

ต้นแบบระบบแจ้งเตือนข้อผิดพลาดการทำงานของอุปกรณ์ผลิตออกซิเจนโดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง**จตุพร จิรันดร^{1*} จรรย์ ธรรมใจ² นรنگฤทธิ์ เสนาจิตร³**

Received : January 08, 2025

Revised : May 24, 2025

Accepted : August 27, 2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ ปรับปรุง และพัฒนาระบบต้นแบบแจ้งเตือนสำหรับการควบคุม การเติมอากาศซึ่งทำการทดลองที่ธนาคารปู กลุ่มพังงายา ต.กระดังงา อ.สทิงพระ จ.สงขลา เมื่อเกิดไฟฟ้าดับ จำนวน 3 ครั้งในระยะเวลา 1 เดือน โดยใช้รูปแบบการพัฒนาแบบ System Development Life Cycle (S.D.L.C) เข้ามาช่วยในการรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ ออกแบบการปฏิบัติงาน และพัฒนาในระบบเพาะเลี้ยง สัตว์น้ำโดยการบูรณาการเทคโนโลยี IoT และ NB-IoT สำหรับการตรวจสอบและควบคุมแบบเรียลไทม์ และ ทดสอบระบบการทำงานของระบบต้นแบบ ส่วนสถิติที่ใช้จะเป็นในเชิงบริหารข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศคือสถิติ เชิงพรรณนาและหาความสัมพันธ์ในลักษณะกระบวนการทำงาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งจากการประเมินความพึงพอใจประสิทธิภาพต้นแบบพบว่า ด้านความปลอดภัยของข้อมูล ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.533), ความสามารถในการใช้งาน ($\bar{X} = 4.39$, S.D. = 0.512) และประสิทธิภาพ ($\bar{X} = 4.39$, S.D. = 0.560) ระบบสามารถช่วยลดผลกระทบจากไฟฟ้าดับได้สำเร็จโดยการแจ้งเตือนทันเวลา ระบบแจ้งเตือนนี้สามารถปรับ ขนาดที่เป็นไปได้สำหรับการใช้งานเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต่างๆ เช่น การเพาะเลี้ยงกุ้งและปลา โดยบูรณาการ เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งสำหรับการตรวจสอบสภาพแวดล้อมแบบเรียลไทม์

คำสำคัญ: ต้นแบบแจ้งเตือน ธนาคารปู ไฟฟ้าดับ ระบบตรวจสอบ เอ็นพีไอโอที ไอโอที

¹ อาจารย์ประจำหลักสูตรระบบสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
อีเมล: jatuporn2523@gmail.com

² อาจารย์ประจำหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
อีเมล: jaran.t@rmuts.ac.th

³ อาจารย์ประจำหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
อีเมล: narongrit.s@rmuts.ac.th

* ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล: jatuporn2523@gmail.com

A PROTOTYPE OF MALFUNCTION ALERT SYSTEM FOR OXYGEN-GENERATOR EQUIPMENT BASED ON INTERNET OF THINGS

Jatuporn Jirandorn^{1*} Jaran Tamjai² Narongrit Sanajit³

Abstract

The purposes of the current study were to design, improve, and develop a prototype of alert system for aeration control. The research experiment was carried out at the Crab Bank of Phang Sai Community in Kradangnga Subdistrict, Sathing Phra District, Songkhla Province. The system was tested during three power outages over one-month period. The System Development Life Cycle (S.D.LC) framework was employed to facilitate data collection, analysis and operational design. In addition, the development of aquacultural system was integrated with IoT and NB-IoT technologies for real-time monitoring and control. Then, the prototype system was tested for its functionality. To analyze the data, descriptive statistics, and correlation analysis in the context of information management, including mean and standard deviation were employed. The research findings were found that users' satisfaction towards the effectiveness of the prototype were as follows: data security was average at 4.40 ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.533), usability was average at 4.39 ($\bar{X} = 4.39$, S.D. = 0.512), and its effectiveness was average at .39 ($\bar{X} = 4.39$, S.D. = 0.560). Notably, the system successfully mitigated the impact of power outages through timely alerts. In addition, this alert system has been able to be scaled for various types of aquacultures, for example, shrimp and fish farming, by integrating IoT technology for real-time environmental monitoring.

Keyword: A Prototype of Alert-System, Bank Crab, Power Outage, Monitoring System, NB-IoT, IoT

¹ Lecturer of Department of Digital Business Information Systems, Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Srivijaya, e-mail: jatuporn2523@gmail.com

² Lecturer of Industrial Engineering Program, Faculty of Industrial Education and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, e-mail: jaran.t@rmuts.ac.th

³ Lecturer of Electrical Engineering Program, Faculty of Industrial Education and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, e-mail: narongrit.s@rmuts.ac.th

