EEAAT
Electrical Engineering Academic Association (Thailand)

บทความวิชาการนักเรียน

SCHOOL ARTICLES

ปีที่ 2 (2568) ฉบับที่ 1

SCHOOL ARTICLES

เป็นแหล่งรวบรวมบทความนักเรียนที่ร่วมงานกับ
สมาคมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า (ประเทศไทย)

สาร จากนายกสมาคมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า (ประเทศไทย)

การพัฒนาศักยภาพนักเรียนด้าน STEM ผ่านการต่อยอดผลงานในโครงการ Youth Innovation Project

การพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (STEM) ถือเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนประเทศสู่สังคมแห่งนวัตกรรมและเศรษฐกิจฐานความรู้ โดยเฉพาะในยุคที่เทคโนโลยีดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์มีบทบาทในทุกมิติของการดำเนินชีวิตและภาคอุตสาหกรรม สมาคมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า (ประเทศไทย) เล็งเห็นถึงความสำคัญดังกล่าว จึงได้สนับสนุนและผลักดันกิจกรรมเพื่อส่งเสริมศักยภาพนักเรียนตั้งแต่ระดับประถมศึกษาตอนปลายจนถึงระดับมัธยมศึกษา ผ่านโครงการ **Youth Innovation Project**

ความสำคัญของการต่อยอดผลงานวิจัยในระดับนักเรียน

หนึ่งในหลักการสำคัญของการวิจัย คือการต่อยอดองค์ความรู้ที่มีอยู่เดิม เพื่อพัฒนาเป็นนวัตกรรมหรือแนวทางใหม่ ที่สามารถตอบสนองความต้องการของสังคมได้ การที่นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการคิดเชิงวิจัย ตั้งแต่การตั้งคำถาม การสืบค้นข้อมูลอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ การทดลองและพัฒนาผลงาน ไปจนถึงจริยธรรมในการทำงานวิจัย เป็นการปลูกฝังทักษะเชิงวิชาการอย่างเป็นระบบ และที่สำคัญคือทำให้นักเรียนตระหนักถึงคุณค่าของ “หลักฐานเชิงประจักษ์” ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่

การบูรณาการ STEM สู่การสร้างนวัตกรรม

โครงการ Youth Innovation Project มุ่งเน้นให้นักเรียนใช้ทักษะด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในการคิดวิเคราะห์ ร่วมกับความรู้ทางวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาจริงในชีวิตประจำวัน ผลงานของนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการสะท้อนให้เห็นว่า เด็กและเยาวชนไทยมีศักยภาพในการประยุกต์ใช้ความรู้หลากหลายสาขา เช่น

- การสร้างอุปกรณ์อัจฉริยะเพื่อสิ่งแวดล้อม
- การพัฒนานวัตกรรมพลังงานสะอาด
- การออกแบบระบบควบคุมอัตโนมัติที่ประหยัดพลังงาน

สิ่งเหล่านี้ไม่เพียงแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ แต่ยังแสดงถึงความเข้าใจเชิงบูรณาการ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้แบบ STEM

ความน่าเชื่อถือและการยอมรับในวงวิชาการ

ในกระบวนการรวบรวมผลงานเพื่อตีพิมพ์ในวารสาร **School Articles** สมาคมฯ ได้เน้นย้ำให้นักเรียนและครูผู้ควบคุมโครงการตระหนักถึงการใช้ข้อมูลอ้างอิงจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ มีมาตรฐาน และได้รับการยอมรับในวงวิชาการ เช่น วารสารวิชาการที่ผ่านการตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer-reviewed journals) หนังสืออ้างอิงทางวิชาการ และฐานข้อมูลวิจัยสากล ทั้งนี้เพื่อฝึกให้นักเรียนซึมซับวัฒนธรรมทางวิชาการที่ถูกต้องตั้งแต่เริ่มต้น

สมาคมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า (ประเทศไทย) มุ่งหวังว่าการสนับสนุนกิจกรรมในลักษณะนี้ จะช่วยสร้างรากฐานของนักวิจัยรุ่นใหม่ที่มีความรู้ ความสามารถ และจริยธรรมทางวิชาการ พร้อมจะเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศต่อไปในอนาคต

รองศาสตราจารย์ ดร.อธิคม ฤกษบุตร
นายกสมาคมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า (ประเทศไทย)

รายนามกรรมการพิจารณาบทความ

1. รศ.ดร.อธิคม ฤกษบุตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร , EEAAT

2. ผศ.พินิจ เทพสาธร

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, EEAAT

3. ผศ.ดร.สมชัย หิรัญวโรดม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี , EEAAT

4. รศ.ดร.เตือนใจ อาชีวะพนิช

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ , EEAAT

5. ผศ.ดร สมมาตร แสงเงิน

มหาวิทยาลัยนเรศวร, EEAAT

6. ผศ.ดร.วุฒิวัฒน์ คงรัตนประเสริฐ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ , EEAAT

7. อาจารย์ณัฐพงษ์ ประพฤติ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร , EEAAT

8. รศ.ดร.บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , EEAAT

9. ผศ.ดร.สุพัฒนา นิรัคฆนาภรณ์

มหาวิทยาลัยรังสิต, EEAAT

10. ผศ.ศุภร แท่นแก้ว

สถาบันเทคโนโลยีจิตลดา , EEAAT

11. ผศ.ดร.กนกวรรณ เรืองสิริ

สถาบันเทคโนโลยีจิตลดา , EEAAT

12. ผศ.ดร.สมพร เตียเจริญ (สถาบันเครือข่ายสมาคม)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ , EEAAT

EEAAT
Electrical Engineering Academic Association (Thailand)

SCHOOL ARTICLES

2025 VOLUME 2 NUMBER 1

บทความเล่มนี้เป็นผลงานของนักเรียนที่ร่วมกิจกรรม Youth Innovation Project ในงาน iSTEM-Ed 2025

สารบัญ

◆ ระบบการบันทึกคะแนนความดีดิจิทัลโดยใช้ IoT

.....องศา รักวณิชย์ นิษฐ์ชิตา เผือกพูลผล ณัฏฐ์ธานิยา ปิติสุวรรณรัตน์ และ กฤตภาส โมไนยากูล* 1

◆ เครื่องแจ้งเตือนค่าฝุ่น PM2.5 แบบอัตโนมัติโดยใช้ CyberPi

.....กวี ขันสาครกิตติ พิชญาภา พิมลเสถียร สิมิลัณ อ่อนเอื้อน และ กฤตภาส โมไนยากูล* 6

◆ ระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศภายในห้องของเด็กเล็กวัย 1- 3 ปี โดยใช้ CyberPi

.....อาคิราลัลล์ พิศิษฐ์รัชกุล ชุติกาญจน์ โมไนยากูล นราชิต ฟุ้งเหล็ง และ พรพรรณ อัศวพัชระ* 12

◆ ระบบแจ้งเตือนความชื้นและอุณหภูมิด้วยบอร์ด Arduino R4

.....ดนัยวรัญญ์ ภู่ระหงษ์* ชยภาส ศักดิ์ศรี ธัชพงค์ จงวัชรางกูล และ ณัฐวัฒน์ โรจน์สุธี 17

◆ เครื่องอ่านฉลากยาอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุ

.....นางสาวธันยธรณ์ นิพพานท์* นายอริญชัย ไชยชาย และ นางสาวพัชนิดา ล้อถาวร 21

◆ รูปแบบหุ่นยนต์ตรวจวัดคุณภาพน้ำเสียอัจฉริยะ

.....อฐกร ศักดิ์ชเยนทร์ ธิปธนัชณ์ ศรีขจรลาภ อชิระ งามดี และ พรพรรณ อัศวพัชระ* 26

◆ การเฝ้าระวังและควบคุมระบบนิเวศของบ่อน้ำสาธารณะ

.....วรบดินทร์ จำรัสพันธุ์ ชนิดาภา พรพุทธศรี ธัชพันธ์ พ่วงสมบัติ และพรพรรณ อัศวพัชระ* 31

EEAAT Electrical Engineering Academic Association (Thailand)

◆ Smart Salad Agriculture with AI and IoT: Dr.VeggieBot

.....Matika Jessica Tinner Phatthiwat Na Thalang Natcha Sa-nguannam* Mohammad Duhan Tayeh and Chairat Srilawan 37

EEAAT
Electrical Engineering Academic Association (Thailand)

ระบบการบันทึกคะแนนความดีดิจิทัลโดยใช้ IoT

องศา รักวณิชย์ นิษฐ์ชิตา เผือกพูลผล ณัฏฐ์ธานิยา ปิติสุวรรณรัตน์ และ กฤตภาส โมไนยากูล*

โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี krittaphat.mo@buu.ac.th

บทคัดย่อ (Abstract)

ในปัจจุบันเรามักจะพบปัญหาเรื่องการขาดความรับผิดชอบในเด็ก สาเหตุหลักก็คือ เด็กขาดแรงจูงใจการทำความดีและผู้ปกครองไม่มีเวลาให้กับลูก บทความฉบับนี้เสนอระบบการบันทึกคะแนนความดีดิจิทัลโดยใช้ Internet of Thing (IoT) เพื่อช่วยฝึกให้เด็กมีแรงจูงใจในการรับผิดชอบในหน้าที่ต่อตนเองและครอบครัว โดยการบันทึกการทำความดีผ่าน Google Sheets และเมื่อครบตามจำนวนครั้งที่กำหนด เด็ก ๆ ก็ได้รับรางวัลตามที่ผู้ปกครองกำหนดไว้เช่นกัน ระบบการบันทึกคะแนนความดีดิจิทัลโดยใช้ IoT ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นส่วนของแผงการควบคุมสำหรับผู้ปกครอง โดยใช้ ESP32 (CyberPi) ในการบันทึกความดีของเด็ก และส่วนที่สองเป็นส่วนของจอแสดงผลจะมีแอนิเมชันหน้ายิ้มค่อย ๆ ถูกเติมทุก ๆ ครั้งที่ทำความดีจนครบ 7 รอบ เด็ก ๆ จะได้รับรางวัลตามข้อตกลงที่สร้างร่วมกันไว้ระหว่างเด็กและผู้ปกครอง จากการทดลองใช้ในเด็กกลุ่มอายุ 6-10 ปี ทั้งหมดจำนวน 12 คน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าเด็กมีการทำความดีมากขึ้น เครื่องบันทึกคะแนนความดีระบบดิจิทัลโดยใช้ IoT ช่วยทำให้เด็กมีแรงจูงใจการทำความดี เด็กมีความรับผิดชอบต่อตนเองและครอบครัวมากขึ้น ช่วยเสริมสร้างสัมพันธภาพที่ดีภายในครอบครัวตลอดจนช่วยส่งเสริมสุขภาวะทางจิตที่ดีของทุกคนในครอบครัวอีกด้วย

คำสำคัญ: (keywords:) ระบบการบันทึกคะแนนความดี, ดิจิทัล, IoT

1. บทนำ (INTRODUCTION)

เด็กช่วงวัยประถมศึกษาตอนต้น หรือเด็กวัย 6-10 ปี เป็นช่วงวัยที่มีพัฒนาการทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญาที่สำคัญ เด็กในวัยนี้เริ่มมีความเป็นตัวของตัวเองมากขึ้น ต้องการแสดงความคิดเห็น และแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเอง อยากรู้อยากเห็นและชอบเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ รวมถึงเริ่มมีการสร้างความสัมพันธ์กับเพื่อน ซึ่งเป็นวัยที่เหมาะแก่การเริ่มฝึกความรับผิดชอบและวินัยเพื่อเป็นการสร้างรากฐานการเติบโตไปเป็นเยาวชนที่ดีในอนาคต จากการศึกษาข้อมูลพบว่า การเสริมแรงเชิงบวกเป็นเทคนิคการปรับพฤติกรรมที่มีประสิทธิผลวิธีหนึ่ง โดยการฝึกวินัยเชิงบวกมุ่งเน้นที่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม โดยมีรางวัลเป็นปัจจัยกระตุ้นให้เด็กทำพฤติกรรมที่ดีต่อไป [1]

ระบบการบันทึกคะแนนความดีดิจิทัลโดยใช้ IoT จะเป็นเครื่องมือที่ช่วยฝึกวินัยเพื่อเสริมสร้างพฤติกรรมเชิงบวก ทำให้เด็กตระหนักรู้ในสิ่งที่ควรทำ (Self - awareness) ตลอดจนสร้างแรงจูงใจและความภูมิใจในตนเอง (Self - esteem) ซึ่งระบบการบันทึกคะแนนความดีดิจิทัลโดยใช้ IoT นอกจากจะมีการนำเทคโนโลยี AI มาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มความน่าสนใจในการใช้งานแล้ว ยังมีการนำ IoT และ Google Sheets มาใช้งานร่วมด้วย โดยที่ตัวอุปกรณ์นี้จะมีความพิเศษตรงที่มีขนาดกะทัดรัด สามารถติดตั้งไว้ส่วนใดของบ้านก็ได้ ตัวอุปกรณ์บริเวณแผงควบคุมก็จะมีไฟแสดงสีสันตรงแอนิเมชันหน้ายิ้มในแต่ละประเภทของการทำความดี ซึ่งจะเป็นการกระตุ้นให้เด็กเกิดความตื่นเต้น ความแปลกใหม่ และมีแรงจูงใจที่อยากจะทำความดีเพิ่มขึ้นอีกด้วย

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (LITERATURE REVIEW)

จากการศึกษาสถิติข้อมูลของกรมพินิจและคุ้มครองเด็กและเยาวชนในปีงบประมาณ 2567 พบว่าเด็กและเยาวชนก่อคดีเกี่ยวกับชีวิตและร่างกายมากถึง 3,870 คดี เพิ่มขึ้นจากปี 2563 ที่มีเพียง 1,705 คดี [2] ซึ่งสถานการณ์เด็กและเยาวชนกระทำผิดเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลต่อเศรษฐกิจและสังคมประเทศ เนื่องจากเด็กและเยาวชนเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญของประเทศ ดังนั้นเพื่อเป็นการลดปัญหาในการที่เด็กจะกระทำผิดในอนาคต การฝึกวินัยและการปลูกฝังความรับผิดชอบในตนเองตั้งแต่เด็ก ให้เกิดความตระหนักรู้ในสิ่งที่ควรทำ (Self-awareness) การเห็นคุณค่าและภูมิใจในตนเอง (Self-esteem) จึงเป็นหนึ่งวิธีที่สำคัญ ซึ่งระบบบันทึกความดี (Reward Chart) ก็เป็นอีกหนึ่งแนวทางที่ดีในการสร้างแรงจูงใจฝึกให้เด็กมีพฤติกรรมเชิงบวก ฝึกวินัยในตนเองและช่วยสร้างเสริมความสัมพันธ์ที่ดีภายในครอบครัวอีกด้วย

และจากการศึกษางานวิจัยของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่เรื่องผลการใช้แบบบันทึกความดีที่มีต่อจิตสำนึกเชิงจริยธรรมของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนพิงครัตน์ จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2556 พบว่าผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจที่มีต่อการใช้แบบบันทึกความดีด้านประโยชน์ที่ได้รับ โดยภาพรวมกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อประโยชน์ที่ได้รับในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39) กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในระดับมากทั้งประโยชน์ที่ได้รับในชีวิตประจำวัน (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50) และด้านนิสัยหรือพฤติกรรมของตนเองที่พัฒนาขึ้นไปในทางที่ดี (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29) [3] แสดงให้เห็นว่าการใช้แบบบันทึกความดีมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้เพื่อเสริมสร้างให้เกิดแรงจูงใจให้เกิดพฤติกรรมเชิงบวกในเด็ก ช่วยในเรื่องการฝึกวินัยในเด็กเพื่อเป็นการสร้างรากฐานที่ดีต่อการเจริญเติบไปเป็นเยาวชนที่ดีในอนาคต

และจากการศึกษาข้อมูล [4] พบว่า Reward Chart เป็นกลยุทธ์ในการเลี้ยงลูกมีประโยชน์หลายประการ เช่น

1. เป็นเครื่องมือที่สมบูรณ์แบบในการช่วยส่งเสริมพฤติกรรม นิสัย และทัศนคติที่ดีในเด็ก รวมถึงการห้ามปรามและเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ไม่ดี
2. เป็นวิธีแนะนำ สนับสนุน และเสริมสร้างทักษะและความรู้ใหม่ ๆ
3. ผู้ปกครองสามารถได้รับกำลังใจจากการมองเห็นความก้าวหน้าของบุตรหลานอย่างชัดเจน รวมถึงพฤติกรรมที่ดีที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งตลอดจนสามารถเห็นจุดที่สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างง่ายดาย

4. ส่งเสริมความรับผิดชอบ ความมั่นใจในตนเอง และการพึ่งพาตนเองในเด็ก ๆ

5. การสอนเชิงบวกได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีประสิทธิผลมากกว่าในการควบคุมพฤติกรรมของเด็ก และทำให้ทุกคนที่เกี่ยวข้องมีความสุขและสุขภาพดี

ดังนั้นจากการศึกษาบทความงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้ทางคณะผู้จัดทำเล็งเห็นความสำคัญได้ว่า Reward Chart เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์มากมายหลายประการ จึงเสนองานวิจัยเรื่องระบบการบันทึกคะแนนความดีดิจิทัลโดยใช้ IoT เพื่อใช้เป็นกลยุทธ์หนึ่งที่สำคัญที่จะช่วยฝึกวินัยเชิงบวก ช่วยแปลงเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของเด็ก ๆ ไปในทางที่ดีขึ้น ช่วยส่งเสริมให้เด็กมีแรงจูงใจในการกระทำความดี และยังช่วยลดปัญหาการกระทำผิดในเด็กและเยาวชน ซึ่งกำลังเป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญของประเทศในปัจจุบันนี้

3. ระบบการบันทึกคะแนนความดีดิจิทัลโดยใช้ IoT (KID-D REWARD CHART SYTEM BY IoT)

3.1 หลักการคิดและออกแบบระบบ

ในปัจจุบันมีการใช้ Reward Chart อย่างแพร่หลาย ซึ่งระบบการบันทึกคะแนนความดีดิจิทัลโดยใช้ IoT จะแตกต่างจากการใช้ Reward Chart โดยทั่วไป คือจะมีการนำระบบ IoT และการใช้ Google Sheets มาใช้ร่วมด้วย โดยหลักการการทำงานของระบบจะมี Sensor ตรวจจับในขณะที่เด็กโบกมือด้านหน้า Sensor ในแต่ละประเภทของกิจกรรมการทำความดีที่ เด็กได้ทำ หลังจากนั้นระบบจะทำการบันทึกเสียงโดยที่เด็กจะต้องพูดว่าตนเองได้ทำกิจกรรมความดีอะไรแล้ว AI ก็จะทำการแปลงเสียงของเด็กให้เป็นข้อความปรากฏขึ้นที่หน้าจอ ผู้ปกครองสามารถตรวจสอบได้ว่าเด็ก ๆ ได้ทำความดีอะไรบ้าง หลังจากนั้นผู้ปกครองจะเป็นผู้ยืนยันโดยการกดปุ่มสามเหลี่ยมบนอุปกรณ์ ESP32 (CyberPi) และพูดรหัสที่ตั้งไว้ในระบบเพื่อเป็นการยืนยันตัวตน เมื่อเสร็จเรียบร้อยการทำความดีนั้นจะถูกส่งไปยัง Google Sheets เพื่อบันทึกการทำความดีไว้ในระบบ

ระบบการบันทึกคะแนนความดีดิจิทัลโดยใช้ IoT นอกจากจะมีการนำเทคโนโลยี AI มาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มความน่าสนใจในการใช้งานแล้วยังมีการนำ IoT และ Google Sheets มาใช้ร่วมด้วย ซึ่งตัวอุปกรณ์นี้จะมีความพิเศษตรงที่มีขนาดกะทัดรัด สามารถติดตั้งไว้ส่วนใดของบ้านก็ได้ ตัวอุปกรณ์บริเวณแผงควบคุมก็จะมีไฟแสดงสีสันตรงแอนิเมชันหน้ายิ้ม ในแต่ละประเภทของการทำความดี ช่วยกระตุ้นให้เด็กเกิดความตื่นเต้น ความแปลกใหม่ และมีแรงจูงใจในการทำความดี

3.2 Hardware

อุปกรณ์ทุกตัวจะถูกเชื่อมต่อโดยสายภายในตัวเครื่องจาก CyberPi ซึ่งจะมีอายุการใช้งานจากแบตเตอรี่ประมาณ 2.5 ชั่วโมง ในกรณีที่ไม่ได้ถูกชาร์จแบตเตอรี่ อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบจะประกอบด้วย CyberPi Pocket Shield, Halocode, Ranging Sensor & 1 6 × 8 Screen, Ultrasonic Sensor แสดงดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 ระบบการบันทึกคะแนนความดีดิจิทัลโดยใช้ IoT

