

## การพัฒนาต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง

### The Development of a Model Automatic Fish Feeder

#### Based on the Concept of Internet of Things

ยุติธรรม ประมะ\*, วสิน โชติ

Yutitham Parama\*, Wasin Choti

โปรแกรมวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

Department of Computer Science and Information Technology

Faculty of Science and Technology, Kamphaeng Phet Rajabhat University.

#### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่งเพื่อเพิ่มความสะดวก ควบคุมปริมาณการให้อาหาร และลดเวลาในการเฝ้าสังเกตปลา เครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยสองส่วนหลักคือ 1) เครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติฯ และ 2) แอปพลิเคชันการใช้งานเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติฯ ได้รับการออกแบบเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU V.2, ระบบงานป้อนอาหาร, สเต็ปเปอร์มอเตอร์ 4 เฟสพร้อมแผงวงจรควบคุม, ชุดเซนเซอร์วัดระดับอาหาร แอปพลิเคชันป้อนปลาได้รับการออกแบบใน 2 ฟังก์ชัน คือ การควบคุมด้วยตนเองและระบบอัตโนมัติโดยแอปพลิเคชันป้อนอาหารปลา สื่อทั้งสองสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยเซิร์ฟเวอร์ Blynk การทดลองพบว่าประสิทธิภาพในการให้อาหารปลาสามมื้อด้วยการทดสอบหน่วยย่อยมีความเที่ยงตรงคิดเป็นร้อยละ 90.59 และความเที่ยงตรงในการทดสอบระบบจริงคิดเป็นร้อยละ 90.63 นอกจากนี้ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติฯ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ มาก ( $\bar{X}=4.06$ , S.D.=0.51) ดังนั้น ต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติฯ สามารถใช้เป็นต้นแบบเครื่องให้อาหารปลา และประยุกต์ใช้สำหรับผลิตภัณฑ์การผลิตเชิงพาณิชย์

**คำสำคัญ:** เครื่องให้อาหารปลา ไมโครคอนโทรลเลอร์ อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง

#### Abstract

This research was to present the development of fish automatic feeder model based on the concept of the Internet of Things (IoT). The objectives were to increase the convenience, to control the quantity of food and to reduce time in monitoring the fish. The developed model included 2 elements which were 1) automatic feeder machine and 2) an application of the machine. The automatic fish feeder machine was designed into 4 parts which were

\* Corresponding author : keng2007@gmail.com

microcontroller NodeMCU V.2, feeding dish system, four phases step motor including with a controlling board, and food leveling sensor set. Feeding application was divided into 2 functions, manual and automatic control. Both functions communicated through an internet network by Blynk server. The results indicated that, on unit test, the efficiency on feeding the fish 3 times was at 90.59 percent accurate and the accuracy in testing the real system was at 90.63 percent. In addition, the satisfaction of the users toward the developed model, on average, was at a high level ( $\bar{x}$  = 4.06, S.D. = 0.51). Therefore, the automatic fish feeder was able to use as a model for fish feeding machine and able to apply for commercial manufacturing product.

**Keywords:** Fish feeder, micro controller, Internet of Things

## 1. บทนำ

ปัจจุบันมีความนิยมเลี้ยงปลาสวยงามทั้งในประเทศและต่างประเทศเป็นจำนวนมาก ธุรกิจการเลี้ยงปลาสวยงามจัดเป็นธุรกิจที่ก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งทางด้านเศรษฐกิจส่งออกและนำเข้าที่มีมูลค่าค่อนข้างสูงจากการศึกษาพบว่ามีการเพาะพันธุ์ปลาสวยงามที่มีมูลค่าการส่งออกสูงถึง 55,237,345 บาท และเป็นปลาสวยงามน้ำจืดมากถึง 52,521,027 บาท (ด้านตรวจสัตว์น้ำทำอากาศยานสุวรรณภูมิ, 2563) สำหรับประเทศไทยมีศักยภาพการผลิตปลาสวยงามเป็นอันดับที่สามของอาเซียน (สมพล สุขเจริญพงษ์ และคณะ, 2560) และได้มีการศึกษาชี้เฉพาะในจังหวัดราชบุรี มีการเพาะเลี้ยงมากถึง 275 ฟาร์ม จำนวน 147.01 ล้านตัว (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดราชบุรี, 2563) ในประเภทปลาสวยงามปลาทองจัดว่าเป็นปลาอีกชนิดหนึ่งที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจที่มีผู้นิยมเลี้ยงทั้งในประเทศและส่งออกต่างประเทศ ในการเลี้ยงปลาทองควรให้อาหารที่ละน้อยแต่บ่อยครั้งจึงจะทำให้หน้าปลางามไปใช้ได้ทันที ปลาจะเจริญเติบโตไวแต่ควรให้ในปริมาณที่เหมาะสม แต่ถ้าไม่มีเวลาสามารถให้เป็นมืออย่างน้อย 2 มือเช้าและเย็น (สุภาณี ภูสิน และคณะ, 2560) ประกอบกับในช่วงเวลาที่รัฐบาลส่งเสริมการขับเคลื่อนเศรษฐกิจโดยใช้นวัตกรรมตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0 มุ่งเน้นให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และนำไปสู่การประยุกต์ใช้กับกระบวนการผลิตในกลุ่มเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเป้าหมาย อาทิ กลุ่มดิจิทัล อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่งและเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศท้องถิ่น, 2559)

ในการเลี้ยงปลาได้มีการพัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ มีความนิยมในการสร้างระบบอัตโนมัติและการใช้ระบบอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (วิสิทธิ์ เวียงนาค, 2561) อาทิ การให้อาหารปลาแบบอัตโนมัติสามารถรายงานไปยัง smart phones แจ้งเตือนน้ำหนักอาหารต่ำและค่าปริมาณออกซิเจนต่ำ (ชนภา เทพเสนา และคณะ, 2561) รวมถึงการให้อาหารปลาที่ตรงเวลา และการตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยการใช้ระบบอัตโนมัติด้วย NodeMCU ซึ่งมีโมดูล WiFi เพื่อให้เจ้าของปลาสามารถตรวจสอบตู้ปลาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของตัวป้อนอาหารปลา และกำหนด