* Corresponding author, e-mail: jatuporn2523@gmail.com

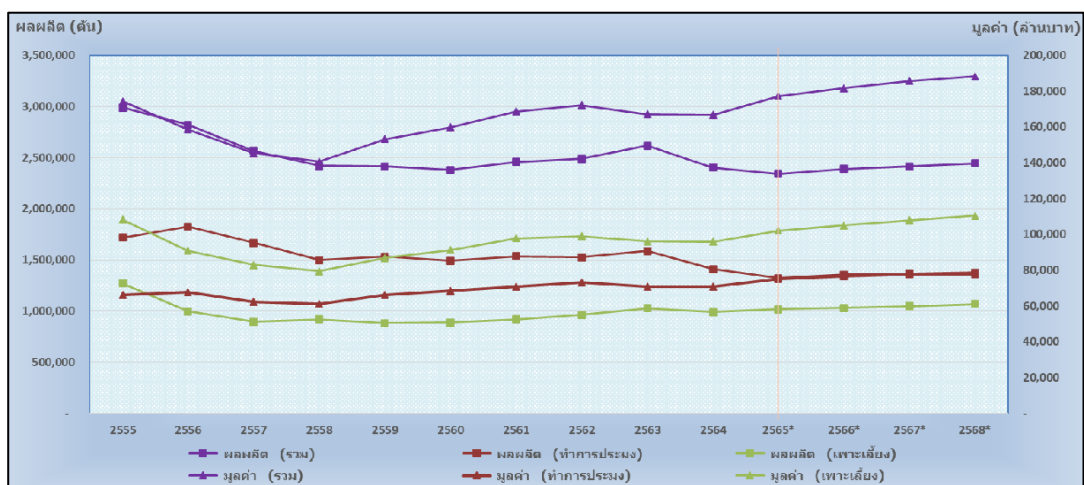
บทนำ

ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง นับเป็นฐานทุนเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย รวมถึงระดับภูมิภาคและระดับโลก สถานภาพทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาและมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก ทั้งอิทธิพลของปัจจัยที่มาจากการใช้ประโยชน์ของมนุษย์และจากปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ รวมทั้งผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศโลก ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทางทะเล ได้แก่ ป่าชายเลน ป่าชายหาด แหล่งหญ้าทะเล แนวปะการัง สัตว์และพืชทะเล และระบบนิเวศพื้นทะเลเสื่อมโทรมลง รวมทั้งการเกิดภัยพิบัติธรรมชาติและปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งที่มีผลกระทบต่อความสมดุลทางระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพของทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง

การดำเนินงานบริหารจัดการทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่ผ่านมา นับได้ว่ายังไม่มีทิศทางที่ชัดเจน โดยที่หน่วยงานรับผิดชอบในการดูแลการใช้ประโยชน์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งมีจำนวนมากและต่างก็มีกฎหมายและระเบียบข้อบังคับของตนเอง ประกอบกับรัฐบาลและองค์กรระหว่างประเทศทางด้านการใช้ประโยชน์และการอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลให้ความสำคัญและกำหนดไว้ในนโยบาย รวมทั้งยุทธศาสตร์ในการบริหารจัดการ ซึ่งในบางครั้งยุทธศาสตร์การใช้ประโยชน์และการอนุรักษ์ทรัพยากรของหลายหน่วยงานเกิดความขัดแย้งกันทำให้การบูรณาการการจัดการใช้ประโยชน์กระทำได้อย่างยาก จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาจัดทำกรอบของการปฏิบัติงานให้ครอบคลุมภารกิจของแต่ละหน่วยงาน ลดความซ้ำซ้อน รวมทั้งแก้ปัญหาข้อจำกัดในเรื่องศักยภาพของบุคลากร งบประมาณที่มีจำกัด การประสานงานกับส่วนเกี่ยวข้อง และความฉับไวในการตอบสนองต่อการเสื่อมสลายของทรัพยากรทั้งโดยมนุษย์และธรรมชาติ (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2566) ซึ่งสอดคล้องกับกรอบซึ่งสอดคล้องกับกรอบยุทธศาสตร์ชาติที่มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนของยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ในส่วนของการมุ่งเน้นการให้ความสำคัญกับการสร้างการเติบโตของประเทศจากกิจกรรมทางทะเลที่หลากหลายควบคู่ไปกับการดูแลฐานทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งทั้งหมด ภายใต้อำนาจและสิทธิประโยชน์ของประเทศที่พึงมีพึงได้ เพื่อความเป็นธรรมและลดความเหลื่อมล้ำทางสังคม โดยมุ่งเน้นการถ่ายทอดองค์ความรู้เรื่องทะเลที่ถูกต้องและเพียงพอ เพิ่มมูลค่าของเศรษฐกิจฐานชีวภาพทางทะเล ปรับปรุงและฟื้นฟูทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งทั้งระบบ พัฒนาและเพิ่มสัดส่วนกิจกรรมทางทะเลที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (ราชกิจจานุเบกษา, 2566)

ในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมาการทำประมงของประเทศไทยมีปัจจัยหลายประการที่ส่งผลให้สถานการณ์การประมงเปลี่ยนแปลงไป เช่น แหล่งประมงมีความเสื่อมโทรม มีการทำประมงเกินศักยภาพการผลิตของธรรมชาติ (Overfishing) สภาพภูมิอากาศ กฎหมาย กฎระเบียบและนโยบายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประมงของไทยอยู่ในภาวะวิกฤต โดยพิจารณาจากการประมาณการผลิตและมูลค่าของสัตว์น้ำจากการประมงของ

ประเทศไทย พ.ศ. 2565-2568 ของกรมประมง พบว่า ผลผลิตและมูลค่าสัตว์น้ำจากการประมงช่วงเวลา 10 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2555 - 2564) และข้อมูลประมาณการล่วงหน้า พ.ศ. 2565 - 2568 จะเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการกำหนดนโยบายเพื่อนำไปสู่การบริหารจัดการด้านการประมงให้มีความยั่งยืนต่อไป โดยช่วงเวลา 10 ปีที่ผ่านมา ผลผลิตมีแนวโน้มลดลงในอัตราร้อยละ 2.21 ส่วนมูลค่ามีได้จากการทำการประมงเฉลี่ย 1,580,596 ล้านบาทต่อปี (ร้อยละ 61.82) คิดเป็นมูลค่า 67,831 ล้านบาทต่อปี (ร้อยละ 42.20) และผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงเฉลี่ย 976,205 ล้านบาทต่อปี (ร้อยละ 38.18) คิดเป็นมูลค่า 92,911 ล้านบาทต่อปี (ร้อยละ 57.80) ดังแสดงจากภาพที่ 1 (กรมประมง, 2566)



ภาพที่ 1 แสดงผลผลิตและมูลค่าสัตว์น้ำจากการประมง พ.ศ. 2555 – 2568

ซึ่งในพื้นที่จังหวัดสงขลาได้มีการจัดตั้งธนาคารปู กลุ่มประมงพื้นบ้านทรัพยากรนันท อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นแหล่งเพาะฟักลูกปูที่มีขนาดใหญ่ ทางทีมวิจัยจึงเข้าสำรวจกระบวนการในการเพาะฟักลูกปู และปัญหาโดยการสัมภาษณ์ คุณชำนาญ มานิล วิทยากรผู้เชี่ยวชาญประจำธนาคารปู อธิบายกระบวนการในการเพาะเลี้ยงลูกปูในโรงเพาะฟัก โดยมีรายละเอียดดังนี้

