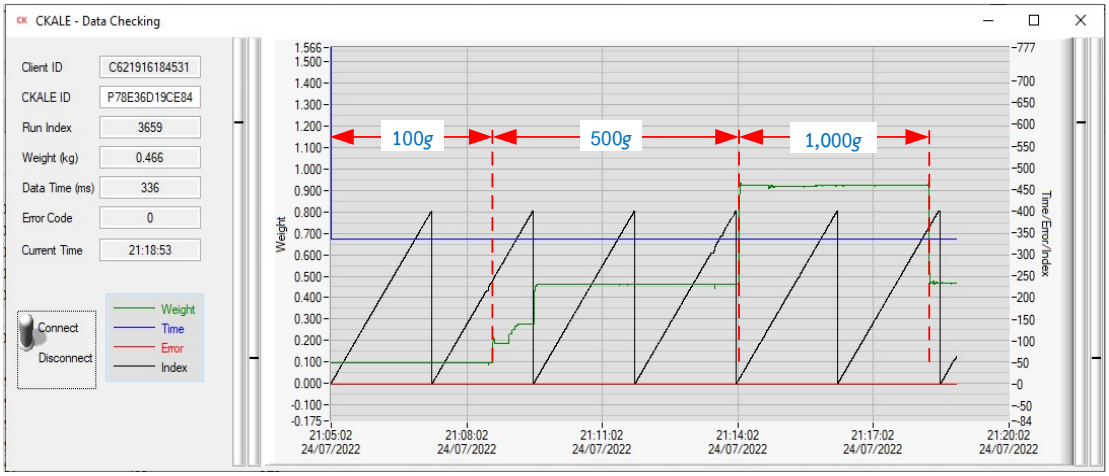
ทดสอบวัดค่าลูกตุ้มน้ำหนักและจำลองการทำงานของเครื่องชั่งต้นแบบนี้สามารถหาค่าความผิดพลาดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้จากสมการ

$$\%err = (\frac{X_n - X_r}{X_r}) \times 100$$

เมื่อ $\%err$ คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด

X_n คือ ค่าที่วัดได้ในแต่ละครั้ง

X_r คือ ค่าน้ำหนักอ้างอิง



รูปที่ 7 ผลการจำลองการใช้งานจริงของเครื่องชั่งด้วยโปรแกรม CKALE-CHECKER 5.3

ผลจากการทดสอบการส่งข้อมูลของเครื่องชั่งดังรูปที่ 7 จะเห็นว่าข้อมูลน้ำหนักสามารถส่งข้อมูลได้ถูกต้องหรือเส้นสีเขียว (Weight) มีลำดับข้อมูลเส้นสีดำ (Index) ที่ถูกต้องและคาบเวลาในการส่งข้อมูลต่อรอบเส้นสีน้ำเงิน (Time) จะมีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 300 – 350ms

และผลจากการวัดและจำลองการทำงานของเครื่องชั่งต้นแบบนี้จะมีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสูงสุดอยู่ที่น้ำหนักอ้างอิง 100g มีค่าเป็น -0.30% ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยมีค่าเป็น -0.33% ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสูงสุดอยู่ที่น้ำหนักอ้างอิง 500g มีค่าเป็น -7.60% ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยมีค่าเป็น -7.33% และค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสูงสุดอยู่ที่น้ำหนักอ้างอิง 1,000g มีค่าเป็น -7.80% และค่าความผิดพลาดเฉลี่ยมีค่าเป็น -7.76%

5. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยการพัฒนาต้นแบบเครื่องชั่งแบบอินเตอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งสำหรับวิเคราะห์การเจริญเติบโตของไก่เนื้อในฟาร์ม โดยเครื่องชั่งต้นแบบที่ได้พัฒนาขึ้นนี้สามารถทำงานได้ตาม

วัตถุประสงค์และมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยสูงสุดในการวัดค่าน้ำหนักอยู่ที่ -7.76% ซึ่งสามารถยอมรับได้เนื่องจากการนำไปประยุกต์ใช้งานนั้นเป็นการใช้ในการบ่งชี้ถึงแนวโน้มการเจริญเติบโตของไก่เนื้อที่เลี้ยงในฟาร์มเปรียบเทียบกับปริมาณอาหาร สูตรอาหาร และสามารถนำข้อมูลมาใช้สำหรับการเตรียมผลิตอาหารให้แก่สัตว์เลี้ยงได้อย่างต่อเนื่อง

อย่างไรก็ตามหากทำการเปรียบเทียบต้นแบบเครื่องชั่งกับมาตรฐานเครื่องมือวัด [11] อัตราการเผื่อเหลือเผื่อขาดหรือค่าความผิดพลาดของเครื่องชั่งต้นแบบนี้ยังไม่สามารถนำไปใช้ในการชั่งเพื่อกำหนดราคาได้ เนื่องจากเครื่องชั่งต้นแบบนี้ยังมีค่าความผิดพลาดหรืออัตราการเผื่อเหลือเผื่อขาดที่สูงกว่าที่มาตราฐานกำหนดไว้