ตารางเวลาให้อาหารปลา รวมถึงตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้เซ็นเซอร์วัดค่า pH และเซ็นเซอร์วัดความขุ่น มีระบบตรวจสอบแบบทันทีทันใดผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือด้วยระบบ Blynk ทำงานได้บนระบบปฏิบัติการ Android และ iOS (Mohamed et al., 2020) นอกจากนี้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติด้วยระบบ IoT ที่สามารถกำหนดเวลาการให้อาหาร มีระบบเครื่องเปลี่ยนน้ำอัตโนมัติเมื่อน้ำขุ่น โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU มีระบบเว็บไซต์สำหรับเชื่อมโยงกับเจ้าของปลา (Ratnasari et al., 2020) ในการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรจับเวลาเพื่อเปิดสวิตช์กลไกการจ่ายอาหารที่ทำด้วยมอเตอร์ ปริมาณอาหารที่จ่ายจะถูกควบคุมโดยการเคลื่อนย้ายไปมาของมอเตอร์ สามารถนำจ่ายอาหารปลาตามช่วงเวลาที่กำหนดโดยใช้วงจรจับเวลามาควบคุม (Dada & Theophine, 2018)

คณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของการพัฒนานวัตกรรมสำหรับผู้เลี้ยงปลาสวยงาม โดยมีแนวคิดในการพัฒนาต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง ที่มีคุณสมบัติสามารถกำหนดจำนวนเม็ดของอาหาร ให้สัมพันธ์กับขนาดและจำนวนปลาที่เลี้ยง และสามารถแจ้งปริมาณอาหารให้ผู้ใช้ทราบก่อนที่อาหารจะหมด ซึ่งจะช่วยลดระยะเวลาการดูแลปลาที่เลี้ยง และเพิ่มความสะดวกรวดสบายในการดูแลขณะที่ผู้เลี้ยงปลาไม่อยู่บ้านได้เป็นอย่างดี คณะผู้วิจัยคาดหวังว่าจะเป็นประโยชน์ในการส่งเสริมให้เกิดงานอดิเรกเพื่อความผ่อนคลายในการเลี้ยงปลาสวยงาม และจะพัฒนาไปใช้สำหรับผลิตภัณฑ์การผลิตเชิงพาณิชย์ต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิด

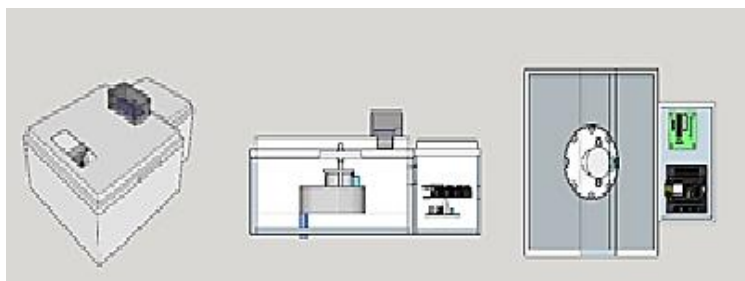
อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง

## 3. วิธีดำเนินการวิจัย

1. ในการวิจัยครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้หลักการวิจัยและพัฒนา (กิตติยา วงษ์จันทร์, 2561) แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการเลี้ยงปลาทองชนิดปลาตู้ จากผู้เลี้ยงปลาและผู้ประกอบการขายปลาสวยงามในเขตอำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร โดยใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์โดยการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 20 คน พบว่า ขนาดของปลามีความสัมพันธ์กับจำนวนเม็ดและขนาดของเม็ดอาหารที่จะให้ในแต่ละมื้อ ซึ่งความเหมาะสมการอาหารควรให้ 3 มื้อต่อวัน ขนาดของปลาจำแนกโดยผู้ประกอบการขายปลาสวยงามแบ่งได้ออกเป็น 3 ขนาดใหญ่ ๆ คือ ปลาขนาดเล็กมีขนาดรอบลำตัวไม่เกิน 1 นิ้ว ปลาขนาดกลางรอบลำตัวไม่เกิน 3 นิ้ว และปลาขนาดใหญ่รอบลำตัวเกิน 3 นิ้วขึ้นไป และขนาดของเม็ดอาหารสำเร็จรูปที่มีขายตามท้องตลาดแบ่งออกเป็น อาหารเม็ดขนาดจิ๋ว ขนาดเม็ดประมาณ 1 มิลลิเมตร เหมาะกับปลาขนาดเล็ก อาหารเม็ดขนาดเล็กจะมีขนาดเม็ดประมาณ 2-2.5 มิลลิเมตร ซึ่งเหมาะกับปลาขนาดกลางและขนาดใหญ่ และจำนวนเม็ดในการให้

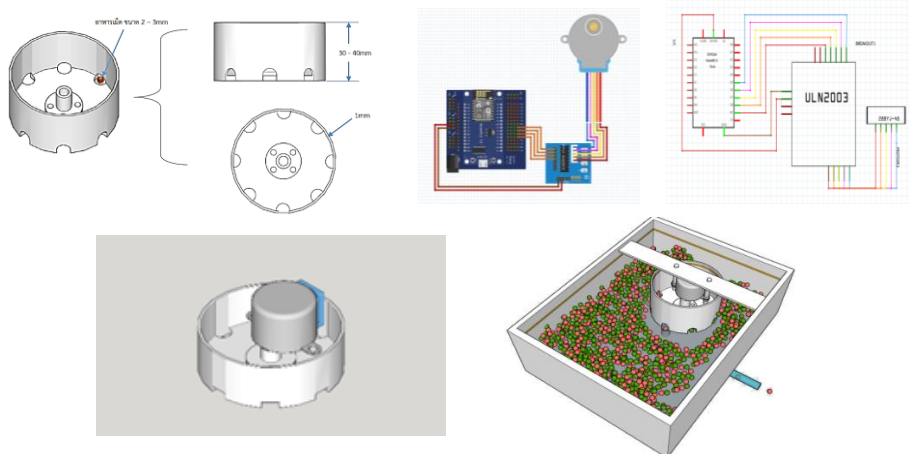
อาหารต่อมือคือ ปลาตัวเล็กให้อาหาร 2 เม็ดต่อมือ ปลาขนาดกลางให้อาหาร 4 เม็ดต่อมือ และปลาขนาดใหญ่ให้อาหาร 6 เม็ดต่อมือ

