

# การพัฒนาเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง Development of an Automatic Dog Feeder Using the Internet of Things

ปิติพล พลพบุ<sup>1</sup> ธานิน ม่วงพูล<sup>2</sup> และ วริยา เย็นเป้ง<sup>3\*</sup>

Pitiphol Pholpabu<sup>1</sup> Thanin Muangpool<sup>2</sup> and Variya Yenpoeng<sup>3\*</sup>

สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์<sup>1,2</sup> และสาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์<sup>3\*</sup> มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

Program of Computer Technology<sup>1,2</sup> and Program of Industrial Art<sup>3\*</sup> Nakhon Pathom Rajabhat University

E-mail : Variya1234@webmail.npru.ac.th<sup>3\*</sup>

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง 2) ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และ 3) ศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีของผู้ใช้เครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เลี้ยงสุนัขในเขตอำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) เครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง 2) แบบประเมินประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และ 3) แบบสอบถามการยอมรับเทคโนโลยีของกลุ่มตัวอย่าง สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) เครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง การทำงานประกอบด้วย 5 ส่วน ได้แก่ (1) ส่วนควบคุมและประมวล (2) การตรวจสอบปริมาณอาหารทั้งในถังใส่อาหารและถาดอาหารสำหรับสุนัข (3) ส่วนกำหนดค่าสำหรับการจ่ายอาหาร (4) ส่วนแสดงผล และ (5) ส่วนแจ้งเตือน เครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และสามารถอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี 2) ผลการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารสุนัขพบว่า การทดสอบการทำงานของระบบ 10 ครั้ง ระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องทั้ง 10 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 100 ของการทดสอบ และผลการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับมากที่สุด และ 3) ผลการยอมรับเทคโนโลยีของกลุ่มตัวอย่างตามทฤษฎี TAM พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการทดลองใช้เครื่องให้อาหารสุนัข อยู่ในระดับมากที่สุด

**คำสำคัญ :** เครื่องให้อาหารสุนัข, อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, ระบบการแจ้งเตือน, ระบบสมองกลฝังตัว

## ABSTRACT

The purposes of the research were 1) to develop an automatic dog feeder using the Internet of Things, 2) to measure the performance of an automatic dog feeder using the Internet of Things, and 3) to study the technology acceptance of an automatic dog feeder using the Internet of Things. The target group for the research was dog owners within the province of Mueang Nakhon Pathom, which has an estimated 20 people. The research tools included 1) the automatic dog feeder using the Internet of Things, 2) a performance evaluation form, and 3) the satisfaction survey form for target group users. The statistics used in the research included percentage, mean, and standard deviation.

The research findings showed that 1) the automatic dog feeder using the Internet of Things insisted on 5 parts, including (1) the control and processing unit, (2) the measurement system for food containers, (3) the configuring system for food feeding, (4) the display unit, and (5) the notification system. The automatic dog feeder using the Internet of Things performed according to

the research objective and could provide user convenience, 2) the performance of the system was evaluated by ten experiments with 100% accuracy and was graded by the experts at the highest level, and 3) the users' satisfaction towards the application, according to TAM, was at the highest level.

**Keywords :** Dog Feeder, Internet of Things, Notification System, Artificial Intelligence System

## บทนำ

ปัจจุบันสัตว์เลี้ยงกำลังเป็นที่ได้รับนิยมของคนทั่วไปเป็นอย่างมากไม่ว่าจะเป็นสัตว์เลี้ยงขนาดเล็ก เช่น นก หนู กระต่าย หรือสัตว์เลี้ยงที่มีขนาดใหญ่ เช่น สุนัข แมว เป็นต้น [1] โดยสัตว์เลี้ยงถูกเลี้ยงไว้ในบ้าน หรือที่พักอาศัย และด้วยสภาพการดำรงชีวิตในปัจจุบันผู้คนต้องออกไปทำงานนอกบ้าน หรือบางครั้งต้องออกไปทำธุระเป็นเวลานาน จึงไม่สามารถที่จะดูแลสัตว์เลี้ยงได้ทำให้เกิดความกังวลของผู้เลี้ยงสัตว์ที่อาจลืมให้อาหาร หรือลืมตรวจสอบว่าอาหารยังคงมีเพียงพอหรือไม่ และการฝากผู้อื่นเลี้ยงสัตว์ของตนหรือมีค่าใช้จ่ายในกรณีที่ได้นำสัตว์เลี้ยงไปฝากเลี้ยงตามศูนย์หรือร้านค้า ที่ให้บริการเลี้ยงสัตว์ชั่วคราว การให้อาหารแบบเดิมจะใช้วิธีการตั้งอาหารไว้แล้วค่อยเติมเป็นครั้งคราว ที่อาหารหรือการนำอุปกรณ์ที่อำนวยความสะดวกอย่าง เช่น กระบอกรอาหารเม็ดที่ให้อาหารไหลลงมาเองตามแรงโน้มถ่วงซึ่งการให้อาหารแบบเดิมอาจทำให้เกิดปัญหาการล้นเต็มอาหารเมื่ออาหารในภาชนะหมด แม้ว่าในปัจจุบัน จะมีเครื่องให้อาหารอัตโนมัติที่สามารถควบคุมผ่านสมาร์ทโฟนแต่ยังมีราคาแพง [2]

เทคโนโลยีมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ตรวจจับต่าง ๆ ระบบสมองกลฝังตัว IoT โดยการเปลี่ยนแปลงนี้ทั้งขนาดเล็ก และประยุกต์ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง ควบคุมการให้อาหารด้วยเซ็นเซอร์ที่ตัวเครื่องและใช้สมาร์ทโฟนในการควบคุม ตรวจสอบ การทำงานของอุปกรณ์ เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มี Node MCU8266 และ Servo SG90 เป็นต้น [3] ระบบออกแบบให้สามารถตรวจสอบระดับอาหารต่ำกว่าที่กำหนด เมื่ออาหารในกระบอกรมีปริมาณลดลง จนเกือบจะหมดกระบอก ระบบจะมีการให้อาหารอัตโนมัติและผู้เลี้ยงสามารถตรวจเช็คปริมาณอาหารผ่านสมาร์ทโฟน ระยะไกลผ่านสมาร์ทโฟน ได้มีประสิทธิภาพที่สูงที่สำคัญยังมีราคาถูก ทำให้นักพัฒนาสามารถเข้าถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ และสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ได้สะดวก [4]

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น และความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีในปัจจุบัน ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าการให้อาหารในหนึ่งวันอาจจะไม่เพียงพอต่อสัตว์เลี้ยงเหล่านั้นหรืออาจจะมากเกินไปจนทำให้คุณภาพของอาหารลดลง ผู้วิจัยจึงได้คิดทำเครื่องให้อาหารอัตโนมัตินี้ โดยอาศัยไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูลอาร์ดูโอโนเพื่อให้เครื่องตรวจและจะช่วยลดความกังวลความจำเป็นจะต้องออกไปทำกิจกรรมนอกบ้าน โดยไม่ต้องกังวลว่าสัตว์เลี้ยงจะได้รับอาหารไม่เพียงพอ ในการให้อาหารสัตว์เลี้ยงได้โดยระบบให้อาหารอัตโนมัติ ระบบจะสามารถให้อาหารตามปริมาณที่ผู้เลี้ยงเลือก จึงทำให้ผู้รับเลี้ยงเกิดความสบายใจ และหมดความกังวลสำหรับสัตว์ที่ตนเองเลี้ยง

## 1. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.1 เพื่อพัฒนาเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
- 1.2 เพื่อสอบประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
- 1.3 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้ใช้เครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

## 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

Internet of Things (IoT) คือ "อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง" หมายถึง การที่อุปกรณ์ต่าง ๆ สิ่งต่าง ๆ ได้ถูก เชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ

ผ่านทาง เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ด้วยการสั่งการเปิดไฟฟ้าภายในบ้านด้วยการเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุม เช่น มือถือผ่านทางอินเทอร์เน็ต เป็นต้น รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องมือทางการเกษตร อาคาร บ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น [3] IoT มีการนำมาใช้งานในด้านต่าง ๆ อย่างหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นระบบบ้านอัจฉริยะ (Smart Home) [11] กระดานดำอัจฉริยะ (Smart Blackboard) ที่ใช้ในการเรียนการสอน [5] ที่ใช้ในทางการแพทย์ [6] รวมไปถึงระบบขนาดใหญ่อย่างเมืองอัจฉริยะ (Smart City) ที่มีการติดตั้งเซนเซอร์ไว้ทั่วทั้งเมือง [7]

ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำที่ได้รับรวบรวมฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ มีโครงสร้างคล้ายคลึงกับคอมพิวเตอร์ที่ประกอบด้วยหน่วยรับข้อมูลและโปรแกรมประมวลผล หน่วยความจำ หน่วยแสดงผล ซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้มีความสมบูรณ์ในตัว มีขนาดเล็ก และสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมได้หลายภาษา เพื่อคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ [8] NodeMCU คือแพลตฟอร์มหนึ่งที่ใช้ช่วยในการสร้างโปรเจกต์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ที่ประกอบด้วย Development Kit (ตัวบอร์ด) และ Firmware (Software บนบอร์ด) ที่เป็น Open Source สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Lua ได้ทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น มาพร้อมกับโมดูล WiFi (ESP8266) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต [9]

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จิรวุฒิ แพนทอง และคณะ [1] มีการประยุกต์ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และเซนเซอร์สำหรับเครื่องให้อาหารแมว เพื่อช่วยผู้ใช้งานสามารถให้อาหารแมวได้ในกรณีที่ลืมหรือไม่สะดวกในกรณีที่ไม่มีอยู่บ้านเป็นระยะเวลานาน ๆ ระบบจะมีกลไกที่สามารถกำหนดปริมาณอาหารที่เหมาะสมกับแมว พร้อมด้วยเครื่องให้น้ำอัตโนมัติ มีระบบแจ้งเตือนในกรณีที่น้ำมีปริมาณต่ำกว่าปริมาณที่ตั้งไว้ จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างพบว่า ระบบสามารถทำงานได้ดี รองรับการให้อาหารและน้ำได้เป็นเวลาหลายวัน

Mritunjay S. T. et Al. [10] ได้พัฒนาเครื่องให้อาหารสัตว์เลี้ยงอัตโนมัติด้วย Arduino เพื่อลดภาระให้กับครอบครัวที่เลี้ยงสัตว์เลี้ยงแต่ไม่มีเวลา ระบบสามารถตั้งค่าควบคุมผ่านสมาร์ตโฟนแบบอัตโนมัติ เจ้าของสัตว์เลี้ยงจะคอยตรวจสอบอาหารสัตว์เลี้ยงได้ตลอดเวลา สัตว์เลี้ยงจะมีอาหารให้ตลอดเวลา เพื่อป้องกันจากการอดอาหารเมื่อไม่มีใครอยู่ที่บ้าน ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายจากการนำสัตว์เลี้ยงไปฝากเลี้ยงตามสถานที่รับฝาก แนวคิดดังกล่าวกำลังได้รับความนิยมไปทั่วโลกเนื่องจากระบบอัตโนมัติ.