เมื่อชาวประมงจับได้แม่ปู 10-50 ตัว คละสายพันธุ์อย่างปูม้า ปูเสือ ปูดาว มีบ้างที่จับได้ปูดำซึ่งเป็นปูน้ำกร่อยเพียงแม่ปูหนึ่งตัว หากมีน้ำหนัก 100-200 กรัม จะผลิตไข่ได้ 700,000-1,000,000 ฟอง หากแม่ปูมีสุขภาพดีจะยังผลิตไข่ที่แข็งแรง ไข่จะแยกเป็นเม็ดเดี่ยว และมีอัตราการฟักเป็นตัวอ่อนสูง เฉลี่ย 600,000 ตัว หรือหากแม่ปูมีน้ำหนัก 200 - 300 กรัม จะผลิตไข่ได้ราว 1,800,000 ฟอง และมีอัตราการฟักเป็นตัวอ่อนสูง เฉลี่ย 1,000,000 ตัว

ส่วนปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเพาะเลี้ยงลูกปูของธนาคารปูนั้นจะอยู่ที่อุปกรณ์ผลิตออกซิเจน (เครื่องอัดอากาศ 2ตัว ทำงานร่วมกับมอเตอร์ 2 ตัว) ของโรงเพาะเลี้ยงมีจำนวน 1 ชุด ตามภาพที่ 2 โดยที่เครื่องอัดอากาศ

จะมีท่ออ่อน และท่อพีวีซีเชื่อมต่ออยู่ หากเครื่องไม่สามารถทำงานได้ ทำให้ไม่มีออกซิเจนส่งไปยังไซ้ หรือ ลูกปูที่เพาะเลี้ยง ซึ่งถ้าขาดออกซิเจนประมาณ 2 ชั่วโมงจะทำให้ไซ้ หรือ ลูกปูที่เพาะเลี้ยงไว้ทั้งหมดตาย ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นมาจากสาเหตุ

(1) อุปกรณ์ผลิตออกซิเจนขัดข้อง (Oxygen generator equipment failure) เกิดจากเศษของท่ออ่อนที่ต่อกับเครื่องอัดอากาศหลุดลงไปในเครื่องอัดอากาศ ทำให้เครื่องอัดอากาศหยุดทำงาน แต่มอเตอร์ที่ต่อกับเครื่องอัดอากาศที่ทำหน้าที่ในการดึงอากาศเข้าไปในเครื่องอัดอากาศยังคงทำงานอยู่ ส่งผลให้มอเตอร์ทำงานหนัก มีอุณหภูมิร้อนขึ้น และพังในที่สุด ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมมอเตอร์ หรือ อาจต้องซื้อมอเตอร์ใหม่ ถ้าไม่สามารถซ่อมได้ ซึ่งค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ค่อนข้างสูง

ทางผู้วิจัยได้พัฒนาต้นแบบระบบแจ้งเตือนให้กับสมาชิก หรือ ผู้ที่เกี่ยวข้อง ในกรณีที่เครื่องอัดอากาศหยุดทำงานแล้วให้ระบบส่งข้อความไปยังกลุ่มสมาชิก แจ้งว่าเครื่องอัดอากาศหยุดทำงาน และให้สมาชิกที่อยู่ใกล้ที่สุดทำการปิดเครื่องอัดอากาศที่เกิดปัญหาขึ้น ทำให้สามารถลดความเสียหายที่เกิดขึ้นกับมอเตอร์อีกทั้งจะทำการลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นได้ (ปิยวัฒน์ โคตรพรม และคณะ, 2567; ชลัญญา สุตา และคณะ, 2567)

จากเดิมที่อุปกรณ์ผลิตออกซิเจน 1 ชุด ซึ่งถ้าอุปกรณ์ภายในตัวใดตัวหนึ่งมีปัญหาอาจส่งผลให้ไม่สามารถผลิตออกซิเจนได้สอดคล้องกับความต้องการออกซิเจนของลูกปูได้ ซึ่งจากการปรึกษาคุณชำนาญ มานิล วิทยากรผู้เชี่ยวชาญประจำธนาคารปู เพื่อหาแนวทางสำหรับการแก้ไขปัญหานี้ทำให้ทราบว่าถ้ามีการเพิ่มอุปกรณ์ผลิตออกซิเจนเพิ่ม 1 ชุดอาจช่วยให้การผลิตออกซิเจนให้กับลูกปูมีความต่อเนื่องขึ้น และลดอัตราการตายลงได้ ส่งผลให้ทางทีมวิจัยอาจสั่งเครื่องผลิตออกซิเจนมาเพิ่มอีก 1 ชุด และทำการเปลี่ยนกระบวนการทำงานของเครื่องผลิตออกซิเจนโดยการสับการทำงาน 12 ชั่วโมงต่อชุด และการทำงานในรูปแบบเดิมไม่มีการตรวจสอบความพร้อม หรือ ดูแลอุปกรณ์ฯ ทำให้ทางทีมวิจัยได้นำเอาแนวคิดการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเข้ามาใช้ในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ฯ เพื่อต้องการให้อุปกรณ์ฯ มีความพร้อมในการทำงานตลอดเวลา และยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ได้นานขึ้น

(2) กรณีไฟฟ้าดับ ทำให้อุปกรณ์ผลิตออกซิเจนไม่ทำงาน ถึงแม้ว่าทางธนาคารฯจะมีเครื่องปั่นไฟอยู่แล้ว เพียงแต่เครื่องปั่นไฟจะสามารถทำงานได้ก็ต่อเมื่อมีคนมาเปิดเครื่องเท่านั้น ซึ่งทางทีมผู้วิจัยได้ทำการสอบถามไปยังธนาคารฯ ทำให้ถึงไม่ใช้เครื่องปั่นไฟแบบอัตโนมัติ ได้รับเหตุผลได้ว่าเครื่องแบบอัตโนมัติมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง

จากกรณีนี้สิ่งที่ทีมวิจัยทราบปัญหาที่เกิดขึ้นจากวิทยากรผู้เชี่ยวชาญประจำธนาคารปู เวลาไฟฟ้าดับในหลาย ๆ ครั้งไม่มีใครเข้าไปเปิดเครื่องปั่นไฟ เพราะ คิดว่ามีคนเข้าไปเปิดแล้ว ทำให้ผู้วิจัยพัฒนาระบบแจ้งเตือนเมื่อมีไฟดับ และการแจ้งเตือนเมื่อมีการเปิดเครื่องปั่นไฟให้กับสมาชิกในกลุ่มฯ เพื่อลดความผิดพลาดที่อาจจะ

