

## การศึกษาพฤติกรรมการกินของสุกรโดยใช้การประมวลผลภาพเพื่อการพัฒนาสูตรอาหารสุกร Monitoring Pig Feeding Behavior through Image Processing for the Improvement of Feed Formulations

ประจวบ ปวรางกูร<sup>1</sup> และ กรณ์การ มุลโพธิ์<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สถาบันวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร prajuab@mut.ac.th

<sup>2</sup>สถาบันนวัตกรรมมหานคร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร kornika@mut.ac.th

### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาระบบอัจฉริยะสำหรับติดตามพฤติกรรมการกินของสุกรรายตัว โดยแบ่งการทำงานออกเป็นสองระบบหลัก ได้แก่ ระบบตรวจจับการเข้าถึงอาหารและการชั่งน้ำหนักอาหาร โดยใช้ Proximity Sensor และ Load Cell เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 และระบบระบุตัวตนของสุกรรายตัวด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพผ่านการตรวจจับสี RGB ที่แต้มลงบนตัวสุกรด้วยสีแดง น้ำเงิน และเหลือง ขนาดไม่เกิน 1 เซนติเมตร เพื่อไม่ให้รบกวนสุขภาพของสัตว์

ระบบได้รับการทดสอบภายในคอกทดลอง โดยปล่อยสุกรให้เคลื่อนไหวอย่างอิสระและทำการบันทึกข้อมูลพฤติกรรมการกินอาหารตลอดระยะเวลา 7 วัน ข้อมูลจากระบบจะถูกส่งและจัดเก็บผ่านเครือข่าย Wi-Fi ลงในเซิร์ฟเวอร์เพื่อการวิเคราะห์ พบว่าระบบสามารถชั่งน้ำหนักอาหารได้อย่างแม่นยำ โดยมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 2% และสามารถระบุตัวตนของสุกรได้อย่างถูกต้องภายใต้สภาวะแสงที่มีความเข้มในช่วง 1,000–4,000 ลักซ์ แม้จะเป็นต้นแบบที่รองรับการจัดเก็บข้อมูลสูงสุดเพียง 1 สัปดาห์ แต่ระบบยังมีศักยภาพในการพัฒนาให้รองรับการใช้งานระยะยาวและการแสดงผลผ่านคลาวด์เพื่อการประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรม

**คำสำคัญ:** พฤติกรรมการกิน, สัตว์, สุกร, ฝ้าดู, การชั่งน้ำหนัก, การประมวลผลภาพ

### Abstract

This article presents the design and development of an intelligent system for monitoring individual pig feeding behavior. The system integrates two primary components: (1) a mechanical-electrical subsystem for detecting feeder access and measuring feed weight using proximity sensors and load cells connected to an ESP32 microcontroller, and (2) an image processing-based identification subsystem utilizing RGB color detection. For pig identification, red, blue, and yellow color markers with a diameter of less than 1 cm were applied to the pigs' bodies to ensure no adverse effect on their health or behavior.

The system was tested in a pen environment where pigs were allowed to move freely. Data on feeding events, including individual identification, access detection, and feed weight consumption, were collected over a period of seven days and transmitted wirelessly via Wi-Fi to a centralized server for storage and analysis. Experimental results, as illustrated in Figures 7 and 8, demonstrate that the system can operate effectively with a feed weight measurement error of less than 2%. Moreover, pig identification was accurate under lighting conditions ranging from 1,000 to 4,000 lux. Although the current prototype supports data storage for up to one week, the system shows strong potential for further development, including extended storage capacity and real-time data visualization via cloud platforms for industrial-scale applications.

**Keywords:** Behavior Feeding, animal, pig, monitoring, weight measurement, Image Processing

### 1. บทนำ

สุกรเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อภาคการเกษตร เนื่องจากมีอัตราการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (Feed Conversion Efficiency) ที่ดี ส่งผลให้ระยะเวลาในการเลี้ยงลดลง ซึ่งนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจให้แก่เกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ การเจริญเติบโตของสุกรมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณการบริโภคอาหาร ดังนั้น การจัดการพฤติกรรมกรรมการทำกิจกรรมและการบริโภคอาหารของสุกร รวมถึงพัฒนาสูตรอาหารที่เหมาะสมกับสภาพการเลี้ยงจริง ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการผลิต ต้นทุนการเลี้ยง และคุณภาพของผลผลิต ในอุตสาหกรรมเลี้ยงสุกรอย่างยั่งยืน ด้วยเหตุนี้ นักวิจัยและนักพัฒนาจำนวนมากจึงได้เริ่มนำเทคโนโลยีด้านปัญญาประดิษฐ์และการประมวลผลภาพเข้ามาประยุกต์ใช้ในกระบวนการศึกษาพฤติกรรมของสุกร