รูปที่ 2 แสดงการทดลองใช้ระบบการบันทึกคะแนนความดีดิจิทัลโดยใช้ IoT (ก) แสดงสัญญาณไฟเมื่อมีการบันทึกการทำความดี 1 ครั้ง (ข) แสดงสัญญาณไฟเมื่อมีการบันทึกการทำความดี 2 ครั้ง (ค) แสดงสัญญาณไฟเมื่อมีการบันทึกการทำความดี 3 ครั้ง (ง) แสดงสัญญาณไฟเมื่อมีการบันทึกการทำความดี 4 ครั้ง (จ) แสดงสัญญาณไฟเมื่อมีการบันทึกการทำความดี 5 ครั้ง (ฉ) แสดงสัญญาณไฟเมื่อมีการบันทึกการทำความดี 6 ครั้ง (ช) แสดงสัญญาณไฟเมื่อมีการบันทึกการทำความดีจนครบทั้งหมด 7 ครั้ง ในประเภทการทำความดีต่อตนเอง (Personal) และแผนผังการทำงานของระบบการบันทึกคะแนนความดีดิจิทัลโดยใช้ IoT แสดงดังรูปที่ 3 ตามลำดับ

(ก)

(ข)

(ค)

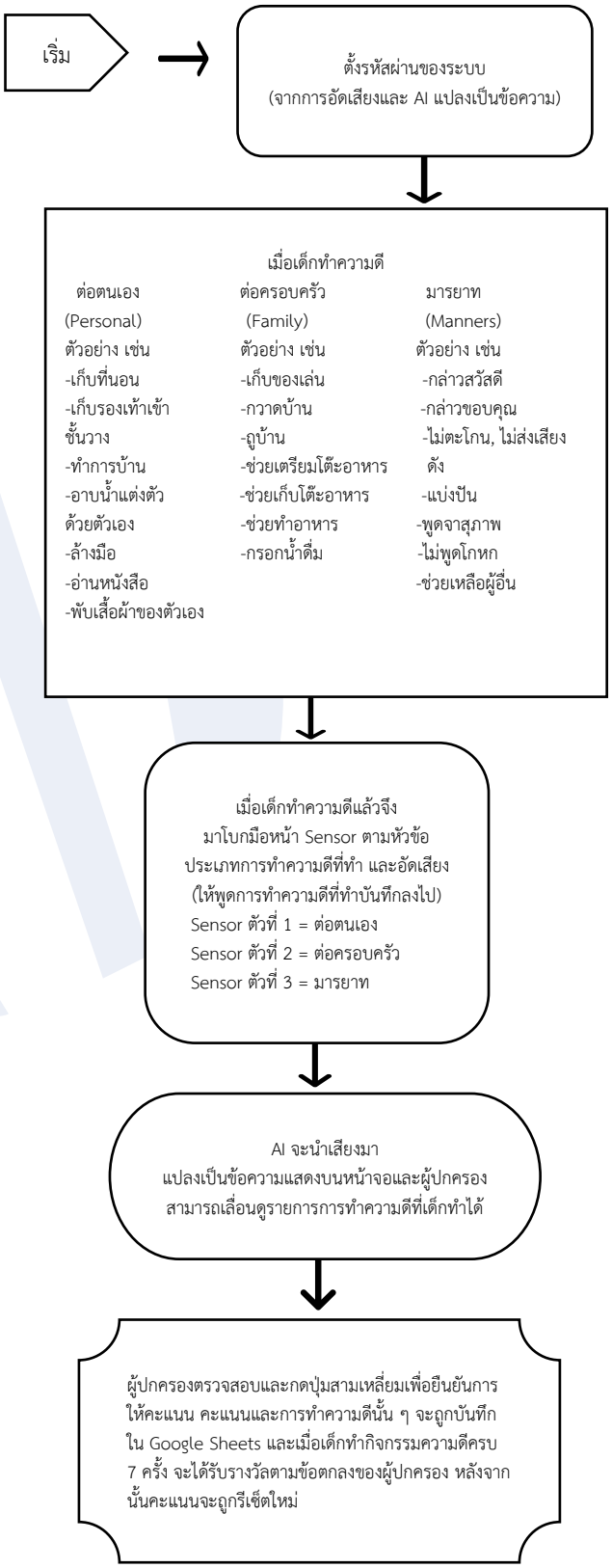
(ง)

(จ)

(ฉ)

(ช)

รูปที่ 2 การทดลองใช้ระบบการบันทึกคะแนนความดีดิจิทัลโดยใช้ IoT



รูปที่ 3 แผนผังการทำงานของระบบการบันทึกคะแนนความดีดิจิทัลโดยใช้ IoT

4. ผลการทดลองและอภิปราย (RESULTS AND DISCUSSION)

หลังจากที่คณะผู้จัดทำได้พัฒนาระบบเสร็จเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ได้นำระบบที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย ผู้ปกครองและเด็กอายุ 6-10 ปี จำนวน 12 คน เป็นเวลา 4 สัปดาห์

เมื่อกลุ่มตัวอย่างได้ทดลองใช้เสร็จเรียบร้อยแล้ว คณะผู้จัดทำได้ให้ผู้ปกครองที่ทดลองใช้ระบบ ทำแบบประเมินสอบถามความพึงพอใจแบบ 5 ระดับ แล้วนำมาวิเคราะห์หาความพึงพอใจในการใช้ระบบการให้คะแนนความดีดิจิทัลโดยใช้ IoT โดยสรุปผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจในการใช้ระบบการบันทึกคะแนนความดีดิจิทัลโดยใช้ IoT แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจในการใช้ระบบการบันทึกคะแนนความดีดิจิทัลโดยใช้ IoT

หัวข้อการประเมินความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	การแปลผล
1. พฤติกรรมของเด็กพัฒนาไปในทางที่ดีขึ้น	4.08	มาก
2. สร้างแรงจูงใจให้เด็กอยากทำพฤติกรรมที่ดี	4.97	มาก
3. ส่งเสริมความสัมพันธ์ที่ดีภายในครอบครัว	3.91	ปานกลาง
4. ความสะดวกในการใช้งาน	4.33	มาก
5. ความพึงพอภาพรวมในการทดลองใช้ระบบ	4.41	มาก
รวมทุกด้าน	**4.34**	**มาก**

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจในการใช้ระบบการบันทึกคะแนนความดีดิจิทัลโดยใช้ IoT ของกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย ผู้ปกครองและเด็กอายุ 6-10 ปี จำนวน 12 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน เท่ากับ 4.34 คะแนน อยู่ในระดับมาก หากพิจารณาจำแนกเป็นรายหัวข้อการประเมินความพึงพอใจ ที่มีค่าเฉลี่ยเรียงจากมากไปหาน้อยตามลำดับ ดังนี้

- **อันดับหนึ่ง** สร้างแรงจูงใจให้เด็กอยากทำพฤติกรรมที่ดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.97 (ระดับมาก)
- **อันดับสอง** ความความพึงพอภาพรวมในการทดลองใช้ระบบเท่ากับ 4.41 (ระดับมาก)
- **อันดับสาม** ความสะดวกในการใช้งาน ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.33 (ระดับมาก)
- **อันดับสี่** พฤติกรรมของเด็กพัฒนาไปในทางที่ดีขึ้น ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.08 (ระดับมาก)
- **อังดับห้า** ส่งเสริมความสัมพันธ์ที่ดีภายในครอบครัว ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.91 (ระดับปานกลาง)

หากพิจารณาค่าเฉลี่ยการประเมินความพึงพอใจ หัวข้อพฤติกรรมของเด็กพัฒนาไปในทางที่ดีขึ้นและหัวข้อส่งเสริมความสัมพันธ์ที่ดีภายในครอบครัว พบว่ามีค่าเฉลี่ยของคะแนนน้อย (4.08 คะแนน และ 3.91 คะแนน ตามลำดับ) อาจเนื่องมากจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีจำนวนน้อย (12 คน) รวมถึงระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบระบบน้อย (4 สัปดาห์) ทำให้ข้อมูลที่ได้ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยการประเมินความพึงพอใจ

อย่างไรก็ตาม ระบบที่ออกแบบสร้างขึ้นมีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน เท่ากับ 4.34 คะแนน อยู่ในระดับมาก และจากผลการทดลองใช้งานระบบการบันทึกคะแนนความดีดิจิทัลโดยใช้ IoT พบว่า มีประโยชน์ช่วยทำให้เด็กมีแรงจูงใจการทำความดี ทำให้เด็กมีความรับผิดชอบต่อตนเองและครอบครัวมากขึ้น ช่วยเสริมสร้างสัมพันธภาพที่ดีภายในครอบครัว ช่วยส่งเสริมสุขภาวะทางจิตที่ดีของทุกคนในครอบครัว ตลอดจนสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้จริง

5. สรุป (CONCLUSION)

ระบบการบันทึกคะแนนความดีดิจิทัลโดยใช้ IoT มีการนำเทคโนโลยี IoT และการใช้ Google Sheets มาใช้ทำงานร่วมกัน โดยใช้ Sensor ตรวจจับในขณะที่เด็กโบกมือด้านหน้า ใช้เทคโนโลยี AI ในการแปลงเสียงพูดของเด็กให้เป็นข้อความ และใช้ ESP32 (CyberPi) ควบคุมแผงควบคุมสำหรับผู้ปกครอง จากการทดลองใช้ระบบกับกลุ่มตัวอย่าง พบว่าผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจในการใช้งานระบบมีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้านเท่ากับ 4.34 คะแนน อยู่ในระดับมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหัวข้อการสร้างแรงจูงใจให้เด็กอยากทำพฤติกรรมที่ดี มีค่าเฉลี่ยการประเมินความพึงใจเป็นอันดับหนึ่งสูงถึง 4.97 คะแนน แสดงให้เห็นว่าระบบการบันทึกคะแนนความดีดิจิทัลโดยใช้ IoT มีประโยชน์ช่วยฝึกวินัยให้เด็กมีความรับผิดชอบต่อตนเองและผู้อื่น สามารถสร้างแรงจูงใจให้เด็กอยากทำความดีได้จริง ช่วยสร้างความสัมพันธ์ที่ดีและส่งเสริมสุขภาวะทางจิตที่ดีให้กับทุกคนในครอบครัว อีกทั้งยังสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเพื่อส่งเสริมการสร้างรากฐานที่มั่นคงในการเจริญเติบโตไปเป็นอนาคตที่ดีของชาติได้อีกด้วย

6. กิตติกรรมประกาศ (ACKNOWLEDGMENT)

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อส่งเสริมการฝึกวินัยในเด็กให้มีความรับผิดชอบต่อตนเองและครอบครัว ช่วยสร้างเสริมสัมพันธภาพที่ดีภายในครอบครัว หวังว่าจะเป็นประโยชน์ต่อเด็ก ผู้ปกครอง ตลอดจนสมาชิกในครอบครัวทุกคน ไม่มากก็น้อย ทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สมาคมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้า (ประเทศไทย) (EEAAT), สถาบันพัฒนาทักษะดิจิทัลและเทคโนโลยี (iMAKE), สมาคมการสร้างนวัตกรรมและหุ่นยนต์ (TIRA), ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัฒนา นิรัคมนาภรณ์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ ประพฤติ, โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัลยา สุเฌอ, อาจารย์พจนีย์ มาสุข, อาจารย์ทรงศรี สารภูษิต, อาจารย์สิริลักษณ์ แสงจันทรา, อาจารย์ ดร.ธรณินทร์ ภวภูตานนท์ ณ มหาสารคาม, อาจารย์กฤตภาส โมไนยากูล, นายกวี ดีรักษา และเด็กหญิงชนัฐปภา โพธิปัญญา ที่ได้ให้คำแนะนำและคอยช่วยเหลือจนทำให้งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง (REFERENCES)

[1] A. Morin, “How Positive Reinforcement Encourages Good Behavior in Kids,” [ปีที่พิมพ์ 2567; เข้าถึงเมื่อ 2568 กรกฎาคม 2]. เข้าถึงได้จาก: https://www.parents.com/positive-reinforcement-examples-8619283.

[2] กรมพินิจและคุ้มครองเด็กและเยาวชน, “รายงานสถิติประจำปี,” [ปีเผยแพร่ 2567; เข้าถึงเมื่อ 2568 มิถุนายน 28]. เข้าถึงได้จาก: https://www.djop.go.th/th/navigations/detail/รายงานสถิติคดีประจำปี.

[3] คณาวุฒิ คำพินิจ, “ผลการใช้แบบบันทึกความดีที่มีต่อจิตสำนึกเชิงจริยธรรมของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนพิงครัตน์ จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2566,” [ปีที่เผยแพร่ 2015; เข้าถึงเมื่อ 2568 มิถุนายน 28] เข้าถึงได้จาก: http://www.cmruir.cmru.ac.th/bitstream/123456789/106/7/C4_391485.pdf.

[4] A. Giulieri, “Build Best Behavior A Guide for Parents,” China, Hinkier Pty Ltd, 2021, pp. 6.

ประวัติผู้เขียนบทความ

เด็กชายองศา รักวณิชย์
กำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ความสนใจ: ชอบการเขียนโปรแกรมและการออกแบบสิ่งประดิษฐ์

เด็กหญิงนิษฐ์ชิตา เผือกพูลผล
กำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ความสนใจ: ชอบการเขียนโปรแกรมและการออกแบบสิ่งประดิษฐ์

เด็กหญิงณัฏฐ์ธานิยา ปิติสุวรรณรัตน์
กำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ความสนใจ: ชอบการเขียนโปรแกรมและการออกแบบสิ่งประดิษฐ์

อาจารย์กฤตภาส โมไนยากูล
อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาการสารสนเทศและเทคโนโลยีดิจิทัล
โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

เครื่องแจ้งเตือนค่าฝุ่น PM2.5 แบบอัตโนมัติโดยใช้ CyberPi

กวี ขันสาครกิตติ พิชญาภา พิมลเสถียร สิมิลัณ อ่อนเอื้อน และ กฤตภาส โมไนยากูล*

โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี krittaphat.mo@buu.ac.th

บทคัดย่อ

ปัญหาฝุ่น PM2.5 ในประเทศไทยเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ ทั้งจากภาคอุตสาหกรรม การจราจร การเผาในที่โล่ง ทำให้ปริมาณฝุ่น PM2.5 มีค่าสูงกว่ามาตรฐานในหลายพื้นที่ของประเทศ และก่อให้เกิดการเจ็บป่วยและเสียชีวิตเนื่องจากโรคระบบทางเดินหายใจ ระบบหัวใจและหลอดเลือด เส้นเลือดอุดตันในสมอง ผิวหนัง และดวงตา เป็นต้น โครงงานนี้เสนอเครื่องแจ้งเตือนค่าฝุ่น PM2.5 อัตโนมัติ โดยใช้ CyberPi เพื่อตรวจวัดและแสดงค่าปริมาณฝุ่น PM2.5 เป็นการแจ้งเตือนนักเรียนและบุคคลากรภายในโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ให้เกิดความตระหนักรู้ในการดูแลสุขภาพอย่างเหมาะสม เครื่องประกอบด้วยDustation Dev Kit V.2 / PMS7003 ESP32 OLED AM2302 สำหรับวัดค่าปริมาณฝุ่น PM2.5 และควบคุมการทำงานด้วยบอร์ด CyberPi แสดงผลเป็นข้อความบนหน้าจอ Blue LED Matrix เป็นรูปภาพด้วยชุด LED Strip และส่งเสียงแจ้งเตือนผ่าน Speaker ในกรณีที่ค่าฝุ่นอยู่ในระดับที่เริ่มส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ซึ่งเราแบ่งค่าปริมาณฝุ่น PM2.5 เป็น 5 ระดับ ตามค่าดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI) คือ ค่า PM2.5 ต่ำกว่า 15.0 มคก./ลบ.ม. ระดับดีมาก 15.1-25.0 มคก./ลบ.ม. ระดับดี 25.1-37.5 มคก./ลบ.ม. ระดับปานกลาง 37.6-75.0 มคก./ลบ.ม. ระดับที่เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ และมากกว่า 75.1 มคก./ลบ.ม. ขึ้นไปเป็นระดับที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ ผลการทดสอบพบว่าเครื่องสามารถวัดและแสดงผลตามค่าปริมาณฝุ่น PM2.5 ที่วัดได้อย่างถูกต้อง พร้อมทั้งมีการแจ้งเตือนด้วยเสียงหากค่าที่วัดได้มีค่าเกินกว่า 37.6 มคก./ลบ.ม. หรือตั้งแต่ระดับที่เริ่มส่งผลกระทบต่อสุขภาพขึ้นไป

คำสำคัญ: (keywords:) เครื่องแจ้งเตือน, ฝุ่น PM2.5, CyberPi

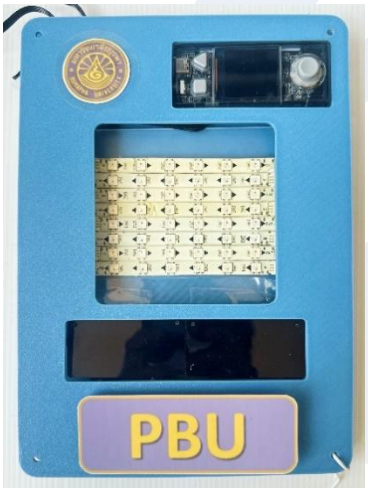
1. บทนำ

ในปัจจุบันปัญหาคุณภาพอากาศเป็นปัญหาที่สำคัญของประเทศไทย โดยปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดมลพิษมาจากปริมาณฝุ่น PM2.5 ที่เพิ่มขึ้น พบว่าประเทศไทยมีค่าฝุ่น PM2.5 เฉลี่ย 19.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าค่าเกณฑ์ WHO (5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) อย่างมาก [1] ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน โดยเฉพาะกลุ่มเสี่ยง เช่น เด็ก ผู้สูงอายุ และผู้ที่มีโรคประจำตัว อาจส่งผลให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจ โรคหอบหืด โรคปอด โรคตาอักเสบ โรคผิวหนัง เป็นต้น โดยข้อมูลจากกระทรวงสาธารณสุขระบุว่า มีผู้ป่วยจากโรคที่เกี่ยวข้องกับฝุ่น PM2.5 มากกว่า 1.04 ล้านรายในปีงบประมาณ 2567 [2] มีรายงานของโรงเรียนที่ตระหนักถึงปัญหาฝุ่น PM2.5 [3] ที่จะทำให้นักเรียน ครู บุคคลากร และบุคคลทั่วไปที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียงโรงเรียน ได้รับผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ จึงได้ทำการตรวจวัดค่าปริมาณฝุ่น PM2.5 ในหลายจุดทั่วบริเวณโรงเรียน ด้วยเครื่องวัดที่มีขายในท้องตลาดทั่วไป เพื่อนำเสนอข้อมูลให้กับโรงเรียนเพื่อเตรียมการป้องกันและดูแลสุขภาพของทุกคนจากฝุ่น PM2.5 เครื่องวัดปริมาณฝุ่น PM2.5 ในท้องตลาด ถึงแม้จะมีหลายรูปแบบ แต่เครื่องวัดเหล่านั้นวัดค่าและแสดงผลเป็นหน่วยไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งยากต่อการทำความเข้าใจของเด็กนักเรียน เครื่องมีขนาดเล็กทำให้คนที่ใช้งานเครื่องวัดเท่านั้นที่ทราบค่าปริมาณฝุ่น PM2.5 ยังไม่มีเครื่องวัดปริมาณฝุ่น PM2.5 ที่สามารถแจ้งเตือนแบบอัตโนมัติ เพื่อให้เด็กนักเรียนทราบและเข้าใจแบบง่ายๆ ทำให้มีนักวิจัยหลายท่านออกแบบสร้างเครื่องวัดค่าปริมาณฝุ่น PM2.5 [4,5] แบบเคลื่อนที่ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับเครื่องวัดฝุ่น PM2.5 IQAir โดยการตรวจวัดสภาพมลพิษทางอากาศประเภท PM2.5 เครื่องวัดใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงาน ใช้ PMS5003 sensor ในการตรวจวัดปริมาณฝุ่นขนาด PM2.5 และ PM10 มีการวิเคราะห์ด้วยโมเดลทางคณิตศาสตร์และแสดงผลบน Dashboard และเก็บข้อมูลใน Google Sheet ต่อมา [6] ได้พัฒนาระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมของโรงเรือนเกษตรแบบปิด โดยใช้ SHT15 ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ ใช้ SHT10 วัดความชื้นในดิน มีการส่งสัญญาณข้อมูลที่วัดได้ผ่านระบบ IOT ด้วย Zigbee อย่างไรก็ตามงานวิจัยเหล่านี้ใช้เงินทุนค่อนข้างสูงและระบบมีความยุ่งยาก เพื่อออกแบบและสร้างระบบตรวจวัดและแจ้งเตือนที่มีราคาถูก ทำงานด้วยวิธีที่ไม่ซับซ้อน โครงงานนี้จึงเสนอเครื่องแจ้งเตือนค่าฝุ่น PM2.5 อัตโนมัติ โดยใช้ CyberPi เพื่อตรวจวัดและแสดงค่าปริมาณฝุ่น PM2.5 เป็นการแจ้งเตือนนักเรียนและบุคคลากรภายในโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ให้เกิดความตระหนักในการดูแลสุขภาพอย่างเหมาะสม เครื่องประกอบด้วย Dustation Dev Kit V.2 / PMS7003 ESP32 OLED AM2302 สำหรับวัดค่าปริมาณฝุ่น PM2.5 และควบคุมการทำงานด้วยบอร์ด CyberPi โดยใช้โปรแกรม mBlock ในการเขียนโปรแกรม เพราะเป็นโปรแกรมที่เด็กนักเรียนระดับประถมศึกษาสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้ง่าย เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างไม่ซับซ้อน เครื่องสามารถแสดงผลเป็นข้อความบนหน้าจอ Blue LED Matrix เป็นรูปภาพด้วยชุด LED Strip และส่งเสียงแจ้งเตือนผ่าน Speaker ในกรณีที่ค่าฝุ่นอยู่ในระดับที่เริ่มส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ซึ่งเราแบ่งค่าปริมาณฝุ่น PM2.5 เป็น 5 ระดับ ตามค่าดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI)

