

ไอโอทีกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ สำหรับผู้บริโภค กลุ่มดูแลสัตว์เลี้ยงเป็นส่วนหนึ่งของครอบครัว

IoT and Development of Automatic Cat Food Feeder for Pet Parent Consumers

อดิศักดิ์ นาวเหนียว^{1*} บรรหาญ ลีลา² และ สันญา ยิ้มศิริ³
Adisak Nowneow^{1*}, Banhan Lila² and Sanya Yimsiri³
*Corresponding author, e-mail: adisakn@eng.buu.ac.th

Received: April 28th, 2022; Revised: December 19th, 2022; Accepted: December 27th, 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการออกแบบและพัฒนาเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ ด้วยไอโอทีสำหรับกลุ่มผู้เลี้ยงสัตว์ที่ดูแลสัตว์เลี้ยงแบบเป็นส่วนหนึ่งของครอบครัวเพื่อช่วยในการเตรียมอาหารให้สัตว์เลี้ยงเมื่อผู้เลี้ยงไม่อยู่ในที่พักอาศัยหรือกลับเข้าที่พักไม่ตรงเวลา ขั้นตอนการดำเนินงานเริ่มจากการสำรวจปัญหาและความต้องการของผู้เลี้ยงแมวกลุ่มที่ดูแลแมวเป็นเหมือนสมาชิกของครอบครัว ด้วยการจัดทำสนทนากลุ่ม จำนวน 10 ราย การสำรวจปัญหาด้วยแบบสอบถามปลายเปิดจำนวน 30 ราย และแบบสอบถามปลายปิด จำนวน 90 ราย เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและความต้องการ เพื่อใช้เป็นข้อกำหนดคุณลักษณะของเครื่องให้อาหารแมวในขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ต่อไป จากนั้นดำเนินการเขียนโปรแกรมและออกแบบวงจรอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรม Arduino IDE พร้อมสร้างแอปพลิเคชันและเชื่อมต่อวงจรอัตโนมัติเพื่อใช้งานบนอุปกรณ์ฉลาดเคลื่อนด้วยแอปพลิเคชัน Blynk ขั้นตอนต่อมาเป็นการออกแบบและสร้างเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติต้นแบบ ด้วยการประยุกต์หลักการของการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ขั้นตอนสุดท้ายเป็นการประเมินผลการใช้งานจริง เครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติต้นแบบถูกออกแบบและสร้างโดยให้ความสำคัญกับคุณลักษณะที่กลุ่มเป้าหมายให้ความสำคัญ 11 ด้าน การทดสอบการใช้งานของเครื่องต้นแบบพบว่าเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติต้นแบบสามารถทำงานตามฟังก์ชันที่กำหนดและแสดงผลผ่านสมาร์ตโฟนได้อย่างสมบูรณ์ สามารถช่วยลดภาระด้านการดูแลการให้อาหารแมวของกลุ่มผู้ใช้งานได้จริง โดยมีผลการประเมินคะแนนความพึงพอใจทุกด้านเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 ซึ่งอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าการประยุกต์หลักการด้านการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ สามารถนำไปสู่การสร้างผลิตภัณฑ์ที่สอดคล้องกับความต้องการด้วยการบูรณาการระบบไอโอที ภายใต้เงื่อนไขการใช้งานได้อย่างเหมาะสม และสามารถใช้เป็นแนวทางในการบูรณาการและพัฒนาผลิตภัณฑ์ในชีวิตประจำวันอื่นได้ต่อไป

คำสำคัญ: การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ไอโอที เครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ กลุ่มดูแลสัตว์เลี้ยงแบบเป็นส่วนหนึ่งของครอบครัว

¹⁻³ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
Lecturer in Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Burapha University

Abstract

This research presents a design and development of an IoT-integrated automatic cat-food feeder for Pet Parent consumers in order to help in preparation of pet food in the case that the owner does not stay home or can not come back on time. The study processes started with the survey of problems and requirements from ten, thirty and ninety people of the pet parents using focus-group, open-end questionnaire and close-end questionnaire, respectively. The finding from the survey was consequently used for specifying the characteristics of the automatic cat-food feeder in the product design process. Next, the IoT integrated cat-food feeder along with its automatic functions was design, and the logical control program was written using Arduino IDE. The prototype of feeder was designed and developed following the product design concept emphasizing on the eleven important characteristics getting from the survey. Smart mobile application was created and linked with automatic control using Blynk. The prototype was used by the real pet parents. The result indicated that the IoT integrated cat-food feeder has operated according to the intended design with an average satisfactory score of four point one five (4.15) which indicated “high satisfaction” level. Therefore, it can be concluded that the application of the product design principle could lead to the development of products that suit the user's needs and could be used as a guideline to integrate the IoT into other daily life products.

Keywords: A design and development, Internet of Thing (IoT), Automatic cat-food feeder, Pet parents

บทนำ

สถานการณ์การเลี้ยงแมวในประเทศไทยมีผู้นิยมเลี้ยงเป็นจำนวนมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยผลการสำรวจฐานข้อมูลเพื่อการขึ้นทะเบียนสุนัข-แมวจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ปี พ.ศ. 2562 รอบที่ 1 พบจำนวนแมวที่มีเจ้าของทั่วประเทศ 799,235 ตัว (กรมปศุสัตว์, 2562) ซึ่งการเลี้ยงส่วนใหญ่มีพฤติกรรมเลี้ยงแบบเป็นส่วนหนึ่งของครอบครัว กล่าวคือ สสภาพสังคมและวัฒนธรรมให้การยกย่องสัตว์เลี้ยง เสมือนเป็นลูก โดยกลุ่มคนรักสัตว์เลี้ยงว่าสัตว์เลี้ยงมีสถานภาพเท่ากับคน เปรียบเสมือนเป็นสมาชิกคนหนึ่งของครอบครัว (ปัทมา เหมือนสมัย, 2557; ศิวพร เทียงธรรม และบุหงา ชัยสุวรรณ, 2561 : 63; Berkman and Gilson, 1974 : 189-200; Chicone, 2015) โดยสังเกตจากพฤติกรรมของผู้เลี้ยงซึ่งให้การสนทนากับสัตว์เลี้ยงที่มักสร้างเสียงพิเศษในการสนทนาเหมือนการเลี้ยงเด็ก โดยผู้เลี้ยงกำหนดให้ตนเองเป็นพ่อหรือแม่ ซึ่งจากตัวอย่างความรักและความผูกพันต่อสัตว์เลี้ยงนี้เอง ส่งผลให้ผู้เลี้ยงใช้จ่ายเงิน เพื่อให้สัตว์เลี้ยงมีความสุขและยินดีที่จะทุ่มเทเงินในการใช้จ่ายไปกับสินค้าเป็นจำนวนมาก เพื่อแสดงถึงความรัก ความห่วงใย และดูแลเอาใจใส่ ซึ่งปัจจุบันการเลี้ยงแมวมีความสะดวกสบายมากขึ้น ด้วยผลิตภัณฑ์นานาชนิดที่ผลิตขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการผู้เลี้ยง ผลิตภัณฑ์บางชนิดประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาใช้กับผลิตภัณฑ์ หรือที่เรียกว่า ระบบไอโอที (Internet of Things: IoT) เพื่อการควบคุมและสื่อสารระยะไกลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เทคโนโลยีลักษณะนี้ช่วยแก้ปัญหาผู้เลี้ยงไม่อยู่ในที่พักอาศัยเนื่องจาก