ที่ผ่านมา มีการศึกษาที่ใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพเพื่อตรวจสอบและติดตามพฤติกรรมกรรมการทำกิจกรรมของสุกร [1] ซึ่งสามารถใช้ประเมินภาวะสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ยังมีการใช้การประมวลผลภาพในการประมาณค่าน้ำหนักตัวของสุกร [2] โดยไม่ต้องพึ่งพาการชั่งน้ำหนักแบบดั้งเดิม ซึ่งช่วยลดความเครียดของสัตว์และลดภาระงานของผู้เลี้ยงได้เป็นอย่างดี

ปัจจุบันบริษัทผู้ผลิตอาหารสัตว์ได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาสูตรอาหารสุกรให้เหมาะสมกับความต้องการของเกษตรกร ทั้งในด้านประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ต้นทุนการผลิต และความเหมาะสมกับสภาพการเลี้ยงจริงในแต่ละพื้นที่ โดยในกระบวนการพัฒนาและปรับปรุงสูตรอาหารใหม่ จำเป็นต้องดำเนินการทดลองกับสุกรกลุ่มตัวอย่าง เพื่อศึกษาพฤติกรรมการกินรวมถึงผลกระทบของสูตรอาหารต่อการเจริญเติบโตของสุกรอย่างเป็นระบบก่อนนำออกจำหน่ายจริง

ในขั้นตอนดังกล่าว บุคลากร เช่น สัตวแพทย์หรือสัตวบาล มักต้องใช้วิธีการเฝ้าสังเกตและบันทึกพฤติกรรมการกินของสุกรด้วยตนเอง พร้อมทั้งชั่งน้ำหนักของถังอาหารแต่ละสูตรทุกครั้งที่มีการบริโภค ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้เวลาและแรงงานมาก อีกทั้งยังมีความเสี่ยงต่อความคลาดเคลื่อนของข้อมูล ที่ผ่านมานักวิจัยได้นำเทคโนโลยี RFID (Radio Frequency Identification) มาประยุกต์ใช้ในการติดตามและบันทึกพฤติกรรมการกินของสุกร เช่นการตรวจสอบปริมาณอาหารที่บริโภคในแต่ละครั้ง [3] อย่างไรก็ตามการใช้ RFID จำเป็นต้องติดตั้งระบบเสาอากาศบริเวณคอกเลี้ยง และต้องติดอุปกรณ์ส่งสัญญาณ (tag) ที่สุกรแต่ละตัว ซึ่งอาจเพิ่มต้นทุนและความยุ่งยากในการจัดการในระดับฟาร์มจริง เพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว นักวิจัยจึงเริ่มหันมาใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image Processing) ในการติดตามพฤติกรรมการกินของสุกร โดยไม่ต้องสัมผัสหรือเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้ากับตัวสัตว์ ซึ่งสามารถตรวจจับและวิเคราะห์พฤติกรรมได้อย่างต่อเนื่องและแม่นยำ [4],[5] โดยมีการพัฒนาและต่อยอดเทคโนโลยีดังกล่าวอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน

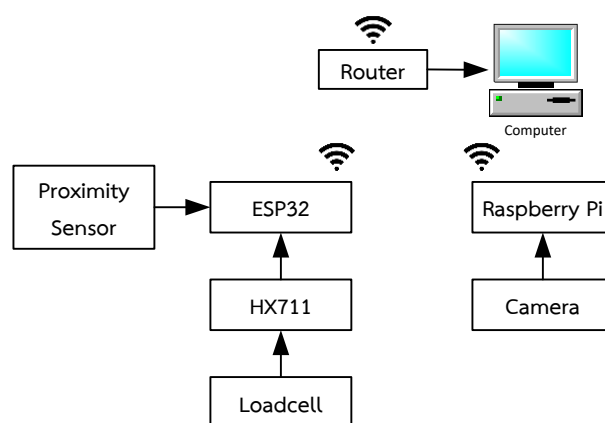
ดังนั้น บทความนี้จึงเสนอแนวทางการออกแบบระบบสำหรับบันทึกและติดตามพฤติกรรมการกินของสุกรโดยอัตโนมัติ โดยใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพควบคู่กับระบบจัดเก็บและแสดงผลข้อมูลผ่านระบบไร้สายในเครือข่ายเดียวกัน ซึ่งจะช่วยให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสนับสนุนการตัดสินใจในการพัฒนาสูตรอาหารสุกรให้มีความแม่นยำและเหมาะสมยิ่งขึ้น