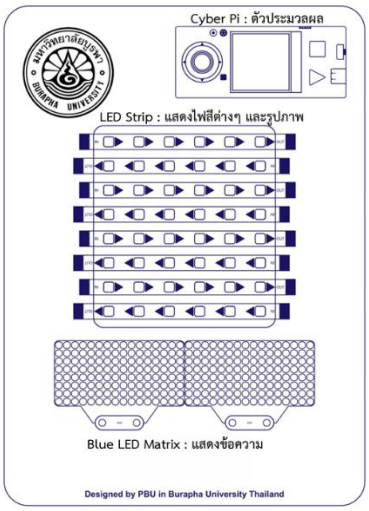
2. หลักคิดและการออกแบบ

เครื่องแจ้งเตือนค่าฝุ่น PM2.5 อัตโนมัติโดยใช้ CyberPi มีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน คือ 1) เซนเซอร์วัดค่าฝุ่น ดังแสดงในรูปที่ 1 จะทำการส่งข้อมูลค่าฝุ่น PM2.5 ทาง Wi-Fi ไปเก็บไว้ที่ Google sheet และ 2) เครื่องแจ้งเตือนค่าฝุ่น PM2.5 ดังแสดงในรูปที่ 2 (มีส่วนประกอบภายในดังแสดงในรูปที่ 3) CyberPi ทำหน้าที่ดึงข้อมูลค่าฝุ่น PM2.5 ที่วัดได้มาประมวลผล จากนั้นแสดงผลเป็นไฟสีและรูปภาพด้วยชุด LED Strip แสดงข้อความบนหน้าจอด้วย Blue LED Matrix และส่งเสียงแจ้งเตือนผ่าน Speaker ในกรณีที่ค่าฝุ่นเริ่มส่งผลกระทบต่อสุขภาพ เพื่อเป็นประโยชน์ในการแจ้งเตือนนักเรียนประถมศึกษาซึ่งเป็นกลุ่มเสี่ยง รวมถึงบุคลากรภายในโรงเรียนให้รับทราบข้อมูลที่ถูกต้องและเข้าใจง่าย สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการวางแผนการเรียนการสอน และกิจกรรมต่างๆในโรงเรียนได้อย่างเหมาะสมต่อไป ดังแสดงในตารางที่ 1

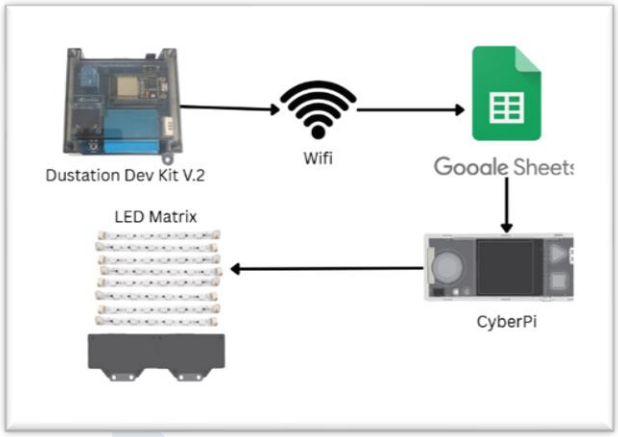
รูปที่ 1 เซนเซอร์วัดค่าฝุ่น (ชุดบอร์ดพัฒนา Dustation Dev Kit V.2 / PMS7003 ESP32 OLED AM2302)



รูปที่ 2 เครื่องแจ้งเตือนค่าฝุ่น PM2.5 อัตโนมัติโดยใช้ CyberPi



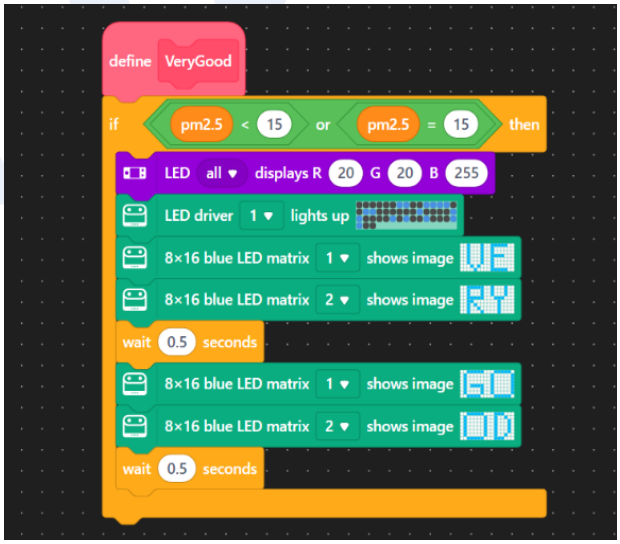
รูปที่ 3 แสดงส่วนประกอบภายในเครื่องแจ้งเตือนค่าฝุ่น PM2.5 อัตโนมัติ



รูปที่ 4 แสดงส่วนประกอบและผังการเชื่อมต่อ

2.1 การเขียนชุดคำสั่ง

ผู้วิจัยได้ทำการเขียนชุดคำสั่งผ่านโปรแกรม mBlock เพื่อนำค่า PM2.5 ที่วัดได้จากเซนเซอร์วัดค่าฝุ่น มาแจกแจงเข้าเกณฑ์ประเมินคุณภาพอากาศ จากนั้นแสดงผลเป็นข้อความบนหน้าจอ Blue LED Matrix เป็นไฟสีและรูปภาพด้วยชุด LED Strip รวมถึงส่งเสียงแจ้งเตือนผ่าน Speaker ในกรณีที่ค่าฝุ่นอยู่ในระดับที่เริ่มส่งผลกระทบต่อสุขภาพ

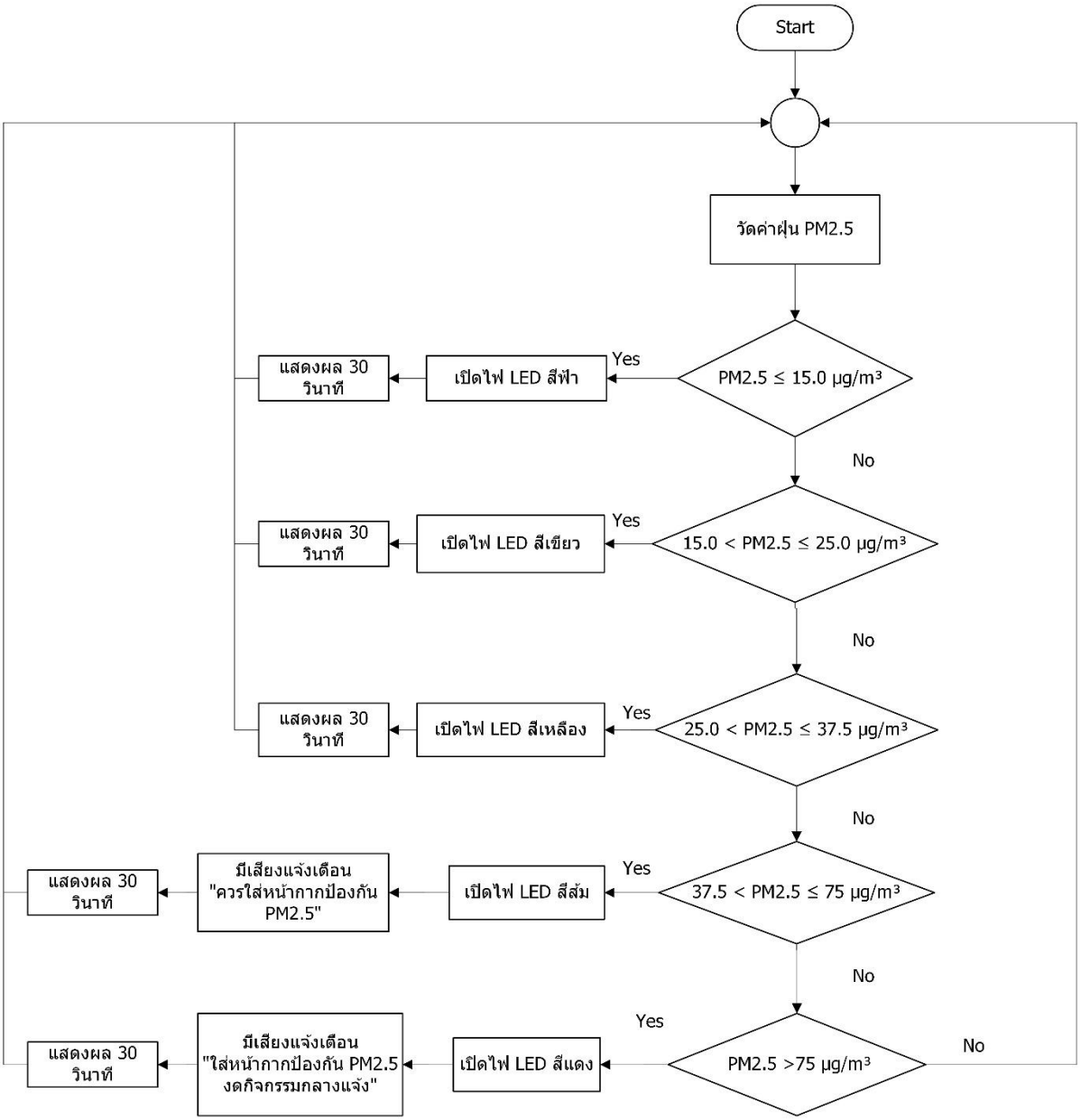


รูปที่ 5 ตัวอย่างชุดคำสั่งจากโปรแกรม mBlock

ตารางที่ 1 แสดงเกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย

PM2.5 (มคก./ลบ.ม)	**ค่าดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI)**	**ไฟสีที่แสดงและข้อความ**	**ข้อควรปฏิบัติ**	
			คนทั่วไป	**กลุ่มเสี่ยง**
0-15.0	0-25	ดีมาก (VERY GOOD)	ทุกคนสามารถดำเนินชีวิตได้ตามปกติ	
15.1-25.0	26-50	ดี (GOOD)	ทำกิจกรรมกลางแจ้งได้ตามปกติ	ควรสังเกตอาการผิดปกติ เช่น ไอบ่อย หายใจลำบาก
25.1-37.5	51-100	ปานกลาง (FAIR)	ลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง	ใส่หน้ากากป้องกัน PM2.5 และลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หากมีอาการผิดปกติให้ปรึกษาแพทย์
37.6-75.0	101-200	เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ (UNHEALTHY)	ใส่หน้ากากป้องกัน PM2.5 และลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง ควรสังเกตอาการผิดปกติ เช่น ไอ หายใจลำบาก ระคายเคืองตา	ใส่หน้ากากป้องกัน PM2.5 หลีกเลี่ยงการทำกิจกรรมกลางแจ้ง และหากมีอาการผิดปกติให้รีบพบแพทย์
75.1 ขึ้นไป	200 ขึ้นไป	มีผลกระทบต่อสุขภาพ (VERY UNHEALTHY)	งดกิจกรรมกลางแจ้ง หากมีอาการผิดปกติให้รีบพบแพทย์ โดยผู้ที่มีโรคประจำตัวควรอยู่ในพื้นที่ปลอดภัยจากมลพิษ เตรียมยาและปฏิบัติตามคำแนะนำของแพทย์อย่างเคร่งครัด	

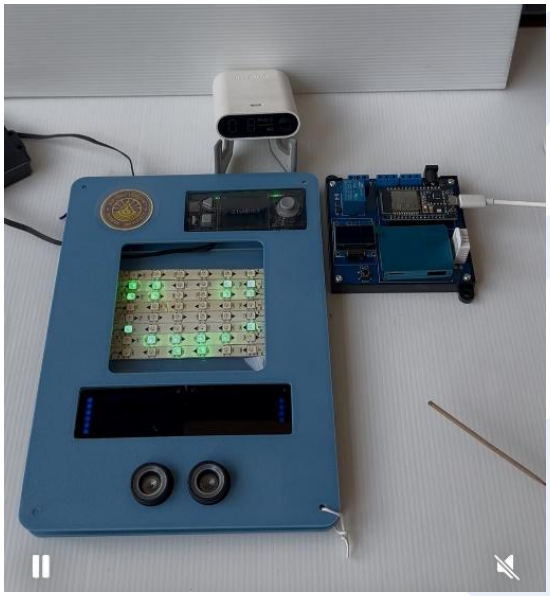
Flowchart 1 แสดงหลักการทำงานของเครื่องแจ้งเตือนค่าฝุ่น PM2.5 อัตโนมัติ



2.2 การติดตั้งอุปกรณ์เพื่อทดลอง

การทดลองที่ 1 นำเซนเซอร์วัดค่าฝุ่น PM2.5 ที่สร้างขึ้นและเครื่องวัดค่าฝุ่นที่มีขายในท้องตลาด (Xiaomi Smartmi PM2.5 detector) ไปทดลองด้านนอกอาคารที่มีอากาศถ่ายเทดี ทำการวัดค่าฝุ่นโดยการจำลองสถานการณ์จุดธูปปริมาณต่างๆที่ระยะห่าง 15 ซม. แล้วบันทึกค่าฝุ่นที่วัดได้เพื่อเป็นการเปรียบเทียบและยืนยันความถูกต้องของข้อมูล

และในการทดลองที่ 2 ได้นำเซนเซอร์วัดค่าฝุ่น PM2.5 ติดตั้งด้านนอกอาคารเรียนที่มีอากาศถ่ายเทดี ส่วนเครื่องแจ้งเตือนค่าฝุ่นอัตโนมัติติดตั้งไว้ที่ชั้น1 ของอาคารเรียนเพื่อให้นักเรียนและบุคลากรในโรงเรียนสามารถมองเห็นและได้ยินเสียงชัดเจน จากนั้นทำการบันทึกค่าฝุ่น PM2.5 เป็นเวลา 3 วัน (ตั้งแต่วันที่ 24-26 กรกฎาคม พ.ศ. 2568) วันละ 3 ครั้ง ได้แก่เวลา 08:00 น., 12:00 น. และ 16:00 น. จากนั้นทำการบันทึกผล



รูปที่ 6 แสดงการทดลองวัดค่าฝุ่น PM2.5 และการแจ้งเตือนอัตโนมัติโดยใช้ CyberPi

3. ผลการทดลองและอภิปราย

ตารางที่ 2 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของเซนเซอร์วัดค่าฝุ่น PM2.5

ครั้งที่	จำนวนธูป (ดอก)	ค่าฝุ่น PM2.5 (มคก./ลบ.ม.)		สีไฟที่เครื่องแจ้งเตือน
		เครื่องเซนเซอร์	เครื่องทั่วไป	
1	0	6	8	ฟ้า
2	1	21	20	เขียว
3	2	30	35	เหลือง
4	3	43	50	ส้ม
5	3	149	150	แดง

ตารางที่ 3 แสดงการวัดค่าฝุ่น PM2.5 ที่โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

วันที่	เวลา	ค่าฝุ่น PM2.5 (มคก/ลบ.ม.)		สีไฟที่เครื่องแจ้งเตือน
		เครื่องแจ้งเตือน	เครื่องทั่วไป	
1	08:00	5	11	ฟ้า
	12:00	5	9	ฟ้า
	16:00	6	8	ฟ้า
2	08:00	17	22	เขียว
	12:00	3	4	ฟ้า
	16:00	6	9	ฟ้า
3	08:00	4	7	ฟ้า
	12:00	3	5	ฟ้า
	16:00	8	10	ฟ้า

จากการทดลอง พบว่าอุปกรณ์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถตรวจจับค่าฝุ่นได้ใกล้เคียงและอยู่ในช่วงของเกณฑ์คุณภาพอากาศเดียวกับเครื่องตรวจวัดคุณภาพอากาศทั่วไปในช่วงเวลาเดียวกัน แสดงถึงความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์และชุดคำสั่งที่เขียนขึ้น

นอกจากนี้ระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง โดยแสดงสัญญาณไฟ ข้อความอธิบาย รวมถึงส่งเสียงเตือนเมื่อค่าฝุ่นเกินระดับที่กำหนด (37.5 มคก./ลบ.ม.) ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถทราบได้ทันทีว่าคุณภาพอากาศอยู่ในระดับที่เริ่มส่งผลกระทบต่อสุขภาพควรสวมหน้ากากป้องกันฝุ่น และหลีกเลี่ยงกิจกรรมกลางแจ้ง

จากการสังเกตและบันทึกผล นักเรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญของการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในชีวิตประจำวัน และเห็นประโยชน์ของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอย่าง CyberPi และการเขียนชุดคำสั่งจากโปรแกรม mBlock เพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในระดับโรงเรียนและชุมชนต่อไป

4. สรุป

โครงงานนี้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาเครื่องแจ้งเตือน PM2.5 แบบอัตโนมัติโดยใช้ CyberPi ที่ใช้งานง่าย เหมาะกับเด็กนักเรียนระดับประถมศึกษา และมีศักยภาพในการนำไปใช้จริงในชีวิตประจำวัน เพื่อส่งเสริมสุขภาพและความปลอดภัยจากฝุ่นละอองในอากาศ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสมาคมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า (ประเทศไทย) , สถาบันพัฒนาทักษะดิจิทัลเทคโนโลยีและการสร้างนวัตกรรม (iMake) , สมาคมการสร้างนวัตกรรมและหุ่นยนต์ (TIRA), โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา, ผศ.ดร.สุกัลยา สุเฌอ, อ.พจนีย์ มาสุข, อ.ทรงศรี สารภูษิต, อ.สิริลักษณ์ แสงจันทรา, อ.ดร.ธรณินทร์ ภวภูตานนท์ ณ มหาสารคาม และ ผศ.ดร.วุฒิวัฒน์ คงรัตนประเสริฐ เป็นอย่างสูงที่มีส่วนช่วยทำให้บทความฉบับนี้ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมควบคุมมลพิษ, “สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงของประเทศไทยปี 2566”. เข้าถึงเมื่อ 5 กรกฎาคม 2568. สืบค้นจาก: http://air4thai.com/tagoV2/tago_file/ books/book_file/eef68f0fe6195accf1e101ff3c204fe0.pdf

[2] กลุ่มเฝ้าระวังฝุ่น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2562). “เรียนรู้ อยู่กับฝุ่น PM 2.5”. เข้าถึงเมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม 2568. สืบค้นจาก: https://www.chula.ac.th/protect-yourself-from-pm2-5-air-pollution-and-hazardous-dust/.

[3] ณิรฌา ชลฤทธิ์ กัยรัตน์ นาคมี และ ภัชรินทร์ พานทอง. (2564). “รายงานผลการศึกษาปริมาณฝุ่น PM2.5 ในโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์”. เข้าถึงเมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม 2568. สืบค้นจาก: https://fth1.com/uppic/64100418/news/64100418_1_20220124-124517.pdf

[4] ธนากร ภิรัญคำ พิมพ์ลภัส มีภู่ ศุภนิดา พลมาศ และ กิตตพงษ์ สุวรรณราช. (2567). “อุปกรณ์วัดค่าฝุ่น PM2.5 แบบเคลื่อนที่”. การประชุมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 13, 12 พฤษภาคม 2565, 530-541.

[5] Pongphab, D., & Santakij, P. (2021). “เครื่องวัดฝุ่น PM2. 5 แจ้งเตือนทางแอพพลิเคชันไลน์”. UTK RESEARCH JOURNAL, Volume 15(2), 45-57.

[6] บงกช สุขอนันต์, มงคล ปุษยตานนท์, ฐิติมา คำหาร, ณัฏฐชา พิสุราช , & อภิสิทธิ์ ชาวไทย. (2021).“การ พัฒนาโรงเรือนปลูกพืชและระบบตรวจวัดสำหรับโรงเรือนปลูกพืชด้วย IoT”. UBU Engineering Journal, Volume 14(3), 132-143.