ภาระหน้าที่การทำงาน จากสภาวะการแข่งขันทางเศรษฐกิจในปัจจุบัน โดยระบบไอโอทีคืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สามารถเชื่อมโยงหรือส่งข้อมูลถึงกัน ด้วยระบบอินเทอร์เน็ตโดยไม่ต้องป้อนข้อมูล การเชื่อมโยงนี้สามารถส่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต รวมไปถึงการเชื่อมโยงการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้ากับการใช้งานอื่น ๆ ซึ่งแตกต่างจาก อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในอดีตโดยเป็นเพียงสื่อกลาง เพื่อการส่งและแสดงข้อมูลเท่านั้น แต่เทคโนโลยีปัจจุบันมีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก เชื่อมโยงทุกสรรพสิ่งให้มีความใกล้ชิดกันมากยิ่งขึ้น (กรมประชาสัมพันธ์, 2563) ซึ่งการประยุกต์ระบบไอโอทีสามารถมองเห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น จากวิวัฒนาการของการสื่อสารที่พัฒนาขึ้น ผนวกกับความสามารถของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เพิ่มมากขึ้นและราคาที่ลดลงของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ (วอนชนก ไชยสุนทร, 2558 : 729) จึงเป็นโอกาสให้เกิดการประยุกต์ใช้ระบบนี้ในด้านต่าง ๆ เช่น การประยุกต์ใช้ระบบไอโอทีในการเกษตร เพื่อควบคุมโรงเรือนเพาะเห็ด ด้านการควบคุมอุณหภูมิ ควบคุมความชื้น ควบคุมพัดลม และควบคุมปั้มน้ำ (ชัยวิทย์ ธีระวงษ์พงศ์ และยุทธนา พรรคอนันต์, 2563 : 102; ธรัช อารีราษฎร์ และวราภา อารีราษฎร์, 2563 : 7; วีรศักดิ์ พองเงิน และคณะ, 2561 : 172) ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่อ ผลผลิตของเห็ด ด้านน้ำหนัก ความอวบและอิมน้ำ การเจริญเติบโตอย่างสม่ำเสมอ และอัตราก่อนเชื้อเห็ดเสียหายจากเชื้อราดำ หรือการใช้แบบจำลองระบบไอโอทีสำหรับฟาร์มไก่ เพื่อควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นภายในฟาร์ม (พิพัฒน์ ดุรงค์ดำรงชัย และชัยพร อัดโตดดร, 2563 : 73) และปริมาณอาหาร (นิติคม อริยพิมพ์ และคณะ, 2562 : 1535; Muhammad *et al.*, 2019 : 129551) ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต เจ็บป่วยของไก่ และผลผลิตไข่ไก่โดยตรง และการประยุกต์ใช้ระบบไอโอทีในชีวิตประจำวัน ด้วยผู้อยู่อาศัยสามารถควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ภายในบ้าน เช่น ระบบควบคุมแสงสว่าง ระบบควบคุมอุณหภูมิ และระบบรักษาความปลอดภัย เป็นต้น ผ่านอุปกรณ์สื่อสารโทรศัพท์เคลื่อนที่ ด้วยเทคโนโลยีเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (เจษฎา ขจรฤทธิ์ และคณะ, 2560 : 1)

ผู้บริโภคมุ่งดูแลสัตว์เลี้ยงเป็นส่วนหนึ่งของครอบครัว ประสบปัญหาไม่อยู่ในที่พักอาศัยหรือกลับเข้าที่พักไม่ตรงเวลา ส่งผลให้สัตว์เลี้ยงไม่มีอาหารกิน กรณีศึกษาผู้เลี้ยงแมวรอบมหาวิทยาลัยบูรพาซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นนี้สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีมาช่วยจัดการและควบคุม เช่นเดียวกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น ดังนั้นงานวิจัยจึงมุ่งนำเสนอการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ ด้วยระบบไอโอที ซึ่งผู้ใช้งานสามารถควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ผ่านแอปพลิเคชันแบบระยะไกลด้วยสมาร์ตโฟนหรืออุปกรณ์เคลื่อนที่อื่น ๆ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผู้ซื้อและรูปแบบการดำเนินชีวิตของผู้บริโภคมุ่งดูแลสัตว์เลี้ยงเป็นส่วนหนึ่งของครอบครัว สำหรับออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ให้สอดคล้องความต้องการอย่างเหมาะสม
2. เพื่อประยุกต์การออกแบบและพัฒนาเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ ด้วยเทคโนโลยีระบบไอโอที ควบคุมผลิตภัณฑ์แบบระยะไกล ด้วยการใช้โปรแกรม Arduino IDE และแอปพลิเคชัน Blynk สำหรับผู้บริโภคมุ่งดูแลสัตว์เลี้ยงเป็นส่วนหนึ่งของครอบครัวไม่อยู่ในที่พักอาศัยหรือกลับเข้าที่พักไม่ตรงเวลา

ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากรของงานวิจัย เป็นผู้เลี้ยงแมวที่ดูแลเหมือนสมาชิกของครอบครัว ซึ่งเป็นนิสิตที่พักอาศัยอยู่ในหอพักรอบมหาวิทยาลัยบูรพา โดยการเก็บข้อมูลด้วยการสนทนากลุ่ม แบบเจาะจงจำนวน 10 ราย เพื่อทราบปัญหาเชิงลึก การใช้แบบสอบถามปลายเปิดและปลายปิด เพื่อสำรวจความต้องการคุณลักษณะและการจัดหมวดหมู่ความต้องการผลิตภัณฑ์ กับกลุ่มตัวอย่างตามความสะดวกจำนวน 30 ราย และจำนวน 90 ราย ตามลำดับ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้การสนทนากลุ่ม แบบสอบถามปลายเปิด และปลายปิด เป็นเครื่องมือ สำหรับการบ่งชี้ปัญหาที่แท้จริงเบื้องต้น บ่งชี้ปัญหาความต้องการเชิงลึก และจัดหมวดหมู่ความต้องการผลิตภัณฑ์ พร้อมทั้งกำหนดคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผลิตภัณฑ์เครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติของกลุ่มตัวอย่าง บูรณาาร่วมกับการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบของการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยดำเนินการตาม 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสำรวจปัญหาและพฤติกรรมการให้อาหารแมวของผู้ใช้งาน เพื่อศึกษาปัญหาพฤติกรรมการให้อาหารแมวของผู้ใช้งาน และกำหนดแนวทางแก้ไขให้สอดคล้องปัญหาและตามความต้องการ
2. การเขียนโปรแกรมและการออกแบบวงจรระบบอัตโนมัติ เพื่อเขียนโค้ดโปรแกรมคำสั่งหรือฟังก์ชัน และออกแบบวงจรระบบอัตโนมัติ ให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการ และแก้ปัญหาผู้ใช้งาน
3. การสร้างแอปพลิเคชันเชื่อมโยงระบบไอโอที เพื่อความสะดวกต่อการใช้งานด้วยระบบไอโอทีผ่านสมาร์ทโฟน และแก้ไขปัญหาการให้อาหารแมว กรณีผู้เลี้ยงอยู่นอกที่อยู่อาศัย
4. การเชื่อมต่อวงจรกับแอปพลิเคชัน เพื่อเชื่อมโยงวงจรอัตโนมัติกับแอปพลิเคชันให้สามารถทำงานร่วมกันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและควบคุมคำสั่งผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน
5. การออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อสร้างแนวคิดผลิตภัณฑ์เบื้องต้นแบบ จากการรวมข้อมูลแบบสอบถาม และความคิดสร้างสรรค์ของผู้วิจัย
6. การสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบเพื่อใช้ในการทดสอบ เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบนำเสนอแนวคิดทดสอบการใช้งาน และแก้ปัญหาผู้ใช้งาน
7. การประเมินผลการใช้งานของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ เพื่อประเมินผลการดำเนินงาน ปรับปรุง และพัฒนาการใช้งานผลิตภัณฑ์ต้นแบบ จากผู้ใช้งาน
8. การสรุปผลการดำเนินงานและอภิปรายผล เพื่อสรุปผลการดำเนินงานเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพของการวิจัย

ผลการวิจัย

หัวข้อนี้จะแสดงผลการวิจัยตามที่ได้เสนอไว้ 8 ขั้นตอน เพื่อดำเนินการให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

1. การสำรวจปัญหาและพฤติกรรมการให้อาหารแมวของผู้ใช้งาน

ผลการดำเนินการสำรวจปัญหาและพฤติกรรมการให้อาหารแมวของผู้ใช้งาน มีขั้นตอนดำเนินงาน 3 ขั้นตอนหลัก เริ่มจากการจัดทำสนทนากลุ่มจำนวน 10 ราย เพื่อทราบปัญหาที่แท้จริงของผู้ใช้งานและนำข้อมูลจากการสนทนาสร้างแบบสอบถามปลายเปิด ลำดับต่อมา คือ การสำรวจปัญหาและความต้องการ

ผลิตภัณฑ์ ด้วยแบบสอบถามปลายเปิด ดำเนินการสำรวจกลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 คน เพื่อให้ปัญหา ความต้องการ ผลิตภัณฑ์ที่มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น และนำข้อมูลที่ได้ใช้สำหรับการสร้างแบบสอบถามปลายปิดต่อไป และขั้นตอนสุดท้าย คือ การค้นหาข้อมูลจากภายนอก ดำเนินการสำรวจ ด้วยแบบสอบถามปลายปิด สำรวจกลุ่มเป้าหมายจำนวน 90 คน เพื่อวิเคราะห์ จัดกลุ่มปัญหา และความต้องการของผลิตภัณฑ์ที่ให้ความหมายใกล้เคียงกันเป็นหมวดหมู่ จากข้อมูลความถี่ของปัญหาและความต้องการที่พบ่อย จากนั้น เทียบเป็นร้อยละของผลคะแนนทั้งหมดในแต่ละข้อคำถาม ซึ่งผลการสำรวจนี้ นำไปสู่การออกแบบผลิตภัณฑ์ ด้วยการประยุกต์ทฤษฎีการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถสรุปผลข้อมูลปัญหาและความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย แสดงดังตารางที่ 1 และ 2 จำนวนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้สำรวจดำเนินการตามแนวทางของทาโร ยามมาเน่ (ตรีรัตน์ ออมรัตน์, 2559; ศุภาวีร์ มงคลชาติ, 2560; Habib. *et al.*, 2014)

ตารางที่ 1 กลุ่มปัญหาของกลุ่มเป้าหมาย

ลำดับ	กลุ่มปัญหา	รายละเอียดของปัญหา	ร้อยละ
1	อาหารเม็ด	1.1 อาหารมีกลิ่น	13.10
		1.2 อาหารเหลือ เกิดความชื้น เหนียว	12.17
2	แมว	2.1 ไม่กินอาหารเก่า	13.23
		2.2 อาหารหมดกลิ่น	11.02
3	ปริมาณการให้อาหาร	3.1 ให้ปริมาณมากไป ส่งผลให้อาหารเหลือ	15.32
4	สิ่งเจือปน	4.1 ฝุ่นและขนแมว	14.12
		4.2 มดและสัตว์อื่นๆ	11.09

ตารางที่ 2 ความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย

ลำดับ	ความต้องการจัดเรียงเป็นกลุ่ม	ข้อมูลของความต้อการ	ร้อยละ
1	ผลิตภัณฑ์มีความสะดวกสบายต่อการใช้งาน	1.1 ป้องกันอาหารหก	3.19
		1.2 ให้อาหารได้ตลอดเวลา	4.53
		1.3 ใช้งานง่าย	4.14
		1.4 ใส่อาหารได้เพียง	4.24
		1.5 สามารถใช้งานได้หลายครั้ง	4.63
		1.6 สกปรกยาก	5.39
2	ผลิตภัณฑ์กำหนดเวลาและปริมาณอาหาร	2.1 ควบคุมปริมาณอาหาร	3.74
		2.2 ตั้งเวลาให้อาหาร	3.93
		2.3 สามารถให้อาหารเองได้	3.95
3	ผลิตภัณฑ์สามารถควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน	3.1 สามารถมองเห็นแมว ผ่านกล้อง	4.08
		3.2 ควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน	4.5

ตารางที่ 2 ความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย (ต่อ)

ลำดับ	ความต้องการจัดเรียงเป็นกลุ่ม	ข้อมูลของความต้อการ	ร้อยละ
4	ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงและทนทาน	4.1 ปลอดภัยต่อผู้ใช้งานและแมว	4.48
		4.2 แข็งแรง	4.23
		4.3 ไม่เป็นสนิมไม่เสื่อมสภาพง่าย	4.71
5	ผลิตภัณฑ์มีรูปทรงและสีสวยงาม	5.1 รูปทรง	3.59
		5.2 มีขนาดกะทัดรัด	3.94
		5.3 จานรองมีความโค้งเว้า	4.08
6	ผลิตภัณฑ์เก็บรักษาคุณภาพอาหารได้ เช่น ไม่มีความชื้นหรือกลิ่นรบกวน	6.1 เก็บกลิ่นอาหารได้	3.72
		6.2 ป้องกันความชื้น	4.11
		6.3 ป้องกันแมวคาบอาหารออก	4.14
		6.4 ป้องกันลมเข้าอาหาร	4.24
7	ผลิตภัณฑ์ป้องกันสิ่งสกปรกปนเปื้อนอาหาร เช่น ผุ่น แมลง	7.1 ป้องกันมด แมลง	4.22
		7.2 ป้องกันขนแมวร่วงเข้าอาหาร	4.06
		7.3 ป้องกันฝุ่นเข้าอาหาร	4.16