Rizaldy H. A. S. et al. [11] ได้พัฒนาเครื่องให้อาหารสัตว์เลี้ยงแบบอัตโนมัติด้วยเครื่องพิมพ์แบบ 3D และระบบควบคุมแหล่งที่มาแบบเปิด เพื่อช่วยให้ผู้ที่ไม่มีเวลา สามารถให้อาหารสัตว์เลี้ยงได้ระบบควบคุมอาศัย Node MCU8266 และเซนเซอร์อัลตราโซนิก อุปกรณ์ควบคุมใช้สมาร์ตโฟน การควบคุมการปล่อยน้ำด้วยเซอร์โวมอเตอร์ การตั้งเปิด-ปิดวาล์วได้ 4 สภาวะ มีตั้งแต่ 10 องศา 20 องศา 30 องศา และสูงสุด 40 องศา ระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและอัตโนมัติ

Vineeth S. et al. [12] ได้พัฒนาเครื่องจ่ายอาหารสัตว์เลี้ยงอัตโนมัติโดยใช้การประมวลผลภาพดิจิทัล งานวิจัยนี้อาศัยหลักการการประมวลผลภาพพร้อมกับการบันทึกเสียงสัตว์เลี้ยง การทำงานของระบบเมื่อ Ultrasonic Sensor จับความเคลื่อนไหวได้จะทำให้กลองเปิดเพื่อตรวจสอบสัตว์เลี้ยงแล้วนำมาเปรียบเทียบกับเป็นสัตว์เลี้ยงที่ได้ลงทะเบียนไว้หรือไม่ ถ้าใช้ระบบจะจ่ายอาหารให้ เมื่อจ่ายอาหารสำเร็จระบบจะทำการแจ้งเตือนไปยังสมาร์ตโฟนของผู้ใช้ทันที

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. เครื่องมือการวิจัย

- 1.1 เครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
- 1.2 แบบประเมินประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญ เป็นแบบประเมินแบบมาตราส่วน 5 ระดับ
- 1.3 แบบสอบถามการยอมรับเทคโนโลยี เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วน 5 ระดับ

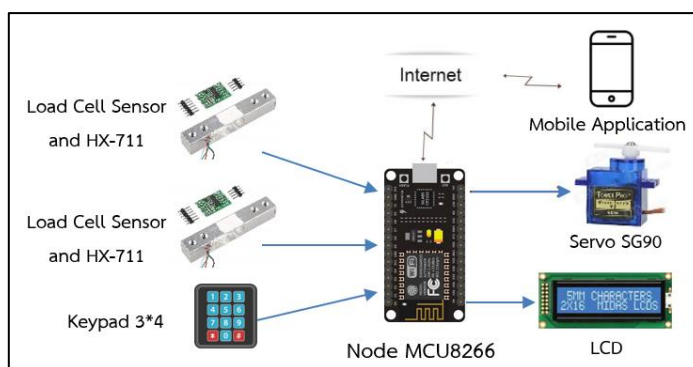
## 2. กลุ่มเป้าหมาย

- 2.1 ประชากร คือกลุ่มผู้เลี้ยงสุนัขในจังหวัดนครปฐม จำนวน 50 คน
- 2.2 กลุ่มตัวอย่าง คัดเลือกจากประชากร จำนวน 20 คน และมีความเต็มใจในการใช้งานเครื่องให้อาหารสุนัข แต่ละคนทดลองใช้ 15 วัน
- 2.3 ผู้เชี่ยวชาญสำหรับการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารสุนัขจำนวน 5 คน

## 3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยตามรูปแบบของ ADDIE Model 5 ขั้นตอน ดังนี้

**3.1 การวิเคราะห์ระบบ (Analyst)** เป็นการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ วิธีการสร้างเครื่องต้นแบบการให้อาหารสัตว์ หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล Node MCU อุปกรณ์ชั่งน้ำหนัก Load Cell และการส่งข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตไปยังสมาร์ทโฟน จากเอกสาร หนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ขอบเขตของระบบเพื่อจัดทำโครงสร้างของระบบ ดังภาพที่ 1



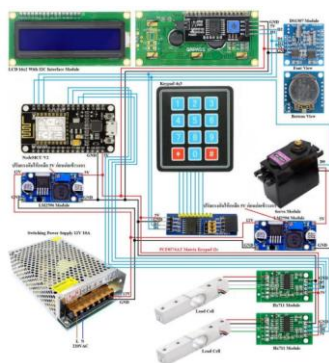
ภาพที่ 1 โครงสร้างเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