2. การพัฒนาต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง คณะผู้วิจัยได้พัฒนาภาพรวมของระบบ ประกอบด้วย เครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติฯ ประกอบด้วยอุปกรณ์หลักที่สำคัญคือ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU V.2 พร้อมชุดรองรับบอร์ด (Shield) ทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง และเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่เป็น input ได้แก่ power supply 5V. เซนเซอร์วัดระยะแบบ Ultrasonic รุ่น HC-SR04 module และส่วนของอุปกรณ์ที่เป็น output ที่ต้องการควบคุมการจ่ายอาหารเม็ดให้ถูกต้อง ด้วยหน่วยชุดงานป้อนอาหารปลาที่ควบคุมด้วยสเต็ปเปอร์มอเตอร์ 4 เฟสพร้อมแผงควบคุม พร้อมกับวงจรขับ ผลลัพธ์ดังภาพที่ 1



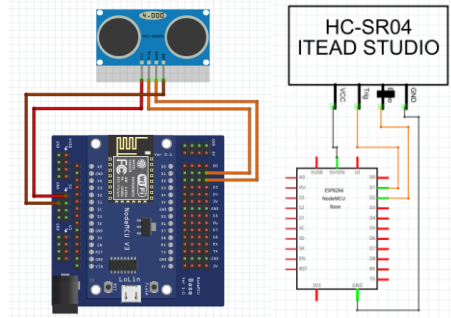
ภาพที่ 1 ภาพรวมต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง

การพัฒนาการจ่ายอาหารเม็ด ที่ผู้วิจัยได้ทำพัฒนางานป้อนอาหารเม็ดที่สั่งการด้วยสเต็ปเปอร์มอเตอร์ 4 เฟสพร้อมแผงควบคุม ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การพัฒนาระบบจ่ายอาหารเม็ด

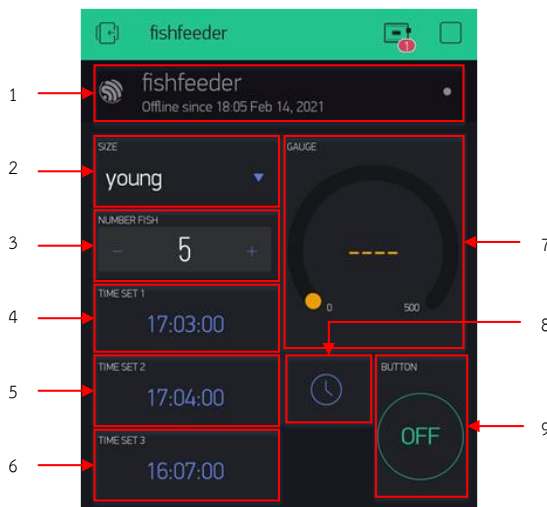
การพัฒนา ระบบตรวจสอบระดับของอาหารเม็ด โดยมีค่าอยู่ระหว่างระยะ 2-6 ซม. โดยใช้ชุดเซนเซอร์วัดระยะของอาหารโดยใช้ชุดเซนเซอร์แบบ Ultrasonic รุ่น HC-SR04 module ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การออกแบบระบบตรวจสอบระดับของอาหารเม็ด

การพัฒนาส่วนแอปพลิเคชันสำหรับเครื่องต้นแบบการให้อาหารปลาอัตโนมัติ ประกอบ 2 ส่วนหลัก คือ