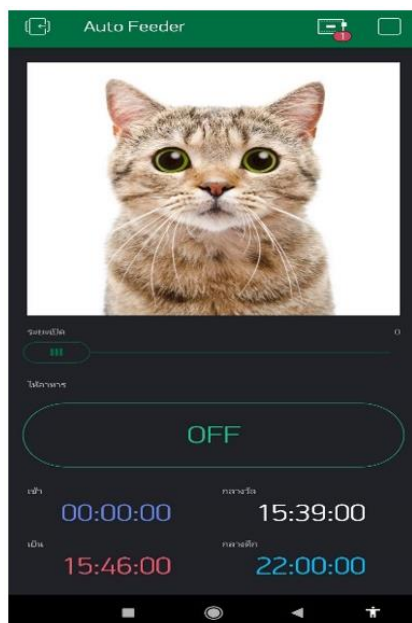
งานวิจัยใช้หลักการระดมสมองภายในกลุ่ม พิจารณาข้อมูลและสรุปปัญหาและความต้องการของผลิตภัณฑ์กลุ่มเป้าหมาย จากตารางที่ 1 และ 2 เพื่อกำหนดเป็นคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ 11 ด้าน และประเมินความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ความสะดวกสบายผลิตภัณฑ์ต้นแบบต่อการใช้งาน การทำความสะอาดหลังใช้งาน ปริมาณการบรรจุอาหาร การใช้งานง่าย ขนาดและน้ำหนัก การป้องกันอาหารตกหล่น การควบคุมกำหนดเวลาและปริมาณอาหาร การควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน ความแข็งแรงและทนทาน รูปทรงและสีส่น และการเก็บรักษาคุณภาพอาหาร

2. การเขียนโปรแกรมและการออกแบบวงจรระบบอัตโนมัติ

การเขียนโปรแกรมและการออกแบบวงจร ด้วยโปรแกรม Arduino IDE เพื่อควบคุมการทำงาน 2 ระบบ ได้แก่ ระบบการตรวจจับของเซนเซอร์ เมื่อแมวเข้ามาในระยะการปล่อยอาหาร และระบบการตั้งเวลาเปิดและปิดของการให้อาหาร

3. การสร้างแอปพลิเคชันเชื่อมโยงระบบไอโอที

การสร้างแอปพลิเคชันเชื่อมโยงระบบไอโอที ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk บนมือถือสมาร์ทโฟน เพื่อใช้ควบคุมเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งสามารถควบคุมเวลาการให้อาหาร ควบคุมฝาเปิดและปิดของการให้อาหารแมว และการแจ้งเตือนเมื่อแมวเข้ามากินอาหาร แสดงแอปพลิเคชันดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แอปพลิเคชัน สำหรับควบคุมการให้อาหารแมว

4. การเชื่อมต่อวงจรกับแอปพลิเคชัน

การเชื่อมต่อวงจรกับแอปพลิเคชัน ดำเนินการเขียนโปรแกรมคำสั่งลงบอร์ด MCU Arduino ผ่านระบบไวไฟ (Wifi) เพื่อสามารถใช้งานสัมพันธ์กับแอปพลิเคชัน บนโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน ด้วยการเชื่อมต่อกับเซอร์โมเตอร์ เพื่อควบคุมการให้อาหารของเครื่อง ให้สามารถทำงานระยะไกล

5. การออกแบบผลิตภัณฑ์

หลักการออกแบบ ด้วยการประยุกต์ทฤษฎีการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Karl and Eppinger, 2016 : 117-165) ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการหลัก 2 ขั้นตอน ได้แก่ 1. การริเริ่มสร้างแนวคิด (concept generation) และ 2. การคัดกรองแนวคิด (concept selection) โดยผลการดำเนินงานแสดงรายละเอียด ดังนี้

5.1 การริเริ่มสร้างแนวคิด ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินงาน 4 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

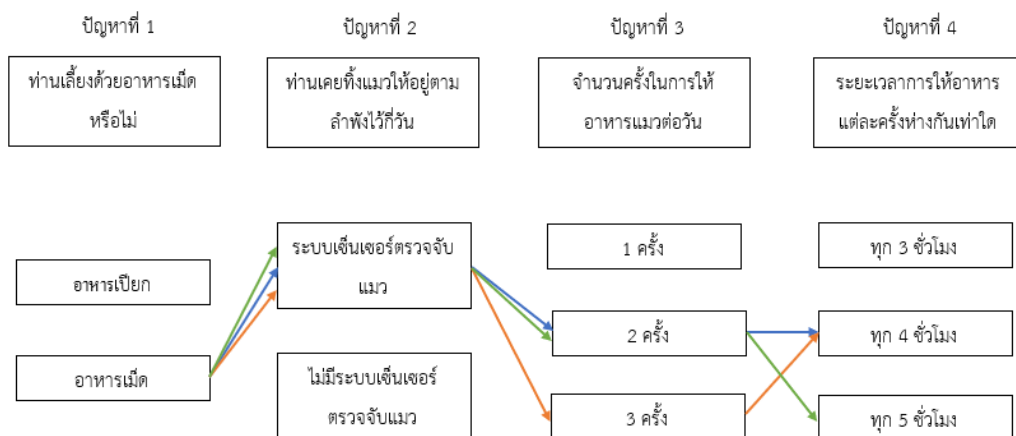
5.1.1 การชี้แจงปัญหาที่มีความซับซ้อนให้เกิดความชัดเจน (clarify the problem) เพื่อระบุปัญหาและความต้องการให้ชัดเจนมากขึ้น โดยผู้วิจัยเลือกสำรวจปัญหาและความต้องการ ด้วยการสนทนากลุ่มผู้เลี้ยงแมวบริเวณรอบมหาวิทยาลัยบูรพา

5.1.2 การสำรวจข้อมูลภายนอก (external search) เพื่อแปลงปัญหาและความต้องการผู้เลี้ยงแมว ด้วยการสำรวจปัญหาและความต้องการ จากข้อมูลภายนอก ด้วยจำนวนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 90 ราย

