การพัฒนาระบบบริหารจัดการฟาร์มเลี้ยงกุ้งด้วยเทคโนโลยีการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบแม่นยำ

Development of a Shrimp Farm Management System using Precision Aquaculture Technology

นิฏฐิตา เชิดชู[1*] และ วีระศักดิ์ ชื่นตา[2]
สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า[1*] และ สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม[2]
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

Nitthita Chirdchoo[1*]and Weerasak Cheunta[2]
Department of Electrical Engineering[1*] and Department of Industrial Computer[2]
Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University
E-mail: {nitthita[1*] and weerasak[2]}@webmail.npru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาระบบบริหารจัดการฟาร์มกุ้งด้วยเทคโนโลยีการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบแม่นยำ ระบบที่นำเสนอที่สามารถตรวจวัดคุณภาพน้ำของบ่อเลี้ยงด้วยการเฝ้าระวังค่าอุณหภูมิ pH และ ค่าออกซิเจนละลาย (DO) ได้แบบเวลาจริง ค่าระดับของคุณภาพน้ำที่วัดได้จะถูกนำมาใช้ในการตัดสินใจในการเปิด/ปิดเครื่องตีน้ำ และระบบให้อาหารอัตโนมัติเมื่อจำเป็นเท่านั้น นอกจากนั้นระบบที่นำเสนอยังถูกออกแบบให้ง่ายต่อการใช้งานสำหรับเกษตรกร สามารถแจ้งเตือนเกษตรกรผ่านทางอุปกรณ์พกพาได้ทันทีที่มีเหตุการณ์ที่ต้องเฝ้าระวังเกิดขึ้น จากการทดสอบพบว่าระบบดังกล่าวสามารถช่วยลดความเสี่ยงในการตายของกุ้ง และสามารถลดการใช้ไฟฟ้าในการตีน้ำที่ไม่จำเป็นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : ฟาร์มอัจฉริยะ, เซนเซอร์โนด, เกษตรแม่นยำ, ระบบตรวจวัดและควบคุมคุณภาพน้ำ

Abstract

This paper proposes the development of a shrimp farm management system using precision aquaculture technology. The system can perform real-time monitoring on the three key water quality parameters (e.g., temperature, pH and DO). The water quality information is then used to determine the operation of aerators and automatic feeders automatically just exactly when they are needed. Furthermore, it is designed to be user-friendly, able to send notification to a mobile device when there is an event that requires attention. Experimental results show that the system can greatly help to reduce the risk of shrimp loss and electricity usage in unnecessary operation of aerators

Keywords: Smart farm, Sensor node, Precision agriculture, Water quality monitoring and controlling

1. บทนำ

กุ้งเป็นหนึ่งในสัตว์เศรษฐกิจที่มีมูลค่าการส่งออกเป็นอันดับต้นๆ ของการส่งออกสัตว์น้ำของประเทศไทย โดยที่ตลาดใหญ่ในการรับซื้อกุ้งจากไทย คือ ญี่ปุ่น ยุโรป และสหรัฐอเมริกา อย่างไรก็ตามในปัจจุบันเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งในประเทศไทยประสบปัญหาต่างๆ เช่น พบยาตกค้างในกุ้ง ผลผลิตต่อไร่ต่ำ ต้นทุนสูง มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคในกุ้งระหว่างการเลี้ยง เป็นต้น [1-3] จากการศึกษาแนวทางการเลี้ยงกุ้งและจากการพูดคุยกับเกษตรกรพบว่า เกษตรกรไทยส่วนใหญ่ยังนิยมเลี้ยงกุ้งด้วยวิถีดั้งเดิม เน้นการลงทุนต่ำ ปล่อยกุ้งแบบเบาบาง ไม่มีการนำเอาเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการเลี้ยง ทำให้ผลผลิตต่อไร่ต่ำ ต้นทุนสูง และต้องใช้ยาปฏิชีวนะจำนวนมากในการเลี้ยงกุ้ง โดยผลผลิตต่อไร่ของระบบเลี้ยงกุ้งด้วยวิถีดั้งเดิมอาจอยู่ระหว่าง 200-250 กก./ไร่ แต่หากมีการบริหารจัดการที่ดีแล้วผลผลิตต่อไร่อาจสูงได้ถึง 1000 กก./ไร่ เมื่อวิเคราะห์ถึงปัจจัยเกี่ยวกับการเลี้ยงและจัดการฟาร์มพบว่า ปัญหาเรื่องของการจัดการคุณภาพน้ำเป็นประเด็นที่สำคัญสุดอันดับต้น คุณสมบัติของน้ำที่ควรจะให้ความสำคัญเป็นอันดับต้นๆ ในการเพาะเลี้ยงกุ้ง ได้แก่ ค่าออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen: DO), pH และอุณหภูมิ ซึ่งหากน้ำในบ่อเลี้ยงมีค่าเหล่านี้ในระดับที่ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของกุ้งแล้วจะทำให้กุ้งโตช้า อ่อนแอและอาจตายได้ในที่สุดในกรณีที่ไม่มีปรับปรุงระดับคุณภาพน้ำให้กลับมาเหมาะสมกับกุ้งอย่างรวดเร็ว ซึ่งการจะรับรู้ได้ว่าคุณภาพน้ำอยู่ในระดับที่วิกฤตสำหรับกุ้งแล้วหรือไม่นั้นต้องอาศัยการตรวจวัดและเฝ้าระวังแบบเวลาจริง เพื่อให้เกษตรกรสามารถตอบสนองได้อย่างทันท่วงที