ประวัติผู้เขียนบทความ

กวี ขันสาครกิตติ
ประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

พิชญาภา พิมลเสถียร
ประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

สิมิลัณ อ่อนเอื้อน
ประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

กฤตภาส โมไนยากูล
อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาการสารสนเทศและเทคโนโลยีดิจิทัล โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

ระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศภายในห้องของเด็กเล็กวัย 1- 3 ปี โดยใช้ CyberPi

อาคิราลัลล์ พิศิษฐ์รัชกุล ชุติกาญจน์ โมไนยากูล นราชิต ฟุ้งเหล็ง และ พรพรรณ อัศวพัชระ*
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โครงการการศึกษาพหุภาษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา pornpun@kusrd.ac.th

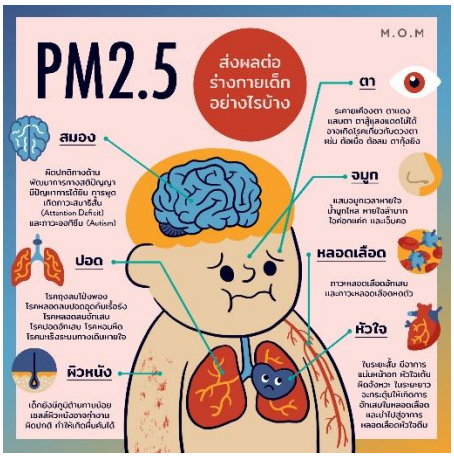
บทคัดย่อ

เด็กเล็กวัย 1–3 ปี เป็นวัยที่มีความเปราะบางและไม่สามารถบอกความผิดปกติของสภาพอากาศรอบตัวได้ เช่น สภาพอากาศที่ร้อนหรือเย็นเกินไป ปริมาณฝุ่น PM2.5 สูง เป็นต้น สภาพอากาศที่ไม่สะอาดหรือไม่เหมาะสมอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเด็กเล็กได้ เช่น การเกิดภูมิแพ้ หอบหืด หรือติดเชื้อทางเดินหายใจ โครงงานนี้เสนอระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศภายในห้องของเด็กเล็กวัย 1-3 ปี โดยใช้ CyberPi เพื่อแสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณฝุ่น PM2.5 ที่ตรวจวัดได้ภายในห้องของเด็กเล็ก และแจ้งเตือนผู้ดูแลเด็กให้ทราบทันที หากค่าที่ตรวจวัดได้มีค่าสูงกว่าระดับความปลอดภัยที่กำหนดโดยกรมอนามัยและองค์การอนามัยโลก(WHO) ระบบประกอบด้วย Science sensor สำหรับวัดค่าอุณหภูมิและความชื้น, Dustation Dev Kit V.1.4 สำหรับวัดค่าปริมาณฝุ่น PM2.5, ควบคุมการทำงาน ประมวลผล และแสดงค่าที่วัดได้ด้วยบอร์ด CyberPi การแสดงผลเป็นภาพและแจ้งเตือนด้วย Blue LED Matrix และ Speaker เพื่อให้ผู้ดูแลเด็กสามารถแก้ไขสภาพอากาศภายในห้องให้สะอาดและเหมาะสมกับเด็กเล็ก อีกทั้งยังมี Ultrasonic sensor สำหรับการสั่งงานเปิด/ปิดการแสดงผลของค่าที่วัดได้ เมื่อมีมือหรือวัตถุมาผ่านบริเวณด้านหน้าของ Sensor และมี 12 RGB LED Ring ติดสว่างขึ้นเมื่อระบบกำลังแสดงค่าต่างๆ ที่วัดได้ ผลการทดสอบที่ได้จากการติดตั้งระบบในห้องของเด็กเล็กขนาด 3x4 เมตร พบว่า ระบบสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ นั่นคือระบบสามารถวัดและแสดงค่าที่วัดได้อย่างถูกต้อง พร้อมทั้งมีการแจ้งเตือนภายใน 5 วินาที หากค่าที่วัดได้ต่ำกว่าหรือสูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

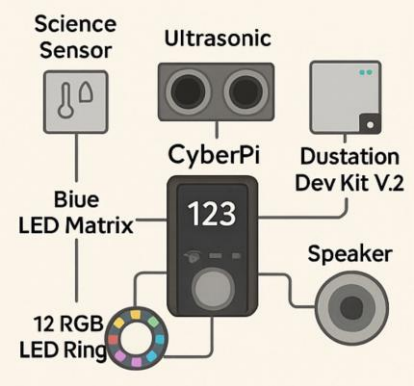
คำสำคัญ : ระบบการแจ้งเตือน, สภาพอากาศภายในห้อง, CyberPi

1. บทนำ

เด็กเล็กวัย 1–3 ปี อยู่ในช่วงของการพัฒนาระบบหายใจ ระบบภูมิคุ้มกัน และการควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย เด็กวัยนี้ยังไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้ และไวต่อสภาพอากาศรอบตัว เช่น อากาศร้อน อากาศแห้ง และฝุ่น PM2.5 จากข้อมูลของกรมอนามัย [1] พบว่า เด็กเล็กมีความเสี่ยงจากสภาพอากาศแวดล้อมมากกว่าผู้ใหญ่ถึง 3 เท่า โดยเฉพาะเมื่ออยู่ในห้องปิดที่อากาศถ่ายเทไม่ดี ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และคุณภาพอากาศอย่างเหมาะสม หากปล่อยให้สภาพอากาศมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน จะส่งผลต่อสุขภาพและพัฒนาการทางสมองของเด็กเล็กอย่างรุนแรง [6] เกิดปัญหากับระบบทางเดินหายใจ [3] ผิวหนัง และการนอนหลับ [8] ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลของกรมอนามัยและองค์การอนามัยโลก (WHO) [11] ที่ระบุไว้ว่า มีผู้เสียชีวิตก่อนวัยอันควร เนื่องจากฝุ่น PM2.5 ทั่วโลกสูงถึง 4.2 ล้านคนต่อปี โดยมีสาเหตุหลักมาจากโรคหัวใจ โรคทางเดินหายใจ และมะเร็งปอด ดังแสดงในรูปที่ 1 ที่ผ่านมามีโครงงานหลายชิ้นที่ออกแบบและสร้างระบบแจ้งเตือนอุณหภูมิ ความสัมพัทธ์ และค่าปริมาณฝุ่น PM2.5 [3] โครงงานเครื่องตรวจวัดค่าปริมาณฝุ่น PM2.5 โดยใช้ บอร์ด Arduino UNO ควบคุมเซ็นเซอร์ต่างๆ แสดงสภาพอากาศด้วยหลอดไฟสีเขียว สีเหลือง และสีแดง ตามค่าปริมาณฝุ่น PM2.5 ที่วัดได้ และส่งข้อความแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์แบบเวลาจริง [4] เครื่องตรวจวัดสภาพอากาศภายนอกอาคาร โดยใช้ IoT เครื่องสามารถตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มแสง UV ปริมาณฝุ่น PM2.5 และPM10 พร้อมแจ้งเตือนผ่านเว็บแอปพลิเคชันแบบเวลาจริง [2] ตรวจวัดค่าปริมาณฝุ่นPM2.5 $\geq$ 300 $\mu g/m^3$ โดยใช้ Keyestudio GP2Y1014AU ใช้ DHT22 วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ระบบควบคุมด้วยบอร์ดArduino Uno R3 และแสดงบนหน้าจอ LCD1602 พร้อมกับแจ้งเตือนด้วยเสียง [8] ตรวจวัดค่าปริมาณฝุ่น PM2.5 $\geq$ 51 $\mu g/m^3$ โดยใช้บอร์ด Kidbright ควบคุมการทำงาน พร้อมส่งข้อความแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ และพ่นหมอกน้ำ เพื่อป้องกันฝุ่นและลดผลกระทบต่อสุขภาพ แต่อย่างไรก็ตามโครงงานทั้งหมดข้างต้น ใช้เงินทุนค่อนข้างสูงและการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ยุ่งยาก เพื่อออกแบบและสร้างระบบตรวจวัดและแจ้งเตือนที่มีราคาประหยัด ทำงานด้วยวิธีง่ายๆ โครงงานนี้เสนอระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศภายในห้องของเด็กเล็กวัย 1-3 ปี ที่มีการควบคุมการทำงานและประมวลผลด้วยบอร์ด CyberPi เพื่อแจ้งเตือนผู้ดูแลเด็กให้ทราบถึงสภาพอากาศแบบเวลาจริง (Real-time) เนื่องจากบอร์ด CyberPi รวมทุกฟังก์ชันที่ต้องการไว้ในตัวเดียว มีหน้าจอ LED แสดงผล มีเซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจวัดค่า มีลำโพงสำหรับแจ้งเตือน



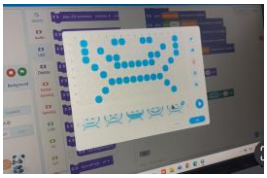
รูปที่ 1 PM2.5 ส่งผลต่อร่างกายเด็กอย่างไรบ้าง



รูปที่ 2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ ระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศภายในห้องของเด็กเล็ก

(ก)

(ข)



(ค)

(ง)

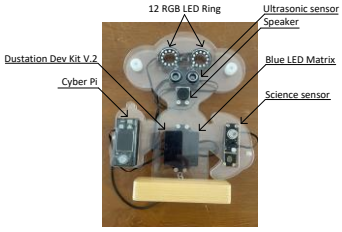
รูปที่ 3 ตัวอย่าง (ก) การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานด้วย mBlock และการแสดงผล (ข) รูปภาพบนหน้าจอ CyberPi (ค) รูปภาพบน Blue LED Matrix และ (ง) หลอดไฟบน CyberPi

ด้วยเสียง และพอร์ตเชื่อมต่อในตัวเอง ไม่จำเป็นต้องใช้บอร์ดภายนอกเพิ่มเติมให้ยุ่งยาก เราใช้ Science sensor สำหรับวัดค่าอุณหภูมิและความชื้น Dustation Dev Kit V.1.4 สำหรับวัดค่าปริมาณฝุ่น PM2.5 และค่าที่วัดได้ทั้งหมดถูกแสดงบนหน้าจอของ CyberPi ยิ่งกว่านั้นยังมีการแสดงผลเป็นภาพและแจ้งเตือนด้วย 12 RGB LED Ring, Blue LED Matrix, Speaker เพื่อให้ผู้ดูแลเด็กสามารถแก้ไขสภาพอากาศภายในห้องให้สะอาดและเหมาะสมกับเด็กเล็ก ได้อย่างรวดเร็ว

2. หลักคิดและการออกแบบ

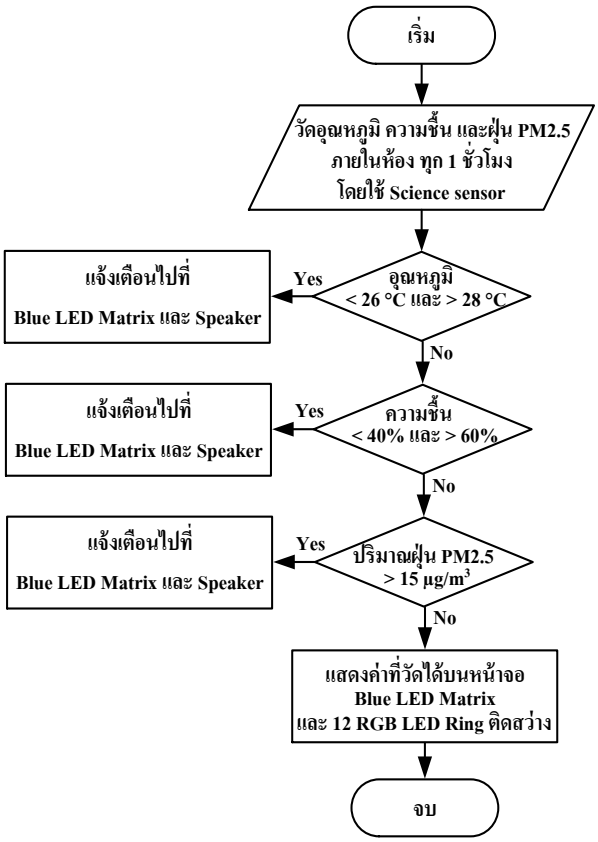
การแจ้งเตือนสภาพอากาศภายในห้องของเด็กเล็กวัย 1-3 ปี ให้ผู้ดูแลเด็กทราบถึงสภาพอากาศแบบเวลาจริง และสามารถแก้ไขสภาพอากาศภายในห้องให้สะอาดและเหมาะสมกับเด็กเล็กอย่างรวดเร็ว จะช่วยให้เด็กเล็กหายใจสะดวก ไม่ติดขัด นอนหลับสนิท มีพัฒนาการทางสมองและร่างกายที่ดี [1,11] ผิวหนังไม่อักเสบหรือระคายเคือง ประกอบกับข้อมูลมาตรฐานสภาพอากาศที่ปลอดภัยสำหรับเด็กวัย 1-3 ปี ที่ระบุไว้ว่า

(ก)



(ข)

รูปที่ 4 การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ขณะทดลองของระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศภายในห้องของเด็กเล็กวัย 1-3 ปี โดยใช้ CyberPi (ก) ภาพลิงที่จะติดบนแผ่นอะคริลิค และ (ข) อุปกรณ์ติดตั้งบนแผ่นคริลิค



รูปที่ 5 แผนผังการทำงานของระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศภายในห้องของเด็กเล็ก

อุณหภูมิห้องที่ 26-28 ^{O}C มีความเหมาะสมกับสภาพอากาศร้อนของประเทศไทย ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 40–60% เป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสุขภาพ ลดความเสี่ยงการเจริญเติบโตของเชื้อรา แบคทีเรียและไวรัสในอากาศ รวมถึงลดปัญหาทางเดินหายใจในเด็ก และผิวแห้ง [5,7,9,10] ในปี 2021 องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้ปรับค่ามาตรฐานของปริมาณฝุ่น PM2.5 เฉลี่ยรายวันใหม่ คือ ไม่เกิน 15 µg/m³ เพื่อสุขภาพที่ดีของประชาชน โดยเฉพาะกลุ่มเสี่ยงอย่างเด็กเล็ก [10] โครงงานนี้จึงใช้ Science sensor สำหรับวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ใช้ Dustation

Dev Kit V.1.4 สำหรับวัดค่าปริมาณฝุ่น PM2.5 และใช้ Ultrasonic sensor สำหรับสั่งเปิด/ปิด CyberPi เพื่อการแสดงผลต่างๆ ของค่าที่วัดได้ ควบคุมการทำงาน ประมวลผล และแสดงค่าที่วัดได้ด้วยบอร์ด Cyber Pi อีกทั้งยังมีการแสดงผลเป็นภาพและแจ้งเตือนด้วย 12 RGB LED Ring, Blue LED Matrix, Speaker เราได้นำข้อมูลดังกล่าวข้างต้นมาใช้ในการออกแบบระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศภายในห้องของเด็กเล็กวัย 1-3 ปี โดยใช้ CyberPi เพื่อแสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณฝุ่น PM2.5 ที่ตรวจวัดได้ภายในห้องของเด็กเล็ก และแจ้งเตือนผู้ดูแลเด็กให้ทราบทันที หากค่าที่ตรวจวัดได้มีค่าสูงกว่าระดับความปลอดภัยที่กำหนด ดังแสดงในรูปที่ 2

2.1 การติดตั้งอุปกรณ์ขณะทดลอง

ระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศภายในห้องของเด็กเล็กวัย 1-3 ปี โดยใช้ CyberPi ดังแสดงในรูปที่ 4 Science sensor ติดตั้งที่มือด้านขวาของลิงที่กำลังถือกล้วย เพื่อตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ Dustation Dev Kit V.1.4 ติดตั้งที่ด้านหน้าบริเวณท้องของลิง เพื่อตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM2.5 ค่าที่วัดได้ทั้งหมดจะถูกส่งไปที่ CyberPi ซึ่งติดตั้งที่มือด้านซ้ายของลิงที่กำลังถือขวดนม เพื่อประมวลผล และส่งข้อมูลไปแสดงผลที่ Blue LED Matrix ลำโพงติดตั้งที่ปากของลิง เพื่อแจ้งเตือนด้วยเสียง หากค่าที่วัดได้สูงกว่าค่าที่ได้กำหนดไว้ และเรายังติดตั้ง Ultrasonic sensor ที่บริเวณจมูกของลิง เพื่อรับคำสั่ง เปิด/ปิดการแสดงผลของระบบ เมื่อมีมือหรือวัตถุมาผ่านบริเวณด้านหน้าของ Sensor และ 12 RGB LED Ring ซึ่งติดตั้งที่บริเวณตาของลิง จะติดสว่างขึ้น เมื่อระบบกำลังแสดงค่าต่างๆ ที่วัดได้

2.2 หลักการทำงานของระบบที่ได้เสนอ

จากรูปที่ 5 Science sensor ถูกใช้ในการตรวจวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องของเด็กเล็ก และส่งค่าที่วัดได้ไปประมวลผลที่ CyberPi ถ้าอุณหภูมิภายในห้องมีค่า 26-28^{O}C บนหน้าจอของ Blue LED Matrix จะแสดงค่าที่วัดได้ แต่ถ้าอุณหภูมิภายในห้องมีค่าน้อยกว่า 26^{O}C หรือสูงกว่า 28^{O}C ระบบจะแจ้งเตือนไปที่ Blue LED Matrix และ Speaker เพื่อแจ้งเตือนผู้ดูแลเด็กให้ทราบถึงความผิดปกติของอุณหภูมิในทันที ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องมีค่า 40-60% ค่าที่วัดได้จะถูกแสดงบนหน้าจอของ Blue LED Matrix แต่ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องมีค่าน้อยกว่า 40% หรือสูงกว่า 60% ระบบจะแจ้งเตือนไปที่ Blue LED Matrix และ Speaker และในส่วนของการวัดค่าปริมาณฝุ่น PM2.5 เราใช้ Dustation Dev Kit V.1.4 ซึ่งค่าที่วัดได้จะถูกแสดงบนหน้าจอของ Blue LED Matrix เมื่อค่าปริมาณฝุ่น PM2.5 สูงกว่า 15 μg/m³ ระบบจะแจ้งเตือนผ่านหน้าจอ Blue LED Matrix และ Speaker นอกจากนั้นเรายังเพิ่ม Ultrasonic sensor เพื่อคอยรับคำสั่งการเปิด/ปิด การแสดงผลของค่าที่วัดได้ เมื่อมีมือหรือวัตถุมาผ่านบริเวณด้านหน้าของ Sensor เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน และไม่ให้มีแสงแยงตาในขณะที่เด็กเล็กกำลังนอนหลับ

ตารางที่ 1 ผลทดสอบการทำงานของระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศ ภายในห้องของเด็กเล็กวัย 1-3 ปี โดยใช้ CyberPi

ลำดับ	เงื่อนไขการทดสอบ	ค่าที่ตรวจวัดได้	ผลการทดสอบ	การตอบสนองของระบบ
1	อุณหภูมิ 26-28 ^{O}C	อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย	ไม่มีการแจ้งเตือน	ปกติ
	อุณหภูมิ > 28^{O}C	สูงเกิน	ไฟสีแดง และเสียงเตือน	ทำงานถูกต้อง
	อุณหภูมิ < 26^{O}C	ต่ำเกิน	ไฟสีแดง และเสียงเตือน	ทำงานถูกต้อง
2	ความชื้น 40-60%	อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย	ไม่มีการแจ้งเตือน	ปกติ
	ความชื้น > 60%	สูงเกิน	ไฟสีแดง และเสียงเตือน	ทำงานถูกต้อง
	ความชื้น < 40%	ต่ำเกิน	ไฟสีแดง และเสียงเตือน	ทำงานถูกต้อง
3	PM 2.5 < 15 μg/m³	อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย	ไม่มีการแจ้งเตือน	ปกติ
	PM 2.5 >=15 μg/m³	สูงเกิน	ไฟสีแดง และเสียงเตือน	ทำงานถูกต้อง

จากข้อมูลในตารางที่ 1 ผลทดสอบการทำงานของระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศ ภายในห้องของเด็กเล็ก พบว่าทุกระบบสามารถใช้งานได้

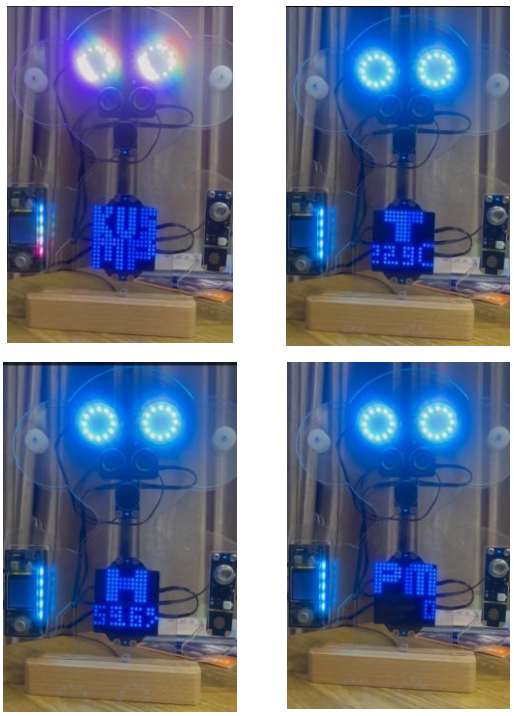
3. ผลการทดสอบ

จากการทดลองติดตั้งระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศภายในห้องของเด็กเล็กวัย 1-3 ปี ขนาด 3 X 4 เมตร โดยใช้ CyberPi ระยะเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกข้อมูลทุกๆ 1 ชั่วโมง ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลทดสอบสภาพอากาศภายในห้องของเด็กเล็กวัย 1-3 ปี ขนาด 3 X 4 เมตร โดยใช้ CyberPi ระยะเวลา 24 ชั่วโมง