จากภาพที่ 1 โครงสร้างเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยมีหลักการทำงาน คือ ผู้ใช้จะกำหนดปริมาณอาหารให้กับสุนัขโดยผ่าน Matrix Keypad 3\*4 ค่าที่ถูกกำหนดจะถูกส่งให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในงานวิจัยนี้จะใช้ Node MCU8266 เพื่อประมวลผลสำหรับการควบคุมการให้อาหารสุนัขผ่าน Servo SG90 เพื่อปล่อยอาหารลงมาที่ถาดอาหารสุนัข สำหรับ Load Cell Sensor และวงจรขยาย HX-711 ตัวแรกจะรับค่าปริมาณอาหารที่อยู่ภายในถังบรรจุอาหารสุนัข แล้วส่งค่าให้กับ Node MCU8266 เพื่อตรวจสอบปริมาณอาหารในถัง ถ้าอาหารมีปริมาณลดลงต่ำกว่ากำหนด ระบบจะทำการแจ้งเตือนไปที่ Application Line ให้ผู้ใช้นำอาหารมาเพิ่มเติมต่อไป ตัวที่สองจะรับค่าปริมาณอาหารที่อยู่บนถาดอาหารสุนัข เพื่อตรวจสอบปริมาณอาหารที่เหลือในถาด แล้วส่งค่าให้กับ Node MCU8266 ประมวลผลเพื่อจ่ายอาหาร ตามสมการที่ (1)

$$\text{ปริมาณอาหารที่จะจ่าย} = \text{ปริมาณอาหารที่กำหนด} - \text{ปริมาณอาหารในถาด} \quad (1)$$

ในการแสดงปริมาณอาหารผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบได้จากแอลซีดีและผ่านโมบายแอปพลิเคชันและในกรณีที่ใช้ต้องเดินทางออกไปทำธุระนอกบ้านเป็นเวลาหลายวัน ผู้ใช้ยังสามารถตรวจสอบปริมาณอาหารในถาดอาหารสุนัข และสามารถให้อาหารสุนัขผ่านโมบายแอปพลิเคชัน

3.2 การออกแบบระบบ (Design) ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างของระบบออกเป็น 2 ส่วนคือ  
1) การออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ และ 2) การออกแบบหน้าจอสมาร์ทโฟน ดังแสดงไว้ในภาพที่ 2



(ก)

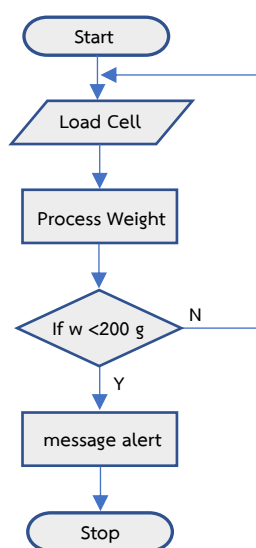


(ข)

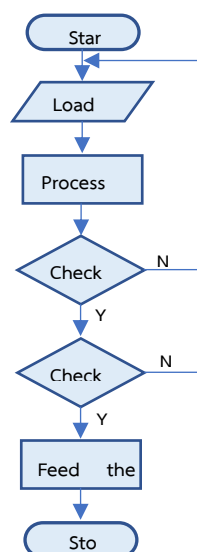
ภาพที่ 2 การออกแบบโครงสร้างและระบบควบคุม

จากภาพที่ 2 ภาพ (ก) แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในการทำงานของระบบ ภาพ (ข) เป็นการออกแบบหน้าจอสมาร์ทโฟน

3.3 การพัฒนาระบบ (Development) ผู้พัฒนามีแนวคิดโดยการนำบอร์ด Node MCU8266 เชื่อมต่อกับ W-Fi และรับส่งข้อมูลในการทำงานโดยมีเงื่อนไขที่ตั้งไว้ และจะทำการสั่งการ Servo SG90 ให้เริ่มจ่ายอาหารสุนัข จากนั้น Load Cell 1 , Load Cell 2 จะทำการเก็บค่าอาหารโดยมี Node MCU8266 จะส่งข้อมูลโดยผ่านสัญญาณ Wi-Fi ให้กับแอปพลิเคชัน Blynk เป็นระบบเชื่อมต่อสมาร์ทโฟนกับอินเทอร์เน็ต เพื่อแสดงค่าปริมาณอาหารที่อยู่ในถาดและปริมาณที่อยู่ในถัง โดยผังการทำงานดังภาพที่ 3



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3 ผังงานการตรวจสอบอาหารในถาดและในถังบรรจุน้ำอาหาร

จากภาพที่ 3 แสดงผังการทำงานของระบบ เมื่อเครื่องเปิดสวิตช์ ON เครื่องเริ่มทำงานในครั้งแรก ระบบ จะทำการส่งแรงดันไปที่แอปพลิเคชันไลน์เพื่อแจ้งเตือนการเปิดใช้งานระบบ Load cell 1 กับ Load Cell 2 ทำ การรับค่าน้ำหนักและส่งค่าไปอ่านค่าน้ำหนักไปให้กับ Node MCU8266 ภาพ (ก) แสดงผังการทำงานการตรวจสอบ ปริมาณอาหารสุนัขในถังบรรจุอาหาร เมื่อ Load Cell ส่งค่าน้ำหนักมาให้ Node MCU8266 จะทำการประมวลผล ค่าน้ำหนัก ถ้าปริมาณน้ำหนักมีค่าน้อยกว่า 200 g ระบบจะทำการแจ้งเตือนให้กับผู้ใช้งานได้ทราบผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ภาพ (ข) Load Cell 2 จะทำการอ่านค่าน้ำหนักอาหารในถาด ส่งให้กับ Node MCU8266 เพื่อประมวลผล ค่าน้ำหนัก และตรวจสอบเวลาการให้อาหารอยู่ภายใต้ที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าใช่จะทำการตรวจสอบว่าอาหารที่อยู่ใน ถาดอาหารเหลือเท่าใด เพื่อที่จะคำนวณปริมาณได้ถูกต้องตามสมการ (1)