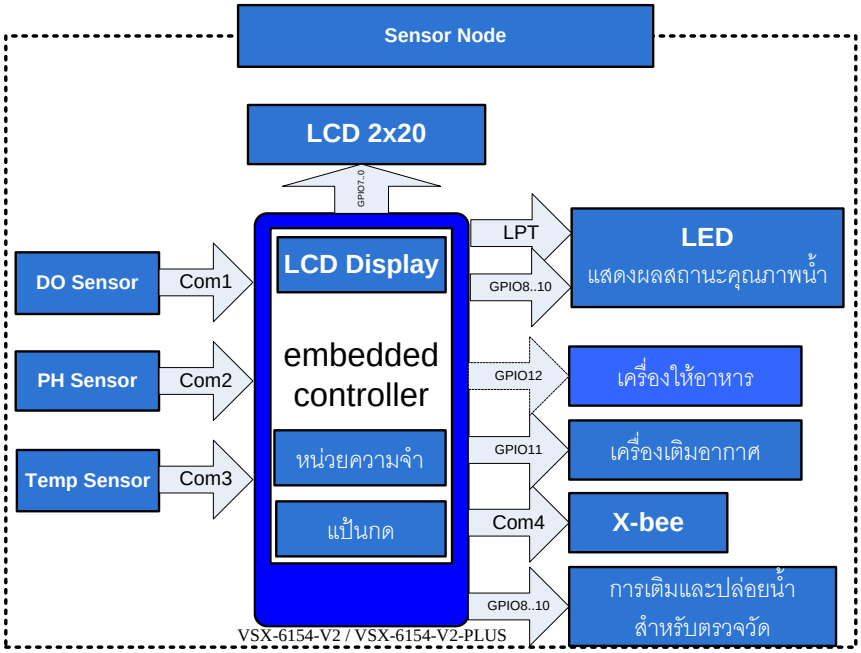
งานวิจัยใน [4] ได้พัฒนาระบบควบคุมคุณภาพน้ำอัจฉริยะต้นแบบพร้อมทดสอบประสิทธิภาพการทำงานในขั้นต้น ผลสำเร็จจากงานวิจัยสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเลเพื่อลดการใช้พลังงานส่วนเกินได้ประมาณ 30% สามารถติดตามปริมาณ DO ได้ตลอดเวลาทำให้จัดการคุณภาพน้ำได้อย่างทันที ทั้งยังช่วยประเมินสถานการณ์การเลี้ยงกุ้งภายในบ่อได้อีกด้วย อย่างไรก็ตามระบบดังกล่าวมีการตรวจวัดเพียงค่าของ DO เท่านั้นและยังไม่ได้มีการเชื่อมต่อกับระบบอื่นๆ เช่น ระบบให้อาหาร และแอพพลิเคชั่นสำหรับเกษตรกร สำหรับงานวิจัย [5] เสนอระบบตรวจสอบ DO โดยใช้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายโดยอัตโนมัติสำหรับฟาร์มกุ้งใช้อุปกรณ์ไร้สายผลการวิจัยพบว่าชุดตรวจวัดปริมาณออกซิเจนละลายสามารถใช้งานได้มีการบันทึกค่าลงฐานข้อมูลและแสดงปริมาณออกซิเจนผ่านทางเว็บเพจ ในบทสรุปยังได้เสนอแนวคิดสำหรับการประยุกต์ใช้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายที่ใช้งานกับด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำสามารถใช้ตรวจสอบคุณสมบัติด้านคุณภาพน้ำได้หลายอย่างไม่ว่าจะเป็นความเค็มของน้ำความเป็นกรดด่างไนโตรเจนอื่นๆ อย่างไรก็ตามระบบดังกล่าวยังไม่มีความสามารถในเรื่องการแจ้งเตือนต่อผู้ใช้งานให้สามารถเตือนได้อย่างทันเวลาเมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้นกับระบบนิเวศน์ของสัตว์น้ำ และไม่มีการเชื่อมต่อกับระบบให้อาหารอัตโนมัติ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ผลของคุณภาพน้ำมาช่วยในการตัดสินใจในการให้อาหาร [6] นำเสนอระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำในการเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยมีการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ pH DO ความนำไฟฟ้า และ ความขุ่นของน้ำด้วยการใช้บอร์ด Raspberry Pi และเชื่อมต่อเข้ากับแพลตฟอร์มไอโอทีของ AWS อย่างไรก็ตามงานวิจัยดังกล่าวมิได้มีการนำเอาผลของคุณภาพน้ำไปใช้เพื่อตัดสินใจในการบริหารจัดการฟาร์มแบบอัตโนมัติ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาระบบบริหารจัดการฟาร์มกุ้งด้วยเทคโนโลยีการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบแม่นยำ นั่นคือ ระบบดังกล่าวสามารถตรวจวัดคุณภาพน้ำของบ่อเลี้ยงด้วยการเฝ้าระวัง ค่าอุณหภูมิ pH และ DO ในบ่อเลี้ยงได้แบบเวลาจริง ซึ่งพารามิเตอร์ดังกล่าวเป็นค่าพารามิเตอร์สำคัญที่ใช้ในการชี้วัดคุณภาพของน้ำอันจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อความแข็งแรงของกุ้งและความสำเร็จของการเลี้ยงกุ้ง ระดับของคุณภาพน้ำที่วัดได้จะถูกนำมาใช้ในการตัดสินใจในการเปิด/ปิดเครื่องตีน้ำ และระบบให้อาหารอัตโนมัติ นอกจากนั้นระบบที่นำเสนอยังถูกออกแบบให้ง่าย

ต่อการใช้งานสำหรับเกษตรกร สามารถแจ้งเตือนเกษตรกรผ่านทางอุปกรณ์พกพาได้ทันทีที่มีเหตุการณ์ที่ต้องเฝ้าระวังเกิดขึ้น มีการสร้างรายงานสรุปผลการเลี้ยงให้กับเกษตรกรหลังจบรอบการเลี้ยงเพื่อช่วยให้เกษตรกรสามารถวิเคราะห์ปัญหาและปรับปรุงการเลี้ยงในรอบถัดไปได้ ในหัวข้อถัดไปจะกล่าวถึงการออกแบบและพัฒนาระบบบริหารจัดการฟาร์มกุ้งที่ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งประกอบไปด้วย ชุดเซนเซอร์โนดที่ใช้ติดตั้งบริเวณบ่อเลี้ยง เพื่อเก็บค่าอุณหภูมิ pH และ DO และ เครื่องแม่ข่ายที่ใช้เก็บข้อมูลจากเซนเซอร์ วิเคราะห์คุณภาพน้ำ และสื่อสารกับอุปกรณ์พกพาของเกษตรกร หัวข้อที่ 3 อธิบายวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของระบบทั้งในห้องปฏิบัติการ และในการทดสอบในบ่อเลี้ยงจริงของเกษตรกร รวมถึงอภิปรายผลการทดลอง และในหัวข้อที่ 4 เป็นการสรุปผลการดำเนินงานวิจัย