## 2. ทฤษฎีและการออกแบบ

ระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยกล้องถ่ายภาพ เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว โหลดเซลล์ (load cell) โมดูล HX711 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 และ Raspberry Pi ซึ่งทั้งหมดทำงานร่วมกันผ่านเครือข่าย Wi-Fi ดังแสดงในบล็อกไดอะแกรม (รูปที่ 1) เมื่อเริ่มต้นระบบ กล้องจะถูกเปิดใช้งานเพื่อเตรียมถ่ายภาพในพื้นที่ให้อาหารสุกร ขณะเดียวกัน โหลดเซลล์จะทำการวัดน้ำหนักเริ่มต้นของอาหารในถัง โดยส่งสัญญาณเอาต์พุตผ่านโมดูล HX711 ไปยัง ESP32 ซึ่งจะประมวลผลและส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อจัดเก็บเป็นฐานข้อมูล เมื่อมีสุกรเข้ามาบริเวณถังให้อาหาร เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่ติดตั้งไว้บริเวณถังอาหารทั้งสามช่องจะทำหน้าที่ตรวจจับการมีอยู่ของสุกร จากนั้นจะส่งสัญญาณไปยัง ESP32 เพื่อกระตุ้น

ให้เริ่มอ่านค่าน้ำหนักของอาหารที่เปลี่ยนแปลงจากช่องที่สุกรกำลังกิน ในเวลาเดียวกัน กล้องที่เชื่อมต่อกับ Raspberry Pi จะทำการบันทึกภาพของสุกร และใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเพื่อระบุตัวตนของสุกรแต่ละตัว โดย Raspberry Pi จะส่งข้อมูลการระบุตัวตนนี้ไปยังเซิร์ฟเวอร์ผ่าน Wi-Fi ซึ่ง ESP32 จะนำข้อมูลดังกล่าวมาเชื่อมโยงกับข้อมูลน้ำหนักอาหารที่บริโภค เพื่อจัดเก็บเป็นพฤติกรรมการกินของสุกรแต่ละตัวแบบอัตโนมัติ

ดังนั้นบทความนี้จึงแบ่งเนื้อหาออกเป็นสองส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนที่หนึ่ง นำเสนอการออกแบบและพัฒนาระบบทางกลและทางไฟฟ้าเพื่อใช้ในการตรวจจับการเข้าถึงของสุกรและการชั่งน้ำหนักอาหาร โดยใช้อุปกรณ์เซนเซอร์และโหลดเซลล์ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนที่สอง มุ่งเน้นการระบุตัวตนของสุกรรายตัวผ่านเทคนิคการประมวลผลภาพ โดยใช้ระบบกล้องและอัลกอริทึมที่เหมาะสม เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลการบริโภคกับสุกรแต่ละตัวอย่างมีประสิทธิภาพ การบูรณาการระบบทั้งสองส่วนเข้าด้วยกันจะช่วยให้สามารถติดตามพฤติกรรมการกินของสุกรได้อย่างแม่นยำและเป็นระบบ ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงและพัฒนาสูตรอาหารให้เหมาะสมยิ่งขึ้นในเชิงอุตสาหกรรม