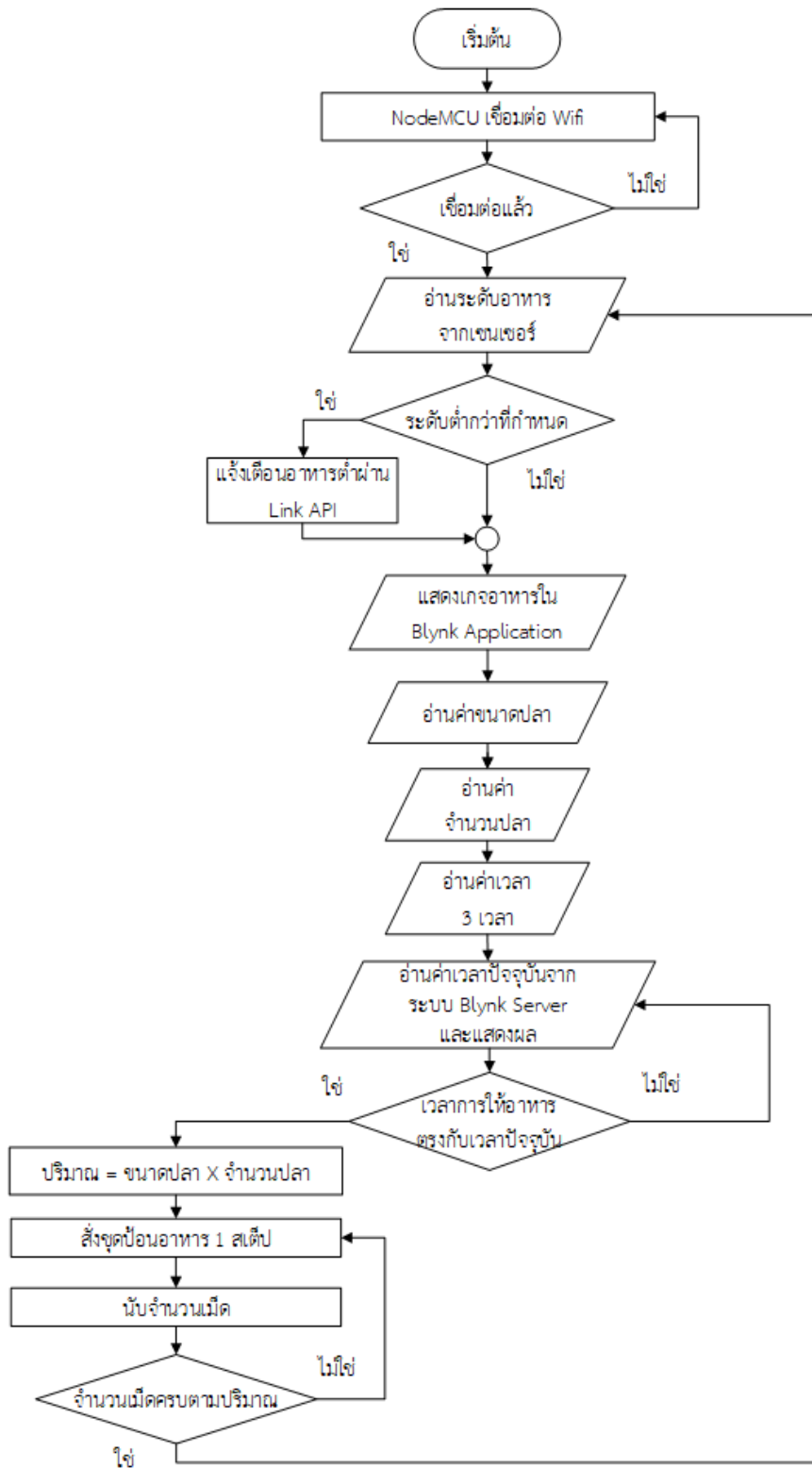
1) การพัฒนาส่วนการเชื่อมต่อผู้ใช้ สำหรับการป้อนข้อมูล ขนาดปลาและจำนวนปลา และการกำหนดเวลาในการให้อาหารจำนวน 3 มื้อ ได้ออกแบบโดยใช้แอปพลิเคชัน Blynk เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่าน Blynk Server ส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังภาพที่ 4



หมายเลข	การทำงาน
1	สถานะการเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สาย
2	เลือกขนาดปลา
3	เลือกจำนวนปลา
4	กำหนดเวลาให้อาหารมื้อที่ 1
5	กำหนดเวลาให้อาหารมื้อที่ 2
6	กำหนดเวลาให้อาหารมื้อที่ 3
7	เกจแสดงสถานะระดับอาหาร
8	แสดงเวลาปัจจุบัน
9	ปุ่มเปิดและปิดการทำงาน

ภาพที่ 4 การออกแบบหน้าจอแอปพลิเคชัน Blynk

2) การพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบควบคุมขั้นตอนการทำงานของระบบฯ โดยเขียนโปรแกรมภาษาซีบนซอฟต์แวร์ Arduino IDE ส่งการไมโครคอนโทรลเลอร์โดยควบคุมการทำงาน 2 ส่วนคือ ส่วนชุดการป้อนอาหาร และส่วนการแจ้งเตือนระดับอาหาร ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบควบคุมการทำงาน

ผู้วิจัยนำเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติฯ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง โดยการเซตค่าการเข้าใช้งาน อินเทอร์เน็ต และกำหนดค่าของ Line Token ให้กับผู้ใช้ก่อน หรือบางครั้งจะนำอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย ไปเชื่อมต่อให้ในกรณีที่ผู้ใช้ไม่มีระบบอินเทอร์เน็ต แล้วสแกนคิวอาร์โค้ดส่วนการเชื่อมต่อผู้ใช้ในภาพที่ 4 เพื่อให้ผู้ใช้ป้อนค่าเลือกขนาดของปลา จำนวนปลา และกำหนดเวลาการให้อาหาร จากนั้นระบบจะส่งผลการทำงานไปประมวลผลตามขั้นตอนจากภาพที่ 5 ขั้นตอนดังนี้ เมื่อเชื่อมต่อระบบเสร็จเรียบร้อยแล้วไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้เซนเซอร์อ่านค่าระดับอาหารถ้าอาหารอยู่ที่ระยะห่างมากกว่าหรือเท่ากับ 6 ซม. จะส่งการแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ จากนั้นจะให้แสดงผลไปยังหน้าจอแบบเกจบอกระดับอาหารให้ผู้ใช้ทราบแล้วจึงไปอ่านค่าขนาดของปลา จำนวนปลา และเวลาการให้อาหารจำนวน 3 มื้อ ที่ผู้ใช้ป้อนผ่านส่วนแอปพลิเคชันการเชื่อมต่อจาก blynk ในการประมวลผลส่งการให้อาหารระบบฯ จะไปอ่านค่าเวลาจาก blynk server ซึ่งเป็นเวลาปัจจุบันเพื่อมาตรวจสอบกับเวลาที่ผู้ใช้กำหนด เมื่อเวลาตรงกันจึงจะเริ่มคำนวณปริมาณอาหารที่จะป้อนแล้วนำไปควบคุมการวนรอบสั่งให้ชุดจานป้อนอาหารทำงานที่ละสเต็ปและนับจำนวนเม็ดที่ป้อนลงในบ่อเลี้ยงปลาจนครบแล้วจึงเริ่มกระบวนการด้วยการย้อนกลับมาตรวจสอบระดับของอาหารปลาก่อนให้อาหารในมื้อถัดไปหรือหากผู้ใช้กดปุ่มหยุดระบบจะหยุดการให้อาหารชั่วคราว และเมื่อกดปุ่มหยุดเพื่อเปิดระบบใหม่จะเริ่มทำงานการประมวลผลตามขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้น