**3.4 การติดตั้งใช้งาน (Implement)** ผู้วิจัยได้นำเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ แล้วนำมาปรับปรุง แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ผู้วิจัยได้ติดตั้งทดลองกับ กลุ่มตัวอย่างที่ละคน ๆ ละ 15 วัน โดยพิจารณาคนที่มิใช่ระออกนอกบ้านเป็นประจำ และมีความเต็มใจที่จะทดลอง ใช้งานระบบ แล้วประเมินความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง

**3.5 การประเมินผล (Evaluate)** มีการนำผลการประเมินผลประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญมา วิเคราะห์และประเมินผลหาค่าทางสถิติ ในการทดลองใช้งานคณะผู้วิจัยได้นำเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วย เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ให้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ผู้วิจัยได้ติดตั้งทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่ละคน ๆ ละ 15 วัน โดยพิจารณาคนที่มิใช่ระออกนอกบ้านเป็นประจำ และมีความเต็มใจที่จะทดลองใช้งานระบบ เพื่อเก็บ ข้อมูลทางด้านความคิดเห็นและการยอมรับของนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างตามแนวคิดของ ทฤษฎีการยอมรับ เทคโนโลยี (The Technology Acceptance Model-TAM) และนำผลที่ได้ไปหาค่าทางสถิติต่อไป

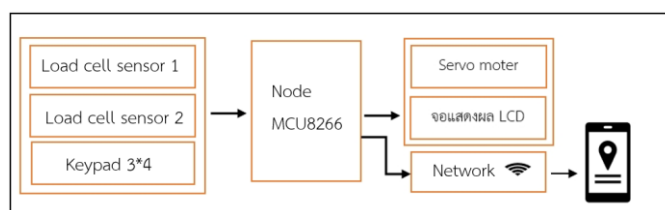
**4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย** ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์ การประเมิน ดังนี้ [13]

- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 – 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 – 4.50 หมายความว่า ระดับมาก
- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 – 3.50 หมายความว่า ระดับปานกลาง
- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 – 2.50 หมายความว่า ระดับน้อย
- ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.01 – 1.50 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

### ผลการวิจัย

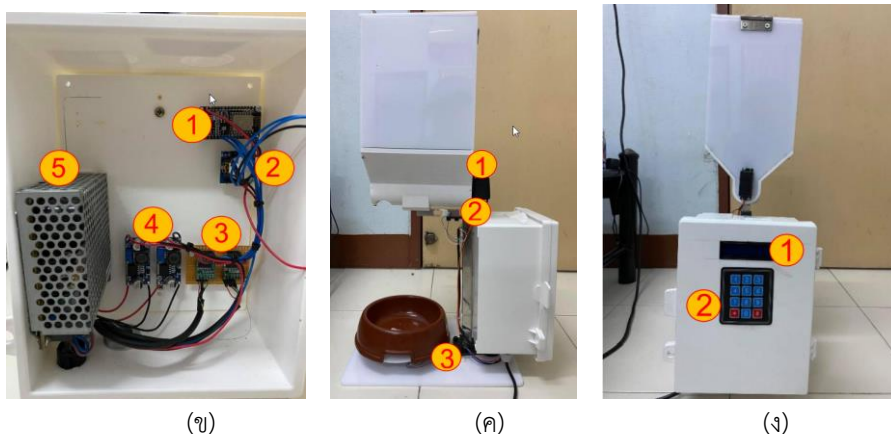
#### 1. ผลการพัฒนาเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ตาม ขั้นตอนการวิจัยในระยะที่ 1 โดยนำข้อมูลจากการศึกษา และวิเคราะห์ มาจัดทำระบบเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติ ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เครื่องมือของกิจกรรม แสดงดังภาพที่ 4



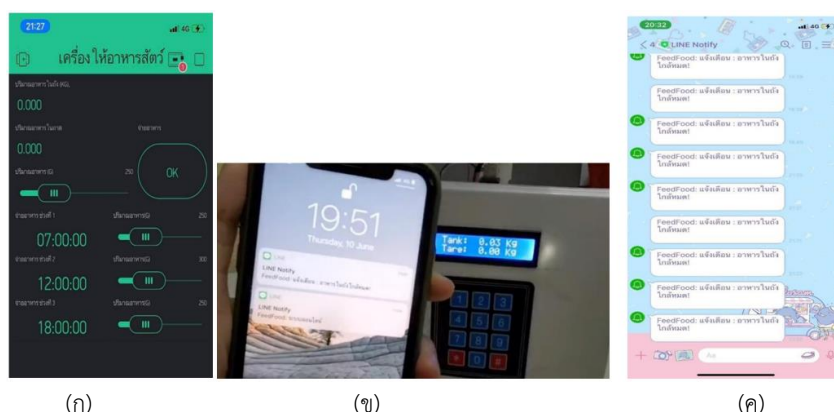
(ก)