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของโครงงาน

### 2.1 การออกแบบและพัฒนาระบบทางกล และทางไฟฟ้า

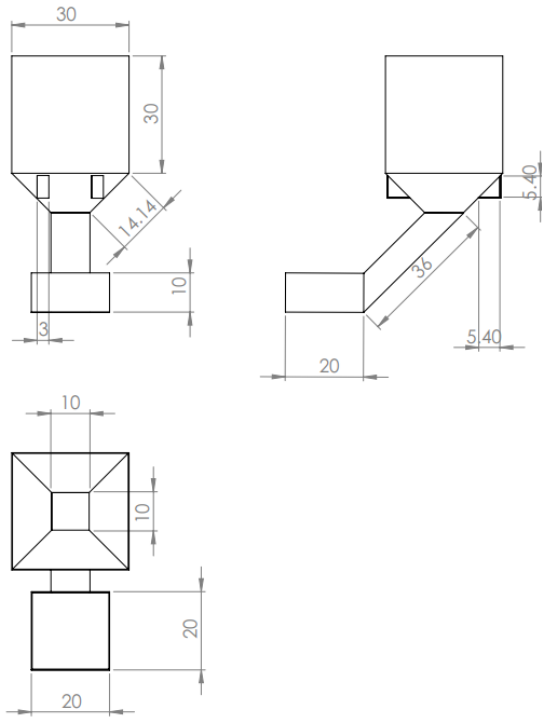
#### 2.1.1 การออกแบบทางกล

ในการออกแบบโครงสร้างถังบรรจุอาหารสำหรับสุกร ได้มีการใช้เหล็กแผ่นเป็นวัสดุหลักในการขึ้นรูป โดยดำเนินการตัดและเชื่อมประกอบเข้าด้วยกันในทุกด้านตามแบบที่แสดงในรูปที่ 2 จากนั้นโครงสร้างถังจะถูกติดตั้งบนขาตั้งเหล็ก ซึ่งถูกออกแบบให้มีตำแหน่งรองรับโหลดเซลล์จำนวน 4 จุด บริเวณเสาของขาตั้งแต่ละมุม (ดังแสดงในรูปที่ 4) เพื่อรองรับน้ำหนักถังอาหารโดยตรง ด้วยลักษณะการติดตั้งดังกล่าว แรงจากน้ำหนักของถังอาหารจะถูกส่งผ่านไปยังโหลดเซลล์ที่ตั้งตำแหน่ง ซึ่งสามารถคำนวณน้ำหนักรวมที่กระทำบนถังอาหารได้จากผลรวมของแรงที่วัดได้จากโหลดเซลล์ทั้งสี่ตัว ตามสมการที่ (1)

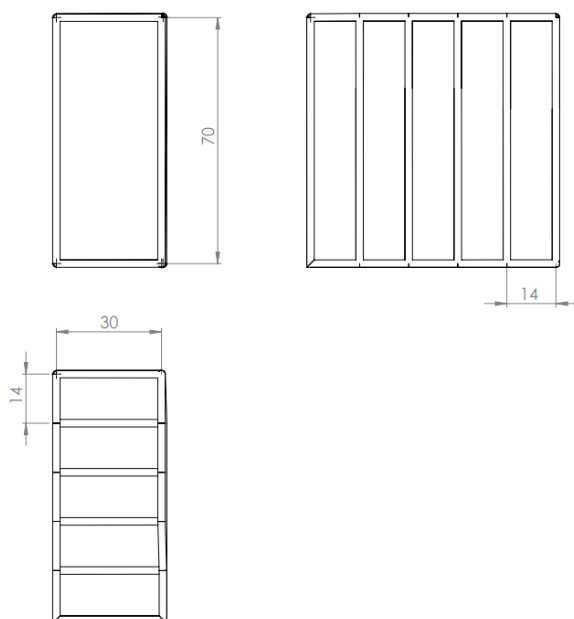
$$\sum F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 \quad (1)$$

โดยที่  $F_1, F_2, F_3, F_4$  เป็นแรงที่กระทำกับโหลดเซลล์ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ 4 ตามลำดับ

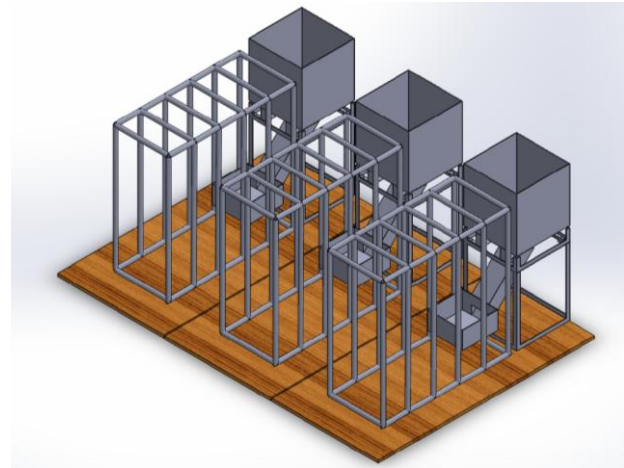
สำหรับการออกแบบกรงสำหรับให้สุกรเข้าถึงอาหาร ได้มีการออกแบบให้สามารถรองรับสุกรได้ครั้งละ 1 ตัวต่อช่องทางการกิน เพื่อความสะดวกในการเก็บข้อมูลพฤติกรรมการกินรายตัว โดยโครงสร้างของกรงและถังอาหารแสดงดังรูปที่ 3 และ 4 ตามลำดับ