3. การทดลองใช้ระบบและปรับปรุงระบบหลังจากที่ได้ทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติฯ และทดลองใช้งานแล้วผู้วิจัยได้นำไปประเมินความสอดคล้องของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญและนำมาทำการปรับปรุงระบบก่อนนำไปใช้ทดสอบประสิทธิภาพในขั้นตอนต่อไป

4. การออกแบบระบบการประเมินผลตามวัตถุประสงค์การวิจัยได้กำหนดการประเมินผล 2 ส่วน คือ

4.1 การทดสอบประสิทธิภาพของต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติฯ ได้ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ทดสอบประสิทธิภาพ โดยได้กำหนดระดับของการทดสอบ (Level Testing) โดยประยุกต์หลักการทดสอบประสิทธิภาพระบบแบบปียรามิด (Stephan, 2019) ซึ่งจะขอแบ่งระดับการทดสอบออกเป็น 2 ระดับ คือ ทดสอบหน่วยย่อย หรืออาจเรียกว่า Mock Test และการทดสอบระบบจริง ผู้วิจัยได้กำหนดฟังก์ชันสำหรับการทดสอบการให้อาหารปลาของ โดยกำหนดจำนวนเม็ดที่สัมพันธ์กับขนาดของปลาของและจำนวนปลาจากผลการศึกษาข้อมูลข้างต้น แบ่งฟังก์ชันการทดสอบออกเป็น 2 ระดับ ดังนี้

1) ฟังก์ชันสำหรับการทดสอบหน่วยย่อย ออกแบบให้มีฟังก์ชัน 3 ฟังก์ชัน ดังนี้

ฟังก์ชันที่ 1 หมายถึง การให้อาหารสำหรับปลาของขนาดเล็ก

ฟังก์ชันที่ 2 หมายถึง การให้อาหารสำหรับปลาของขนาดกลาง

ฟังก์ชันที่ 3 หมายถึง การให้อาหารสำหรับปลาขนาดปลาใหญ่

และกำหนดชุดของปลา ที่ทดลองใช้กับฟังก์ชันจำนวน 3 ชุด ดังนี้

ปลาชุดที่ 1 หมายถึง กำหนดจำนวนปลา 1 ตัว

ปลาชุดที่ 2 หมายถึง กำหนดจำนวนปลา 2 ตัว

ปลาชุดที่ 3 หมายถึง กำหนดจำนวนปลา 3 ตัว

หลังจากนั้นนำฟังก์ชันทั้ง 3 ฟังก์ชันไปจัดเก็บข้อมูลกับปลาจำนวน 3 ชุด ฟังก์ชันละ 10 ครั้งและหาค่าเฉลี่ยความเที่ยงตรงของการป้อนอาหารจากจำนวนเม็ดที่ได้

2) ฟังก์ชันสำหรับกระทำการทดสอบระบบจริง จะเป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่กำหนดให้ใช้ฟังก์ชันแบบเดียวกับการทดสอบหน่วยย่อย แต่มีความแตกต่างจากการทดสอบหน่วยย่อย คือ สมมติสถานการณ์ให้แต่ละครั้งกำหนดจำนวนของปลาที่แตกต่างกันออกไปเพื่อตรวจสอบผลความเที่ยงตรง

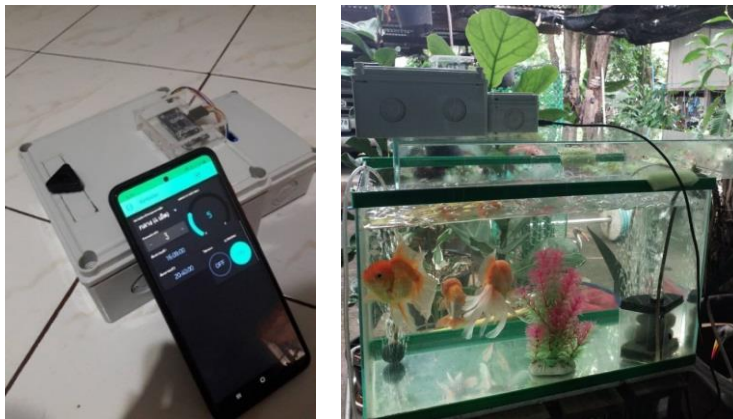
4.2 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง โดยการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ แบบมาตราส่วนประมาณค่าแบบ 5 ระดับ (Rating Scale) โดยหลักการลิเคิร์ต (บุญชม ศรีสะอาด, 2554) จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของข้อความ (IOC) ก่อนการนำไปใช้ประเมินจากกลุ่มตัวอย่าง

#### 4. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยการพัฒนาต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยฯ ปรากฏผลดังนี้

1. ผลการพัฒนาต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

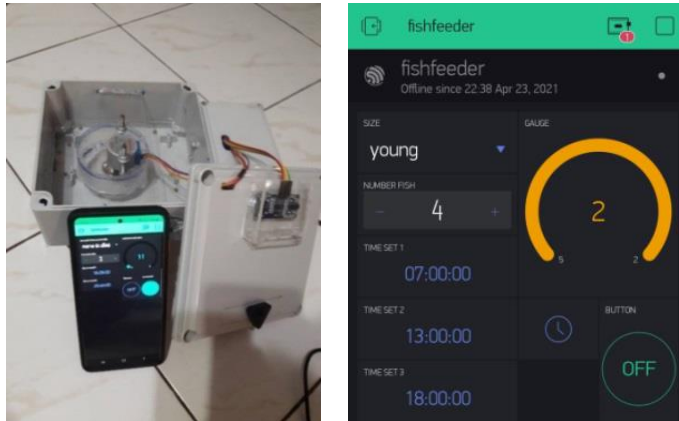
1.1 ผลการพัฒนาต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง กล้องให้อาหารและระบบควบคุมการจ่ายอาหารเชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ต ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง



1.2 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับส่งข้อมูลเชื่อมกับต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง ด้วยแอปพลิเคชัน Blynk ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชัน Blynk