เกิดขึ้น ทำให้สามารถลดภาวะการตายของไข่ หรือลูกปูที่ทำการเพาะฟักได้ รวมถึงมีการเก็บข้อมูลขึ้น Cloud เพื่อเอาไว้สำหรับการพิจารณาข้อมูลต่อไปในอนาคตได้

เกิน ที่เกิดขึ้น รวมถึงมีแบตเตอรี่สำรอง หรือ มีระบบไฟสำรองกรณีเกิดไฟดับเกิดขึ้นได้

โดยระบบต้นแบบดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกลุ่ม หรือ ธนาคารปูต่าง ๆ ได้ เพื่อก้าวไปสู่การประยุกต์ใช้ IoT ร่วมกับภาคอุตสาหกรรม อีกทั้งยังเป็นต้นแบบในการเรียนการสอนที่ประยุกต์ศาสตร์ทางด้านระบบไฟฟ้า ระบบเครื่องกล ระบบสารสนเทศ เข้าด้วยกัน และก่อให้เกิดประโยชน์ต่อชุมชนอย่างเป็นรูปธรรม สอดคล้องกับงานวิจัยที่มีการใช้ที่มีการใช้เทคโนโลยีเซ็นเซอร์ช่วยเพิ่มความยั่งยืนในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและเพิ่มผลผลิต (Ramanathan et al., 2023; Chuyen et al., 2023; Li Yunfeng and Tianpei., 2019; Ubina and Cheng., 2022)



ภาพที่ 2 อุปกรณ์ผลิตออกซิเจนให้กับลูกปู

วัตถุประสงค์

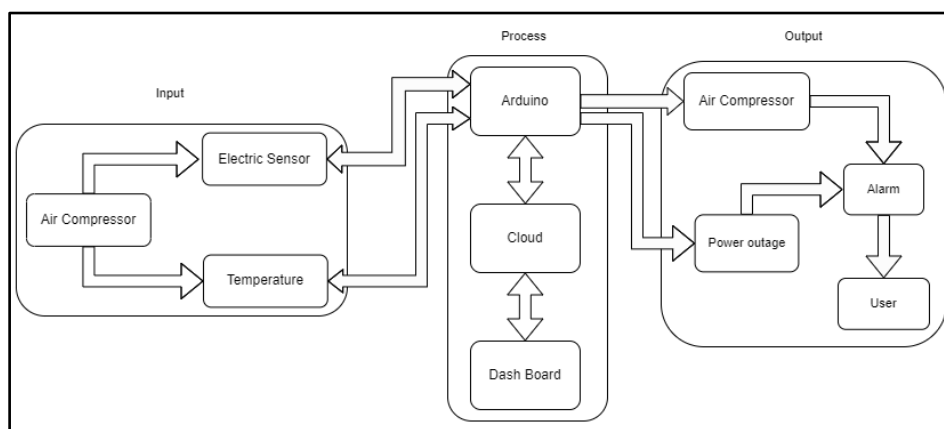
1. เพื่อศึกษา ออกแบบ และปรับปรุงระบบควบคุมการทำงานของระบบเดิมอากาศ
2. เพื่อพัฒนาต้นแบบระบบแจ้งเตือนการทำงานของระบบเดิมอากาศ

วิธีดำเนินการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัย

การศึกษาและรวบรวมการใช้งานเครื่องผลิตออกซิเจนสำหรับการเพาะเลี้ยงลูกปูรวมกับการใช้อินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things) สำหรับการแสดงผลอุณหภูมิของเครื่องผลิตออกซิเจนทำงานโดยใช้บอร์ด Nb-iot DEVIO NB-DEVKIT I (อัฒภาพ มณีเต็ม และศิริวรรณ แดงฉ่ำ, 2567; เกวลิน ยะดิน และคณะ, 2567; พิมรินทร์ ศิริรินทร์ และคณะ, 2567) ซึ่งเป็นบอร์ดสำหรับรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ในตรวจสอบกระแสไฟฟ้าและ

การวัดอุณหภูมิของเครื่องเติมอากาศโดยที่ข้อมูลอุณหภูมิที่ได้จะถูกเก็บผ่านแพลตฟอร์มคลาวด์ของ Netpie (สกรณ บุษบง และคณะ, 2563; ธนากร น้ำหอมจันทร์, 2566; พัทธรา เพชรวิโรจน์ชัย และคณะ, 2567) ทำให้ผู้ใช้งานสามารถดูอุณหภูมิการทำงานของเครื่องปั๊มอากาศผ่านอินเทอร์เน็ต อีกทั้งยังมีระบบแจ้งเตือนกรณีที่เครื่องปั๊มอากาศไม่ทำงานที่อาจเกิดจากไฟดับหรือเครื่องไม่ทำงานผ่านทาง LINE Notify ให้กับผู้ใช้งานได้ทราบเมื่อเกิดข้อผิดพลาดกับเครื่องปั๊มอากาศเพื่อให้ผู้ใช้ หรือ ผู้ดูแลเข้ามาจัดการในส่วนของผู้ปลูก ทั้งนี้กรอบแนวคิดการดำเนินการวิจัยแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดการดำเนินงานวิจัย

จากภาพที่ 3 กระบวนการดำเนินงานวิจัยต้นแบบระบบแจ้งเตือนข้อผิดพลาดการทำงานของอุปกรณ์ผลิตออกซิเจนโดยใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งสำหรับการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การเก็บข้อมูล ในส่วนนี้เป็นการเก็บข้อมูลของอุณหภูมิของเครื่องผลิตออกซิเจนและการตรวจสอบสถานะไฟฟ้าที่เข้ามาทำให้เครื่องผลิตออกซิเจนสามารถทำงานได้โดยใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับความร้อน (K-type Thermocouple) ร่วมกับเซ็นเซอร์