เวลา (ชม.)	ค่าที่ตรวจวัดได้			ระบบการแจ้งเตือน
	อุณหภูมิ (^{O}C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	PM 2.5 (μg/m³)	
1	27.5	57.8	3	ไม่มีการแจ้งเตือน
2	26.0	59.3	3	ไม่มีการแจ้งเตือน
3	26.2	66.9	3	ไฟสีแดง และเสียงเตือน
4	26.3	67.4	2	ไฟสีแดง และเสียงเตือน
5	26.5	65.3	5	ไฟสีแดง และเสียงเตือน
6	27.1	65.3	5	ไฟสีแดง และเสียงเตือน
7	27.4	65.3	4	ไฟสีแดง และเสียงเตือน
8	30.1	60.0	4	ไฟสีแดง และเสียงเตือน
9	31.2	60.0	2	ไฟสีแดง และเสียงเตือน
10	32.3	60.0	2	ไฟสีแดง และเสียงเตือน
11	33.0	60.0	2	ไฟสีแดง และเสียงเตือน
12	33.0	60.0	2	ไฟสีแดง และเสียงเตือน
13	33.0	58.0	2	ไฟสีแดง และเสียงเตือน
14	33.3	58.0	2	ไฟสีแดง และเสียงเตือน
15	33.4	56.0	2	ไฟสีแดง และเสียงเตือน
16	29.6	56.0	7	ไฟสีแดง และเสียงเตือน
17	28.2	54.0	7	ไฟสีแดง และเสียงเตือน
18	28.3	52.0	7	ไฟสีแดง และเสียงเตือน
19	26.4	52.3	8	ไม่มีการแจ้งเตือน
20	26.4	52.0	8	ไม่มีการแจ้งเตือน
21	26.5	51.0	3	ไม่มีการแจ้งเตือน
22	27.5	51.2	4	ไม่มีการแจ้งเตือน
23	27.5	51.2	7	ไม่มีการแจ้งเตือน
24	27.6	51.2	6	ไม่มีการแจ้งเตือน

จากข้อมูลในตารางที่ 2 ผลการทดสอบที่ได้จากการติดตั้งระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศ ภายในห้องของเด็กเล็กวัย 1-3 ปี ขนาด 3X4 เมตร โดยใช้ CyberPi พบว่าระบบสามารถวัดและแสดงค่าที่วัดได้อย่างถูกต้อง พร้อมทั้งมีการแจ้งเตือนภายใน 5 วินาที หากค่าที่วัดได้ต่ำกว่าหรือสูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังตัวอย่างภาพในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ตัวอย่างการแสดงผลระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศภายในห้องของเด็กเล็ก

4. สรุป

ระบบแจ้งเตือนสภาพอากาศภายในห้องของเด็กเล็กวัย 1-3 ปี โดยใช้ CyberPi เพื่อแจ้งเตือนผู้ดูแลเด็กให้ทราบในทันที หากมีสภาพอากาศภายในห้องผิดปกติ (เมื่ออุณหภูมิ <26^{o}C หรือ >28^{o}C และ/หรือ ความชื้นสัมพัทธ์ <40% หรือ >60% และ/หรือปริมาณฝุ่น PM2.5 >15 µg/m^{3}) จะมีการแจ้งเตือนอุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณฝุ่น PM2.5 ที่วัดได้ภายในห้องผ่านหน้าจอ Blue LED Matrix และส่งเสียงแจ้งเตือนผ่านลำโพง และผู้ดูแลสามารถแก้ไขสภาพอากาศภายในห้องให้สะอาดและเหมาะสมกับเด็กเล็กได้ อีกทั้งยังมี Ultrasonic sensor สำหรับการสั่งงานเปิด/ปิดการแสดงผลของค่าที่วัดได้ เมื่อมีมือหรือวัตถุมาผ่านบริเวณด้านหน้าของ Sensor และมี 12 RGB LED Ring ติดสว่างขึ้น เมื่อระบบกำลังแสดงค่าต่างๆ ที่วัดได้อย่างถูกต้อง นั่นแสดงให้เห็นว่าระบบแจ้งเตือนนี้สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคระบบทางเดินหายใจและปัญหาสุขภาพในเด็กเล็ก อีกทั้งยังเป็นระบบที่ใช้งานง่าย ราคาประหยัด และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริงในครัวเรือน

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณสมาคมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า (ประเทศไทย) สถาบันพัฒนาทักษะดิจิทัลเทคโนโลยีและการสร้างนวัตกรรมไอเมค สมาคมการสร้างนวัตกรรมและหุ่นยนต์ (TIRA) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตอุดมศักดิ์ และโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โครงการการศึกษาพหุภาษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ที่ได้ให้คำแนะนำและความร่วมมือทำให้บทความฉบับนี้สำเร็จลุล่วง

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมอนามัย. (2566). คำแนะนำสิ่งแวดล้อมสำหรับเด็กเล็ก: https://anamai.moph.go.th

[2] โปรเจค Arduino เครื่องวัดฝุ่น PM2.5 และ อุณหภูมิ/ความชื้น พร้อมแจ้งเตือนด้วยเสียง https://lungmaker.com/arduino-pm2-5/

[3] วารสารวิจัย มทร.กรุงเทพ ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 (2021): กรกฎาคม - ธันวาคม 2564 https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/rmutk/article/download/244792/166760/868115?utm_source=perplexity

[4] วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ 2565 https://ajsas.uru.ac.th/files_complete/1669303264_404.pdf?utm_source=perplexity

[5] Arundel AV, Sterling EM, Biggin JH, Sterling TD. (1986). Indirect health effects of relative humidity in indoor environments. Environmental Health Perspectives, 65 : 351-361

[6] Garg RK, Afifi AM, Garland CB, Sanchez R, Mount DL. Pediatric Obstructive Sleep Apnea: Consensus, Controversy, and Craniofacial Considerations. Plast Reconstr Surg. 2017 Nov;140(5) : 987-997.

[7] Mendell MJ, Mirer AG, Cheung K, Tong M, Douwes J. (2011). Respiratory and allergic health effects of dampness, mold, and dampness-related agents: a review of the epidemiologic evidence. Environmental Health Perspectives, 119(6) : 748-756

[8] The influence of PM2.5 exposure on SARS-CoV-2infectionvia modulating the expression of angiotensin converting enzyme II https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030438942403468X?via%3Dihub

[9] usawire https://usawire.com/tips-for-best-room-temperature-and-humidity-for-babies/

[10] WHO. (2018). "WHO Housing and health guidelines. “WHO” https://www.who.int/publications/i/item/9789241550375

[11] World Health Organization (WHO). (2018). Air pollution and child health: prescribing clean air. https://www.who.int/publica tions/i/item/air-pollution-and-child-health

ประวัติผู้เขียนบทความ

อาคิราลัลล์ พิศิษฐ์รัชกุล ประถมศึกษาปีที่ 6
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โครงการการศึกษาพหุภาษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา

ชุติกาญจน์ โมไนยากูล ประถมศึกษาปีที่ 5
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โครงการการศึกษาพหุภาษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา

นราชิต ฟุ้งเหล็ง ประถมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โครงการการศึกษาพหุภาษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา

พรพรรณ อัศวพัชระ
อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สอนวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาเคมี
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โครงการการศึกษาพหุภาษาศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา

ระบบแจ้งเตือนความชื้นและอุณหภูมิด้วยบอร์ด Arduino R4

ดนัยวรัญญ์ ภู่ระหงษ์* ชยภาส ศักดิ์ศรี ธัชพงศ์ จงวัชรางกูล และ ณัฐวัฒน์ โรจน์สุธี

โรงเรียนโยธินบูรณะ 48437@epyothin.net

บทคัดย่อ (Abstract)

อุบัติเหตุในห้องน้ำเป็นเรื่องที่ไม่ควรมองข้ามอย่างยิ่ง ในบทความนี้ผู้วิจัยเสนออุปกรณ์ที่สามารถแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งาน เมื่อมีคนกำลังใช้งานห้องสุขาอยู่ วัสดุหรือท่อประปาในห้องน้ำเกิดชำรุดหรือสึกหลอตามกาลเวลาเพื่อนำข้อมูลที่มีคนใช้ห้องสุขาแต่ละรอบนำไปประเมินอายุการใช้งานของท่อประปาหรือวัสดุในห้องน้ำและยังสามารถประเมินได้ว่าพื้นห้องน้ำมีความเปียกแฉะหรือมีความชื้นมากน้อยแค่ไหนตามความชื้น ในบทความนี้ ผู้วิจัยจึงนำเสนอระบบแจ้งเตือนความชื้นและอุณหภูมิด้วยบอร์ด Arduino R4 โดยวิธีการทดลองของผู้วิจัยดำเนินการทดลองโดยกำหนดพื้นที่ตำแหน่ง 3 ตำแหน่ง ทำการทดลองและทดสอบระบบแจ้งเตือนความชื้นและอุณหภูมิด้วยบอร์ด Arduino R4 จำนวน 10 รอบ ผลการทดลองพบว่า ค่าที่ได้จะมีค่าของอุณหภูมิและค่าความชื้น อุณหภูมิจะมีทั้งหมดระหว่างองศาที่ 28 องศาเซลเซียส ถึง 32 องศาเซียสและค่าความชื้นอยู่ระหว่างค่า 0 เปอร์เซ็นต์ ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองแสดงได้ว่าในแต่ละครั้งระบบแจ้งเตือนความชื้นและอุณหภูมิสามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

คำสำคัญ: (keywords:) ระบบแจ้งเตือน, ความชื้น, อุณหภูมิ, Arduino R4

1. บทนำ (INTRODUCTION)

ความชื้น (moisture) คือปริมาณไอน้ำในอากาศ ความชื้นเป็นอัตรายต่อสุขภาพ อาจก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ ตั้งแต่ [1] โรคหัวใจและความดันโลหิตสูง: หัวใจต้องสูบฉีดเลือดมากขึ้นในวันที่อากาศร้อนและชื้นเพื่อให้ร่างกายเย็นสบาย ซึ่งทำให้หัวใจและระบบไหลเวียนโลหิตต้องทำงานหนัก หากคุณเป็นโรคหัวใจหรือความดันโลหิตสูงหัวใจของคุณอาจทำงานไม่ทัน ซึ่งอาจนำไปสู่ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ หัวใจวายและหัวใจล้มเหลวได้ ทั้งนี้ทั้งนั้นความชื้นเป็นเรื่องที่ไม่ควรมองข้าม และ [2] จากสถิติมีผู้สูงอายุลื่นล้มในห้องน้ำมากกว่า 31% ห้องน้ำจึงถือเป็นอีกหนึ่งพื้นที่เสี่ยง ที่อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุกับผู้สูงอายุได้ง่าย

ท่อน้ำซึมความชื้นในห้องสุขาเป็นปัญหาใหญ่สำหรับผู้อาศัยในอาคารหรือที่พักอาศัยหากไม่ได้รับทราบว่าเกิดเหตุรั่วซึมเกิดขึ้นหรือท่อประปาอาจจะไม่ได้คุณภาพจึงทำให้วัสดุเกิดรอยร้าวหรือเกิดปัญหาทำให้ท่อประปาเกิดแตกขึ้นแรงดันน้ำอาจจะทำให้บริเวณโดยรอบเกิดการสึกหลอเกิดขึ้นทำให้เปลืองงบประมาณในการซ่อมแซมสิ่งของโดยใช่เหตุ

จากข้อมูลดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงนำเสนอสิ่งประดิษฐ์เครื่องตรวจจับความชื้นและอุณหภูมิในห้องน้ำด้วยบอร์ด Arduino R4 แจ้งเตือนผ่านคลาวด์ ที่ไม่ได้จับแค่ความชื้นมันสามารถจับเสียงน้ำหยดหรือน้ำรั่วในพื้นที่สำหรับที่มีความชื้น สิ่งประดิษฐ์ดังกล่าวจะช่วยแจ้งเตือนให้ทราบถึงข้อมูลความชื้นและอุณหภูมิ ซึ่งอาจส่งให้เกิดปัญหาได้กับสุขภัณฑ์ ภายในห้องน้ำ หรือแม้แต่การกัดกร่อนของปูนผนัง ฝ้าและแม้แต่พื้น ก่อนที่จะเกิดความเสียหายและทำให้เกิดค่าใช้จ่ายสูงในการซ่อมแซมหรือซ่อมบำรุงที่ไม่จำเป็น และหากนำระบบการแจ้งเตือนนี้ไปติดตั้งในพื้นที่บริเวณในห้องน้ำ หรือพื้นที่อาจก่อให้เกิดรอยรั่วซึมหรือมีน้ำหยดก็อาจส่งผลดีทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการดูแลซ่อมแซมน้อยลงได้

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (LITERATURE REVIEW)

เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นแบบดิจิทัล เป็นอุปกรณ์วัดความชื้นและอุณหภูมิ [3] เซ็นเซอร์ความชื้นทำงานโดยการวัดการเปลี่ยนแปลงความจุไฟฟ้าที่เกิดจากการดูดซับความชื้นบนพื้นผิว การเปลี่ยนแปลงความจุนี้จะถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัล ซึ่งสามารถส่งไปยังเครือข่ายหรืออุปกรณ์เพื่อทำการวิเคราะห์ได้ แสดงดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

เซนเซอร์เสียง เป็นอุปกรณ์วัดเสียงที่มีความสามารถกำหนดให้วัดความดังและความถี่ของเสียงได้ [4] แสดงดังรูปที่ 2

รูปที่ 2 เซนเซอร์เสียง

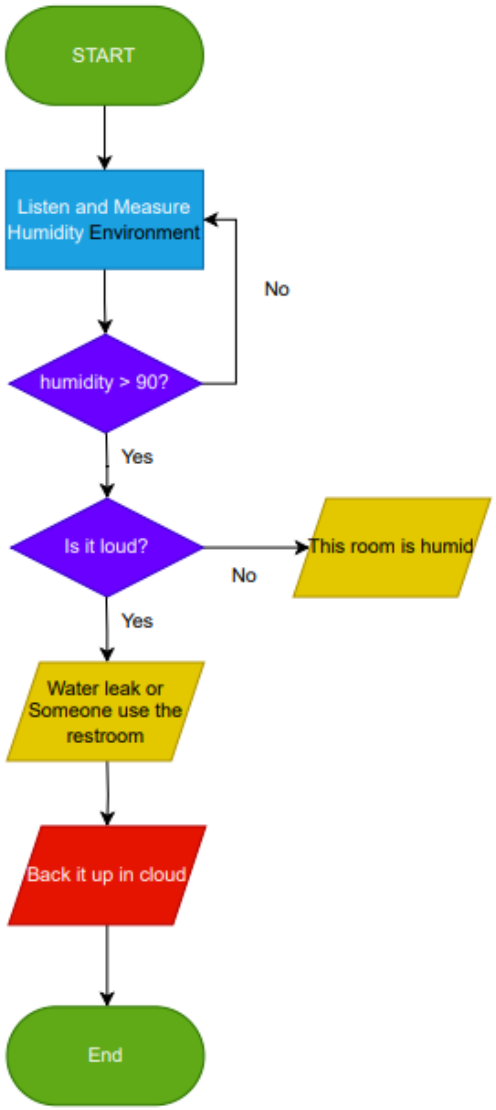
เซนเซอร์เสียงได้ถูกใช้ในงานวิจัยที่หลากหลาย เช่น ในงาน Youth Innovation Project ในปี 2024 ได้ถูกนำเสนอในหัวข้อ ระบบแจ้งเตือนสภาวะเสียงด้วย Arduino R4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแจ้งเตือนเมื่อมีเสียงที่ดังเกินกว่าค่าที่ตั้งไว้ โดยการทำงานของบอร์ด Arduino R4 ร่วมกับไมค์ บัซเซอร์ หลอดแอลอีดีและจอแสดงผล [4]

3. วิธีการ/ขั้นตอนการทดลอง (METHODOLOGY)

รูปแบบการทำงานระบบแจ้งเตือนความชื้นและอุณหภูมิด้วยบอร์ด Arduino R4 ด้วยโฟลวชาร์ต แสดงดังรูปที่ 3 แสดงการดำเนินงาน เริ่มต้น

ผู้วิจัยสังเกตอุณหภูมิและฟังเสียงรอบข้างเพื่อให้ทราบว่ามีคนใช้ห้องสุขาที่หรือไม่ ซึ่งภายในห้องน้ำประกอบไปด้วยโถสุขภัณฑ์ ,ก๊อกน้ำ ,และฝักบัว หากผลลัพธ์ที่ออกมาปรากฏว่ามีเสียงและความชื้นนานเกินผิดปกติ ก็สามารถสันนิษฐานว่าอาจเกิดข้อบกพร่องทางท่อประปาหรือวัสดุในห้องน้ำสึกหลอเกิดขึ้นและสามารถนำผลลัพธ์ที่อุปกรณ์ไปคาดการณ์อายุการใช้งานของอุปกรณ์ต่าง ๆ และเครื่องตรวจจับความชื้นและอุณหภูมินำไปตรวจวัดจำนวน 3 ตำแหน่ง ตำแหน่งแรกคือก๊อกน้ำตำแหน่งที่สอง

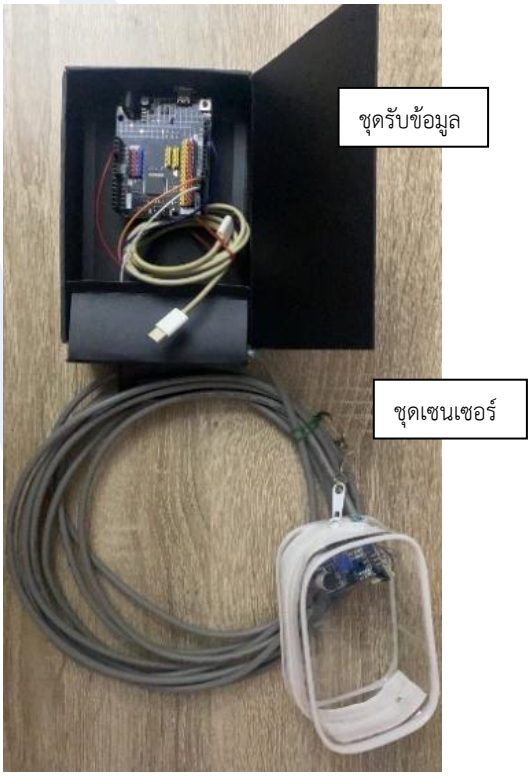
ชุดคือ โถสุขภัณฑ์ ตำแหน่งที่สามคือฝักบัวโดยผลรวมจาก 3 ตำแหน่ง ผลการทดลองจากจำนวน 10 ครั้งในแต่ละตำแหน่งที่ทดสอบพบว่าตำแหน่งที่สามารถตรวจจับของระบบได้มากที่สุดคือ โถสุขภัณฑ์สามารถตรวจจับของระบบได้จำนวน 9 ครั้ง จากการทดลอง 10 ครั้ง ต่อมาทำการตรวจจับก๊อกน้ำ สามารถตรวจจับของระบบได้จำนวน 6 ครั้ง



รูปที่ 3 โฟลวชาร์ตการทำงานระบบแจ้งเตือนความชื้นและอุณหภูมิด้วยบอร์ด Arduino R4

จากการทดลอง 10 ครั้ง สำหรับตำแหน่งสุดท้ายคือฝักบัว สามารถตรวจจับของระบบได้จำนวน3 ครั้ง จากการทดลอง 10 ครั้ง จากผลสรุปการทดลองที่เกิดขึ้นข้อมูลเชิงตัวเลขความดังของอุปกรณ์ในห้องน้ำโดยแยกประเภทของอุปกรณ์ดังนี้ โถสุขภัณฑ์ มีความดังอยู่ที่ค่าโดยประมาณ ≈ 69.8 dB รองลงมา ก๊อกน้ำ มีความดังอยู่ที่ค่าประมาณ ≈ 41.4 dB และสุดท้ายคือ ฝักบัว มีความดังอยู่ที่ประมาณ ≈ 39.4 dB โดยอุปกรณ์ที่ตรวจคือไอแพดซึ่งแอปที่ใช้ชื่อว่า Decibel X

ชุดต้นแบบระบบแจ้งเตือนความชื้นและอุณหภูมิด้วยบอร์ด Arduino R4 ที่ประกอบด้วยชุดรับข้อมูลเพื่อมาประมวลและชุดเซนเซอร์แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ชุดต้นแบบระบบแจ้งเตือนความชื้นอุณหภูมิด้วยบอร์ด Arduino R4