1.3 ผลการพัฒนาระบบการแจ้งเตือนระดับอาหารของต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง ผ่านระบบแอปพลิเคชันไลน์ (Line Notify) ให้ผลการแจ้งเตือนระดับอาหารทำได้ถูกต้อง ดังภาพที่ 8



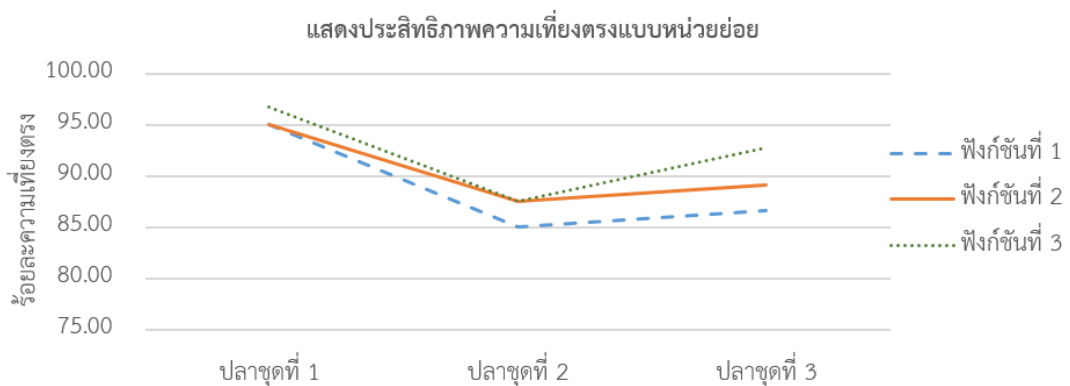
ภาพที่ 8 หน้าจอแอปพลิเคชันระบบการแจ้งเตือนระดับอาหาร

2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่งการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานแบบทดสอบหน่วยย่อย ผู้วิจัยได้ทดลองประสิทธิภาพโดยการใช้ฟังก์ชันที่ได้กำหนดขึ้นและชุดของปลาที่กำหนดขึ้นจำนวน 3 ชุด ตามที่ได้ออกแบบไว้ก่อนในหัวข้อ 4 และ 4.1 1) ฟังก์ชันสำหรับทดสอบหน่วยย่อย ปรากฏผลการทดสอบดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ผลการทดสอบประสิทธิภาพความเที่ยงตรงแบบหน่วยย่อย

ฟังก์ชันที่ (จำนวนอาหาร)	จำนวนปลา (ตัว)						ค่าเฉลี่ย รวม
	(1)	%	(2)	%	(3)	%	
1 (2 เม็ด)	(1.9)	95.00	(3.4)	85.00	(5.2)	86.67	88.89
2 (4 เม็ด)	(3.8)	95.00	(7.0)	87.50	(10.7)	89.17	90.56
3 (6 เม็ด)	(5.8)	96.67	(10.5)	87.50	(16.7)	92.78	92.32
ค่าเฉลี่ยรวม							90.59

ผลการทดสอบประสิทธิภาพความเที่ยงตรงของเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่งแบบทดสอบหน่วยย่อย พบว่า โดยภาพรวมพบว่า ค่าเฉลี่ยของความเที่ยงตรงคิดเป็นร้อยละ 90.59 โดยจำแนกเป็น ฟังก์ชันที่ 1 พบว่า มีค่าเฉลี่ยความเที่ยงตรงคิดเป็นร้อยละ 88.89 ฟังก์ชันที่ 2 พบว่า มีค่าเฉลี่ยความเที่ยงตรงคิดเป็นร้อยละ 90.56 ฟังก์ชันที่ 3 พบว่า มีค่าเฉลี่ยความเที่ยงตรงคิดเป็นร้อยละ 92.32 ดังแผนภูมิภาพที่ 9



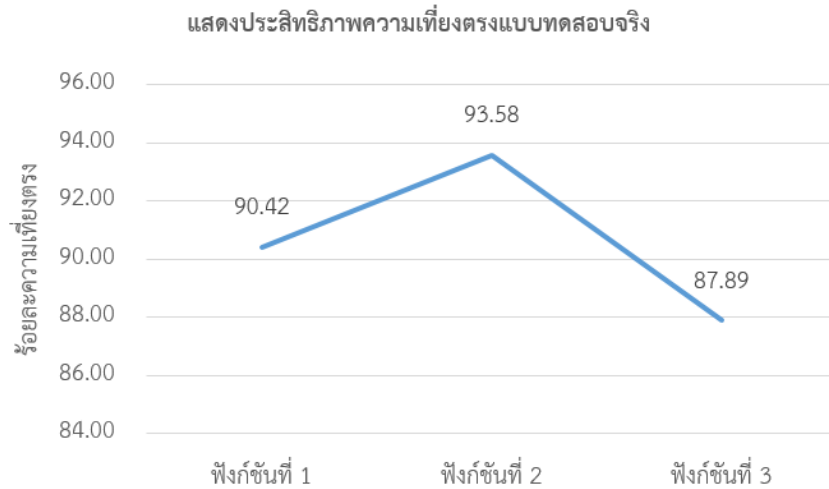
**ภาพที่ 9** แผนภูมิแสดงผลการหาประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่งแบบทดสอบหน่วยย่อย

ในการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่งแบบทดสอบจริง ผู้วิจัยได้ทำการทดลองโดยใช้ฟังก์ชันที่กำหนดขึ้นจำนวน 3 ฟังก์ชันและสมมติจำนวนของปลาในแต่ละครั้งไม่เท่ากันตามที่ออกแบบไว้ เพื่อทดสอบความเที่ยงตรงของการป้อนอาหาร ปรากฏผลดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติฯ แบบทดสอบจริง