แนวทางในการพัฒนาต่อไปคณะผู้วิจัยจะทำการออกแบบรูปแบบผลิตภัณฑ์ให้มีรูปลักษณ์ที่สวยงามด้วยการออกแบบกล่องให้สามารถจัดวางอุปกรณ์ให้สะดวกลดระยะสายตัวนำ ลดค่าความผิดพลาดจากการวัดให้มีค่าน้อยลงและจัดทำคู่มือสำหรับผลิตภัณฑ์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

จากงานวิจัยในครั้งนี้ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ที่สนับสนุนเครื่องมือในการวิจัย ขอขอบคุณบรัษัท อุดร มาสเตอร์ มีเดีย พลัส จำกัด ที่สนับสนุนอุปกรณ์ในงานวิจัยและเจ้าหน้าที่ทดสอบและเก็บข้อมูล ขอขอบคุณบริษัท ทีเอที เอ็นเนอจี่ แอนด์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ที่สนับสนุนโปรแกรมทดสอบการส่งข้อมูลของเครื่องชั่ง

เอกสารอ้างอิง

[1] เฉลิมชัย สังข์มณฑล. (2563). **การเลี้ยงไก่เนื้อ**. กรุงเทพฯ: เกษตรสยามบุ๊คส์, บจก.สนพ.

[2] สุวรรณ เกษตรสุวรรณ, ประทีป ราชแพทยาคม, กระจ่าย วิสุทธารมณ์, บุญธง ศิริพานิช, วรรณดา สุจริต และ สุภาพร อิสริโยดม. (2535). **การเลี้ยงไก่: ฉบับปรับปรุงแก้ไข พ.ศ. 2535.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[3] ปวิชญา สมทรง สรณ์สิริ คนึงคิด และ สุภาพร บรรดาศักดิ์. (2563). ระบบฟาร์มไก่ไข่อัจฉริยะที่ทำงานอัตโนมัติด้วยเซนเซอร์และควบคุมได้ด้วยมือถือ. **Rattanakosin Journal of Science and Technology**, 2(3), 167 – 175.

[4] Teddy Surya Gunawan, Mohamad Firdaus Sabar, Haidawati Nasir, Mira Kartiwi, S.M.A. Motakabber. (2019). Development of Smart Chicken Poultry Farm using RTOS on Arduino. **6th International Conference on Smart Instrumentation,**

Measurement and Applications (ICSIMA 2019), pp. 1035 – 1038. Kuala Lumpur, Malaysia: IEEE.

[5] Raden Budiarto, Nur Kholis Gunawan, Bagas Ari Nugroho. (2020). Smart Chicken Farming: Monitoring System for Temperature, Ammonia Levels, Feed in Chicken Farms. **Materials Science and Engineering 852,** 1 - 6.

[6] พิพัฒน์ ดุรงค์ดำรงชัย, และชัยพร อัดโดดดร. (2020). แบบจำ ลองระบบไอโอทีสำหรับฟาร์มไก่อัตโนมัติที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์. **Journal of Energy and Environment Technology**, 7(2), 73 - 86.

[7] I Ardiansah, N Bafdal, E Suryadi, A Bono. (2021). Design of Micro-Climate Data Monitoring System for Tropical Greenhouse based on Arduino UNO and Raspberry Pi. **Earth and Environmental Science,** 757, 1 - 12.

[8] Tan Wang, Xianbao Xu, Cong Wang, Zhen Li, and Daoliang Li. (2021). From Smart Farming towards Unmanned Farms: A New Mode of Agricultural Production. **MDPI Journal: Digital Agriculture,** 11(2), 1 - 26.

[9] ณัฐนารี สุขเสกสรรค์, จิรวัฒนา จารัตน์, จุฑามาศ มั่นมาก, และ ปวีณญาณ์ จั่นสอน. (2562). การพยากรณ์ปริมาณอาหารไก่โดยการประยุกต์ใช้สมการถดถอยเชิงเส้น กรณีศึกษา ฟาร์มไก่จังหวัดปราจีนบุรี. **วิศวกรรมสารธรรมศาสตร์**, 5(1), 5 - 10.

[10] Galoce: Single Point Load Cell. (2022). **GPB100 Beehive SMS weighing Single Point Load Cell 100kg.** สืบค้นจาก https://www.galoce.com/products/single-point-load-cell/GPB100_Beehive_SMS_weighing_Single_Point_Load_Cell.html.

[11] กระทรวงพาณิชย์. (2560). กำหนดชนิดและลักษณะของเครื่องชั่ง รายละเอียดของวัสดุที่ใช้ผลิตเครื่องชั่ง อัตราเผื่อเหลือเผื่อขาด ห้ามการให้คำรับรองชั้นหลัง และอายุของคำรับรอง. สืบค้นจาก http://www.cbwmthai.org/UploadFiles/law/3-8-2561.pdf.