2. การออกแบบระบบบริหารจัดการฟาร์มกุ้ง

ระบบบริหารจัดการฟาร์มกุ้งประกอบไปด้วย ชุดเซนเซอร์โนด และเครื่องแม่ข่าย ซึ่งชุดเซนเซอร์โนดจะถูกติดตั้งไว้ที่บ่อเลี้ยงเพื่อเก็บค่าคุณภาพน้ำของบ่อเลี้ยงแบบเวลาจริงและทำการตัดสินใจในการเปิดปิดเครื่องตีน้ำและเครื่องให้อาหารตามค่าคุณภาพน้ำที่วัดได้ นอกจากนั้นข้อมูลที่ตรวจวัดได้จะถูกส่งต่อให้กับเครื่องแม่ข่ายที่ติดตั้งอยู่ที่สถานีฟาร์มเลี้ยงแบบไร้สายเพื่อให้สามารถเก็บข้อมูล วิเคราะห์และทำรายงานสรุปผลการเลี้ยงเมื่อจบรอบการเลี้ยง รวมถึงการแจ้งเตือนเหตุการณ์เฝ้าระวังให้กับผู้ดูแลฟาร์มผ่านอุปกรณ์พกพา การออกแบบชุดเซนเซอร์โนดและเครื่องแม่ข่าย แสดงดังรายละเอียดต่อไปนี้

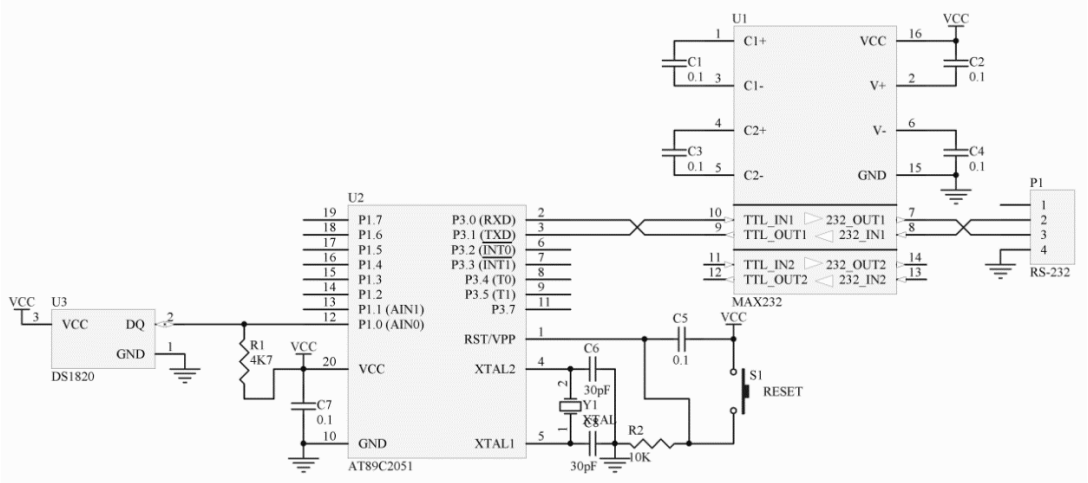


รูปที่ 1 องค์ประกอบของชุดเซนเซอร์โนด

2.1 ชุดเซนเซอร์โนดใช้ในการตรวจวัดประเมินคุณภาพน้ำภายในบ่อเลี้ยงกุ้ง ส่วนประกอบสำคัญของชุดเซนเซอร์โนด ประกอบด้วย เซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพน้ำชนิดต่างๆ วงจรแปลงสัญญาณที่ได้รับจากเซนเซอร์ให้เป็นสัญญาณ RS232 หน่วยประมวลผลและควบคุม แผงวงจรสื่อสารแบบไร้สายชนิด X-bee เครื่องให้อาหาร เครื่องตีน้ำ และส่วนแสดงผลสถานการณ์ทำงานของชุดเซนเซอร์โนด (ชุดหลอด LED แสดงคุณภาพน้ำ) ดังแสดงในรูปที่ 1

ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เซนเซอร์ 3 ชนิดในการตรวจคุณภาพน้ำ ได้แก่ ค่าอุณหภูมิ pH และ DO ของน้ำในบ่อเลี้ยง ดังนี้

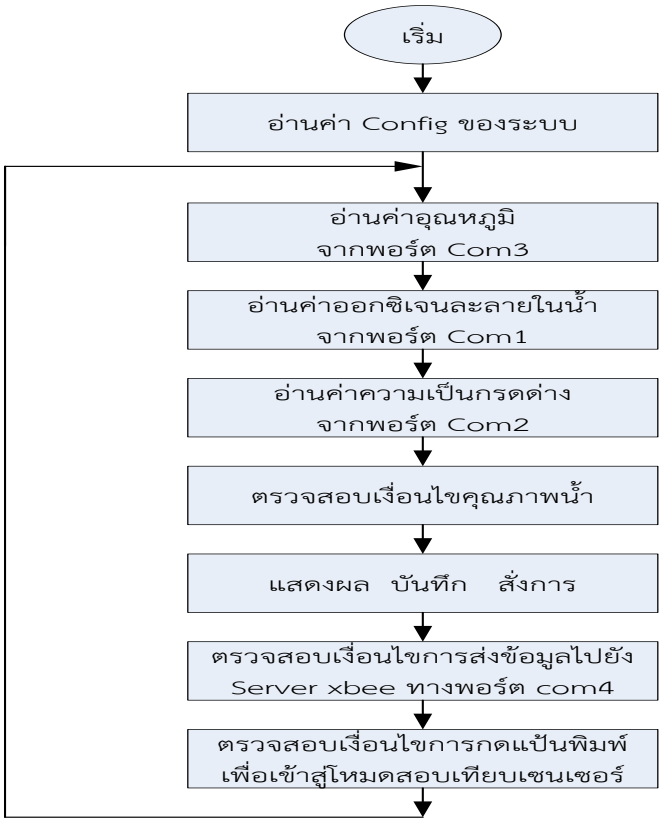
- *เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ*ผู้วิจัยเลือกใช้เซนเซอร์อุณหภูมิเบอร์ DS18b20 ซึ่งเซนเซอร์ดังกล่าวเป็นไอซีวัดอุณหภูมิแบบดิจิทัลที่มีย่านวัดในช่วง -55-125 °C ค่าความถูกต้อง± 0.5 °C สามารถกำหนดค่าความละเอียดได้ถึง 12 บิต หรือ 0.0625 °C การสื่อสารเป็นแบบ 1 wire นอกจากนั้นไอซี DS18b20 ที่เลือกใช้ยังมีการห่อหุ้มด้วยพลาสติกทำให้สะดวกในการนำไปวัดอุณหภูมิของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง ผู้วิจัยได้ออกแบบหน่วยประมวลผลไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C2051 ซึ่งใช้เป็นหน่วยประมวลผลย่อยเพื่อสื่อสารแบบ 1 wire กับไอซี DS18b20 โดยนำข้อมูลอุณหภูมิขนาด 12 บิตที่ได้รับมาทำการแปลงเป็นค่าอุณหภูมิ จากนั้นจะรอการร้องขอค่าอุณหภูมิจากหน่วยประมวลผลหลัก ซึ่ง AT89C2051 จะทำการส่งข้อมูลให้กับหน่วยประมวลผลหลักผ่านทางช่องการสื่อสารแบบอนุกรม RS232 ดังรายละเอียดของวงจรแสดงในรูปที่ 2