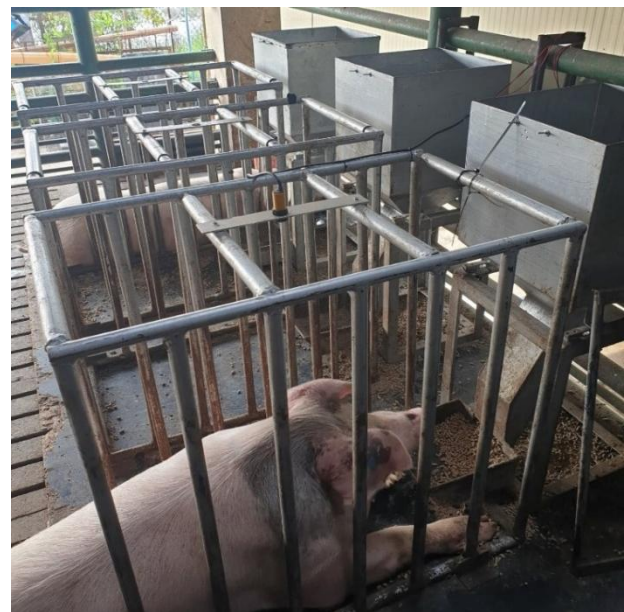
รูปที่ 2 โครงสร้างถังให้อาหารสุกร



รูปที่ 3 โครงสร้างกรงหลัก



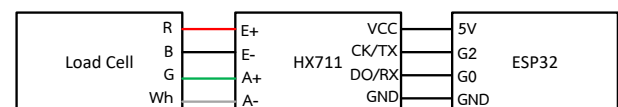
(ก)



(ข)

รูปที่ 4 โครงสร้างรวม ก) ภาพออกแบบ ข) ภาพชิ้นงานจริง

## 2.1.2 การออกแบบทางไฟฟ้า



รูปที่ 5 การต่อวงจรชั่งน้ำหนัก

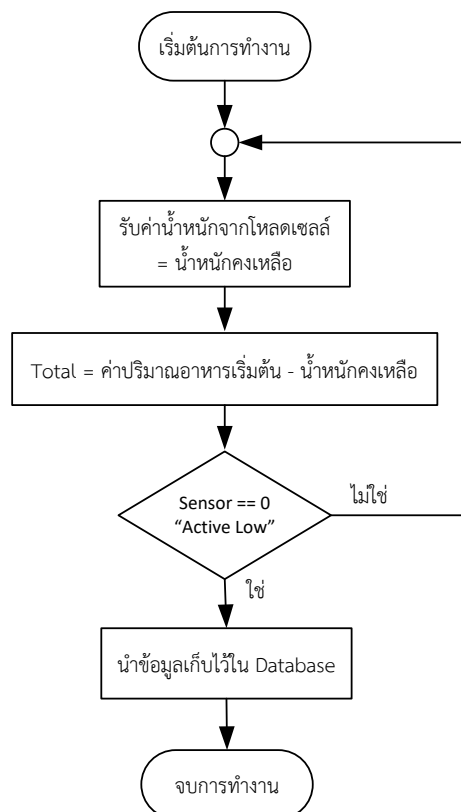
ส่วนการออกแบบทางไฟฟ้า แบ่งเป็น 2 วงจรหลัก โดยวงจรแรกเป็นวงจรสำหรับชั่งน้ำหนักโดยใช้โหลดเซลล์ที่ต่อกับโมดูล HX711 ซึ่งเป็นวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล (Analog to Digital Converter) 24 บิต ที่ได้รับความนิยมนำมาใช้งานร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการเชื่อมต่อวงจรแสดงดังรูปที่ 5 ภายหลังจากประกอบวงจร ได้ดำเนินการสอบเทียบ(Calibration) ค่าน้ำหนักโดยใช้ตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน

และทำการตั้งค่าน้ำหนักเริ่มต้นเป็นศูนย์ (Zero Setting) สำหรับถังอาหารเปล่าแก๊สโหลดเซลล์ทุกตัว จากนั้นจึงทำการทดสอบความแม่นยำของระบบชั่งน้ำหนัก โดยการใส่อาหารลงในถังที่ละ 1 กิโลกรัม เริ่มตั้งแต่น้ำหนัก 1 กิโลกรัม ไปจนถึง 5 กิโลกรัม พร้อมทั้งบันทึกค่าที่อ่านได้จากโหลดเซลล์แต่ละตัว และคำนวณค่าความผิดพลาด(Error) ของการวัดน้ำหนักในแต่ละช่วง ซึ่งผลการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ 1 พบว่าโหลดเซลล์สามารถวัดค่าน้ำหนักได้แม่นยำโดยมีความผิดพลาดไม่เกิน 2% ที่น้ำหนักไม่เกิน 5 กิโลกรัม วงจรส่วนที่สอง เป็นวงจรตรวจการเข้าถึงถังอาหารของสุกรผ่านเซนเซอร์ ซึ่งในการตรวจจับการเข้าถึงถังอาหารของสุกรในแต่ละช่อง ได้มีการติดตั้ง Proximity Sensor ซึ่งเป็นเซนเซอร์ที่สามารถตรวจจับวัตถุหรือการเคลื่อนไหวในระยะใกล้โดยไม่ต้องสัมผัส เซนเซอร์นี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบการปรากฏตัวของสุกรบริเวณด้านหน้าถังอาหารแต่ละช่อง โดยเมื่อมีสุกรเข้าใกล้ถังอาหาร เซนเซอร์จะส่งสัญญาณดิจิทัลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เพื่อแจ้งเตือนระบบให้เริ่มกระบวนการวัดน้ำหนักอาหารในขณะสุกรกำลังกิน หลังจากการชั่งน้ำหนัก ข้อมูลน้ำหนักอาหารที่ถูกบันทึกจะถูกส่งไปยังฐานข้อมูล และเชื่อมโยงกับข้อมูลของสุกรรายตัวที่ได้จากระบบการระบุตัวตนผ่านกล้อง ทั้งนี้เพื่อให้สามารถบันทึกปริมาณการบริโภคของสุกรแต่ละตัวได้อย่างแม่นยำ กระบวนการทั้งหมดสามารถแสดงเป็นลำดับขั้นตอนการทำงานตามที่ปรากฏในรูปที่ 6

การทำงานร่วมกันระหว่างเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุและระบบชั่งน้ำหนักนี้ ช่วยให้สามารถระบุช่วงเวลาที่มีสุกรแต่ละตัวกินอาหารได้อย่างแม่นยำ และลดความคลาดเคลื่อนในการเก็บข้อมูลเมื่อเทียบกับวิธีการสังเกตแบบดั้งเดิม

ตารางที่ 1 ผลการทดลองชั่งน้ำหนักจริงโดยใช้โหลดเซลล์

| น้ำ<br>หนัก<br>(Kg) | ค่าน้ำหนักที่อ่านได้จาก HX711 - Zero Factor                                                                                                              | ค่าจาก<br>โหลด<br>เซลล์      | น้ำ<br>หนัก<br>รวม | ค่าผิด<br>พลาด<br>(%) |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------|-----------------------|
| 1                   | Loadcell1 8526776 - 80000 = 8446776<br>Loadcell2 9092029 - 70000 = 9022029<br>Loadcell3 8563642 - 97000 = 8466642<br>Loadcell4 8563645 - 70000 = 8493645 | 0.21<br>0.31<br>0.38<br>0.11 | 1.01               | 1%                    |
| 2                   | Loadcell1 8526776 - 80000 = 8446776<br>Loadcell2 9092029 - 70000 = 9022029<br>Loadcell3 8563642 - 97000 = 8466642<br>Loadcell4 8563645 - 70000 = 8493645 | 0.42<br>0.55<br>0.62<br>0.41 | 2.00               | 0%                    |
| 3                   | Loadcell1 8526776 - 80000 = 8446776<br>Loadcell2 9092029 - 70000 = 9022029<br>Loadcell3 8563642 - 97000 = 8466642<br>Loadcell4 8563645 - 70000 = 8493645 | 0.69<br>0.86<br>0.83<br>0.63 | 3.01               | 0.33%                 |
| 4                   | Loadcell1 8526776 - 80000 = 8446776<br>Loadcell2 9092029 - 70000 = 9022029<br>Loadcell3 8563642 - 97000 = 8466642<br>Loadcell4 8563645 - 70000 = 8493645 | 0.84<br>1.21<br>1.15<br>0.81 | 4.01               | 0.25%                 |
| 5                   | Loadcell1 8526776 - 80000 = 8446776<br>Loadcell2 9092029 - 70000 = 9022029<br>Loadcell3 8563642 - 97000 = 8466642<br>Loadcell4 8563645 - 70000 = 8493645 | 0.74<br>1.34<br>1.72<br>1.18 | 5.00               | 0%                    |



รูปที่ 6 ขั้นตอนการทำงาน (Flow chart) การคำนวณน้ำหนักและบันทึกผลไปยังฐานข้อมูล

## 2.2 การระบุตัวตนด้วยการประมวลผลภาพ

การระบุตัวตนด้วยการประมวลผลภาพถือเป็นหนึ่งในเทคนิคสำคัญที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในหลากหลายสาขา เนื่องจากความสามารถในการวิเคราะห์และจดจำวัตถุหรือบุคคลจากลักษณะเฉพาะที่ปรากฏในภาพ เทคนิคการตรวจจับสีในระบบ RGB (Red, Green, Blue) เป็นวิธีพื้นฐานที่ใช้ในการแยกแยะและจำแนกวัตถุต่าง ๆ โดยอาศัยการประมวลผลข้อมูลสีในภาพดิจิทัล [6]