ครั้งที่	ฟังก์ชันที่ 1 (2 เม็ด)			ฟังก์ชันที่ 2 (4 เม็ด)			ฟังก์ชันที่ 3 (6 เม็ด)		
	จำนวนปลา	ผลการทดสอบ	ร้อยละ	จำนวนปลา	ผลการทดสอบ	ร้อยละ	จำนวนปลา	ผลการทดสอบ	ร้อยละ
1	1	2	100.00	1	4	100.00	1	6	100.00
2	2	4	100.00	2	8	100.00	2	12	100.00
3	3	5	83.33	3	12	100.00	3	16	88.89
4	4	7	87.50	4	16	100.00	4	20	83.33
5	5	10	100.00	5	18	90.00	5	28	93.33
6	2	3	75.00	2	8	100.00	2	11	91.67
7	2	3	75.00	2	7	87.50	2	9	75.00
8	3	5	83.33	3	12	100.00	3	15	83.33
9	3	6	100.00	3	10	83.33	3	15	83.33
10	5	10	100.00	5	15	75.00	5	24	80.00
	ค่าเฉลี่ย		90.42	ค่าเฉลี่ย		93.58	ค่าเฉลี่ย		87.89

ผลการทดสอบประสิทธิภาพความเที่ยงตรงของเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่งแบบทดสอบระบบจริง โดยใช้ฟังก์ชันการจำนวน 3 ฟังก์ชัน โดยภาพรวมพบว่า มีค่าเฉลี่ยของความเที่ยงตรงทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 90.63 โดยจำแนกเป็น ฟังก์ชันที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยของความเที่ยงตรงคิดเป็นร้อยละ 90.42 ฟังก์ชันที่ 2 ค่าเฉลี่ยของความเที่ยงตรงคิดเป็นร้อยละ 93.58 ฟังก์ชันที่ 3 พบว่า มีค่าเฉลี่ยของความเที่ยงตรงคิดเป็นร้อยละ 87.89 ดังแผนภูมิภาพที่ 10



**ภาพที่ 10** แผนภูมิแสดงผลการหาประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง แบบทดสอบระบบจริง

3. การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่งปรากฏผลดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** ผลประเมินระดับความพึงพอใจผู้ใช้งานที่มีต่อต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง

รายการ	ผลการประเมิน		
	S.D.	ระดับความพึงพอใจ	
1. ระบบฯ สามารถอำนวยความสะดวกในการให้อาหารปลา	4.40	0.69	มาก
2. ระบบฯ ออกแบบให้ใช้กับการเลี้ยงปลาทองได้อย่างเหมาะสม	3.90	0.56	มาก
3. มีความคงทนแข็งแรง	3.80	0.42	มาก
4. เคลื่อนย้ายสะดวก	4.70	0.48	มากที่สุด
5. สามารถให้อาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความเที่ยงตรง	4.78	0.51	มากที่สุด
6. เมื่อระดับอาหารต่ำสามารถแจ้งเตือนได้อย่างรวดเร็ว	4.20	0.42	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.29	0.51	มาก

ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง ในภาพรวมพบว่า มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับคะแนน 4.29 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับที่มี

ความพึงพอใจ มาก และพบว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจในด้านความสามารถให้อาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพมีความเที่ยงตรงอยู่ในระดับคะแนน 4.78 ซึ่งอยู่ในระดับ มากที่สุด รองลงมาคือ สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกอยู่ในระดับคะแนน 4.70 ซึ่งอยู่ในระดับ มากที่สุด และระบบฯ สามารถอำนวยความสะดวกในการให้อาหารปลา อยู่ในระดับคะแนน 4.40 ซึ่งอยู่ในระดับ มาก

## 5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยพัฒนาต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติโดยใช้แนวคิดอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง ระบบได้ถูกออกแบบให้อุปกรณ์หลักคือกล่องให้อาหารที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU V.2 เชื่อมต่อเข้ากับระบบกระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย เพื่อเชื่อมต่อไปยังระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้การกำหนดค่าและแสดงผลด้วยแอปพลิเคชัน Blynk นำไปทดสอบการใช้งานกับกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่ามีจุดเด่นในการกำหนดเวลาในการให้อาหารได้จำนวน 3 มื้อได้ตามเวลาที่ต้องการ และมีความสามารถเลือกขนาดของปลาที่เลี้ยงว่ามีขนาดเล็ก กลางหรือใหญ่ รวมถึงความสามารถกำหนดจำนวนปลาที่เลี้ยง ผ่านหน้าจอโทรศัพท์มือถือ ซึ่งแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ขายในท้องตลาดทั่วไป กล่าวคือผลิตภัณฑ์มีเพียงการตั้งเวลาจากตัวเครื่องและไม่สามารถควบคุมปริมาณเม็ดของอาหารได้อย่างเที่ยงตรง อีกทั้งยังขาดระบบการเชื่อมโยงผู้ใช้ผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย นอกจากนี้พบว่ามีความสอดคล้องกับงานวิจัยต้นแบบเครื่องให้อาหารอัตโนมัติด้วยระบบ IoT ที่สามารถจ่ายอาหารตามช่วงเวลาได้โดยใช้วงจรจับเวลา (Dada & Theophine, 2018) หรือการเชื่อมโยงกับเจ้าของปลาผ่านระบบเว็บไซต์ (Ratnasari et al., 2020) และมีระบบการแจ้งเตือนการวัดระดับอาหารและส่งผลให้ผู้ใช้ทราบผ่านแอปพลิเคชันไลน์ มีความสามารถแจ้งเตือนได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว รวมถึงความสามารถในการตรวจสอบแบบทันทีทันใดผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือด้วยระบบ Blynk (Mohamed et al., 2020) สำหรับด้านการทดสอบประสิทธิภาพความเที่ยงตรงของชุดระบบงานป้อนอาหารปลาเมื่อทดสอบด้วยฟังก์ชันการทดสอบหน่วยย่อย คิดเป็นร้อยละ 90.59 และให้ผลการทดสอบด้วยฟังก์ชันการทดสอบระบบจริง คิดเป็นร้อยละ 90.63 นับได้ว่ามีความเที่ยงตรงสูง และจากผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน พบว่าผู้ใช้พึงพอใจด้านความสามารถให้อาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพมีความเที่ยงตรงอยู่ในระดับ มากที่สุด มีค่าเฉลี่ยของระดับคะแนน 4.78 และโดยภาพรวมของความพึงพอใจมีค่าเฉลี่ยที่ระดับคะแนน 4.29 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับ มาก การวิจัยครั้งนี้ยังพบข้อสังเกตบางประการ คือ จากการทดสอบสเตปเปอร์มอเตอร์บางตัว ด้วยการสั่งการมอเตอร์เปล่ามีลักษณะการหมุนที่อาจสะดุดติดขัด และสเตปเปอร์มอเตอร์ที่มีขนาดเล็กมีแรงบิดต่ำในการขับเคลื่อนงานที่มีอาหารเต็มกล่องบรรจุมีความไม่เสถียรในการจ่ายอาหารมากนัก จึงให้ค่าความเที่ยงตรงที่มีความแปรปรวนอยู่บ้าง และยังมีข้อเสนอแนะที่จะช่วยเพิ่มคุณภาพให้ดียิ่งขึ้นได้อีก คือ ในการนำอุปกรณ์ไปทดสอบกับผู้ใช้งานจริง ผู้วิจัยได้ไปดำเนินการติดตั้งค่าการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตให้กับผู้ใช้เป็นรายบุคคล จึงควรมีการสร้างแอปพลิเคชันให้ป้อนค่าการเข้าใช้อินเทอร์เน็ตและรหัสผ่านของผู้ใช้ได้จากภายนอก และการออกแบบงานป้อนอาหารปลาตามลักษณะของการวิจัยนี้ควรใช้เทคโนโลยีเครื่องพิมพ์ 3 มิติอาจจะเพิ่มมีความแม่นยำมากขึ้น และควรมีการวิจัยให้เครื่องมีขนาดแตกต่างกันออกไป จะสามารถนำไปใช้กับการให้อาหารปลาได้หลายชนิดหรือหลายขนาดเพิ่มมากขึ้นซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์ในเชิงธุรกิจได้เป็นอย่างดี