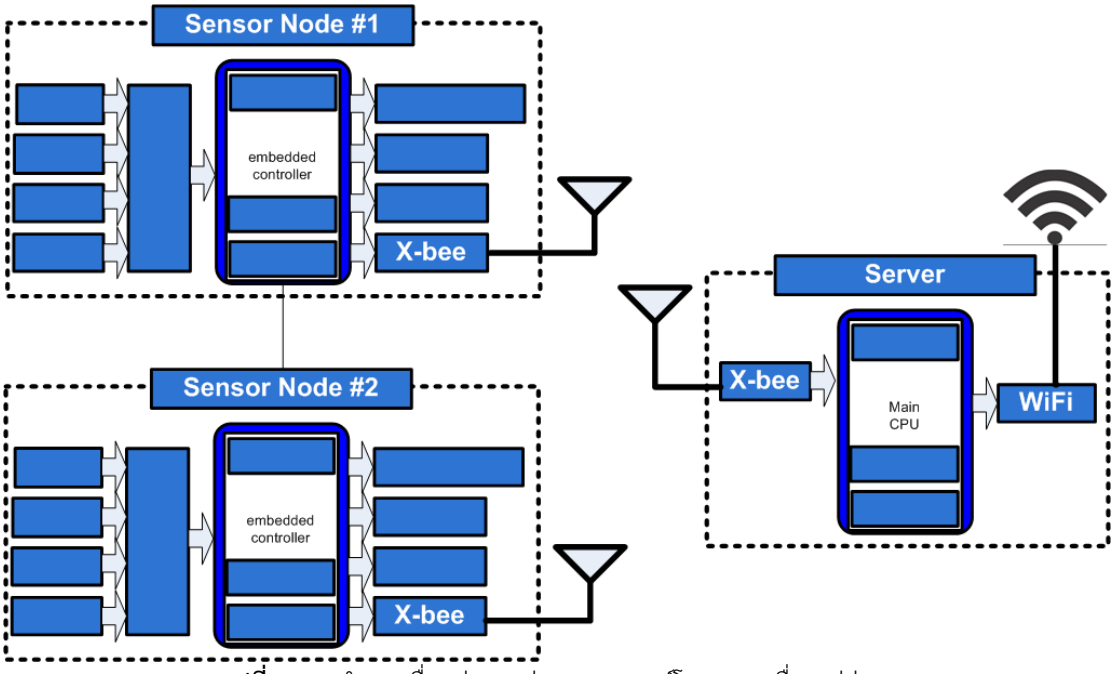
รูปที่ 2 วงจรสื่อสารแบบ 1-wire ระหว่างเซนเซอร์ DS18b20 และ ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C2051

- *เซนเซอร์วัด pH และ DO* เซนเซอร์ทั้งสองประเภทนี้ส่วนใหญ่อาศัยหลักการทางเคมีเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าที่ได้นำไปประมวลผลเพื่อคำนวณหาค่า pH และ DO ต่อไป ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เซนเซอร์ของบริษัท Atlas Scientific Biology Technology ซึ่งสามารถวัดค่าพีเอชได้ในช่วง 0-14 และค่าDO ได้ในช่วง 0-20 ppmแบบต่อเนื่อง เซนเซอร์ดังกล่าวมาพร้อมกับแผงวงจรประมวลผลทำให้ง่ายต่อการพัฒนา โดยการสื่อสารเป็นแบบอนุกรม RS232 กลุ่มของคำสั่งในการใช้งานประกอบด้วย คำสั่งในการปรับเทียบเพื่อความถูกต้องในการวัด คำสั่งในการอ่านข้อมูล และคำสั่งในการชดเชยอุณหภูมิ

- *หน่วยประมวลผลและโปรแกรมระบบประมวลผล* หน่วยประมวลผลทำหน้าที่รับข้อมูลจากเซนเซอร์วัดคุณภาพน้ำแล้วทำการวิเคราะห์ แสดงผล บันทึกข้อมูล ควบคุมเครื่องเติมอากาศและเครื่องให้อาหาร อีกทั้งยังทำการสื่อสารกับเครื่องแม่ข่ายผ่านทางระบบสื่อสารแบบไร้สาย โดยในงานวิจัยครั้งนี้เลือกใช้หน่วยประมวลผลตระกูล X86 รุ่น VSX-6154-V2 / VSX-6154-V2-PLUS ซึ่งเป็นระบบฝังตัวที่มีศักยภาพสูงทั้งด้านความเร็วและเสถียรภาพ ใช้พลังงานต่ำ มีจำนวนของอินพุตและเอาท์พุตที่หลากหลาย และสามารถติดตั้งระบบปฏิบัติการได้ซึ่งจะเอื้อต่อระบบที่มีความซับซ้อน โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการติดตั้งระบบปฏิบัติการ MS-DOS V6.22 และเลือกใช้ภาษา C รุ่น TC3.0 ในการเขียนโปรแกรมระบบประมวลผลของเซนเซอร์โนดซึ่งถูกออกแบบให้ทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบวัดและควบคุมคุณภาพน้ำ