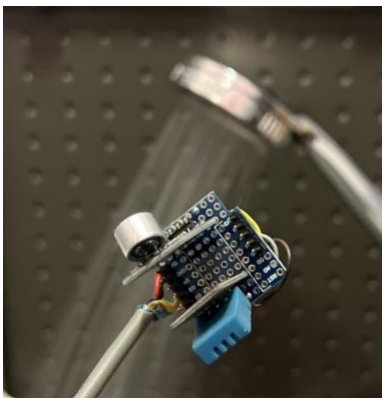
จากรูปที่ 5 แสดงชุดระบบแจ้งเตือนต้นแบบความชื้นและอุณหภูมิด้วยบอร์ด Arduino R4 ประกอบด้วยชุดรับข้อมูลเพื่อมาประมวลและชุดเซนเซอร์มีประกอบด้วยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น กับเซนเซอร์วัดความดังของเสียง
เซนเซอร์ตรวจจับก๊อกน้ำ ทำการทดลองตำแหน่งที่ 1 ด้วยชุดเซนเซอร์แสดงดังรูปที่ 6

รูปที่ 6 เซนเซอร์วัดความดังของน้ำที่รั่วซึม จากตำแหน่งที่ 1 ก๊อกน้ำ

จากรูปที่ 6 แสดงการทดลองระบบแจ้งเตือนด้วยการวัดค่าความดัง ความชื้นและอุณหภูมิ ของน้ำที่รั่วซึมบริเวณก๊อกน้ำ จากนั้นนำเซนเซอร์ตรวจจับโถสุขภัณฑ์ ทำการทดลองตำแหน่งที่ 2 ด้วยชุดเซนเซอร์แสดงดังรูปที่ 7

รูปที่ 7 เซนเซอร์วัดความชื้น จากตำแหน่งที่ 3 โถสุขภัณฑ์

จากรูปที่ 7 แสดงการทดลองระบบแจ้งเตือนด้วยการวัดค่าความดัง ความชื้นและอุณหภูมิบริเวณโถสุขภัณฑ์ ลำดับถัดต่อมานำชุดเซนเซอร์ตรวจจับฝักบัว ทำการทดลองตำแหน่งที่ 3 แสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ชุดเซนเซอร์วัด จากตำแหน่งที่ 3 ฝักบัว

จากรูปที่ 8 แสดงการทดลองระบบแจ้งเตือนด้วยการวัดค่าความดัง ความชื้นและอุณหภูมิบริเวณฝักบัว

4. ผลการทดลองและอภิปราย (RESULTS AND DISCUSSION)

จากการทดลองการทำงานของระบบแจ้งเตือนต้นแบบความชื้นและอุณหภูมิด้วยบอร์ด Arduino R4 ที่ประกอบด้วยชุดรับข้อมูลเพื่อมาประมวลและชุดเซนเซอร์ ประกอบด้วยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นกับเซนเซอร์วัดความดังของเสียงนั้น ผู้วิจัยได้นำข้อมูลการทดสอบทั้ง 3 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่งที่ ก๊อกน้ำ ตำแหน่งที่ 2 โถสุขภัณฑ์ และตำแหน่งที่ 3 ฝักบัว ทำการทดสอบโดยแยกเป็นการทดลองเสียง การวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นก๊อกน้ำ การวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นโถสุขภัณฑ์ และการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นฝักบัว จำนวน 10 ครั้ง แสดงผลในตารางที่ 1 จากตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองระบบแจ้งเตือนความชื้นและอุณหภูมิด้วยบอร์ด Arduino R4 สามารถสรุปได้ว่าการทดลองทั้งหมด 3 ตำแหน่ง โดยทดลอง 10 ครั้ง พบได้ว่าความชื้นผนวกกับอุณหภูมิที่เกิดในห้องน้ำที่มีความเป็นไปได้ที่จะตรวจพบเจอ คือก๊อกน้ำ โถสุขภัณฑ์ และ ฝักบัว ตามลำดับและถ้าหากเทียบเสียงที่ก๊อกน้ำหรือฝักบัวที่มีโอกาสตรวจจับน้อยที่สุดโดยที่สามารถพบได้ว่าเสียงน้ำจากอุปกรณ์ในห้องน้ำกระทบกับชิงค์หรือกระทบกับฝาผนังไม่สามรถได้ยินดังเท่าการกดโถสุขภัณฑ์ที่มีความดังมากที่สุด

ตารางที่ 1 ผลการทดลองระบบแจ้งเตือนความชื้นและอุณหภูมิด้วยบอร์ด Arduino R4

การทดลองเสียง				ค่าอุณหภูมิและความชื้นก๊อกน้ำ	ค่าอุณหภูมิและความชื้นโถสุขภัณฑ์	ค่าอุณหภูมิและความชื้นฝักบัว
ครั้งที่	ก๊อกน้ำ	โถสุขภัณฑ์	ฝักบัว			
1	✓	✓	✓	28 °C, 91%	30 °C, 90%	29°C , 93%
2	✗	✓	✗			
3	✓	✓	✗			
4	✓	✓	✗			
5	✗	✓	✗			
6	✓	✓	✓			
7	✓	✗	✗	28 °C , 91%	30 °C , 90%	29°C , 93%
8	✗	✓	✗			
9	✗	✓	✗			
10	✗	✓	✓			
รวม	6	9	3			

5. สรุป (CONCLUSION)

ระบบตรวจความชื้นและอุณหภูมิด้วย Arduino R4 เป็นนวัตกรรมที่สามารถนำไปวางไว้ในห้องสุขาและนำข้อมูลที่อุปกรณ์แจ้งไปคาดการณ์กับในห้องน้ำมีความชื้นสูง ผลการทดลองวัดความห้องน้ำ เซนเซอร์สามารถวัดความดังของเสียงในห้องน้ำ วัดความชื้นในตำแหน่งก๊อกน้ำค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 28 °C , 91 เปอร์เซ็นต์ วัดความชื้นในตำแหน่งโถสุขภัณฑ์ ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 30 °C คิดเป็น 90 เปอร์เซ็นต์ของเปอร์เซ็นต์ความชื้น วัดความชื้นในตำแหน่งฝักบัว ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 29°C คิดเป็น 93 เปอร์เซ็นต์ ความดัง โถสุขภัณฑ์ มีความดังอยู่ที่ค่าโดยประมาณ ≈ 69.8 dB รองลงมา ก๊อกน้ำ มีความดังอยู่ที่ค่าประมาณ ≈ 41.4 dB และสุดท้ายคือ ฝักบัว มีความดังอยู่ที่ประมาณ ≈ 39.4 dB ฉะนั้นสามารถนำข้อมูลไปประเมินคุณภาพของท่อประปาในห้องสุขาหรือวัสดุ-ต่างๆ และนำไปประเมินอายุการใช้งาน ทั้งนี้ทั้งนั้นตัวอุปกรณ์สามารถเก็บข้อมูลไว้ในตัวคลาวด์เพื่อเก็บไว้ และแจ้งไปยังผู้ใช้งานตามวัตถุประสงค์ของชิ้นงาน

6. กิตติกรรมประกาศ (ACKNOWLEDGMENT)

ขอบคุณสมาคมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า (ประเทศไทย) โรงเรียนโยธินบูรณะ บิดา มารดา พี่สาว และอาจารย์ ณัฐวัฒน์ โรจน์สุธี ได้ให้คำแนะนำและความร่วมมือทำให้บทความฉบับนี้สำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง (REFERENCES)

[1] บริษัท เอพี (ไทยแลนด์) จำกัด (มหาชน) , “บทความที่จะมาแนะนำอุปกรณ์กันลื่นในห้องน้ำเพื่อผู้สูงอายุ พร้อมวิธีปฐมพยาบาลคนล้มเบื้องต้น” เข้าถึงได้จาก https://www.healthpartners.com/blog/humidity-can-make-you-sick/ เมษายน 2565.

[2] โรงพยาบาลพญาไท 3 , “ผู้สูงอายุล้มในห้องน้ำ อันตรายที่เกิดขึ้นโดยไม่ตั้งตัว” เข้าถึงได้จาก https://phyathai3hospital.com/th/senior-fell-in-the-bathroom/

[3] ผู้ผลิตชั้นนำของตัวกรองโลหะเผาผนึกและการวัดความชื้นอุณหภูมิรอบด้านของคุณ การวัดความชื้นอุณหภูมิที่เหนือกว่าและตัวกรองโลหะที่มีรูพรุน , “ความสำคัญของเซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้น IoT ในการใช้งานทางอุตสาหกรรม” เข้าถึงได้จาก https://www.hengko.com/th/news/the-importance-of-iot-temperature-and-humidity-sensors-in-industrial-application/

[4] ดนัยวรัญญ์ ภู่ระหงษ์* ธัชพงศ์ จงวัชรากูล และ ปกรณ์ ไตรโชคกุล, “ระบบแจ้งเตือนสภาวะเสียงด้วย Arduino R4”, School Article, Electrical Engineering Academic Association (Thailand) Vol.1, No.1, 2024.

ชื่อเด็กชายดนัยวรัญญ์ ภู่ระหงษ์
กำลังศึกษาอยู่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนโยธินบูรณะ มีความ สนใจด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและไอโอที

ชื่อเด็กชายชยภาส ศักดิ์ศรี
กำลังศึกษาอยู่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนโยธินบูรณะ มีความ สนใจด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและไอโอที

ชื่อเด็กชายธัชพงศ์ จงวัชรางกูล
กำลังศึกษาอยู่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนโยธินบูรณะ มีความ สนใจด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและไอโอที

ชื่อนายณัฐวัฒน์ โรจน์สุธี
อาจารย์โรงเรียนโยธินบูรณะ สอนวิชาทัศนศิลป์ มีความสนใจด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เครื่องอ่านฉลากยาอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุ

นางสาวธันยธรณ์ นิพพานท์* นายอริญชัย ไชยชาย และ นางสาวพัชนิดา ล้อถาวร

โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โครงการการศึกษาพหุภาษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา 3610403732@kusrd.ac.th

บทคัดย่อ (Abstract)

โครงการ “Smart Med Reader (Ezy Med)” เป็นนวัตกรรมต้นแบบที่สร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ช่วยในการอ่านฉลากยาสำหรับผู้สูงอายุ หรือ ผู้มีปัญหาทางด้านการมองเห็น โดยสร้างเครื่องอ่านฉลากยาอ่านฉลากยาให้ผู้สูงอายุฟัง“เครื่อง Smart Med Reader (Ezy Med)” จะเริ่มทำงานจากการอ่านฉลากยา โดยใช้ CyberPi ในการควบคุมการทำงานเพื่อจับภาพบาร์โค้ดที่อยู่บนฉลากยาและส่งข้อมูลไปประมวลผลโดยการใช้เทคโนโลยีในการอ่าน บาร์โค้ดที่เรียกว่า OBR (Optical Barcode Recognition) โดยระบบจะแปลข้อความและส่งเสียงผ่านลำโพง พร้อมทั้งแสดงข้อความผ่านจอ OLED - Organic Light Emitting Diode เพื่อให้ผู้สูงอายุ หรือผู้มีปัญหาทางด้านการมองเห็น เกิดความมั่นใจว่า หยิบใช้ยาได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: ผู้สูงอายุ, ผู้มีปัญหาทางการได้ยิน, การอ่านฉลากยา, เสียงอัตโนมัติ

1. บทนำ (INTRODUCTION)

ในปี 2569 ประเทศไทยจะกลายเป็นสังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ เนื่องจากมีประชากรที่มีอายุเกิน 60 ปีขึ้นไปสัดส่วนเกินร้อยละ 20 ของประชากรทั้งประเทศ โดยข้อมูลจากกรมการปกครองได้ระบุไว้ว่า สัดส่วนประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปของไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จาก 11 ล้านในปัจจุบัน ในปี 2569 จะเพิ่มขึ้นเป็น 14 ล้านคน หรือคิดเป็นร้อยละ 20 ของจำนวนประชากรประเทศ นอกจากนี้อัตราการเพิ่มขึ้นของผู้สูงอายุยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในขณะที่อัตราการเกิดกลับต่ำลง

ผลการศึกษาพบว่า ประมาณ ร้อยละ 45–57 ของผู้สูงอายุมีปัญหาทางการมองเห็น และ ร้อยละ 14–19 มีปัญหาทางการได้ยินและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เครื่องอ่านฉลากยานี้ได้รับการออกแบบให้สามารถแปลงข้อความบนฉลากยาเป็นเสียงพูดที่ชัดเจน และเหมาะสมกับการรับฟังของผู้สูงอายุ เพื่อให้ ผู้ใช้งานสามารถรับรู้ข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับยาเช่น ชื่อยา วิธีใช้ ขนาดยา และเวลาที่ควรรับประทาน ได้อย่างถูกต้อง [1]

โครงการเครื่องอ่านฉลากยาสำหรับผู้สูงอายุ คือบุคคลที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีบริบูรณ์ขึ้นไป ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มประชากรผู้สูงอายุตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติผู้สูงอายุ พ.ศ. 2546 โดยเฉพาะผู้สูงอายุที่ประสบปัญหาทางสายตา เช่น สายตาพร่ามัว ต้อกระจก หรือตาบอดบางส่วน อันส่งผลให้ไม่สามารถอ่านฉลากยาได้อย่างชัดเจน รวมไปถึงกลุ่มผู้ที่มีปัญหาในการอ่านหนังสือจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น ภาวะสายตายาวตามวัย ภาวะสมองเสื่อมหรือการเสื่อมของความสามารถในการประมวลผลข้อมูล

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาเครื่องอ่านฉลากยาสำหรับผู้สูงอายุในครั้งนี้ มีขึ้นเพื่อพัฒนาเครื่องอ่านฉลากยา โดยใช้ CyberPi ซึ่งสามารถรับคำสั่งจากการเขียนโค้ดของผู้สร้างได้ ซึ่งเกิดประโยชน์ในการส่งเสริมความปลอดภัยในการใช้ยาและเพิ่มคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ โดยเฉพาะผู้ที่มีปัญหาทางด้านสายตา ความสามารถในการอ่านหนังสือลดลงหรือมีข้อจำกัดในการทำความเข้าใจข้อมูลบนฉลากยา

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (LITERATURE REVIEW)

มีงานวิจัยหลายชิ้นได้นำเสนอการพัฒนา“Smart Label Reader" หรือเครื่องอ่านฉลากยาอัจฉริยะซึ่งเป็นนวัตกรรมที่ได้ ทำการผสานการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) , เทคโนโลยีสื่อสารระยะใกล้ (NFC Tag) และระบบการแปลงข้อความเป็นเสียงของ Android (Text-to-Speech: TTS) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเหลือผู้สูงอายุด้วยการให้ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ยาในรูปแบบเสียง และสามารถแจ้งเตือนกำหนดการนัดพบแพทย์ได้อย่างตรงเวลา จากการสัมภาษณ์ผู้ดูแลผู้สูงอายุ พบว่าอุปกรณ์นี้ได้รับความสนใจ และมีแนวโน้มที่จะนำไปใช้งานได้จริง โดยสามารถช่วยให้ผู้สูงอายุสามารถรับประทานยาได้ด้วยตนเอง และจะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นหากเพิ่มเติมฟังก์ชันแจ้งเตือนเวลาการรับประทานยาอย่างทันท่วงที ในการทดลองนี้ได้ทำการทดสอบ

การสแกนฉลากยาที่มีรหัส VOICEYE ซึ่งติดบนภาชนะที่มีพื้นผิวแตกต่างกัน 7 ชนิด
ได้แก่ กล่องยา ซองยา ขวดยาน้ำทรงกลม ขวดยาน้ำทรงแบน และกระป๋องแบ่งบรรจุยาสีชาขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ โดยใช้โทรศัพท์ระบบ iOS หรือ Android 4.0 ขึ้นไป สแกนรหัส VOICEYE code ที่มีความละเอียด 600, 450 และ 300 dpi ขนาดตั้งแต่ 1x1 ถึง 2x2 เซนติเมตร ทดสอบกับผู้มีสายตาปกติ และจับเวลาเฉลี่ยในการสแกน โดยถือว่าการสแกนสำเร็จหากใช้เวลาไม่เกิน 2 นาที [2]

จากผลการทดสอบรอบแรกพบว่ารหัสที่มีความละเอียดสูง (600 dpi) อาจทำให้โทรศัพท์บางรุ่นไม่สามารถสแกนได้ และพื้นผิวที่โค้ง เช่น ขวดยาและกระป๋อง มีผลต่อความสำเร็จในการสแกน จึงมีการปรับปรุงในรอบที่สองโดยออกแบบให้พื้นผิวบริเวณที่ติด VOICEYE code เรียบขึ้นด้วยการติดฟิวเจอร์บอร์ดแข็งบนภาชนะผิวโค้ง เช่น ขวดยาน้ำและกระป๋องต่าง ๆ เพื่อให้สามารถสแกนได้ง่ายขึ้น โดยใช้รหัส VOICEYE ที่มีความละเอียดลดลง (450 และ300 dpi) และทำการทดลองซ้ำอีกครั้งหนึ่ง [2]

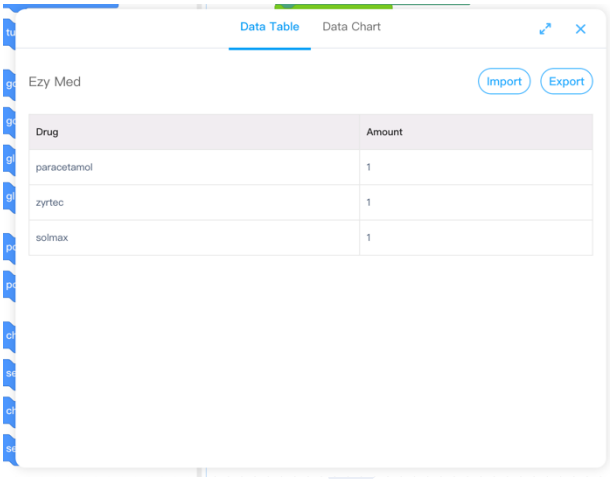
3. หลักการคิดและออกแบบ (Ideation and Design Process)

การพัฒนาเครื่องอ่านฉลากยาอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุ เนื่องจากปัจจุบันผู้สูงอายุหรือผู้ป่วยบางรายมักประสบปัญหาอ่านฉลากยาไม่ออก, ลืมกินยา, หรือกินยาผิดซอง ซึ่งอาจส่งผลร้ายแรงต่อสุขภาพแนวคิดจึงคือการสร้างอุปกรณ์อัจฉริยะที่ช่วยในการอ่านฉลากยาได้อัตโนมัติ,แสดงผลชื่อยา , แจ้งเตือนให้กินยา , บันทึกข้อมูลการรับประธานยา , ส่งข้อมูลไปยังผู้ดูแลผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งจากที่กล่าวมาข้างต้นประกอบด้วยขั้นตอนการทำงาน 5 ระบบ ดังนี้

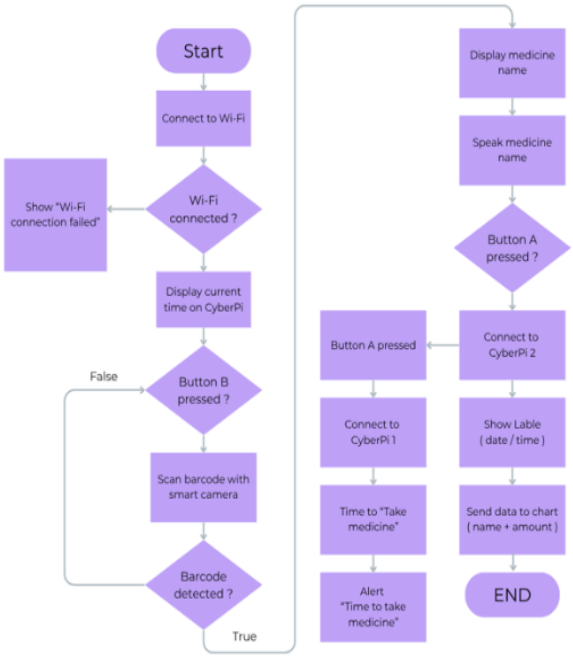
1. การแจ้งเตือนให้รับประทานยา เมื่อผู้ดูแลกดปุ่มบนตัว CyberPi ระบบจะทำการแจ้งเตือนผ่านหน้าจอและลำโพงที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์กับCyberPiอีกตัวหนึ่ง เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบถึงเวลารับประทานยา
2. การเริ่มต้นกระบวนการอ่านฉลากยา โดยผู้ใช้งานผู้ใช้งานกดปุ่มเริ่มที่ CyberPi เพื่อเริ่มกระบวนการอ่านฉลากยา โดยเมื่อได้รับคำสั่ง ระบบจะเปิดใช้งานกล้อง Smart Camera เพื่อทำการตรวจจับฉลากยาที่ติดอยู่บนบรรจุภัณฑ์
3. การตรวจจับฉลากยาและแสดงผลเมื่อกล้องสามารถตรวจพบรหัสของฉลากยา (Label ID) เช่น Label 1 หมายถึง “พาราเซตามอล” ระบบจะแสดงชื่อยาดังกล่าวบนจอ LED Matrix และกล่าวชื่อยานั้นผ่านลำโพงของระบบ เพื่อช่วยยืนยันข้อมูลให้ผู้ใช้งาน
4. การยืนยันการรับประทานยา โดยผู้ใช้งานหลังจากแสดงชื่อยา ระบบจะรอให้ผู้ใช้งานกดปุ่ม A บนอุปกรณ์ CyberPi เพื่อยืนยันการรับประทานยา โดยมีระยะเวลาให้ยืนยันภายใน 15 วินาที หากผู้ใช้งานไม่กดปุ่มภายในเวลาที่กำหนด ระบบจะแจ้งว่า “ยังไม่ยืนยัน” และจะไม่ส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแล
5. การแจ้งเตือนผู้ดูแลหลังการยืนยัน เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่มยืนยันการรับประทานยา ระบบจะกล่าวข้อความว่า “ยืนยันแล้ว” และส่งข้อความไปยังบัญชี Dashboard ของผู้ดูแล เพื่อแจ้งให้ผู้ดูแลทราบว่าผู้ใช้งานได้รับประทานยาเรียบร้อยแล้ว โดย จะแสดงผลบนหน้าจอCyberPi ของผู้ดูแลว่าผู้ใช้งานรับประทานยาเรียบร้อยแล้ว