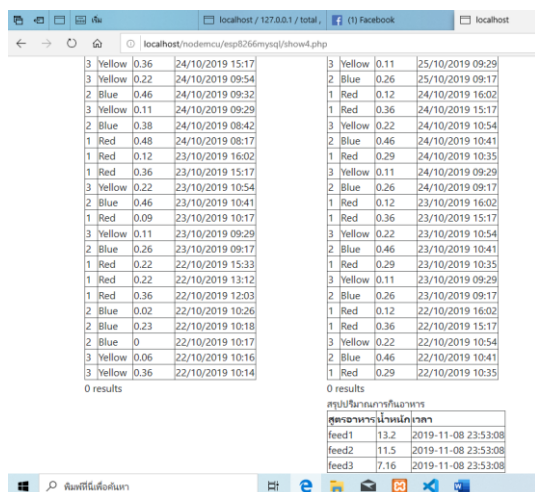
ระบบการตรวจจับสี RGB มีข้อได้เปรียบในด้านความง่ายต่อการติดตั้ง และการประมวลผลข้อมูล อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานระบุตัวตนที่ต้องการความรวดเร็วและแม่นยำภายใต้สภาพแวดล้อมที่หลากหลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุนี้บทความนี้จึงเลือกใช้เทคนิคการตรวจจับสี RGB มาช่วยในการระบุตัวตนของสุกรภายในคอกซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่มีข้อจำกัดด้านแสงและการเคลื่อนไหวของสัตว์ โดยได้ทำการแต้มสีลงบนตัวสุกรด้วยสีแดง น้ำเงิน และเหลือง ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 1 เซนติเมตร เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพหรือพฤติกรรมของสัตว์

การทดสอบการระบุตัวตนของสุกรด้วยเทคนิคดังกล่าวดำเนินการภายใต้เงื่อนไขของฟาร์มจริงและผลการตรวจจับจำนวน 60 ครั้ง ที่ระดับความเข้มแสงที่วัดได้จากเครื่องวัดความเข้มแสง (LUX Meter) 1,000-4,000 Lux ตรวจจับได้ 100% แสดงดังตารางที่ 2



ตารางที่ 2 ผลการทดลองตรวจจับสัตว์สุกร

| สุกรตัวที่        | ภาพที่ใช้ในการตรวจจับ                                                             | ตรวจจับได้ |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| ตัวที่1<br>RED    |  | 100%       |
| ตัวที่2<br>BLUE   |  | 100%       |
| ตัวที่3<br>YELLOW |  | 100%       |



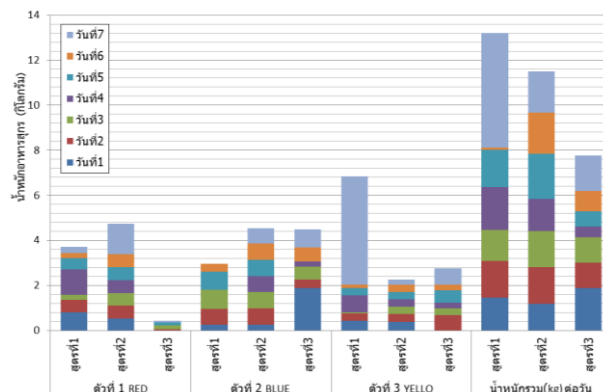
รูปที่ 7 หน้าต่างแสดงผลการกินของสุกร และสรุปน้ำหนักอาหารแต่ละสูตรผ่านผ่าน wifi

เมื่อดำเนินการบูรณาการระบบทุกองค์ประกอบเข้าด้วยกัน ผู้วิจัยได้ทำการใส่สูตรอาหารลงในถังอาหารทั้งหมด 3 สูตร โดยมีรายละเอียดดังนี้

- สูตรที่ 1 ประกอบด้วย โปรตีนไม่น้อยกว่า 18%, กากใยไม่มากกว่า 6%, ไขมันไม่น้อยกว่า 3% และความชื้นไม่มากกว่า 13%
- สูตรที่ 2 ประกอบด้วย โปรตีนไม่น้อยกว่า 12%, กากใยไม่มากกว่า 8%, ไขมันไม่น้อยกว่า 2% และความชื้นไม่มากกว่า 13%
- สูตรที่ 3 ประกอบด้วย โปรตีนไม่น้อยกว่า 12%, กากใยไม่มากกว่า 8%, ไขมันไม่น้อยกว่า 2% และความชื้นไม่มากกว่า 13%