ภาพที่ 4 ผลการพัฒนาเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

จากภาพที่ 4 แสดงผลการพัฒนาเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ภาพ (ก) โครงสร้างของระบบ ซึ่งประกอบด้วย Load Cell Sensor และ Keypad 3\*4 จะส่งค่าให้กับ Node MCU8266 ทำการประมวลผลและส่งค่าเพื่อควบคุม Servo Motor ทำการจ่ายอาหารสุนัข และส่งค่าเพื่อแสดงผลที่ LCD และ Mobile Application ภาพ (ข) การประกอบอุปกรณ์กล่องควบคุมระบบ ประกอบด้วย หมายเลข 1 คือ Node MCU ESP8266 สำหรับการประมวลผล หมายเลข 2 คือ RTC DS1307 เป็นโมดูลเปรียบเทียบกับเวลา หมายเลข 3 คือ HX 7-11 เป็นโมดูลขยายสัญญาณให้กับ Load Cell หมายเลข 4 คือ LM2596 โมดูลแหล่งจ่ายไฟ และหมายเลข 5 คือ Switching Power Supply ภาพ (ค) การประกอบเครื่องวัดน้ำหนัก ประกอบด้วย หมายเลข 1 คือ Servo SG90 หมายเลข 2 คือ Load Cell 1 ถังอาหาร และหมายเลข 3 คือ Load Cell 2 ถาดอาหาร และ ภาพ (ง) การประกอบอุปกรณ์การแสดงผลและควบคุมควบคุมผ่าน Keypad ประกอบด้วยหมายเลข 1 คือ จอ LCD และหมายเลข 2 คือ Keypad 3\*4 การทดสอบการให้อาหารสุนัข และการแจ้งเตือน ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ผลการพัฒนาการควบคุมการให้อาหารผ่านสมาร์ทโฟนและการแจ้งเตือน

จากภาพที่ 5 ภาพ (ก) ผลการทดสอบการให้อาหารอัตโนมัติผ่านแอปพลิเคชัน Blynk เมื่อเครื่องมีการเชื่อมต่อสัญญาณ Wi-Fi เครื่องจะแสดงปริมาณอาหารในถังและปริมาณอาหารในถาดอาหาร ผู้ใช้สามารถกำหนดปริมาณอาหารในการให้ได้ และสามารถกำหนดช่วงเวลาในการให้อาหารได้โดยตั้งเวลาได้ 3 ช่วงเวลา ภาพ (ข) หน้าจอ LED แสดงปริมาณอาหารในถัง และภาพ (ค) แสดงสถานการณ์แจ้งเตือน เมื่ออาหารในถาดมีปริมาณน้อย

ระบบจะแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์เมื่อทำการเปิดใช้งานเครื่องให้อาหารในครั้งแรก จะขึ้นแจ้งเตือนว่า “เครื่องออนไลน์แล้ว” และเมื่อปริมาณในถังอาหารมีต่ำกว่า 200 g จะขึ้นแจ้งเตือนว่า “อาหารใกล้หมดแล้ว”

## 2. ผลการหาประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

2.1 ผลของการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของ ผลการประเมินดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

รายการ	$\bar{X}$	SD.	ระดับความคิดเห็น
1. การวิเคราะห์และออกแบบระบบ	4.60	0.49	ระดับมากที่สุด
2. ระบบการทำงานสะดวกต่อการใช้งาน	4.40	0.49	ระดับมาก
3. ความแม่นยำในการแสดงผลปริมาณอาหารในถัง	4.80	0.40	ระดับมากที่สุด
4. ความแม่นยำในการแสดงผลปริมาณอาหารในถาด	4.80	0.40	ระดับมากที่สุด
5. ความแม่นยำในการควบคุมการจ่ายอาหารผ่านสมาร์ทโฟน	4.80	0.40	ระดับมากที่สุด
6. ความแม่นยำในการจ่ายอาหารแบบอัตโนมัติ	4.80	0.40	ระดับมากที่สุด
7. ความถูกต้องในการแจ้งเตือนผ่านไลน์แอปพลิเคชัน	4.80	0.40	ระดับมากที่สุด
8. อุปกรณ์ มีความเหมาะสมกับการใช้งาน	4.40	0.49	ระดับมาก
9. ง่ายต่อการบำรุงรักษา	4.60	0.49	ระดับมากที่สุด
10. ความปลอดภัยในการใช้งานของระบบในภาพรวม	4.40	0.49	ระดับมาก
โดยรวม	4.64	0.44	ระดับมากที่สุด

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง พบว่า ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 80 โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

2.2 ผลของการทดสอบการทำงานของเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการให้อาหารสุนัข

ครั้งที่	ปริมาณอาหารในถัง (g)	ปริมาณการจ่ายอาหาร (g)	ปริมาณอาหารในถาดก่อนจ่ายอาหาร (g)	ปริมาณอาหารในถาดหลังจ่าย (g)	Notification Line <200g	Blynk		
						แสดงอาหารในถัง	แสดงอาหารในถาด	ให้ตามช่วงเวลา
1	3,000	240	-	240	✓	✓	✓	✓
2	2,760	300	40	340	✓	✓	✓	✓
3	2,420	50	30	80	✓	✓	✓	✓
4	2,340	400	40	440	✓	✓	✓	✓
5	1,900	500	30	530	✓	✓	✓	✓
6	1,370	300	40	340	✓	✓	✓	✓
7	1,030	50	40	90	✓	✓	✓	✓
8	940	200	40	240	✓	✓	✓	✓
9	700	500	30	530	✓	✓	✓	✓
10	170	100	40	140	✓	✓	✓	✓



จากตารางที่ 2 แสดงการทดสอบระบบผู้วิจัยได้ทำการทดสอบระบบ จำนวน 10 ครั้ง ระบบสามารถทำงานตามที่กำหนดไว้ทั้ง 10 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 100 ของการทดสอบ