หมายเหตุ: ปุ่มที่ใช้ในการสั่งงานอาจเป็นเซ็นเซอร์ภายนอกอื่น ๆ แทนการใช้ปุ่มของอุปกรณ์ CyberPi ขึ้นอยู่กับการออกแบบและการใช้งานจริง

รูปที่ 1 การทำงานของอุปกรณ์



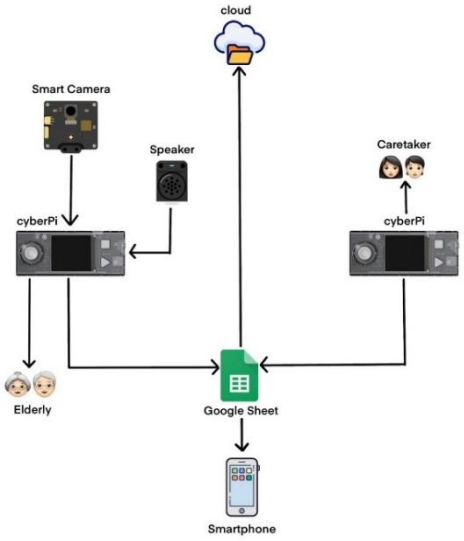
รูปที่ 2 การแสดงผลบน Dashboard



รูปที่ 3 Flowchart การทำงานของอุปกรณ์

การติดตั้งอุปกรณ์ขณะทดลอง

ใช้ 3D printer ในการทำเป็นโครงสร้างของตัวเครื่องขึ้นมา เพราะเป็นโครงสร้างที่สามารถออกแบบขนาดได้ตามต้องการและมีความแข็งแรง จากนั้นติดตั้งระบบโดยเริ่มจาก กล้อง(Smart Camera) จะทำการอ่านบาร์โค้ดที่อยู่บนซองเพื่อสแกนดูว่าเป็นยาอะไร มีวิธีรับประทานอย่างไร เมื่อสแกนเสร็จก็จะมีตัวหนังสือขึ้นพร้อมกับเสียงพูด เมื่อรับประทานยาเสร็จแล้วให้กดปุ่ม A ก็จะมีข้อความขึ้นมาบน LED Metrix ว่าหากรับประทานยาแล้วCyberPi ตัวที่ 1 จะทำการส่งข้อความไปที่ CyperPi อีกตัวหนึ่งเพื่อเป็นการบอกว่าผู้สูงอายุได้รับประทานยาแล้วและข้อมูลก็จะถูกส่งเข้าไปเก็บไว้ใน Data Chart แต่ถ้าเกิดกรณีที่ว่าผู้ใช้งานยังไม่กดปุ่มยืนยันการกินยา ก็จะมีแจ้งเตือนส่งไปที่ CyberPi ของผู้ดูแล ผู้ดูแลก็จะทำการกดปุ่มที่ CyberPi อีกตัวหนึ่งให้แจ้งเตือนมายังตัวของผู้ใช้งานว่าถึงเวลารับประธานยาแล้ว



รูปที่ 4 แผนผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์

4. วิธีการ/ขั้นตอนการทดลอง (METHODOLOGY)

ในการทดลองเพื่อทดสอบการทำงานของเครื่อง Smart Med Reader ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ เริ่มต้นจากการเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้แก่ บอร์ดประมวลผล CyberPi, กล้อง Smart Camera สำหรับอ่านบาร์โค้ด, หน้าจอ OLED สำหรับแสดงชื่อยา, ลำโพงสำหรับพูดชื่อยา, ปุ่มกดจำนวน 2 ปุ่ม (ปุ่มเริ่มการสแกนและปุ่มยืนยันการกินยา), โมดูลเชื่อมต่อ Wi-Fi, แหล่งจ่ายไฟ และยา 3 ชนิดที่มีบาร์โค้ดแตกต่างกัน เมื่อเตรียมอุปกรณ์ครบถ้วนแล้ว ได้เริ่มต้นทดลองโดยเปิดเครื่องและรอให้ระบบเชื่อมต่อกับ Wi-Fi สำเร็จ จากนั้นกดปุ่มเพื่อเริ่มการอ่านบาร์โค้ด เครื่องจะใช้กล้องทำการสแกนบาร์โค้ดบนฉลากยาและถอดรหัสข้อมูลออกมาเป็นชื่อยา หากบาร์โค้ดสามารถอ่าน

ได้ถูกต้อง ระบบจะแสดงชื่อยาบนหน้าจอ OLED และพูดชื่อยานั้นผ่านลำโพง หลังจากทราบชื่อยาแล้ว ผู้ใช้จะกดปุ่มยืนยันการกินยา เพื่อให้ระบบบันทึกข้อมูลชื่อยา พร้อมวันและเวลา ลงในฐานข้อมูลออนไลน์ผ่านระบบ Dashboard และแสดงผลการยืนยันด้วยข้อความ “Take Medicine” ผ่านจอ LED Matrix โดยถ้าผู้สูงอายุลืมรับประทานยาผู้ดูแลจะทำการส่งข้อความโดยใช้หลักการ Broadcast โดยการเชื่อมกันของ CyberPi ทั้งสอง

ตัวกระบวนการนี้ถูกทำซ้ำกับยาทั้ง 3 ชนิด เพื่อทดสอบความแม่นยำ ความเร็วในการอ่าน และความเสถียรของระบบ

5. ผลการทดลองและอภิปราย (RESULTS AND DISCUSSION)

จากการทดลองใช้งานเครื่อง Smart Med Reader โดยการนำไปทดสอบกับผู้สูงอายุซึ่งทำหน้าที่อ่านฉลากยาผ่านการสแกนบาร์โค้ด แล้วแสดงชื่อยาทั้งบนจอแสดงผล OLED พูดออกลำโพง และส่งข้อมูลการกินยาไปยังระบบบันทึกผ่านอินเทอร์เน็ตรวมไปถึงการแจ้งเตือนให้กินยา พบว่า Smart Med Reader สามารถช่วยให้ผู้สูงอายุและผู้ดูแลใช้เวลา ในการหายาน้อยลง ลดความผิดพาดในการกินยาได้มากขึ้น มีความรวดเร็วและความแม่นยำในการประมวลผล ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดลองของ SmartMed Reader

ลำดับ	กรณีทดสอบ	ผลที่ได้
1.	ปิดเครื่องและเชื่อมต่อ Wi-Fi	เครื่องเชื่อมต่อได้สำเร็จภายใน 5–10 วินาที
2.	เชื่อมต่อ CyberPi ทั้งสองตัวเข้าด้วยกัน	สามารถเชื่อมต่อได้โดยใช้ Wi-Fi และการ Broadcast
3.	กดปุ่มเริ่มการอ่านบาร์โค้ด	กล้องทำงานและเข้าสู่โหมดตรวจจับบาร์โค้ดได้ถูกต้อง
4.	ตรวจจับบาร์โค้ด (3 ชนิดยา)	ตรวจพบครบทั้ง 3 กรณี โดยใช้เวลาสแกนเฉลี่ย 2.4 วินาที
5.	แสดงชื่อยาบนจอ OLED	แสดงผลได้ถูกต้องตามข้อมูลที่ถอดรหัสจากบาร์โค้ด
6.	พูดชื่อยาผ่านลำโพง	เสียงออกชัดเจนถูกต้องตามชื่อยา
7.	กดปุ่มยืนยันการกินยา	บันทึกข้อมูลชื่อยา และจำนวนเม็ดยาที่รับประทานเข้าสู่ระบบ Cloud สำเร็จ
8.	แสดงผลการยืนยันผ่าน LED Matrix	แสดงข้อความ "Take Medicine" และชื่อยาถูกต้องตามที่ได้ระบุไว้

จากการทดลองมีจุดเด่นที่พบ 5 จุดดังข้อมูลในตารางที่ 2 และมีข้อจำกัดที่พบ 2 จุดดังข้อมูลในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 จุดเด่นที่พบจากการทดลอง

ลำดับ	จุดเด่น	อธิบาย
1.	ความเร็วในการสแกนบาร์โค้ด	ทำได้รวดเร็วโดยเฉลี่ย 2-3 วินาที
2.	ข้อมูลจากบาร์โค้ดตรงกับฐานข้อมูล	ชื่อยามีความถูกต้องทุกครั้งที่ทดลอง
3.	ระบบบันทึก Cloud มีความเสถียร	สามารถบันทึกข้อมูลได้แบบเรียลไทม์
4.	LED Matrix ช่วยยืนยันการกินยาได้ชัดเจน	มีความใหญ่ของหน้าจอทำให้เห็นตัวหนังสือได้ชัดเจน
5.	เสียงพูดชื่อยาชัดเจน	เข้าใจง่าย สียงดังฟังชัด

ตารางที่ 3 ข้อจำกัดที่พบ

ลำดับ	ข้อจำกัด
1.	หากบาร์โค้ดชีดจางหรือเบลอกล้องอาจใช้เวลานานในการสแกน หรือไม่สามารถถอดรหัสได้เลย
2.	ระบบจะทำงานได้เต็มประสิทธิภาพเมื่อมีการเชื่อมต่อ Wi-Fi เท่านั้น หากไม่มีอินเทอร์เน็ต การบันทึกจะไม่สามารถส่งขึ้น Dashboard ได้

6. สรุป (CONCLUSION)

โครงการ “Smart Med Reader (Ezy Med)” เป็นนวัตกรรมต้นแบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยให้ผู้สูงอายุหรือผู้ที่มีปัญหาด้านการมองเห็นสามารถอ่านฉลากยาได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัย และสะดวกยิ่งขึ้น โดยออกแบบเครื่องต้นแบบที่สามารถอ่านข้อความบนฉลากยา แล้วแปลงเป็นเสียงพูดและข้อความแสดงผล เพื่อให้ผู้ใช้งานมั่นใจในการใช้ยาได้ด้วยตนเอง

เครื่อง Smart Med Reader เริ่มทำงานเมื่อผู้ใช้งานกดปุ่มเริ่มต้น กล้องที่เชื่อมต่อกับ CyberPi จะทำการจับภาพฉลากยา จากนั้นส่งข้อมูลไปยังระบบประมวลผลด้วยเทคโนโลยีการอ่านบาร์โค้ด OBR (Optical Barcode Recognition) ผ่านซอฟต์แวร์ M-block5 เพื่อตรวจจับข้อความ ระบบจะแปลงบาร์โค้ดดังกล่าวให้เป็นเสียงพูดผ่านลำโพง และแสดงผลเป็นข้อความบนหน้าจอ OLED เพื่อเพิ่มความมั่นใจในการใช้งาน

เครื่องอ่านฉลากยาอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุ เป็นเครื่องมือช่วยอ่านฉลากยาที่ใช้งานง่าย เพียงกดปุ่ม กล้องจะจับภาพฉลากยาจากนั้นOBR (Optical Barcode Recognition) จะทำการประมวลผลบาร์โค้ดและส่งออกทั้งเสียงและข้อความบนหน้าจอ

ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจข้อมูลยาได้ด้วยตนเอง และลดโอกาสที่จะเกิดการใช้ยาผิดพลาด

ประโยชน์ของโครงการ

1. ลดความผิดพลาดในการอ่านฉลากยา – ระบบประมวลผลภาพช่วยให้อ่านฉลากได้แม่นยำกว่าการอ่านด้วยสายตา
2. ลดภาระของผู้ดูแล – ผู้สูงอายุสามารถใช้เครื่องอ่านฉลากได้เองโดยไม่ต้องพึ่งพาผู้อื่นตลอดเวลา
3. เพิ่มความมั่นใจในการใช้ยา – ผู้สูงอายุรู้สึกมั่นใจและปลอดภัยในการใช้ยาอย่างถูกต้อง

ข้อควรระวังในการใช้งาน

1. คุณภาพของภาพบาร์โค้ด – หากบาร์โค้ดชีดจาง ยับ หรือไม่ชัดเจน ระบบ OBR อาจอ่านผิดได้
2. ความถูกต้องของเสียงพูด – ระบบแปลงข้อความเป็นเสียง (Text-to-Speech) อาจออกเสียงผิดในบางคำ จึงควรมีการตรวจสอบร่วมกับผู้ดูแลหรือเภสัชกร
3. ข้อจำกัดด้านบาร์โค้ด – OBR อาจไม่สามารถอ่านบาร์โค้ดได้ทุกชนิดและอาจมีความผิดพลาดขณะอ่านดังนั้นจึง ควรทดสอบก่อนใช้งานจริง
4. การใช้งานในกลุ่มที่มีภาวะสมองเสื่อมหรือการรับรู้ต่ำ – ควรมีผู้ดูแลคอยช่วยเหลือในการใช้งานเพื่อความปลอดภัย

เอกสารอ้างอิง (REFERENCES)

[1] Internet Use for Health-Related Purposes among Older People in Thailand[ปีที่เผยแพร่ 2567] เข้าถึงได้จาก: https://www.mdpi.com/2227-9709/11/3/55?utm_source

[2] Smart Label Reader: The Prototype of Reading Aid for Thai Elderly[ปีที่เผยแพร่ 2564] เข้าถึงได้จาก: https://ieeexplore.ieee.org/document/9559771

ประวัติผู้เขียนบทความ

ชื่อ-สกุล : นางสาวพัชนิดา ล้อถาวร
วันเกิด : 2 กุมภาพันธ์ 2553
การศึกษา : 2568 มัธยมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนสาธิตแห่ง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โครงการการศึกษาพหุภาษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา
Email address : 35901033206@kusrd.ac.th

ชื่อ-สกุล : นางสาวธันยธรณ์ นิพพานนท์
วันเกิด : 25 พฤษจิกายน 2551
การศึกษา : 2568 มัธยมศึกษาปีที่ 5
โรงเรียนสาธิตแห่ง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โครงการการศึกษาพหุภาษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา
Email address : 3610403732@kusrd.ac.th

ชื่อ-สกุล : นายอริญชัย ไชยชาย
วันเกิด : 3 กรกฎาคม 2551
การศึกษา : 2568 มัธยมศึกษาปีที่ 5
โรงเรียนสาธิตแห่ง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โครงการการศึกษาพหุภาษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา
Email address: 3580103109@kusrd.ac.th

ชื่อ-สกุล : นางสาวพรพรรณ อัศวพัชระ
วันเกิด : 19 มีนาคม 2527
ตำแหน่ง : อาจารย์
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีโรงเรียนสาธิตแห่ง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โครงการการศึกษาพหุภาษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา
Email address: pornpun@kusrd.ac.th

รูปแบบหุ่นยนต์ตรวจวัดคุณภาพน้ำเสียอัจฉริยะ

อฐกร ศักดิ์ชเยนทร์ ธิปธนัชณ์ ศรีขจรลาภ อชิระ งามดี และ พรพรรณ อัศวพัชระ*

โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โครงการการศึกษาพหุภาษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา : 3670705150@kusrd.ac.th

บทคัดย่อ (Abstract)

ในยุคปัจจุบันปริมาณน้ำเสียจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมกลายเป็นหนึ่งในปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บตัวอย่างน้ำเสียและตรวจสอบคุณภาพน้ำเสียในแหล่งน้ำต่าง ๆ โดยเฉพาะแหล่งน้ำที่เข้าถึงยาก เพื่อลดความเสี่ยงของเจ้าหน้าที่ ในการเก็บตัวอย่างน้ำเสียในพื้นที่ที่อันตรายและเพื่อพัฒนาระบบ AI และต่อยอดอุตสาหกรรมในอนาคต โดยใช้วิธีการตรวจคุณภาพน้ำ จากแหล่งน้ำเสียของชุมชุมและโรงงานอุตสาหกรรม โดยการใช้เซ็นเซอร์วัดค่า pH, เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำรวมถึงกล้องอัจฉริยะตรวจจับภาพและสีของน้ำ ทดลองโดยนำน้ำที่ได้จากแหล่งน้ำเสียชุมชน และน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

ผลการทดลอง พบว่า หุ่นยนต์ตรวจวัดคุณภาพน้ำเสียอัจฉริยะสามารถวัดค่าน้ำเสียได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ โดยการใช้เซ็นเซอร์วัดค่า pH และเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำโดยมีกล้องอัจฉริยะตรวจจับภาพและสีของน้ำ ค่าที่วัดได้จากแหล่งน้ำชุมชุม (คลองชุมชนบริเวณคลองตำหรุ) ค่า pH อยู่ที่ 7.2 , อุณหภูมิอยู่ที่ 32.5℃ และสีของน้ำเป็นสีดำ ส่วนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม (บ่อบำบัดน้ำเสียโรงงาน A&A Winner Co., Ltd.) ค่า pH อยู่ที่ 5.36 , อุณหภูมิอยู่ที่ 37.0℃ และสีของน้ำเป็นสีดำ โดยการวัดทั้ง 2 แหล่งน้ำ เมื่อเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน (ปากกาวัดค่าวัด pH) ความแม่นยำอยู่ที่ 95-98% นอกจากนี้ ยังมีการทดสอบตัวอย่างน้ำเสียอุตสาหกรรม อีก 2 ตัวอย่างพบว่า ตัวอย่างที่ 1 สีของน้ำเป็นสีแดง ค่า pH ที่วัดได้ 9.4 และตัวอย่างที่ 2 สีของน้ำเป็นสีเขียว ค่า pH ที่วัดได้ 5.27 โดยเกณฑ์มาตรฐานค่า pH ควรอยู่ระหว่าง 5.5-9.0

การวิจัยครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพการใช้เทคโนโลยีอัจฉริยะ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวัดค่าน้ำเสีย อีกทั้งยังลดความเสี่ยงของเจ้าหน้าที่ในการเก็บตัวอย่างในพื้นที่ที่อันตราย ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบแบบเดิม จากการทำโครงงานค้นพบว่า หุ่นยนต์ตรวจวัดสภาพน้ำเสียอัตโนมัติควรเพิ่มระบบ GPS และเส้นทางอัตโนมัติ สำหรับการตรวจวัดหลายจุด, มีการเชื่อมต่อระบบคลาวน์เพื่อเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลระยะยาว และมีการปรับวัสดุของหุ่นยนต์ให้ทนทานต่อสารเคมีหรือไขมันในน้ำเสียมากขึ้น

คำสำคัญ: (keywords:) ตรวจวัดคุณภาพน้ำเสีย, หุ่นยนต์, อัจฉริยะ

1.บทนำ (INTRODUCTION)

ในยุคที่สังคมเติบโตอย่างรวดเร็วทั้งในด้านประชากรและอุตสาหกรรม ปริมาณการใช้น้ำและการปล่อยน้ำทิ้งจากกิจกรรมต่าง ๆ ก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ปริมาณน้ำเสียโดยเฉลี่ยจากครัวเรือนอยู่ที่ประมาณ 150 ลิตรต่อคนต่อวัน ปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ภายในบ้านเรือนสามารถแบ่งได้ดังนี้ น้ำเสียจากส้วมประมาณ 20 ลิตรต่อคนต่อวัน น้ำเสียจากห้องน้ำประมาณ 65 ลิตรต่อคนต่อวัน น้ำเสียจากการซักผ้าประมาณ 20 ลิตรต่อคนต่อวัน และน้ำเสียจากการล้างภาชนะประมาณ 45 ลิตรต่อคนต่อวัน [1]

ดังนั้นหากต้องการคำนวณปริมาณน้ำเสียรวมสำหรับบ้านที่มีจำนวนคนหลายคน ก็สามารถนำปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยต่อคนต่อวัน 150 ลิตร คูณด้วยจำนวนคนในบ้านได้เลย

รูปที่ 1 น้ำเสียจากชุมชน [3]