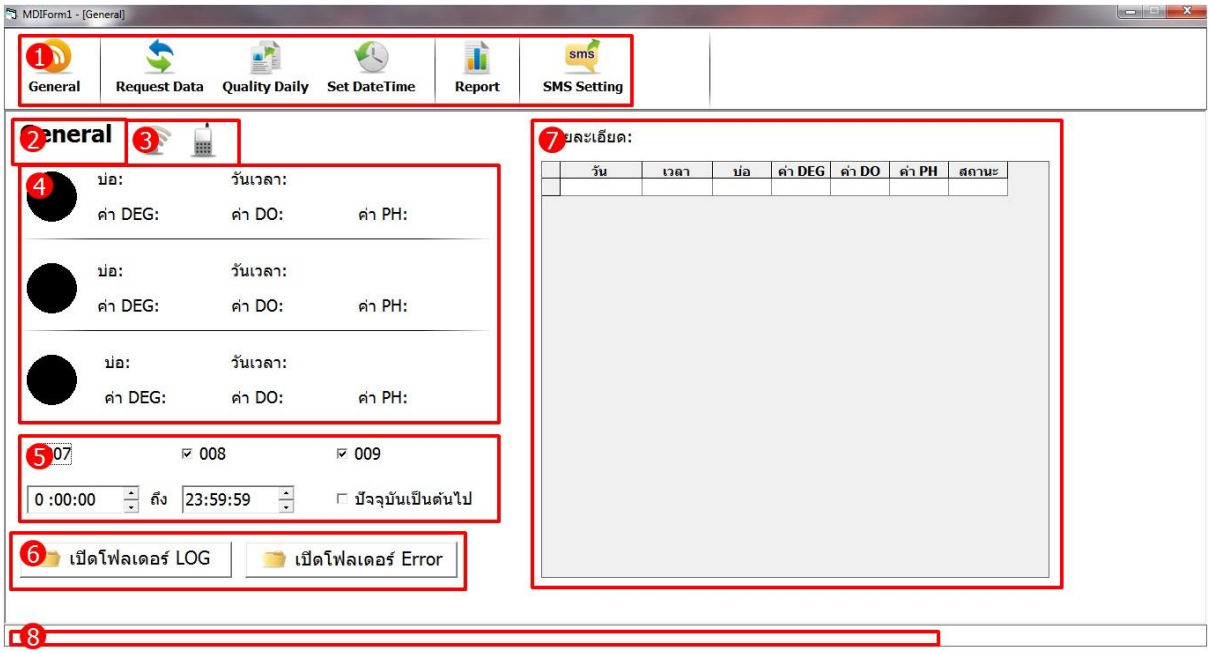


รูปที่ 4 การทำงานเชื่อมต่อระหว่างชุดเซนเซอร์โนดและเครื่องแม่ข่าย

รูปที่ 3 แสดงภาพรวมของโปรแกรมของระบบที่ออกแบบ โดยเมื่อระบบเริ่มทำงานระบบจะอ่านไฟล์คอนฟิกของระบบ จากนั้นจึงทำการอ่านค่าคุณภาพน้ำจากเซนเซอร์ทั้ง 3 ชนิดที่เลือกใช้ เมื่อได้ข้อมูลคุณภาพน้ำครบถ้วน ระบบจะทำการตัดสินใจว่าคุณภาพน้ำอยู่ในระดับใดตั้งแต่ปกติ เฝ้าระวัง หรือ แจ้งเตือน และผลจากการตัดสินใจดังกล่าวจะถูกนำไปแสดงผล บันทึกลงหน่วยความจำของเครื่อง และสั่งการไปยังเครื่องตีน้ำและเครื่องให้อาหาร จากนั้นระบบจะทำการส่งข้อมูลไปยังเครื่องแม่ข่ายผ่านอุปกรณ์ไร้สายต่อไป

- *ระบบสื่อสาร* ชุดเซนเซอร์โนดออกแบบให้ทำหน้าที่ส่งข้อมูลและสถานะคุณภาพน้ำของบ่อเลี้ยงไปยังเครื่องแม่ข่าย โดยผู้วิจัยเลือกใช้โมดูลสื่อสารแบบไร้สาย Xbee-pro 802.15.4 protocol ที่เชื่อมกับหน่วยประมวลผล X86 แบบอนุกรม RS232 ผ่านช่องทาง com4 โมดูลดังกล่าวมีลักษณะเด่นคือ สามารถส่งได้ไกลถึง 1.6 กิโลเมตรในที่โล่งซึ่งครอบคลุมพื้นที่การสื่อสารระหว่างบ่อเลี้ยงกับสถานีฐานที่ติดตั้งเครื่องแม่ข่าย รูปที่ 4แสดงการสื่อสารระหว่างเซนเซอร์โนดกับเครื่องแม่ข่าย

2.2 เครื่องแม่ข่าย ทำหน้าที่สื่อสารกับเซนเซอร์โนดในแต่ละบ่อเลี้ยง โดยเครื่องแม่ข่ายจะถูกติดตั้งไว้ที่สถานีฐานของฟาร์มเลี้ยง ข้อมูลคุณภาพน้ำที่ได้รับจากเซนเซอร์โนดของแต่ละบ่อเลี้ยงจะถูกนำมาแสดงผลเพื่อแจ้งเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง บันทึกลงฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการจัดทำรายงานสรุป และแจ้งเตือนผู้ดูแลฟาร์มเลี้ยงในกรณีที่คุณภาพน้ำมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ ในส่วนของการพัฒนาโปรแกรมบนเครื่องแม่ข่าย ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม VB.6.0 ร่วมกับฐานข้อมูล MySQL โดยหน้าจอถูกออกแบบให้มีลักษณะเป็นแบบ GUI ง่ายต่อการใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 5 โดยมีส่วนประกอบในหน้าจอหลัก ดังนี้ 1. แถบเมนู, 2. ชื่อหน้าต่าง, 3. สถานะของการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก, 4. สถานะและข้อมูลการทำงานต่างๆ ของบ่อ, 5. แถบกรอกข้อมูลที่ต้องการให้แสดงรายละเอียด, 6. ปุ่มลัดสำหรับเปิดไปยังโฟลเดอร์, 7.แถบแสดงรายละเอียดการทำงาน และ 8. แถบแสดงสถานะของโปรแกรม