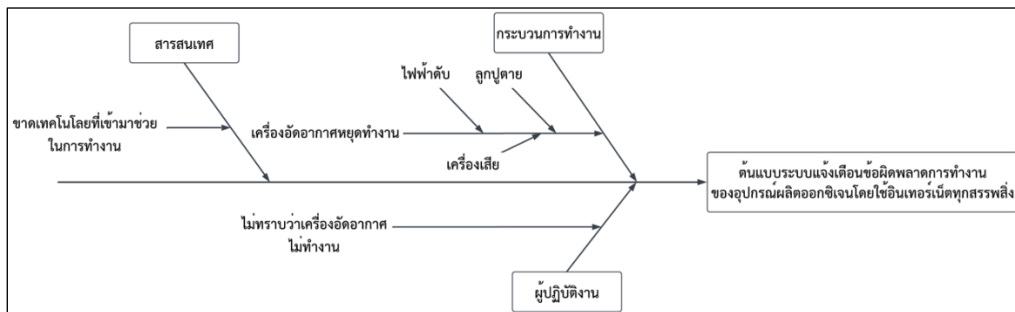
ส่วนที่ 2 การบันทึกข้อมูล ในส่วนนี้เป็นการดึงข้อมูลที่ได้จากเซ็นเซอร์มาเก็บบน Netpie และให้มันแสดงผลผ่านทาง application netpie และผ่านบนเว็บเบราว์เซอร์

ส่วนที่ 3 การแจ้งเตือน ในส่วนนี้เป็นการแจ้งเตือนกับผู้ใช้ในกรณีเครื่องผลิตออกซิเจนหยุดทำงานจากไฟฟ้ายดับให้กับผู้ใช้งานผ่านทาง LINE Notify

ทางผู้วิจัยได้นำหลักการทฤษฎีของวงจรการพัฒนากระบวน (System Development Life Cycle: S.D.LC) (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2566) มาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาระบบประกอบด้วย

การกำหนดปัญหาและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ (requirement analysis)

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องในกระบวนการทำงานและปัญหาจากระบบงานเดิมพบว่าการเพาะปลูกต้องใช้ ออกซิเจนตลอดเวลาจึงมีการเปิดทำงานของ เครื่องปั๊มอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งถ้าเกิดไฟฟ้าดับ หรือ เกิด เหตุขัดข้องเครื่องปั๊มอากาศไม่สามารถทำงานได้จะส่งผลให้ลูกปูดอกซิเจนและตายได้ซึ่งทางผู้วิจัยใช้แผนภูมิ ก้างปลาสำหรับการแสดงปัญหาและความต้องการของผู้ใช้งาน ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แผนภูมิก้างปลาสำหรับการแสดงปัญหาและความต้องการของผู้ใช้งาน

การวิเคราะห์ (Analysis)

จากการวิเคราะห์กระบวนการและปัญหาที่เกิดขึ้นของธนาคารพบว่า นอกจากปัญหาเรื่องกระแสไฟฟ้า เกิดดับแล้วยังพบว่าเมื่อใช้เครื่องปั๊มอากาศเป็นเวลานานทำให้มีฝุ่นหรือสิ่งสกปรกเข้าไปอุดตันทางเข้าของอากาศ และมีท่อยางฝั่งทางอากาศออกไปยังบ่อเพาะปลูกเสี่ยงลูกปูดส่งผลให้เครื่องปั๊มอากาศเกิดความเสียหายเกิดความร้อนที่สูงขึ้น

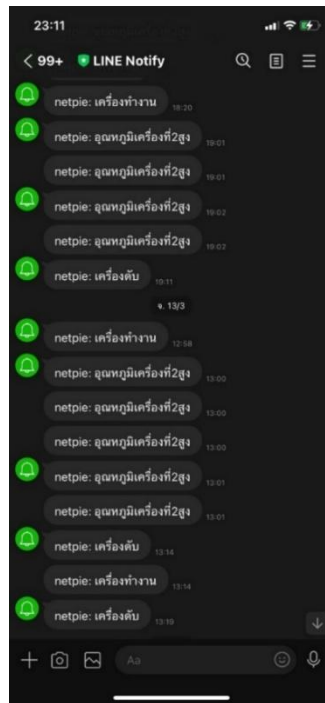
การออกแบบและพัฒนา(Design and develop)

จากกระบวนการวิเคราะห์ทางผู้วิจัยได้ออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับพัฒนาด้านระบบฯ โดยมี รายละเอียดดังนี้

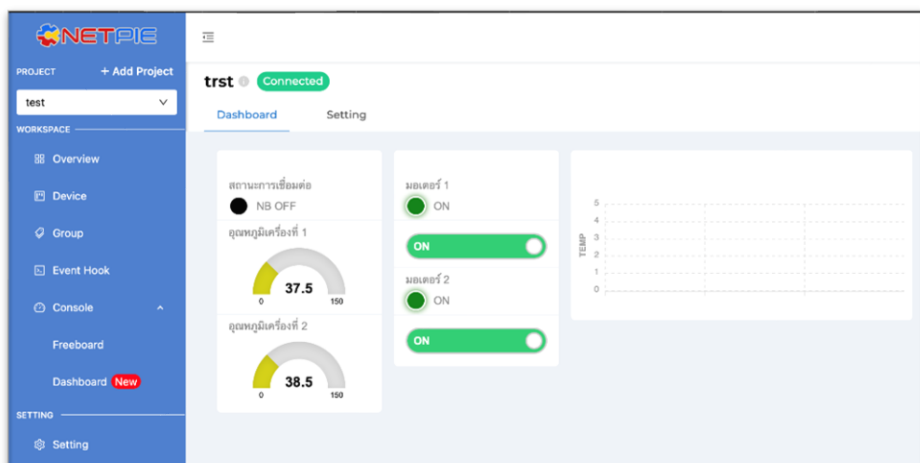
1. เซนเซอร์เซนเซอร์ตรวจจับความร้อน K-type Thermocouple ซึ่งสามารถทำงานร่วมกับ เครื่องปั๊มอากาศออกซิเจนที่เปิดใช้ในระยะเวลานานได้ และทำการส่งข้อมูลอุณหภูมิของเครื่องปั๊มอากาศ ออกซิเจนเข้าแพลตฟอร์มคลาวด์ Netpie โดยให้ผู้ใช้สามารถดูผ่านทาง dashboard
2. ใช้ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ใ้ใช้ประมวลผลและส่งข้อมูล ที่มีชื่อว่า Nb-iot DEVIO NB-DEVKIT I เนื่องจากสามารถเชื่อมต่อเข้าหากันได้เป็นมาตรฐานระบบโครงข่ายสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่ใช้ พลังงานต่ำ ทำให้ประหยัด Bandwidth ใช้พลังงานน้อย
3. ใช้ Netpie application ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มที่นอกจากจะสามารถเก็บข้อมูลแล้วสามารถใช้ ในการควบคุมการสั่งการทำ งาน เปิด-ปิดอุปกรณ์ และแสดงข้อมูลอุณหภูมิผ่านแดชบอร์ด

4. การพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development) หลังจากการออกแบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้จัดทำต้องทำการพัฒนาด้านแบบฯขึ้น

การทดสอบ (Testing) ทดสอบต้นแบบฯที่พัฒนาขึ้นมา เพื่อค้นหาจุดบกพร่องและแก้ไขเมื่อลงพื้นที่ ฐานการปู



ภาพที่ 5 แสดงหน้าจอการแจ้งเตือนการทำงานของเครื่องปั๊มอากาศผ่าน Line notification



ภาพที่ 6 แสดงหน้าจอ Dashboard แสดงการทำงานและอุณหภูมิของเครื่องปั๊มอากาศ

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

การศึกษาระดับความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานระบบแจ้งเตือนที่ ธนาคารปู กลุ่มประมงพื้นบ้านทรัพย์อนันต์ อำเภอสีนคร จังหวัดสงขลา เพียงแห่งเดียวและทดสอบการทำงานของต้นแบบประมาณ 1 เดือน ซึ่งการทดสอบการทำงานของระบบจำนวน 3 ครั้ง โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์ตามลำดับของจุดมุ่งหมาย 2 ส่วน ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 1 แสดงจำนวน และร้อยละของข้อมูลส่วนบุคคล

ข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	23	57.50
หญิง	17	42.50
อายุ		
20 – 30 ปี	3	7.50
31 – 40 ปี	16	40.00
41 – 50 ปี	9	22.50
51 – 60 ปี	10	25.00
61 ปีขึ้นไป	2	5.00
ระดับการศึกษา		
ประถมศึกษา	24	60.00
มัธยมศึกษา	13	32.50
ปวส./อนุปริญญา	3	7.50
รายได้		
5,000 – 10,000 บาท	28	70.00
10,001 – 15,000 บาท	12	30.00
รวม	40	100.00

จากตารางที่ 1 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 40 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 57.50 และเพศหญิง จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 42.50 ส่วนใหญ่อายุ 31 – 40 ปี จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 รองลงมาอายุ 51 - 60 ปี จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 25.00 อายุ 41 – 50 ปี จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.50 อายุ 20 – 30 ปี จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.50 และอายุ 61 ปีขึ้นไป จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5.00 ส่วนใหญ่ระดับการศึกษาระดับประถมศึกษา จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 รองลงมาระดับมัธยมศึกษา จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 32.50 และระดับปวส./อนุปริญญา จำนวน

3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.50 ส่วนใหญ่รายได้ 5,000 – 10,000 บาท จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 70 รองลงมา รายได้ 10,001 – 15,000 บาท จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 30.00 ตามลำดับ

2. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจที่มีต่อการทำงานของระบบแจ้งเตือน
ตารางที่ 2 แสดงระดับความพึงพอใจการใช้งานระบบ

ความพึงพอใจ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านความสามารถในการทำงานได้ตามหน้าที่	4.33	0.376	มากที่สุด
ด้านความง่ายต่อการใช้งาน	4.39	0.512	มากที่สุด
ด้านความเร็ว	4.39	0.560	มากที่สุด
ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล	4.40	0.533	มากที่สุด
รวม	4.38	0.374	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 40 คน มีระดับความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานระบบอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.38$, S.D. = 0.374) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าด้านที่มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด คือ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.533) รองลงมาด้านความง่ายต่อการใช้งาน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.39$, S.D. = 0.512) ด้านความเร็ว อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.39$, S.D. = 0.560) และด้านความสามารถในการทำงานได้ตามหน้าที่ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.376) ตามลำดับ

ตารางที่ 3 แสดงระดับความพึงพอใจการใช้งานระบบ ด้านความสามารถในการทำงานได้ตามหน้าที่ (Function)

ความพึงพอใจ	$\bar{X}$	S.D..	ระดับความพึงพอใจ
ระบบสามารถแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานทราบเมื่อเกิดไฟดับ	4.35	0.483	มากที่สุด
ระบบสามารถแจ้งเตือนได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ	4.28	0.716	มากที่สุด
ระบบแจ้งเตือนสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์และความต้องการของผู้ใช้	4.37	0.540	มากที่สุด
ระบบแจ้งเตือนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้	4.30	0.516	มากที่สุด
รวม	4.33	0.376	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 40 คน มีระดับความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานระบบ ด้านความสามารถในการทำงานได้ตามหน้าที่ (Function) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.376) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าข้อที่มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด คือ ระบบแจ้งเตือนสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์และความต้องการของผู้ใช้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.37$, S.D. = 0.540) รองลงมา ระบบสามารถแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานทราบเมื่อเกิดไฟดับ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.35$, S.D. = 0.483) ระบบแจ้งเตือนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.30$, S.D. = 0.516) และระบบสามารถแจ้งเตือนได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.28$, S.D. = 0.716) ตามลำดับ

ตารางที่ 4 แสดงระดับความพึงพอใจการใช้งานระบบ ด้านความง่ายต่อการใช้งาน (Usability)

ความพึงพอใจ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ระบบแจ้งเตือนใช้งานได้ง่ายและเป็นมิตรกับ ผู้ใช้งาน	4.37	0.540	มากที่สุด
สามารถเข้าถึงระบบแจ้งเตือนได้สะดวกและ รวดเร็ว	4.40	0.591	มากที่สุด
รวม	4.39	0.512	มากที่สุด

ตารางที่ 4 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 40 คน มีระดับความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานระบบ ด้านความง่ายต่อการใช้งาน (Usability) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.39$, S.D. = 0.512) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าข้อที่มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด คือ สามารถเข้าถึงระบบแจ้งเตือนได้สะดวกและรวดเร็ว อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.591) รองลงมา ระบบแจ้งเตือนใช้งานได้ง่ายและเป็นมิตรกับผู้ใช้งาน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.37$, S.D. = 0.540) ตามลำดับ

ตารางที่ 5 แสดงระดับความพึงพอใจการใช้งานระบบ ด้านความเร็ว (Performance)