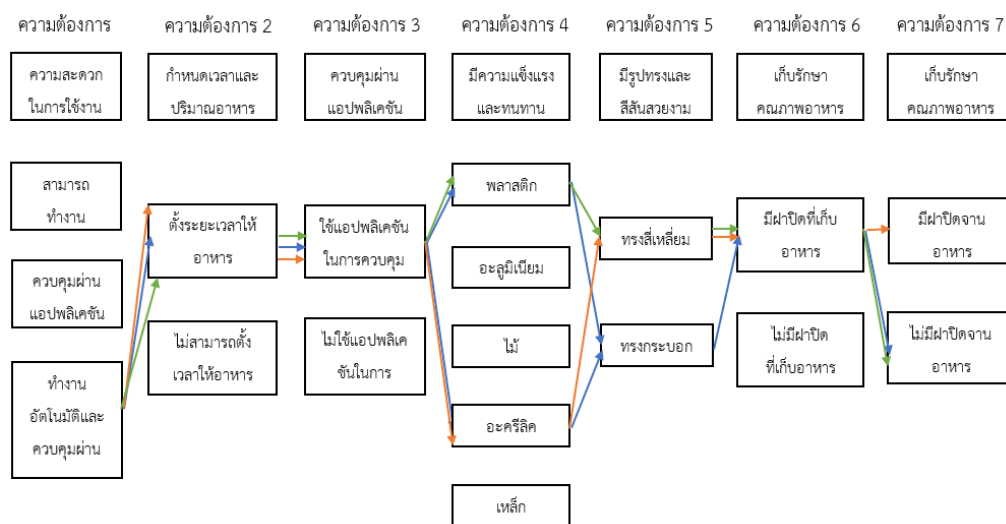
5.1.3 การค้นหาข้อมูลจากภายใน (internal search) ด้วยการนำข้อมูลจากสมาชิกภายในกลุ่มของงานวิจัยนี้จำนวน 5 ราย เพื่อออกแบบลักษณะการใช้งานของผลิตภัณฑ์

5.1.4 การสำรวจระบบโดยรวม (systematic exploration) คือ การรวมแนวคิดของปัญหาและความต้องการย่อย จากการค้นหาข้อมูลภายนอกและข้อมูลภายใน ให้เป็นแนวความคิดของผลิตภัณฑ์โดยรวม โดยใช้ ตารางพิจารณาารวมกันของผลลัพธ์ของแต่ละปัญหาและความต้องการย่อย (concept combination table)

เพื่อคัดเลือกแนวคิดที่เหมาะสม ซึ่งการพิจารณานี้ใช้หลักการระดมสมองของทีมสมาชิกงานวิจัย แสดงผลการดำเนินงาน ดังรูปที่ 2 และ 3 หลังจากนั้นนำแนวความคิดที่เหมาะสมพิจารณาร่วมกันภายในกลุ่มสมาชิกงานวิจัย เพื่อกำหนดเป็นแบบร่างผลิตภัณฑ์ ซึ่งออกแบบร่างผลิตภัณฑ์ สำหรับการคัดเลือก 3 แบบ แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 2 Concept Combination ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ เพื่อคัดเลือกแนวคิดที่เหมาะสมและมีความน่าจะเป็น



รูปที่ 3 Concept Combination ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ เพื่อคัดเลือกแนวคิดที่เหมาะสมและสอดคล้องความต้องการ



แบบร่างผลิตภัณฑ์ที่ 1

แบบร่างผลิตภัณฑ์ที่ 2

แบบร่างผลิตภัณฑ์ที่ 3

รูปที่ 4 แบบร่างผลิตภัณฑ์ 3 แบบ

5.2 การคัดเลือกแนวคิด (concept selection)

การคัดเลือกแนวคิด จากแบบร่างผลิตภัณฑ์ 3 แบบ สามารถดำเนินการ ด้วยขั้นตอนการดำเนินงานหลักของการคัดเลือกแนวคิด 2 ขั้นตอน ได้แก่ การคัดกรองแนวคิดผลิตภัณฑ์ (concept screening) และการให้คะแนนแนวคิด (concept scoring) (Talapatra *et al.*, 2014 : 1-7) สามารถแสดงรายละเอียด ดังนี้

5.2.1 การคัดกรองแนวคิดผลิตภัณฑ์ คือ การคัดเลือกและคัดกรอง เพื่อได้แนวคิดที่ดีที่สุด ซึ่งมีเกณฑ์คะแนนการคัดกรองเป็นมาตรฐาน ดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนน งานวิจัยนี้กำหนดให้แบบร่างที่ 2 เป็นแนวคิดอ้างอิง เนื่องจากแบบร่างที่ 2 มีตัวฐานรองผลิตจากวัสดุประเภทพลาสติกและฝาครอบผลิตจากวัสดุประเภทอะครีลิก มีรูปทรงลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยม ซึ่งเป็นลักษณะรูปทรงมาตรฐาน สามารถใช้เปรียบเทียบกับรูปทรงแบบอื่นๆ ได้ง่าย อีกทั้งวัสดุที่ใช้ผลิตแบบร่างที่ 2 นั้นผลิตจากวัสดุทั้งสองประเภทที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งสามารถเปรียบเทียบกับแบบร่างผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากพลาสติกหรืออะครีลิกล้วนได้ การให้คะแนนแนวคิดเปรียบเทียบระหว่างแบบอ้างอิงกับแบบร่างผลิตภัณฑ์ ดำเนินการจากหลักการระดมความคิดของสมาชิกกลุ่มงานวิจัยนี้ พิจารณาเงื่อนไข 3 เงื่อนไข ดังนี้

- ถ้าแนวความคิดแบบร่างผลิตภัณฑ์ ตอบสนองต่อแนวคิดอ้างอิงแบบร่างที่ 2 ได้ดีกว่า
คะแนนเป็น +

- ถ้าแนวความคิดแบบร่างผลิตภัณฑ์ ตอบสนองต่อแนวคิดอ้างอิงแบบร่างที่ 2 ได้น้อยกว่า
คะแนนเป็น -

- ถ้าแนวความคิดแบบร่างผลิตภัณฑ์ ตอบสนองต่อแนวคิดอ้างอิงแบบร่างที่ 2 ได้เท่ากัน
คะแนนเป็น 0

ผลการคัดกรองแนวคิดผลิตภัณฑ์ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การคัดกรองแนวคิดผลิตภัณฑ์ (concept selection)

เกณฑ์คัดเลือกแนวคิด	ความแปรปรวนของแนวคิด		
	แบบร่างที่ 1	แบบร่างที่ 2 (แบบอ้างอิง)	แบบร่างที่ 3
ความสวยงาม	1	0	1
ความแข็งแรงและทนทาน	0	0	-1
การใช้งาน	1	0	-1
ต้นทุน	0	0	0
การเก็บรักษา	0	0	0
บวก (+1)	2	0	1
เท่ากัน (0)	3	5	2
ลบ (-1)	0	0	2
ผลรวม	2	0	-1
ลำดับ	1	2	3
การคัดเลือกแนวคิดเพื่อพัฒนา	คัดเลือก	คัดเลือก	ไม่เลือก