รูปที่ 5 หน้าจอ GUI ส่วนหน้าหลักของระบบ

3. ผลการทดสอบระบบ

3.1 ผลการทดสอบความถูกต้องของการตรวจวัดคุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ

เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของอุปกรณ์ที่ได้พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยทำการทดสอบค่าความถูกต้องของเซนเซอร์และวงจรวัดอุณหภูมิที่สร้างขึ้นด้วยการเปรียบเทียบกับค่าอุณหภูมิที่อ่านได้จากเครื่องวัดมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ (เนื่องจากข้อจำกัดของพื้นที่ ทำให้ไม่สามารถนำเสนอข้อมูลผลการทดสอบโดยละเอียดได้) พบว่า ค่าอุณหภูมิและค่า pH ที่วัดได้จากระบบที่นำเสนอมีค่าความผิดพลาดน้อยกว่า 3%และ 2.5% ตามลำดับ ส่วนค่า DO พบว่ามีค่าความผิดพลาดอยู่ไม่เกิน 6% นอกจากนั้นยังสังเกตเห็นได้ว่าค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นนั้นมักจะเกิดจากการอ่านค่า DO สูงเกิดค่ามาตรฐาน ดังนั้นในกระบวนการตัดสินใจผู้วิจัยจะได้นำเอาค่าความผิดพลาดนี้ไปวิเคราะห์ในขั้นตอนการควบคุมการตัดสินใจในเรื่องของคุณภาพน้ำด้วย

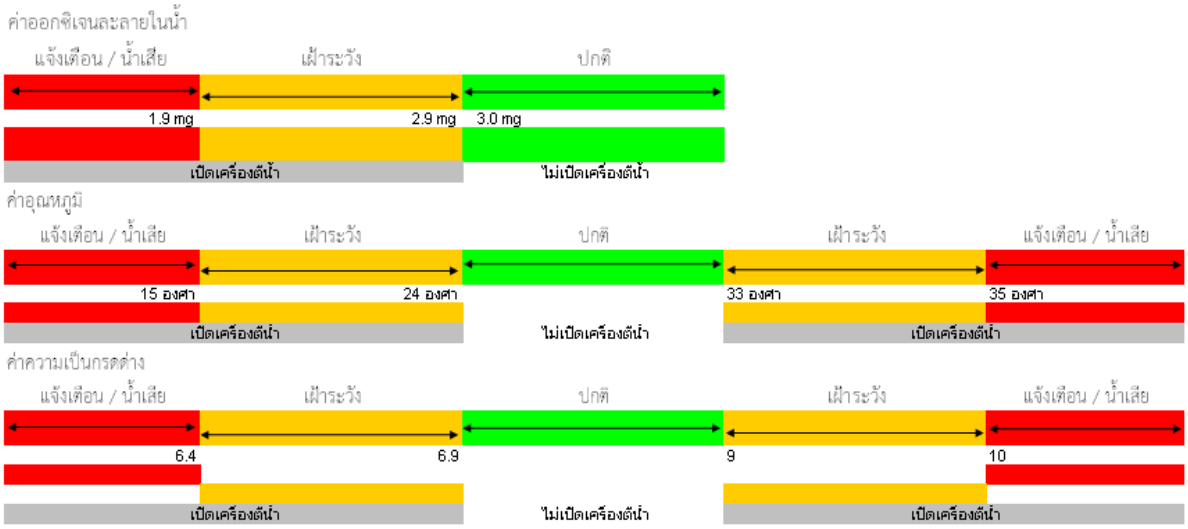
3.2 การทดสอบในบ่อเลี้ยง

ผู้วิจัยได้ทำการติดตั้งระบบบริหารจัดการฟาร์มกุ้งที่ได้พัฒนาขึ้นในฟาร์มเลี้ยงของเกษตรกรในจังหวัดนครปฐม จำนวน 2 บ่อเลี้ยง โดยแบ่งเป็นบ่อทดลองและบ่อควบคุม บ่อทดลองติดตั้งระบบบริหารจัดการฟาร์มกุ้งเพื่อวัดคุณภาพน้ำรวมถึงการควบคุมการเปิดปิดเครื่องตีน้ำและให้อาหารตามค่าคุณภาพน้ำ ส่วนบ่อควบคุมทำการติดตั้งระบบเพียงเพื่อทำการเก็บข้อมูลค่าคุณภาพน้ำเท่านั้น การให้อาหารของบ่อควบคุมจะเป็นการหว่านด้วยแรงงานคนจำนวน 2 ครั้ง/วัน เช้าประมาณ 07.00 น และเย็นประมาณ 17.00 น ส่วนการตีน้ำของบ่อควบคุมยังคงเป็นการเปิดในช่วง 20.00 – 06.00 น. ของทุกๆ วัน ทั้งบ่อทดลองและควบคุมมีการกำหนดตัวแปรอื่นให้เหมือนกัน ทั้งเรื่องขนาดของบ่อ ความหนาแน่นของกุ้ง พันธ์กุ้ง และชนิดของอาหาร รูปที่ 6 และ 7 แสดงให้เห็นการติดตั้งเซนเซอร์โนดที่บริเวณบ่อเลี้ยง และค่าที่ใช้ในการตัดสินระดับคุณภาพน้ำ (ปกติ เฝ้าระวัง และ น้ำเสีย)