ความพึงพอใจ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ระบบแจ้งเตือนมีการประมวลผลที่รวดเร็ว	4.45	0.597	มากที่สุด
ระบบสามารถแจ้งเตือนได้ทันเวลาเมื่อเกิดไฟดับ	4.33	0.656	มากที่สุด
รวม	4.39	0.560	มากที่สุด

จากตารางที่ 5 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 40 คน มีระดับความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานระบบ ด้านความเร็ว (Performance) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.39$, S.D. = 0.560) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด คือ ระบบแจ้งเตือนมีการประมวลผลที่รวดเร็ว อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.45$, S.D. = 0.597) รองลงมาระบบสามารถแจ้งเตือนได้ทันเวลาเมื่อเกิดไฟดับ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.656) ตามลำดับ

อภิปรายผล

จากการศึกษาการทำงานของธนาคารปูผู้วิจัยได้ลงพื้นที่และพบปัญหาสำคัญเกี่ยวกับการขาดระบบการแจ้งเตือนที่มีประสิทธิภาพเมื่อเกิดไฟดับทางถ้าผู้ดูแลเปิดเครื่องปั่นไฟให้เครื่องเติมอากาศสำหรับลูกปลาข้ามโอกาสที่เกิดความเสียหายที่ลูกปลาตาย ทำให้ทางผู้วิจัยได้ออกแบบ และปรับปรุง กระบวนการในการทำงานใหม่โดยใช้ไอโอทีเข้ามาพัฒนาด้านระบบระบบแจ้งเตือนการทำงานของระบบเติมอากาศสำหรับการแสดงผลความร้อนรวมถึงการแจ้งเตือนผ่านระบบไลน์พบว่าระบบไอโอทีช่วยให้ทางกลุ่มฯทำงานได้ง่ายขึ้นเพราะมีการแจ้งเตือนทุกครั้งที่เกิดไฟดับและทางกลุ่มได้เข้ามาเปิดเครื่องปั่นไฟเพื่อลดอัตราการตายของลูกปลาซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และความต้องการของผู้ใช้งานอีกทั้งมีประโยชน์ต่อการใช้งานในด้านการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและอำนวยความสะดวกต่อการทำงานอย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วีรวัตร คำภู และคณะ (2567). ที่มีการใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งควบคุมอุณหภูมิจากแสงอาทิตย์สำหรับการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารส่งผลให้สามารถนำอาหารจำหน่ายได้เร็วกว่าไม่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งอีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิวัตม์ กมลคุณานันท์ และคณะ (2566) มีการใช้อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง สำหรับการควบคุมปัจจัยการผลิตทั้งในด้านความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแสงส่งผลให้ผลผลิตเต็ดมีผลผลิตที่สูงขึ้น และ ปิยวัฒน์ โคตรพรม และคณะ(2567) มีการนำเอาระบบอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่งประยุกต์ใช้สำหรับการตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับการเลี้ยงปลาแบบไบโอฟลอค

สรุป

จากการพัฒนาปัญหานี้ได้ ทำการนำตัวเซนเซอร์ตรวจจับความร้อน (K-type Thermocouple) เพื่อควบคุมอุณหภูมิของมอเตอร์และส่งสัญญาณเครือข่ายไร้สายไปยัง NB-IoT มาช่วยในการสั่งให้ตัวเซนเซอร์ตรวจจับความร้อนส่งข้อมูลความร้อน ตามที่ได้กำหนดไว้พร้อมทั้งมีการควบคุมปริมาณอากาศออกซิเจน ผ่านแอปพลิเคชัน Netpie และแสดงผลค่าความร้อนและสถานะการใช้งานบนแดชบอร์ดแอปพลิเคชัน Netpie ซึ่งมีการทดสอบการใช้งานระบบจริงจากกลุ่มผู้ใช้งานโดยวัดการทำงานของระบบผลจำนวน 3 ครั้ง กับกลุ่มตัวอย่างและแต่ละครั้งมีการแจ้งเตือนไปยังมือถือของผู้ใช้งานในส่วนในระดับความพึงพอใจการใช้งานระบบพบว่าผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 40 คน มีระดับความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานระบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.38$,

S.D. = 0.374) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าด้านที่มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด คือ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.40, S.D. = 0.533) รองลงมาด้านความง่ายต่อการใช้งาน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.39, S.D. = 0.512) ด้านความเร็ว อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.39, S.D. = 0.560) และด้านความสามารถในการทำงานได้ตามหน้าที่ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.33, S.D. = 0.376) ตามลำดับ ส่วนระดับความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานระบบ ด้านความสามารถในการทำงานได้ตามหน้าที่ (Function) อยู่ในระดับสูงสุด ($\bar{X}$ = 4.33, S.D. = 0.376) ความพึงพอใจการใช้งานระบบ ด้านความง่ายต่อการใช้งาน (Usability) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.39, S.D. = 0.512) จากผลการประเมินความพึงพอใจตัวระบบต้นแบบส่งผลให้อัตราการตายของลูกปลูตลง ใช้งานง่าย ทราบสถานะของการทำงานของเครื่องเดิมอากาศ และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานดีขึ้น เนื่องจาก เกิดไฟดับมีการแจ้งเตือนไปยังผู้เกี่ยวข้องซึ่งผู้เกี่ยวข้องจะเข้ามาเปิดเครื่องปั่นไฟให้กับเครื่องเดิมอากาศส่งผลทำให้ลูกปูรอด

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ต้นแบบระบบแจ้งเตือนข้อผิดพลาดการทำงานของอุปกรณ์ผลิตออกซิเจนโดยใช้อินเทอร์เน็ททุกสรรพสิ่งได้นำไปใช้กับศูนย์เพาะฟักลูกปูพังสวาย อ.สทิงพระ จ.สงขลา โดยใช้ในการแจ้งเตือนเมื่อเกิดเหตุไฟฟ้าดับกับผู้ที่เกี่ยวข้องได้ทราบและเข้ามาดำเนินการกับลูกปูได้อย่างทันเวลา ทำให้ทราบสถานะของเครื่องเดิมอากาศและใช้งานได้ง่าย