พิจารณาตารางที่ 3 เปรียบเทียบคะแนนของเกณฑ์คัดเลือกแนวคิด 5 ด้าน ได้แก่ ความสวยงาม ความแข็งแรงและทนทาน การใช้งาน ต้นทุน และการเก็บรักษา จากนั้นรวมคะแนนของแบบร่างผลิตภัณฑ์ พบว่าแบบร่างผลิตภัณฑ์ที่ 1 มีคะแนน 2 คะแนน แบบร่างผลิตภัณฑ์ที่ 2 มีคะแนน 0 คะแนน และแบบร่างผลิตภัณฑ์ที่ 3 มีคะแนน -1 คะแนน ซึ่งการเลือกแบบร่างผลิตภัณฑ์ พิจารณาจากคะแนนมากที่สุด เพื่อนำไปคัดเลือกแนวคิด ในขั้นตอนการให้คะแนนแนวคิด และเลือกพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ ในขั้นตอนการสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์ต่อไป โดยเลือกแบบร่างผลิตภัณฑ์ที่ 1 และแบบร่างผลิตภัณฑ์ ที่ 2

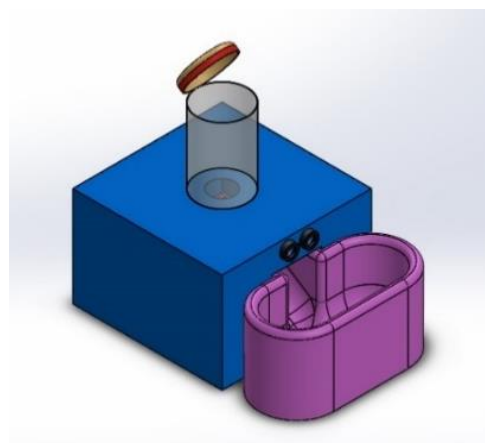
5.2.2 การให้คะแนนแนวคิด ดำเนินการด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนัก กำหนดน้ำหนักให้แก่เกณฑ์การคัดเลือก 5 ด้าน เช่นเดียวกับขั้นตอนการคัดกรองแนวคิดผลิตภัณฑ์ จากนั้นประเมินให้คะแนน และคำนวณค่าคะแนนถ่วงน้ำหนัก จากสมการที่ 1 ซึ่งผลการประเมินค่าคะแนนถ่วงน้ำหนัก แสดงดังตารางที่ 4

$$\text{ค่าคะแนนถ่วงน้ำหนัก} = (\text{ค่าการประเมิน} \times \text{ค่าน้ำหนัก}) \dots \dots \dots (\text{สมการที่ 1})$$

ตารางที่ 4 การให้คะแนนแนวคิด (Concept Scoring)

เกณฑ์การคัดเลือก	น้ำหนัก	แบบร่างที่ 1		แบบร่างที่ 2	
		การประเมิน	ค่าคะแนนถ่วงน้ำหนัก	การประเมิน	ค่าคะแนนถ่วงน้ำหนัก
ความสวยงาม	10%	3	0.3	3	0.3
ความแข็งแรงและทนทาน	20%	5	1.0	4	0.8
การใช้งาน	30%	3	0.9	2	0.6
ต้นทุน	20%	4	0.8	3	0.6
การเก็บรักษา	20%	5	1.0	3	0.6
ผลรวม		20	4	15	2.9
การเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบ		เลือก		ไม่เลือก	

พิจารณาตารางที่ 4 กำหนดให้น้ำหนักของเกณฑ์การคัดเลือก 5 ด้าน ดังนี้ น้ำหนักของความสวยงามเท่ากับ 10% น้ำหนักของความทนทานและทนทาน 20% น้ำหนักของการใช้งาน 30% น้ำหนักของต้นทุน 20% และน้ำหนักของการเก็บรักษา 20% ผลการประเมินค่าคะแนนถ่วงน้ำหนักของแบบร่างผลิตภัณฑ์ที่ 1 และ 2 พบว่าแบบร่างผลิตภัณฑ์ที่ 1 ผลรวมเท่ากับ 4 คะแนนเป็นลำดับที่ 1 และแบบร่างผลิตภัณฑ์ที่ 2 ผลรวมเท่ากับ 2.9 คะแนน ดังนั้นจึงเลือกแบบร่างผลิตภัณฑ์ที่ 1 เพื่อสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบต่อไป แสดงรูปแบบร่างผลิตภัณฑ์ที่ 1 ดังรูปที่ 5

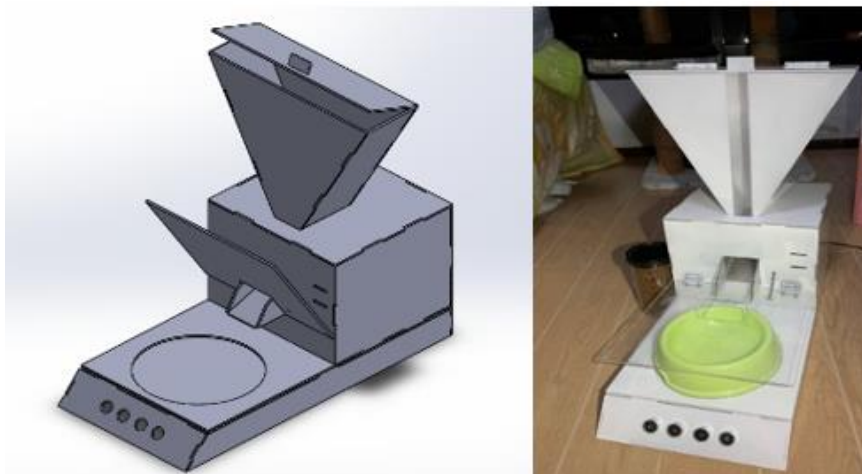


รูปที่ 5 แบบร่างผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการคัดเลือก

6. การสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (Prototype)

การสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ดำเนินการจากการนำแบบร่างผลิตภัณฑ์ที่ 1 ที่ได้รับเลือก สร้างเป็นผลิตภัณฑ์ โดยปรับปรุงแบบร่างผลิตภัณฑ์เพิ่มเติม จากผสมผสานปัจจัยการสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์ 4 ปัจจัย ได้แก่

ปัจจัยด้านเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต ปัจจัยด้านวัสดุ ปัจจัยด้านสี และปัจจัยด้านต้นทุน ส่งผลให้ต้นทุนต้นแบบผลิตภัณฑ์มีมูลค่า 1,847 บาทต่อเครื่อง แสดงรูปต้นแบบผลิตภัณฑ์ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ลักษณะโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ต้นแบบและผลิตภัณฑ์ต้นแบบจริง

ชิ้นส่วนประกอบหลักของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ สามารถจำแนกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