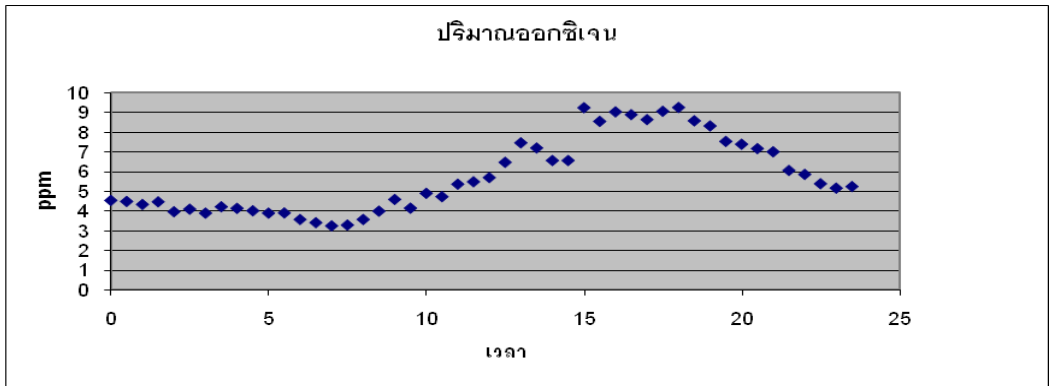
ก.ตู้ประมวลผล

ข.ตู้ระบบตรวจวัดและเซนเซอร์

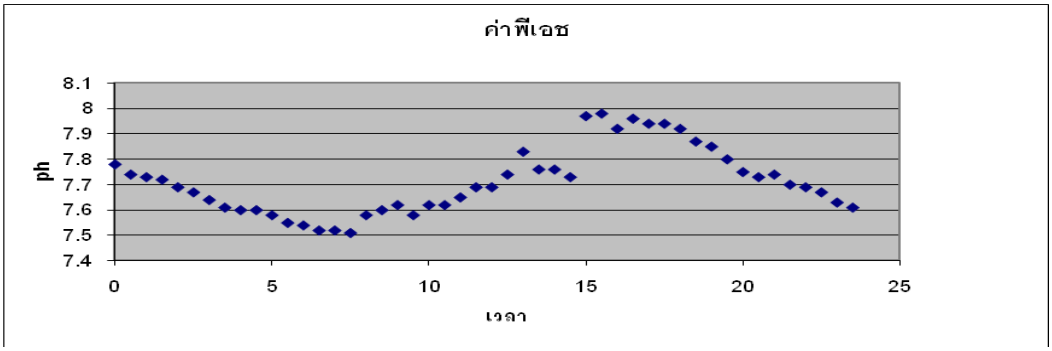
รูปที่ 6 เซนเซอร์โนดของระบบบริหารจัดการฟาร์มกุ้งที่ติดตั้งที่ฟาร์มเลี้ยง



รูปที่ 7 การตัดสินระดับคุณภาพน้ำจากค่าข้อมูลที่วัดได้จากเซนเซอร์อุณหภูมิ pH และ DO



ก. DO



ข. pH

รูปที่ 8 ตัวอย่างการแสดงผลข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำของบ่อควบคุมในช่วง 24 ชั่วโมงที่เกษตรกรสามารถเข้าถึงได้ผ่านอุปกรณ์พกพา

จากรูปที่ 7 ยกตัวอย่างกรณีเซนเซอร์วัดคุณภาพน้ำอ่านค่า DO ได้เท่ากับ 1.5 ppm แสดงถึงคุณภาพน้ำอยู่ในระดับน้ำเสีย อุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 25 องศา แสดงถึงคุณภาพน้ำอยู่ในระดับน้ำดี และ pH มีค่าเท่ากับ 9.5 แสดงถึงคุณภาพน้ำอยู่ในระดับน้ำเฝ้าระวัง ระบบจะตัดสินใจให้คุณภาพน้ำในระดับที่วิกฤตสุดคือระดับน้ำเสีย พร้อมกับสั่งการเครื่องเติมอากาศให้ทำงาน ลดหรือหยุดให้อาหาร และทำการแจ้งเตือนไปยังเกษตรกร รูปที่ 8 เป็นตัวอย่างของข้อมูลที่เก็บได้ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงของบ่อควบคุม (เนื่องด้วยข้อจำกัดของพื้นที่ ขอแสดงผลเฉพาะ DO และ pH ส่วนค่าอุณหภูมิระหว่างวันอยู่ระหว่าง 26-29˚C) ที่แสดงให้เห็นว่าในวันดังกล่าวไม่มีความจำเป็นจะต้องเปิดเครื่องตีน้ำเลยตลอดทั้ง 24 ชั่วโมงเนื่องจากค่าคุณภาพน้ำอยู่ในระดับปกติตลอดวัน ซึ่งขัดกับแนวทางการเลี้ยงของเกษตรกรที่จะต้องทำการเปิดเครื่องตีน้ำไว้ในช่วงกลางคืนเป็นเวลาวันละ 10 ชั่วโมงเพื่อป้องกันการลดต่ำลงของค่า DO ในช่วงกลางคืนทุกๆ วัน นอกจากนั้นยังพบว่าในช่วงของการเลี้ยงตั้งแต่วันที่ 70 เป็นต้นไป ค่า DO ของน้ำทั้งบ่อควบคุมและบ่อทดลองเฉลี่ยจะอยู่ที่ 2-3 ppm ทำให้ระบบในบ่อทดลองต้องทำการตีน้ำเกือบตลอดเวลาแต่ก็ไม่สามารถช่วยเพิ่มค่า DO ได้มากนัก เนื่องจากขณะนั้นปริมาณของเสียสะสมในบ่อมีมากขึ้นส่งผลให้ค่า DO ของน้ำลดต่ำลง ทำให้การตีน้ำไม่สามารถช่วยได้มากนักเนื่องจากของเสียสะสมยังไม่ได้ถูกกำจัดไป ดังนั้นการตีน้ำแบบตั้งเวลาไว้อย่างตายตัวตลอดรอบการเลี้ยงของเกษตรกรทำให้เกิดการใช้ไฟฟ้าโดยไม่จำเป็นในช่วงต้นของการเลี้ยงและในทางตรงกันข้ามตั้งแต่วันที่ 70 เป็นต้นไป พบว่าการตีน้ำตามตารางเวลาที่กำหนดไว้ไม่เพียงพออีกต่อไปเนื่องจากค่า DO มีค่าต่ำกว่าที่จำเป็นในการอยู่รอดของกุ้งแม้แต่ในตอนกลางวัน ซึ่งเป็นเวลาที่มีปริมาณ DO สูงที่สุดระหว่างวัน ผลการศึกษาในงานวิจัยนี้ ยืนยันถึงความจำเป็นที่จะต้องมีการตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำเวลาจริงเพื่อลดความเสี่ยงและเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการฟาร์มนอกจากนั้นยังพบว่าการเลี้ยงในบ่อควบคุมกุ้งเริ่มลอยตัว (ขาดอากาศ) ตั้งแต่วันที่ 74 ทำให้ต้องยุติการเลี้ยงลง ส่วนในบ่อทดลองเนื่องจากมีการเปิดเครื่องตีน้ำตามระดับคุณภาพน้ำทำให้สามารถยืดอายุการเลี้ยงต่อไปได้เป็น 89 วัน ซึ่งส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้น