ข้อเสนอในการศึกษาครั้งต่อไป

1. ควรมีขยายการใช้งานจากการเพาะฟักลูกปูไปยังกิจกรรมอื่น ๆ เช่น การแจ้งเตือนไฟฟ้าดับจากบ่อเลี้ยงกุ้ง เป็นต้น เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนารูปแบบการทำงานที่เหมาะสมกับใช้งานต่อไป
2. ควรใช้เทคโนโลยี edge computing เข้ามาช่วยในการประมวลผลทำให้ลดระยะเวลาในการส่งข้อมูลและประมวลผลข้อมูลรวมกับการใช้ anomaly detection เข้ามาช่วยในการหาสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นทำให้สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดได้อย่างทันเวลา
3. ควรเพิ่มสถิติสำหรับการหาค่า Accuracy, Response Time, False Alarm Rate สำหรับหาประสิทธิภาพการทำงานของระบบ

กิจกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยในครั้งนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม ร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่มอบโอกาสและทุนสำหรับการดำเนินการวิจัยเพื่อให้ทางคณะผู้วิจัยได้พัฒนานวัตกรรมสำหรับสนับสนุนการปลูกปูร่วมกับทางศูนย์เพาะปลูกปูฟงสายที่ช่วยเอื้อเพื่อสถานที่ ความรู้ความเข้าใจในด้านต่าง ๆ เกี่ยวกับการเพาะปลูกปูด้วยการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยสำหรับการดำเนินงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2566). แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง พ.ศ. ๒๕๖๐-๒๕๗๙. สืบค้นจาก <https://n9.cl/3guoe>
- กรมประมง. (2566). ประมาณการผลผลิตและมูลค่าสัตว์น้ำจากการประมงของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๖๖ - ๒๕๖๙. สืบค้นจาก <https://n9.cl/a0o9p>
- เกวลิน ยะดิน, ธงชัย มณีชูเกตุ, และชวโรจน์ ใจสิน. (2567). การพัฒนาระบบตรวจวัดปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำและระบบตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในบ่อเพาะเลี้ยง NB-IoT. SURANAREE JOURNAL OF SOCIAL SCIENCE, 18(2), 1-21.
- ชลัญญา สุตา, สายัณห์ อุ่นนันทาศ, โดม อุดลย์สุข, จงกล พรหมยะ, และจอมสุตา ดวงวงษา. (2567). การเลี้ยงปลาชะโอนระดับความหนาแน่นที่แตกต่างกันในระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิดขนาดเล็กในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำที่จำกัดของต้นแบบเกษตรอัจฉริยะบนระบบไอโอที (IoT), วารสารแก่นเกษตร, 50(2), 348-361.
- ธนากร น้ำหอมจันทร์. (2566). การพัฒนาระบบการวัดระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการศึกษาวิจัยโดยใช้แพลตฟอร์มเน็ตพาย. วารสารวิชาการปทุมวัน, 12(35), 32-49.
- ปิยวัฒน์ โคตรพรม, ธนากร ไชยโคตร, และประชา คำภักดี. (2567). การพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำที่ใช้เทคโนโลยีไอโอทีสำหรับการเลี้ยงปลาแบบไบโอฟลอค. วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม, 17(4), 28-42.
- พิมพ์รินทร์ ศิริรินทร์, เสกสรรค์ ศิวาลัย, และอรอุมา พัวโมต. (2566). ระบบติดตามคุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลาในกระชังด้วยเทคโนโลยี NB-IOT โดยใช้ดัชนีวัดทางกายภาพ. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 19(1), 1-14.

- พัชรา เพชรวิโรจน์ชัย, ธีรพันธ์ แดงกนิษฐ์ สิทธีวรนนท์, เกษรินทร์ ห่านประเสริฐ, วัชรพล ทรัพย์วัฒน์, โกสินทร์ นวลจ้อย, ปราโมทย์ สีผ้อง, เขมิกา พงษ์เมธี, และสมปราชญ์ ศรีถกล. (2567). ชุดตรวจอากาศอัตโนมัติภาคสนามและระบบสมาร์ทอูดุ์นิยมวิทยาเพื่อการเกษตร. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**, 43(4), 400-412.
- ราชกิจจานุเบกษา. (2566). **ยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ. ๒๕๖๑-๒๕๘๐)**. สืบค้นจาก https://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2561/A/082/T_0001.PDF
- วีรวุฒิ คำภู, ชาญชัย นามพล, และสุทิพย์ เป้งทอง. (2567). การพัฒนานวัตกรรมเครื่องอบด้วยการควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง (IoT). **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**, 43(1), 8-15.
- ศิวัตม์ กมลคุณานนท์, นัฐพงศ์ ส่งเนียม, ดุชนิ ศุภวรรณะกุล, และธนภูมิ ศิริงาม. (2566). การพัฒนาระบบควบคุมปัจจัยในกระบวนการผลิตเห็ดกลุ่มเย็นในโรงเรือนอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง. **Life Science and Environment Journal**, 24(1), 1-13.
- สกรณ์ บุชบง, อมรเพชร ตลับทอง, และวราวุธ จอสูงเนิน. (2563). การพัฒนาระบบปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยสมองกลฝังตัวผ่าน NETPIE. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์**, 4(1), 67-71.
- อัทภาพ มณีเต็ม, และศิริวรรณ แดงฉ่ำ. (2567). ตัวแบบระบบปัญญาประดิษฐ์เพื่อการเพาะปลูกเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม. **Journal of Applied Informatics and Technology**, 6(2), 196-221.
- โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2566). **การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (SYSTEMS ANALYSIS AND DESIGN)**. ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- Chuyen, T. D., Nguyen, D. D., Cuong, N. C., & Thong, V. V. (2023). Design and manufacture control system for water quality based on IoT technology for aquaculture in the Vietnam. **Bulletin of Electrical Engineering and Informatics**, 12(4), 1893-1900.
- Ramanathan, R., Duan, Y., Valverde, J., Van Ransbeeck, S., Ajmal, T., & Valverde, S. (2023). Using IoT sensor technologies to reduce waste and improve sustainability in Artisanal Fish Farming in Southern Brazil. **Sustainability**, 15(3), 2078.
- Ubina, N. A., & Cheng, S. C. (2022). A review of unmanned system technologies with its application to aquaculture farm monitoring and management. **Drones**, 6(1), 12.

Yunfeng, L., & Tianpei, Z. (2019). **A design of dissolved oxygen monitoring system based on Nb-IoT**. 2019 International Conference on Smart Grid and Electrical Automation (ICSGEA). (pp. 98-101).