### 3. ผลการศึกษาการยอมรับของผู้ใช้เครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

ผู้วิจัยได้นำเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ให้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ผู้วิจัยได้ติดตั้งทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่ละคน ๆ ละ 15 วัน โดยพิจารณาค้นที่มีระยะออกนอกบ้านเป็นประจำ และมีความเต็มใจที่จะทดลองใช้งานระบบ เพื่อเก็บข้อมูลทางด้านการคิดเห็นและการยอมรับของกลุ่มตัวอย่างตามแนวคิดของทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี (The Technology Acceptance Model-TAM) แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการยอมรับเทคโนโลยีของกลุ่มตัวอย่างที่ได้ทดลองใช้เครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

รายการ	$\bar{X}$	SD.	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านความง่ายต่อการใช้งาน	4.50	0.50	ระดับมากที่สุด
2. ด้านความสะดวกต่อการใช้งาน	4.67	0.47	ระดับมากที่สุด
3. ด้านความน่าเชื่อถือของระบบ	4.33	0.47	ระดับมาก
4. ด้านประสิทธิภาพในการใช้งาน	4.67	0.47	ระดับมากที่สุด
5. ด้านประโยชน์โดยรวมที่มีต่อการใช้งาน	4.50	0.50	ระดับมากที่สุด
โดยรวม	4.53	0.48	ระดับมากที่สุด

จากตารางที่ 3 ผลการยอมรับเทคโนโลยีของกลุ่มตัวอย่างที่ได้ทดลองใช้เครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง พบว่าโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.53$  , S.D. = 0.48)

### อภิปรายผลการวิจัย

1. เครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ประกอบด้วย 1) ส่วนควบคุมและประมวลผลใช้ Node MCU8266 2) การตรวจสอบปริมาณอาหารทั้งในถังใส่อาหารและถาดอาหารสำหรับสุนัขจะใช้ Load Cell Sensor ร่วมกับโมดูลขยายสัญญาณ HX7-11 3) ส่วนกำหนดค่าสำหรับการจ่ายอาหาร สามารถกำหนดได้จาก Keypad และสมาร์ทโฟน 4) ส่วนแสดงผล ระบบสามารถแสดงผลปริมาณอาหารในถังบรรจุอาหารและถาดอาหารสุนัขได้จาก LCD และสมาร์ทโฟน และ 5) ส่วนแจ้งเตือน ระบบจะมีการแจ้งเตือนเมื่อปริมาณอาหารในถังบรรจุอาหารใกล้หมดฝ่ายแอปพลิเคชันไลน์ สอดคล้องกับ จีรวัฒน์ แท่นทอง, สุภลักษณ์ ตาแก้ว และกนกลักษณ์ ศรีพระขรรค์ชัย [14] ได้พัฒนาโมบายแอปพลิเคชันสำหรับควบคุมเครื่องให้อาหารสัตว์เลี้ยงด้วยการประยุกต์ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เครื่องที่พัฒนาให้บริการ 5 ฟังก์ชันคือ 1) ฟังก์ชันสำหรับให้อาหาร 2) ฟังก์ชันการให้น้ำที่ควบคุมการทำงานด้วยระบบเซ็นเซอร์ 3) ฟังก์ชันการตรวจจับการเคลื่อนไหวของสัตว์เลี้ยง 4) ฟังก์ชันตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้น และ 5) ฟังก์ชันการทำงานของกล้องเว็บแคม และฟังก์ชันการทำงานของโมบายแอปพลิเคชันเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง

2. ผลของการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง จากการทดสอบการให้อาหารสุนัขจำนวน 10 ครั้ง ระบบสามารถทำงานได้ตามที่กำหนดไว้ทั้ง 10 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 100 ของการทดสอบ และผลจากการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด นั้นแสดงว่าเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถให้ความสะดวกกับผู้ใช้งานเป็นอย่างดี จึงสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธาณิล ม่วงพูล และวริยา เย็นเป้ง [3] ที่ได้พัฒนาระบบคัดแยกขยะรีไซเคิลด้วยเทคโนโลยีไอโอที ในการทดสอบการทำงานของเครื่องคัดแยกขยะโลหะและพลาสติก พร้อมกับ

รายงานผลจำนวนขยะทั้ง 2 ชนิด และรายงานสถานที่ตั้งขยะ พบว่าการทดสอบทั้ง 10 ครั้งระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ คิดเป็นร้อยละ 100 ของการทดสอบ และจากการประเมินประสิทธิภาพของระบบจากผู้เชี่ยวชาญ โดยรวมอยู่ในระดับมาก

3. ผลการยอมรับเทคโนโลยีของกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง พบว่าโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด นั้นแสดงว่าเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสามารถอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ สามารถตรวจสอบปริมาณอาหารสุนัขทั้งในถังบรรจุอาหารและในถาดอาหารสำหรับสุนัขได้ มีการแจ้งเตือนเมื่ออาหารในถังบรรจุอาหารใกล้จะหมด ทำให้ผู้ใช้งานลดความกังวล เมื่อต้องออกไปทำธุระนอกบ้าน หรือการเดินทางไปต่างจังหวัดผู้ใช้อังยังสามารถให้อาหารแก่สุนัขได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรเทพ แป้นเกิด, วาสนา ด่วงเหมือน และสุกษี ดวงใส [15] ได้พัฒนาเครื่องต้นแบบในการบันทึกสัญญาณชีพ ด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ผลการพัฒนาพบว่าระบบมีองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ (1) ส่วนรับค่า (2) การประมวลผลจากเซ็นเซอร์ และ (3) ส่วนติดต่อ จากแบบสอบถามกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ในการวิจัยครั้งนี้มีปัจจัยการยอมรับเทคโนโลยี ทั้งหมด 4 ด้านโดยพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ครอนบาคแอลฟา (Cronbach's Alpha) มีค่ามากกว่า 0.7 ทุกตัวแปรซึ่งผลรวมของทุกตัวแปร ของการยอมรับการใช้งานเครื่องต้นแบบในการบันทึกสัญญาณชีพเท่ากับ 0.79

### ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้จะมีการนำผลการวิจัยไปใช้งาน เพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด จะต้องคำนึงถึงขนาดของเม็ดอาหาร ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบระบบด้วยอาหารสุนัขชนิดเม็ดใหญ่ กรณีที่ต้องการใช้กับอาหารสุนัขชนิดเม็ดเล็ก หรืออาหารสัตว์อื่น ๆ ต้องระมัดระวังอาหารเข้าไปติดค้างในท่อลำเลียงอาหาร ซึ่งอาจทำให้ระบบขัดข้องได้

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเครื่องให้อาหารสุนัขอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ซึ่งออกแบบมาสำหรับให้อาหารสุนัขได้ครั้งละหนึ่งตัว ในการวิจัยครั้งต่อไปสามารถพัฒนาระบบเพื่อให้สามารถให้อาหารสุนัขแบบหลายตัวในครั้งเดียว พร้อมกับให้น้ำไปพร้อม ๆ กัน และควรพัฒนาโดยนำรายงานข้อมูลย้อนหลังมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเพื่อกำหนดให้ปริมาณอาหารให้ตรงเป้าหมายมากที่สุด

### เอกสารอ้างอิง

- [1] จิรวัฒน์ แทนทอง สุกลักษณ์ ตาแก้ว และกนกลักษณ์ ศรพระขรรค์ชัย. (2561). การประยุกต์ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และเซ็นเซอร์สำหรับเครื่องให้อาหารแมว. ใน *การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 41*. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- [2] จิรภาส ทองเต็ม. (2558). *ระบบให้อาหารสัตว์เลี้ยงอัตโนมัติด้วยระบบเรดาร์*. (ปริญญาานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.
- [3] ธาณิล ม่วงพูล และวริยา เย็นเปิง. (2022). การพัฒนาระบบคัดแยกขยะรีไซเคิลด้วยเทคโนโลยีไอโอที. *วารสารวิชาการ "การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ"*, 8(2), 7–16.
- [4] รุจกา สติราษฎร์, พัลลภา มิตรสงเคราะห์ และอำนาจ วิษณุละสา. (2564). การพัฒนาด้านระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ IoT และ RFID. *วารสารวิชาการ "การจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม"*, 8(2), 34-47.
- [5] Akar, H. (2020). The effect of smart board use on academic achievement: A meta-analytical and thematic study. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 8(3), 261-273.
- [6] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. *อุตสาหกรรมและการแพทย์ครบวงจร การให้บริการด้านการแพทย์ผ่านอินเทอร์เน็ตและสมาร์ทโฟน*. จาก <https://www.deede.go.th/download/general64/4Medical.pdf>.
- [7] Dominika Šulyová and Milan Kubina. (2022). *TRENDS IN SMART CITIES 2022*. From [https://www.researchgate.net/publication/361906927\\_TRENDS\\_IN\\_SMART\\_CITIES\\_2022](https://www.researchgate.net/publication/361906927_TRENDS_IN_SMART_CITIES_2022)
- [8] ธาณิล ม่วงพูล และอวยชัย อินทรสมบัติ. (2560). การพัฒนาระบบระบายความร้อนด้วยท่อทำความเย็นแบบท่อทองแดงร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์. *วารสารวิชาการ "การจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม"*, 4(2), 47-56.

- [9] Anjani, A. G., Sunarto, Grisviani, P., Royan, R., Wibowo, K. M., Romadhona, G., Sapundani, R., Mulyanto, A., Setiawan, I. Jumrianto, J. and Prasath, N. (2022). Application of IoT using nodeMCU ESP8266 on the Syringe Pump Device to Increase Patient Safety. *Indonesian Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics (IJEEEMI)*, 4(1), 23-27.
- [10] Tiwari, M. S., Hawal, S. M., Mhatre, N. N., Bhosale, A. R. and Bhaumik, M. (2018). Automatic Pet Feeder Using Arduino. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 7(3), 2891-2897.
- [11] Ash Shiddieqy, R. H., Saputro, B. A., Dandha, F. O. and Rusdiyana, L. (2020). Automated Pet Feeder using 3D Printer with Opened Source Control System. *The Journal of Engineering*, 6(3), 58-62.
- [12] Vineeth S., Renukumar B. R., Sneha V. C., Ganjihal, P. and Rani, B. (2020). Automatic Pet Food Dispenser using Digital Image Processing. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 9(5), 558-593.
- [13] วรปภา อารีราษฎร์. (2557). *นวัตกรรมระบบการจัดการกลุ่มสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการเรียนรู้*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- [14] จิรวัดน์ แท่นทอง สุกลักษณ์ ตาแก้ว และกนกลักษณ์ ศรพระขรรค์ชัย. (2562). พัฒนาโมบายแอปพลิเคชันสำหรับควบคุมเครื่องให้อาหารสัตว์เลี้ยงด้วยการประยุกต์ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง. *Journal of Information Science and Technology*, 9(1), 28-40.
- [15] สุรเทพ แป้นเกิด, วาสนา ดั่งเหมือน และสุภาณี ดวงใส. (2565). เครื่องต้นแบบในการบันทึกสัญญาณชีพ ด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง. *วารสารวิชาการ “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ”*, 8(2), 17-27.