4. สรุปผล

จากการทดสอบเลี้ยงกุ้งด้วยการใช้ระบบบริหารจัดการฟาร์มกุ้งที่นำเสนอพบว่า ระบบดังกล่าวมีประโยชน์อย่างเด่นชัดในเรื่องของการลดความเสียหายอันเนื่องมาจากปัญหาคุณภาพน้ำที่ส่งผลให้ไม่สามารถทำการเลี้ยงได้ครบรอบการเลี้ยง (ปกติรอบการเลี้ยงอยู่ที่ 90 วัน) ซึ่งการเลี้ยงให้ครบรอบการเลี้ยงนั้นนอกจากจะช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตแล้ว ยังช่วยเพิ่มคุณภาพของผลผลิตด้วย (ขนาดและราคากุ้ง) ผลจากการศึกษาในงานวิจัยนี้พบว่า การมีระบบที่สามารถบริหารจัดการฟาร์มแบบแม่นยำ ที่สามารถตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำได้อย่างเวลาจริง และช่วยเกษตรกรในการตัดสินใจเปิด/ปิดเครื่องตีน้ำเท่าที่จำเป็นเท่านั้น สามารถช่วยให้เกษตรกรลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องตีน้ำในยามที่ไม่จำเป็นลงได้อย่างสิ้นเชิง อีกทั้งยังช่วยลดความเสี่ยงของการสูญเสียรายได้อันเกิดจากกุ้งตายเนื่องจากปล่อยให้คุณภาพน้ำอยู่ในระดับวิกฤติโดยมิได้มีการพยายามปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียก่อน นอกจากนั้นการนำเอาระดับของคุณภาพน้ำมาช่วยในการตัดสินใจในการให้อาหารกุ้งยังช่วยให้ลดปริมาณการสูญเสียของอาหารที่ไม่จำเป็นได้อีกด้วย

ผลจากการทดสอบยืนยันอย่างชัดเจนว่าระบบบริหารจัดการฟาร์มที่บริหารจัดการฟาร์มที่อาศัยข้อมูลของคุณภาพน้ำแบบเวลาจริงในการตัดสินใจเป็นสิ่งจำเป็นหากเกษตรกรต้องการเพิ่มคุณภาพ เพิ่มปริมาณผลผลิต และลดต้นทุน ดังจะเห็นได้ว่าระบบสามารถยืดจำนวนวันของรอบการเลี้ยงได้เมื่อเทียบกับบ่อควบคุมแล้วนั้น ระบบที่นำเสนอยังสามารถช่วยลดต้นทุนในเรื่องของการตีน้ำแบบการกำหนดเวลาตายตัวของเกษตรกร ซึ่งจากเก็บข้อมูลใน

ระหว่างทดสอบระบบพบว่า รูปแบบการตีน้ำดังกล่าวไม่สามารถช่วยแก้ไขเรื่องของคุณภาพน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการใช้ระบบอัตโนมัติเข้ามาบริหารจัดการฟาร์มจะช่วยให้การดูแลคุณภาพการเลี้ยงกุ้งเป็นไปอย่างเหมาะสมพร้อมทั้งยังช่วยลดการใช้ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นลงได้ นอกจากนั้นเนื่องจากระบบที่นำเสนอมีการเก็บข้อมูลและสามารถรายงานผลในรูปแบบกราฟ ทำให้เกษตรกรสามารถมีผลการเลี้ยงเพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงการเลี้ยงในรอบถัดมาได้ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวไม่สามารถเก็บได้ด้วยการใช้วิธีการเลี้ยงแบบดั้งเดิม ดังนั้นเมื่อมีการนำเอาระบบที่นำเสนอไปใช้งานจริง ผู้วิจัยคาดว่าการเลี้ยงกุ้งของเกษตรกรจะมีการพัฒนาการเลี้ยงได้อย่างต่อเนื่อง

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจาก สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ รหัสโครงการ P-12-01434

เอกสารอ้างอิง

[1] ThailandShrimp. การเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 2561 พฤษภาคม 15]. เข้าถึงได้จาก http://www.thailandshrimp.com/data/agriculture_giant_p0.htm

[2] S. Singholka. Giant freshwater prawn farming in Supanburi, Thailand [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 2561 พฤษภาคม 15]. เข้าถึงได้จาก http://www.fao.org/docrep/field/003/AB910E/AB910E00.htm

[3] ชะลอ ลิ้มสุวรรณ. การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามคุณภาพ [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 2561 พฤษภาคม 15]. เข้าถึงได้จาก http://www.rdi.ku.ac.th/Techno_ku60/res-67/index67.html

[4] ไชยรัตน์ ส้มฉุน. วิจัยคุณภาพน้ำบ่อเลี้ยงกุ้ง เพิ่มผลผลิต..ลดใช้พลังงาน [อินเทอร์เน็ต]. 2555 [เข้าถึงเมื่อ 2561 พฤษภาคม 15]. เข้าถึงได้จาก https://www.thairath.co.th/content/248114

[5] อนุศักดิ์ ประพัฒน์. ระบบตรวจสอบปริมาณออกซิเจนในน้ำโดยอัตโนมัติโดยใช้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับฟาร์มกุ้ง [วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท]. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ; 2551.

[6] Kamuju Sai D, Roja M, Sanju kumar NT. Smart aqua culture monitoring system using Raspberry Pi AWS IOT. International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR) 2017; 6(8) ; 1311-1315.