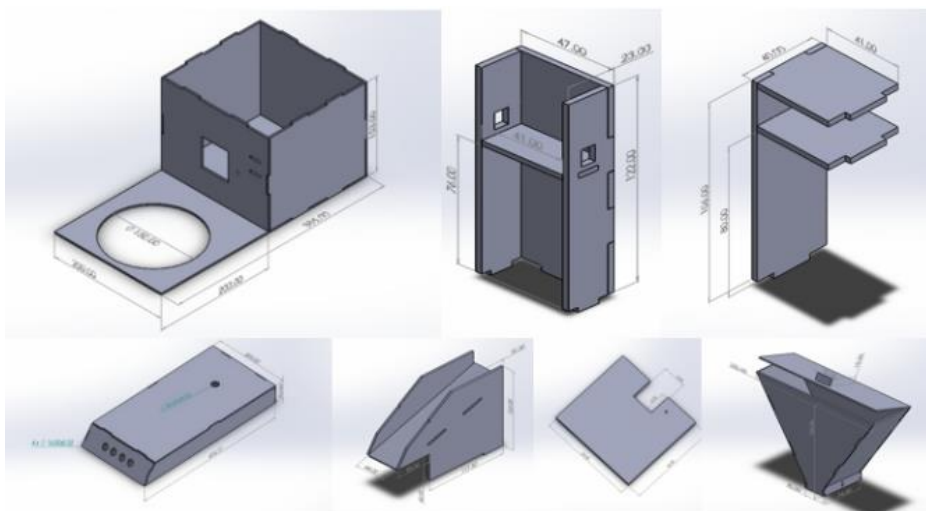
- กลุ่มชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ สามารถจำแนกเป็น 3 ชิ้นส่วน ได้แก่ 1. บอร์ด MCU Arduino ทำหน้าที่รับข้อมูลจากผู้ใช้และออกคำสั่งให้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ เซอร์โวมอเตอร์ และเซนเซอร์ ทำงานตามเงื่อนไขการเขียนโปรแกรม 2. เซอร์โวมอเตอร์ ทำหน้าที่ควบคุมการเปิด-ปิดช่องจ่ายอาหารและฝาจานใส่อาหาร และ 3. เซนเซอร์ Ultrasonic ทำหน้าที่ตรวจจกระยะการเคลื่อนไหวของแมว เพื่อส่งสัญญาณต่อให้เซอร์โวมอเตอร์ เปิดปิดช่องจ่ายอาหารและฝาจานใส่อาหาร แสดงกลุ่มชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 กลุ่มชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

- กลุ่มชิ้นส่วนโครงสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ สามารถจำแนกเป็น 4 ชิ้นส่วน ได้แก่ 1. ชิ้นส่วนโครงสร้างหลัก ทำหน้าที่ยึดชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ 2. โครงสร้างฐานอุปกรณ์กลุ่มชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่ยึดและติดตั้งอุปกรณ์กลุ่มชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ 3. สะพานจ่ายอาหาร ทำหน้าที่เป็นช่องทางไหลของอาหารเม็ด และ

4. ฝาจานอาหารและกล่องบรรจุอาหารเม็ด ทำหน้าที่ป้องกันสิ่งสกปรก รักษาคุณภาพอาหาร และเก็บอาหารเม็ด แสดงกลุ่มชิ้นส่วนโครงสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 กลุ่มชิ้นส่วนโครงสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

7. การประเมินผล

การประเมินผลผลิตภัณฑ์ต้นแบบเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ ดำเนินการประเมินความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ จากแบบสอบถามปลายปิดแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert Scale) เพื่อวัดระดับความพึงพอใจของต่อผลิตภัณฑ์ 11 ด้าน สุ่มกลุ่มเป้าหมายจำนวน 70 ราย พบว่าความสะดวกสบายผลิตภัณฑ์ต้นแบบต่อการใช้งานมีระดับคะแนนเฉลี่ย 4.39 คะแนน การทำความสะอาดหลังใช้งานมีระดับคะแนนเฉลี่ย 3.69 คะแนน ปริมาณการบรรจุอาหารมีระดับคะแนนเฉลี่ย 4.27 คะแนน การใช้งานง่ายมีระดับคะแนนเฉลี่ย 4.30 คะแนน ขนาดและน้ำหนักมีระดับคะแนนเฉลี่ย 3.94 คะแนน การป้องกันอาหารตกหล่นมีระดับคะแนนเฉลี่ย 4.25 คะแนน การควบคุมกำหนดเวลาและปริมาณอาหารมีระดับคะแนนเฉลี่ย 4.47 คะแนน การควบคุมผ่านแอปพลิเคชันมีระดับคะแนนเฉลี่ย 4.61 คะแนน ความแข็งแรงและทนทานมีระดับคะแนนเฉลี่ย 4.02 คะแนน รูปทรงและสีสนมีระดับคะแนนเฉลี่ย 3.69 คะแนน และการเก็บรักษาคุณภาพอาหารมีระดับคะแนนเฉลี่ย 4.07 คะแนน คิดเป็นคะแนนความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์เฉลี่ยรวม 11 ด้าน มีระดับคะแนนเฉลี่ย 4.15 ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจระดับมาก

สรุปและอภิปรายผล

สรุปผลงานวิจัย

การออกแบบและพัฒนาเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการผู้ซื้อและรูปแบบการดำเนินชีวิตของผู้บริโภคกลุ่มดูแลสัตว์เลี้ยงเป็นส่วนหนึ่งของครอบครัว สำหรับออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ให้สอดคล้องความต้องการอย่างเหมาะสม และเพื่อประยุกต์การออกแบบและพัฒนาเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ ด้วยเทคโนโลยีระบบไอโอที ควบคุมผลิตภัณฑ์แบบระยะไกลบนการใช้โปรแกรม Arduino IDE และแอปพลิเคชัน

Blynk สำหรับผู้บริโภคกลุ่มดูแลสัตว์เลี้ยงเป็นส่วนหนึ่งของครอบครัว ไม่อยู่ในที่พักอาศัยหรือกลับเข้าที่พักไม่ตรงเวลา ซึ่งส่งผลให้แมวไม่มีอาหารรับประทาน มีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย เริ่มจากการสำรวจปัญหา ความต้องการ และพฤติกรรมการให้อาหารแมวของผู้ใช้งาน ใช้การจัดทำสนทนากลุ่ม จำนวน 10 ราย และการสำรวจปัญหาด้วยแบบสอบถามปลายเปิด จำนวน 30 ราย และแบบสอบถามปลายปิด จำนวน 90 ราย เพื่อหาข้อมูล สรุปปัญหาและความต้องการผลิตภัณฑ์กลุ่มเป้าหมาย สำหรับเป็นข้อกำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ต่อไป ลำดับต่อมา คือ การเขียนโปรแกรมและออกแบบวงจรอัตโนมัติ ด้วยโปรแกรม Arduino IDE พร้อมสร้างแอปพลิเคชัน ด้วยแอปพลิเคชัน Blynk และเชื่อมต่อวงจรอัตโนมัติกับแอปพลิเคชัน จากนั้นดำเนินการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ด้วยการประยุกต์ทฤษฎีการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ สร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และขั้นตอนสุดท้าย คือ การประเมินผลการใช้งานจริงของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ 11 ด้าน จากแบบสอบถามปลายปิดแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของลิเคิร์ต พบว่าคะแนนความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์เฉลี่ยรวม 11 ด้าน มีระดับคะแนนเฉลี่ย 4.15 ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจระดับมาก

อภิปรายผลงานวิจัย

ผลประเมินความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ 11 ด้าน พบคะแนนความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ต่ำกว่า 4.00 คะแนน 3 ด้าน ได้แก่ การทำความสะอาดหลังใช้งาน ขนาดและน้ำหนัก และรูปทรงและสีสันทัน โดยมีคะแนนเฉลี่ย 3.69, 3.94 และ 3.69 คะแนน ตามลำดับ ดังนั้นเพื่อการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ระยะที่ 2 ควรเน้นพัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ต้นแบบ 3 ด้านดังกล่าว เพื่อสามารถใช้งานได้สอดคล้องความต้องการมากที่สุด และเพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์จำหน่ายเชิงพาณิชย์ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ผลการวิจัยก่อให้เกิดประโยชน์แก่กลุ่มผู้เลี้ยงแมวแบบเป็นส่วนหนึ่งของครอบครัว ซึ่งส่งผลให้ทราบถึงปัญหา และความต้องการของผู้เลี้ยงแมว นำไปสู่การออกแบบและพัฒนาเครื่องป้อนอาหารแมวต้นแบบที่มีคุณลักษณะสอดคล้องกับความต้องการใช้งานด้วยต้นทุนที่ประหยัด แนวคิดของเครื่องต้นแบบนี้สามารถนำไปพัฒนาต่อได้ทั้งในเชิงพาณิชย์และการดัดแปลงสร้างขึ้นใช้โดยผู้เลี้ยงเอง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตรงตามความต้องการกลุ่มเป้าหมาย ด้านคุณลักษณะทางคุณภาพ (specification) ควรประยุกต์ใช้บ้านคุณภาพ (Quality Function Development: QFD) เพื่อการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์
2. การออกแบบและพัฒนาเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ ด้วยระบบไอโอที จำหน่ายเชิงพาณิชย์ ควรปรับปรุงด้านวัสดุใหม่ เพื่อการทำความสะอาดหลังใช้งาน ให้มีน้ำหนักเบา รูปทรง และสีสันทัน
3. การออกแบบและพัฒนาเครื่องให้อาหารแมวอัตโนมัติ สามารถพัฒนาเพิ่มเติม ด้วยการติดตั้งกล้องเพื่อสามารถตรวจจับภาพการเคลื่อนไหวของแมว ที่ตัวผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ซึ่งจะแสดงผล เป็นภาพหรือวิดีโอผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน และการติดตั้งอุปกรณ์ที่เครื่องซึ่งน้ำหนัก เพื่อเพิ่มเติมเงื่อนไขการกำหนดปริมาณอาหารที่ตกลงมา หรือปริมาณอาหารที่สั่งการแบบอัตโนมัติ โดยการออกแบบโค้ดคำสั่งหรือเงื่อนไขให้มีความสัมพันธ์กัน

เอกสารอ้างอิง

- กรมประชาสัมพันธ์. (2563). *คลังความรู้ PRD* [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 3 มิถุนายน 2563, จาก : <http://km.prd.go.th>.
- กรมปศุสัตว์ (2562). *แผนที่แสดงจำนวนสุนัข-แมว (ปี 2562 รอบที่ 1) สำรวจโดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น* [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 3 มิถุนายน 2563, จาก : <http://164.115.40.46/petregister>.
- เจษฎา ขจรฤทธิ์, ปิยนุช ชัยพรแก้ว และหนึ่งฤทัย เอ่งฉ้วน. (2560). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of Things ในการควบคุมระบบส่องสว่างสำหรับบ้านอัจฉริยะ. *วารสารวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ*, 7(1), 1-11.
- ชัยวิทย์ ธีระฉัตรพงษ์ และยุพธนา พรคอนันต์. (2563). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมโรงเรือนเพาะเห็ดฟาร์มอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์. *วารสารวิชาการเทพสตรี I-TECH*, 15(2), 102-111.
- ตรีรัตน์ ออมรัตน์. (2559). *การศึกษาพฤติกรรมการตัดสินใจซื้ออาหารแมวสำเร็จรูประดับพรีเมียม*. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ธรัช อารีราษฎร์ และวรภา อารีราษฎร์. (2563). ระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์. *วารสารวิชาการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ*, 6(1), 7-17.
- นิติคม อริยพิมพ์, ชัยพร อัดโดดดร และวินัย คำทวิ. (2562). การออกแบบและสร้างระบบ IoT สำหรับบ้านจำลองที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์. *การประชุมวิชาการและเสนอผลงานระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 7 (CASNIC 2019)*, 16 พฤศจิกายน 2562. 1535 -1545. ขอนแก่น. วิทยาลัยบัณฑิตเอเซีย.
- ปัทมา เหมือนสมัย (2557). *คำอ้างอิงบุรุษในภาษาไทยในการอ้างอิงและพูดคุยกับสัตว์เลี้ยง*. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิพัฒน์ ดุรงค์ดำรงชัย และชัยพร อัดโดดดร. (2563). แบบจำลองระบบไอโอทีสำหรับฟาร์มไก่อัตโนมัติที่ควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อม*, 7(2), 73-86.
- วีรศักดิ์ พองเงิน สุรพงษ์ เพ็ชรหาญ และรัฐสิทธิ์ ยะจ่อ. (2561). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า. *วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม*, 5(1), 172-182.
- วอนชนก ไชยสุนทร. (2558). Internet of Things เมื่อทุกสิ่งเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 14(2), 727-733.
- ศิวพร เทียงธรรม และบุหงา ชัยสุวรรณ (2561). รูปแบบการดำเนินชีวิตและพฤติกรรมการซื้อของผู้บริโภคกลุ่ม Pet Parents. *วารสารการสื่อสารและการจัดการ นิต้า*, 4(2), 61-75.
- ศุภาวีร์ มงคลชาติ. (2560). *ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการซื้อผลิตภัณฑ์สัตว์เลี้ยงสำหรับแมวของผู้บริโภคที่เลี้ยงแมวในประเทศไทย*. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- Berkman, H. W. and Gilson, C. C. (1974). Consumer lifestyles and market segmentation. *Journal of the academy of marketing science*, 2(1-4), 189-200.
- Chicone, D. (2015). *Being a Super Pet Parent: Everything You Need to Know to Foster a Long Relationship with Your Dog*. Dancing Paws Press.

- Habib, A., Johargy, A., Mahmood, K. and Humma. (2014). Design And Determination of The Sample Size in Medical Research. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*, 13(5), 21-31.
- Karl, T. U. and Eppinger, S.D. (2016). *Product Design and Development*. (6th Ed). New York : McGraw Hill. 432 pages.
- Muhammad, A., Muhammad, Ammad-Uddin, Sharif, Z., Mansour, A. and Aggoune, El-Hadi M. (2019). Internet-of-Things (IoT) - Base Smart Agriculture: Towards Making the Fields Talk. *IEEE Access*, 2019(7), 129551-129583.
- Talapatra, S., Shakil, Md., Mondal, P.K. and Islam, Md. S. (2014). Implementation of Product Design Tools for the Development of an Automated Vegetable Chopper. *Technology and Investment*, 2014(5), 1-7.