## 6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา ปัญญา คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลวัฒน์ ภูวิชิต, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูมินทร์ ตันอุตม์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แดนชัย เครื่องเงิน ที่ให้ความกรุณาช่วยกลั่นกรองบทความวิจัยในครั้งนี้

## 7. เอกสารอ้างอิง

กิตติยา วงษ์จันทร์. (2561, กรกฎาคม). รูปแบบการวิจัยและพัฒนา (R&D) และรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (PAR). เอกสารประกอบการฝึกอบรมโครงการสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่ (ลูกไก่) รุ่นที่ 6. [https://www.ubu.ac.th/web/files\\_up/08f2018072012262188.pdf](https://www.ubu.ac.th/web/files_up/08f2018072012262188.pdf)

ชนาภา เทพเสนา, ศิริพงษ์ ปะวะโก และอาทิตย์ คุณศรีสุข. (2561). การพัฒนาระบบควบคุมสำหรับระบบการให้อาหารปลาแบบอัตโนมัติ. *การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 32. 3-6 กรกฎาคม 2561* (หน้า 620-627). มุกดาหาร.

ด่านตรวจสัตว์น้ำท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ. (2563). สถิติการนำเข้า ส่งออก สัตว์น้ำ ทางท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ เดือนกันยายน 2563. [https://www4.fisheries.go.th/local/file\\_document/20201005164809\\_1\\_file.pdf](https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20201005164809_1_file.pdf)

บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *หลักการวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วิสิทธิ์ เวียงนาค. (2561). *Internet of Things นวัตกรรมเชื่อมต่อสรรพสิ่ง*. เอกสารประกอบการอบรม, มหาวิทยาลัยรังสิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสื่อสังคม.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศท้องถิ่น. (2559). *พิมพ์เขียวและแผนปฏิบัติการขับเคลื่อน Thailand 4.0*. [http://www.dla.go.th/upload/ebook/column/2017/1/2194\\_5919.pdf](http://www.dla.go.th/upload/ebook/column/2017/1/2194_5919.pdf)

สมพล สุขเจริญพงษ์, กนกพัชร์ วงศ์อินทร์อยู่ และศานติ ดิฐสถาพรเจริญ. (2560). ศักยภาพการผลิต การตลาด ปลาสวยงามในประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน. *วารสารการวิจัยมหาวิทยาลัยศิลปากร, 10(2)*, 2426-2443.

สุภาณี ภู์สิน, นายชัยมงคล แดงแย้ม, และนายณคสิทธิ์ แสงมณี. (2560). *การศึกษาคุณภาพน้ำทางการขนส่งปลาทอง*. (วิทยานิพนธ์ปริญญา). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, สาขาวิชาเกษตรศาสตร์(การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ).

สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดราชบุรี. (2563). *ข้อมูลเพื่อการวางแผนพัฒนาการเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดราชบุรี ปี2563 ปลาสวยงาม*. <https://www.opsmoac.go.th/ratchaburi-dwl-files-421591791292>

Dada, E., & Theophine, N. (2018). Arduino UNO Microcontroller Based Automatic Fish Feeder. *The Pacific Journal of Science and Technology*. 168-174.

Mohamed, I., Azizan, B., Hikmah, N., & Mohamed, N. (2020). Design and Development of Microcontroller Based Automatic Fish Feeder System. *IJESC, 10(4)*, 25380-25383.

Ratnasari, D., Mardhiyyah, R., & Pramudwiatmoko, A. (2020). IoT Prototype Development of Automatic Fish Feeder and Water Replacement. *International Journal of Engineering, Technology and Natural Sciences, 2(2)*, 51-55.

Stephan, F. (2019). *Testing Pyramid*. <https://www.kaizenko.com/what-is-the-testing-pyramid>