การทดสอบระบบดำเนินการโดยการปล่อยสุกรให้เคลื่อนไหวอย่างอิสระภายในคอก และติดตามพฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหารผ่านระบบที่พัฒนาไว้ตลอดระยะเวลา 7 วัน โดยข้อมูลที่ได้จากระบบการระบุตัวตนการตรวจจับการเข้าถึงถังอาหาร และการวัดปริมาณอาหารที่บริโภค จะถูกจัดเก็บลงในเซิร์ฟเวอร์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ในภายหลัง ผลการทดลองเบื้องต้นแสดงไว้ในรูปที่ 7 และสรุปผลการเก็บบันทึกตลอดช่วงระยะเวลาการ

ทดลองแสดงในรูปที่ 8 โดยนำค่าน้ำหนักที่ได้จากระบบมาเทียบค่ากับการชั่งน้ำหนักจริงในแต่ละวัน พบว่ามีค่าความผิดพลาดของการชั่งน้ำหนักไม่เกิน 2% ซึ่งจะเห็นว่าระบบสามารถทำงานได้จริงและสามารถสรุปผลผ่าน wifi ได้อย่างแม่นยำ



รูปที่ 8 แสดงปริมาณการกินอาหารของสุกรแต่ละตัวในระยะเวลา 7 วัน

### 3. สรุปผล

จากการศึกษาพฤติกรรมกรรมการกินของสุกรโดยใช้ระบบประมวลผลภาพเพื่อระบุตัวตนของสุกรร่วมกับการบันทึกพฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหาร และแสดงผลข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย (Wi-Fi) พบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนในการชั่งน้ำหนักไม่เกิน 2% และสามารถระบุตัวตนของสุกรได้อย่างแม่นยำภายใต้สภาวะแสงที่มีความเข้มในช่วง 1,000–4,000 ลักซ์ เนื่องจากระบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับต้นแบบ การจัดเก็บข้อมูลจึงสามารถรองรับได้สูงสุดเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ อย่างไรก็ตาม สามารถเพิ่มศักยภาพของระบบได้โดยขยายพื้นที่จัดเก็บข้อมูลเพิ่มเติม รวมถึงสามารถพัฒนาระบบแสดงผลผ่านแพลตฟอร์มคลาวด์เพื่อรองรับการประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรมในอนาคต

### เอกสารอ้างอิง

- [1] Kashiha, Mohammad Amin, et al. "Automatic monitoring of pig activity using image analysis," International Conference on Advanced Concepts for Intelligent Vision Systems, Cham: Springer International Publishing, 2013, pp. 555-563.
- [2] Pisanu Kumechai, "Pig Weight Estimation Using Image Processing and Artificial Neural Networks" Journal of Science and Technology, Vol.5, No.1, January-December 2022, pp.72-82.
- [3] Felix Adrion, et al. "Monitoring trough visits of growing-finishing pigs with UHF-RFID," Computers and Electronics Agriculture, Vol.144, January 2018, pp.144-153.

- [4] Chen Chen, et al. "Recognition of feeding behavior of pigs and determination of feeding time of each pig by video-based deep learning method," Computers and Electronics Agriculture, Vol.176, September 2020, 105642.
- [5] Suteera Puengsawad, et al. "Farrowing Monitoring System for Sows Using Deep learning Techniques," Huachiew Chalermprakit Science and Technology Journal," Vol.10, No.2, July-Decemer 2024, pp.70-81.
- Thongchai Pangundee, et al. "Color-Based Automated Sorting System Using Image Processing Techniques," Jornal of Technology and Engineering Progress, Vol.3, No.1, January-June 2025, pp.84-93.



**ประจวบ ปวรางกูร** จบการศึกษาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปัจจุบันเป็นอาจารย์สถาบันวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร หัวหน้างานวิจัยที่

สนใจคือ Low-voltage and low-power analog circuit



**กรณิการ์ มูลีโพธิ์** สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีและปริญญาเอก วิศวกรรมไฟฟ้า สาขาอิเล็กทรอนิกส์ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ในปี พ.ศ.2544 และ พ.ศ.2549 ตามลำดับ เริ่มทำงานที่ภาควิชาวิศวกรรมระบบวัดคุมและเมคคาทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ในปี พ.ศ.2549 ถึงปัจจุบัน มีความสนใจในงานด้านออกแบบวงจรรวมที่ใช้พลังงานและแรงดันต่ำ งานด้านระบบควบคุมอัตโนมัติ และนวัตกรรมหุ่นยนต์