ปริมาณน้ำเสียจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมกลายเป็นหนึ่งในปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำลำคลองแหล่งน้ำธรรมชาติ และระบบนิเวศโดยรวม น้ำเสียจากชุมชนมักเกิดจากกิจกรรมประจำวัน เช่น การอุปโภคบริโภค การซักล้าง และการกำจัดของเสียในครัวเรือน ซึ่งมักมีสารอินทรีย์และสารปนเปื้อน เช่น ไขมัน ผงซักฟอก และเศษอาหาร ฯลฯ ขณะที่น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมมักมีสารเคมีที่เป็นอันตรายและไม่อันตรายปนเปื้อนอยู่อาทิ โลหะหนัก กากสี และน้ำมัน ซึ่งหากไม่ได้รับการบำบัดอย่างเหมาะสมก่อนปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อมอาจจะก่อให้เกิดผลกระทบอย่างรุนแรงต่อคุณภาพน้ำ สุขภาพของประชาชน และสิ่งมีชีวิตระบบนิเวศในน้ำ ถึงแม้จะมีมาตรการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียในบางพื้นที่ แต่ปัญหาการปล่อยน้ำเสียโดยไม่ผ่านการบำบัดอย่างถูกต้องยังคงพบได้ทั่วไป โดยเฉพาะในเขตชุมชนที่ขยายตัวอย่างรวดเร็ว และในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กที่ขาดงบประมาณหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสม ปัญหานี้จึงเป็นสิ่งที่ท้าทายทั้งในด้านการบริหารจัดการ กฎหมาย และการสร้างจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมในทุกภาคส่วนของสังคม แต่บางครั้งน้ำเสียอาจจะมาจากสาเหตุอื่นโดยที่เราไม่คาดคิด เช่น กรณีเหตุรถบรรทุกน้ำมันพลิกคว่ำ ถังน้ำมันแตกมีน้ำมันไหลออกมาจำนวนมากและไหลลงสู่ลำคลองสาธารณะ เจ้าหน้าที่ต้องเร่งกู้สถานการณ์เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายและขยายเป็นวงกว้างจนส่งผลกระทบต่อชุมชนรอบๆ บริเวณนั้น ในการเก็บกู้

น้ำมันดีเซลที่รั่วไหลปนเปื้อนกับน้ำในคลองสาธารณะเราไม่สามารถบอกได้ว่าเก็บกู้ได้หมดและไม่มีน้ำมันปนเปื้อนในน้ำแล้ว ตราบใดถ้าเรายังไม่นำน้ำในคลองสาธารณะไปตรวจวัดคุณภาพของน้ำเสียนั้นๆ ในการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจึงเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำอีกทั้งยังประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย และการดำเนินการจะต้องปฏิบัติตามมาตรฐานที่กำหนดเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและแม่นยำ การใช้บุคลากรในการเข้าไปเก็บตัวอย่างน้ำเสีย แม้จะเป็นวิธีที่ยืดหยุ่น และสามารถควบคุมคุณภาพได้ดีในบางกรณี แต่ก็มีความเสี่ยงและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้หลายประการโดยเฉพาะหากไม่มีการวางแผนด้านความปลอดภัยอย่างเพียงพอ และที่อับอากาศ (Confined Space) คือพื้นที่ที่มีขนาดจำกัด อากาศถ่ายเทไม่สะดวก และอาจมีความเสี่ยงต่อสุขภาพหรือชีวิตของผู้ปฏิบัติงาน เช่น ถังเก็บน้ำเสีย ท่อระบายน้ำ บ่อบำบัด หรือห้องใต้ดินในโรงงานอุตสาหกรรม การที่ต้องใช้บุคลากรเข้าไปในพื้นที่ลักษณะนี้มีความเสี่ยงสูง แม้จะใช้มาตรการป้องกันแล้วก็ตาม ด้วยเหตุและปัจจัยนี้จึงมีความจำเป็นที่ต้องนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาทดแทนเพื่อเพิ่มความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการทำงาน การใช้หุ่นยนต์ในที่อับอากาศเป็นแนวทางที่เหมาะสมและปลอดภัยเนื่องจากลดความเสี่ยงต่อชีวิตมนุษย์และเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบแหล่งน้ำเสียที่เป็นปัญหากับสิ่งแวดล้อม

ปัญหาดังกล่าวทางทีมวิจัยจึงหาแนวทางแก้ไขโดยการสร้างหุ่นยนต์อัจฉริยะขึ้นมาใช้งานทดแทนและได้รูปแบบหุ่นยนต์ตรวจวัดคุณภาพน้ำเสียอัจฉริยะ โดยใช้ระบบ MBOT2 และ Audino Uno R4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บตัวอย่างน้ำเสียและตรวจสอบคุณภาพน้ำเสียในแหล่งน้ำต่าง ๆ โดยเฉพาะแหล่งน้ำที่เข้าถึงยาก เพื่อลดความเสี่ยงของเจ้าหน้าที่ ในการเก็บตัวอย่างน้ำเสียในพื้นที่ที่อันตรายและเพื่อพัฒนาระบบ AI และต่อยอดอุตสาหกรรมในอนาคต

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (LITERATURE REVIEW)

ระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำอัจฉริยะด้วย IoT เป็นการการวิเคราะห์ผ่านคลาวด์และหุ่นยนต์เก็บตัวอย่างอัตโนมัติ มีพัฒนาและทดสอบระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำแบบเรียลไทม์ โดยผสานเทคโนโลยี IoT เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบแหล่งน้ำธรรมชาติ ระบบสามารถทำงานต่อเนื่องได้ มากกว่า 48 ชั่วโมง โดยไม่ต้องบำรุงรักษา ค่าที่ตรวจวัดมีความแม่นยำ 92–97% เมื่อเทียบกับเครื่องมือวัดภาคสนามมาตรฐาน การใช้หุ่นยนต์เก็บตัวอย่างช่วยลดการใช้แรงงานคนลงได้ กว่า 60% ในพื้นที่เสี่ยง [8] ระบบหุ่นนยนต์อัจฉริยะสามารถตรวจสอบท่อระบายน้ำ (sewer), โดยการใช้กล้อง + เลเซอร์สแกน และสร้าง digital twin โดยใช้แนวคิดใหม่ ๆ ในการตรวจจับรอยร้าวและรอยรั่วของท่อนั้นๆฯลฯ[6] มีการนำหุ่นยนต์ชีวีกมาใช้ในงานตรวจสอบคุณภาพน้ำ จุดเด่นของชีวีกคือสามารถเลียนแบบพืชในน้ำเพื่อเก็บและตรวจวัดคุณภาพน้ำเสียได้แบบอัตโนมัติ[5] และในช่วงสถานการณ์โควิดการใช้หุ่นยนต์ตรวจเชื้อ SARS-CoV-2 ในน้ำเสียเพื่อรายงานการตรวจพบล่วงหน้าก่อนคนป่วยจริงเป็นการนำนวัตกรรมมาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพมาก[10] การพัฒนาระบบตรวจสอบมลพิษทางน้ำโดยใช้อากาศยานไร้คนขับ (UAV) ที่ติดตั้งกล้อง มัลติสเปกตรัม ควบคู่กับระบบ Edge AI เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบเรียลไทม์โดยไม่ต้องพึ่งพาโครงสร้างพื้นฐานด้านการประมวลผลคลาวด์แบบต่อเนื่อง ระบบสามารถระบุแหล่งมลพิษ เช่น คราบน้ำมัน ตะไคร่น้ำ และจุดเปลี่ยนแปลงความขุ่นได้อย่างแม่นยำ โดยมีความแม่นยำมากกว่า 90% ในการจำแนกลักษณะมลพิษทางน้ำจากภาพถ่ายทางอากาศและข้อได้เปรียบของระบบนี้คือสามารถ ครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่และเข้าถึงพื้นที่ที่อันตรายหรือเข้าถึงยาก[9] การพัฒนาหุ่นยนต์พื้นผิวอัจฉริยะที่ติดตั้งกล้อง stereo และเซ็นเซอร์คุณภาพน้ำ พร้อมอัลกอริธึม AI เช่น YOLOv5 เพื่อระบุขยะและวัดพารามิเตอร์น้ำในพื้นที่จริง[7]

ตารางที่ 1 ตัวค่าคุณภาพน้ำเสียเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน [2]

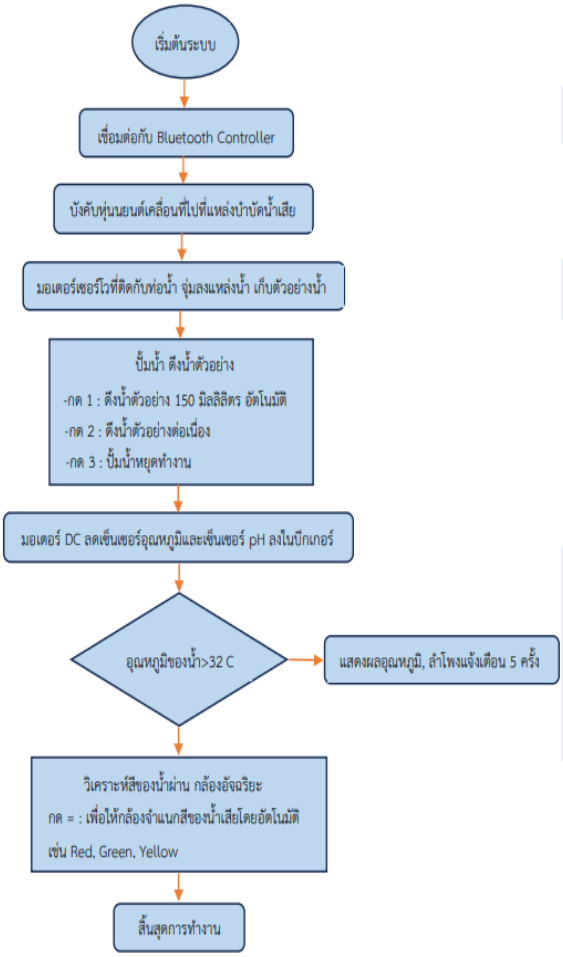
รายการวิเคราะห์	ค่าที่วัดได้	เกณฑ์มาตรฐาน	หน่วย	หมายเหตุ
pH	7.2	5.5 – 9.0	mg/L	ค่าปกติของน้ำเสียไม่เป็นกรดหรือด่างเกินไป
BOD	35	≤50	mg/L	อยู่ในเกณฑ์ค่านี้ยิ่งต่ำยิ่งดี
COD	120	≤120	mg/L	พอดีกับเกณฑ์สูงสุด
TSS	40	≤50	mg/L	ผ่านเกณฑ์
TDS	750	≤1,500	mg/L	ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม
DO	3.0	≥2.0	mg/L	ต่ำกว่า 2.0 อาจมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ
อุณหภูมิ	32	≤40	°C	อุณหภูมิเกิน40°Cมีผลต่อระบบนิเวศน์
NH_3-N	5.2	≤5.0	mg/L	เกินเล็กน้อยต้องตรวจสอบแหล่ง
PO_4^{3-}	1.1	≤2.0	mg/L	ผ่านเกณฑ์
Pb	0.02	≤0.2	mg/L	ปลอดภัย
Hg	0.001	≤0.005	mg/L	อยู่ในเกณฑ์

รูปที่ 3 เจ้าหน้าที่เก็บน้ำตัวอย่าง [4]

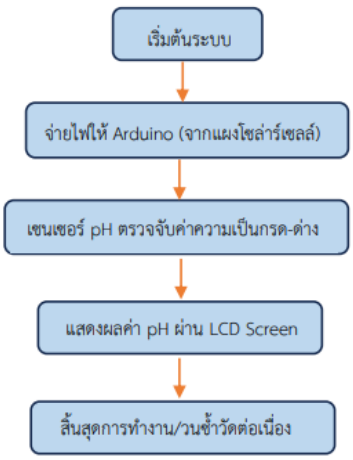
รูปที่ 4 เจ้าหน้าที่เก็บน้ำตัวอย่าง [5]

3. วิธีการ/ขั้นตอนการทดลอง (METHODOLOGY)

วิธีการทำงานของหุ่นยนต์ตรวจวัดคุณภาพน้ำเสียอัจฉริยะ มี 2 ระบบย่อย ดังนี้ ระบบการทำงานย่อย1: Mbot2 (ควบคุมหุ่นยนต์และเก็บตัวอย่างน้ำ) แสดงดังรูปที่ 5, ระบบการทำงานย่อย2 : Arduino Uno R4 (วัดค่า pH ของน้ำ) แสดงดังรูปที่ 6 ส่วน System Diagram ของระบบการทำงานย่อย1 แสดงดังรูปที่ 7 และ System Diagram ของระบบการทำงานย่อย2 แสดงดังรูปที่ 8 ส่วนรูปแบบหุ่นยนต์แสดงดังรูปที่ 9 และ 10



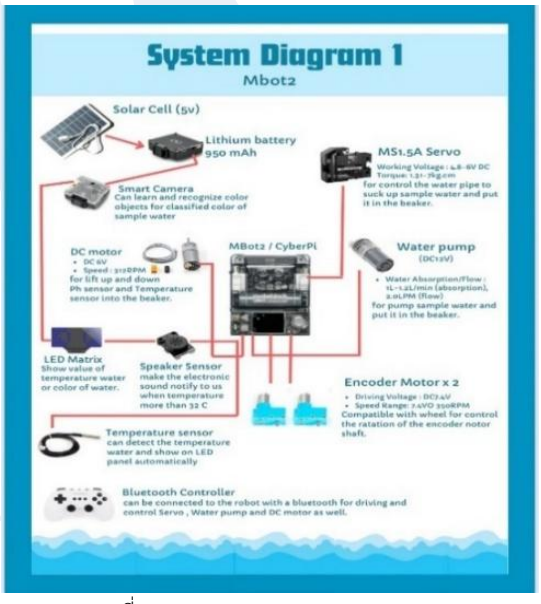
รูปที่ 5 Mbot2 (ควบคุมหุ่นยนต์และเก็บตัวอย่างน้ำ)



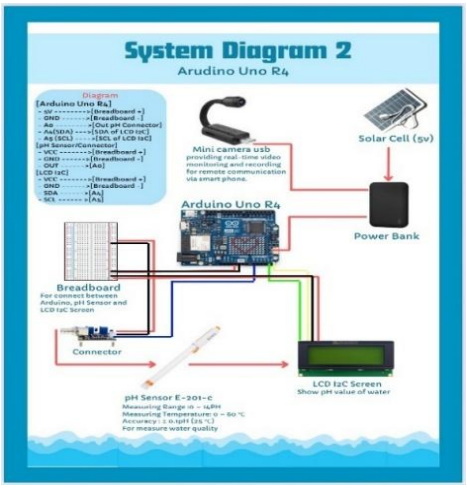
รูปที่ 6 Arduino Uno R4 (วัดค่า pH ของน้ำ)

จากรูปที่ 5 แสดงแผนผังการทำงานของระบบควบคุมหุ่นยนต์และเก็บตัวอย่างน้ำด้วย Mbot2 หลักการทำงานของโฟลว์ชาร์ท ลำดับแรกเชื่อมต่อกับ Bluetooth Controller เพื่อเคลื่อนที่ ไปที่แหล่งบำบัดน้ำเสีย ลำดับถัดไปเมื่อหุ่นยนต์ถึงแหล่งน้ำแล้วกดปุ่มเพื่อควบคุม มอเตอร์เซอร์โวที่ติดกับท่อน้ำจุ่มไปที่แหล่งน้ำ ลำดับถัดไปกดปุ่มให้ชุดปั๊มน้ำดึงน้ำลงในปีกเกอร์ ถัดไปกดปุ่มบังคับ DC Motor ลดเซ็นเซอร์อุณหภูมิ และเซ็นเซอร์ pH ลงในปีกเกอร์ โดยเซ็นเซอร์อุณหภูมิจะแสดงผลค่าอุณหภูมิในจอ LED ถ้าอุณหภูมิในน้ำเกิน 32 องศาเซลเซียล ลำโพงจะมีเสียงเตือน 5 ครั้ง ในส่วนกล้องอัจฉริยะจะตรวจจับสีของน้ำและจะแสดงผลในจอ LED โดยอัตโนมัติ

จากรูปที่ 6 แสดงแผนผังการทำงานของระบบวัดค่า pH ของน้ำด้วย Arduino Uno R4 หลักการทำงานของโฟลว์ชาร์ท ลำดับแรกแผงโซล่าเซลล์จะเก็บพลังงานไว้ในแบตเตอรี่และจะจ่ายไฟฟ้าให้ Arduino Uno R4 Board โดยเซ็นเซอร์ pH จะวัดค่า pH ของน้ำ และแสดงผลผ่านจอ LCD



รูปที่ 7 System Diagram: Mbot2



รูปที่ 8 System Diagram: Arudino Uno R4

รูปที่ 9

รูปที่ 10

จากรูปที่ 7 แสดง System Diagram ของ Mbot2 ที่เชื่อมต่อกับชุดปั๊มน้ำ, เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิของน้ำ, จอ LED, ลำโพงแจ้งเตือน ทำงานร่วมกับ Bluetooth Controller

จากรูปที่ 8 แสดง System Diagram ของ Arduino Uno R4 เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ pH , Connector และ Breadboard และแสดงผลค่า pH ผ่านจอ LCD โดยแผงโซล่าเซลล์จะเก็บพลังงานไว้ในแบตเตอรี่และจะเชื่อมต่อกับ Arduino Uno R4 Board อีกส่วนนึงจะเชื่อมต่อกับ Mini Camera ในการแสดงภาพวีดีโอแบบเรียลไทม์ผ่านสมาร์ทโฟน

รูปที่ 9 และ รูปที่ 10 แสดงภาพแบบหุ่นยนต์ตรวจวัดคุณภาพน้ำเสียอัจฉริยะทั้งด้านซ้ายและด้านขวา ให้เห็นถึงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ

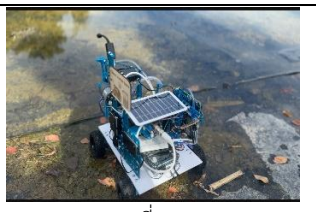
4. ผลการทดลองและอภิปราย (RESULTS AND DISCUSSION)

จากการทดสอบหุ่นยนต์ตรวจวัดน้ำเสียอัจฉริยะในพื้นที่ที่ใช้ในการทดสอบ คือพื้นที่ที่ 1 บ่อบำบัดน้ำเสียโรงงาน A&A Winner Co., Ltd. และพื้นที่ที่ 2 คลองชุมชนบริเวณคลองตำรุใกล้ตลาดนินจา จ.ชลบุรี ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่2 สรุปผลการทดสอบคุณภาพน้ำ

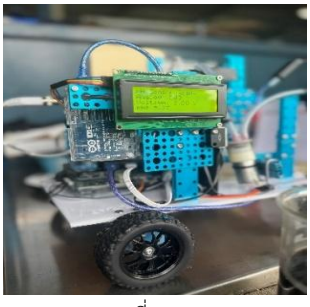
พื้นที่ทดสอบ	ค่า pH	สีของน้ำ R,G,B	อุณหภูมิ (°C)	ความแม่นยำเมื่อเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน
โรงงาน A&A Winner	5.36	Black	37.0°C	95-98%
โรงงาน A&A Winner	9.40	Red	25.5°C	95-98%
โรงงาน A&A Winner	5.27	Green	25.5°C	95-98%
คลองชุมชนคลองตำหรุ	7.2	Black	32.5°C	92-96%

รูปที่ 11



รูปที่ 12

จากรูปที่ 11 และ รูปที่ 12 แสดงภาพหุ่นยนต์ขณะเข้าเก็บน้ำตัวอย่างที่บ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงาน A&A Winner Co., Ltd.



รูปที่ 13

รูปที่ 14

รูปที่ 15

รูปที่ 16

จากรูปที่ 13 และรูปที่ 14 แสดงภาพ จอ LCD แสดงค่า pH ของน้ำเสียโรงงาน A&A Winner Co., Ltd. และรูปที่ 15 และรูปที่ 16 แสดงค่าการอ่านค่าสีของน้ำของกล้องอัจฉริยะ

5. สรุป (CONCLUSION)

สรุปผลการทดสอบหุ่นยนต์ตรวจวัดคุณภาพน้ำเสีย มีดังนี้

5.1 ประสิทธิภาพในการทำงาน หุ่นยนต์สามารถตรวจวัดคุณภาพน้ำในพื้นที่เข้าถึงยาก เช่น บ่อบำบัดน้ำเสียและคลองแคบได้อย่างแม่นยำ รองรับการตรวจวัดพารามิเตอร์หลัก ได้แก่ค่า pH, ค่าความขุ่นของสี และอุณหภูมิของน้ำ

5.2 ความแม่นยำของค่าที่วัดได้ ค่าที่ได้มีความคลาดเคลื่อน เพียง 2–8% เมื่อเทียบกับเครื่องมือที่วัดมาตรฐานของน้ำเสีย ระบบเซนเซอร์มัลติพารามิเตอร์ทำงานได้แม้ในน้ำเสียที่มีตะกอนหรือสีเข้ม

5.3 ลดความเสี่ยงของบุคลากร ช่วยลดการสัมผัสโดยตรงกับน้ำเสียหรือพื้นที่ที่อันตราย เช่น บ่อที่มีแก๊สพิษหรือพื้นที่ที่อับอากาศ หุ่นยนต์เหมาะสำหรับใช้ในภาคอุตสาหกรรมและชุมชนที่มีข้อจำกัดด้านความปลอดภัย

ดังนั้นหุ่นยนต์ตรวจวัดคุณภาพน้ำเสียอัจฉริยะจึงมีประสิทธิภาพสูงและใช้งานได้จริงในภาคสนาม ช่วยยกระดับการตรวจสอบสิ่งแวดล้อมได้อย่างปลอดภัย แม่นยำ และรวดเร็ว เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

6. กิตติกรรมประกาศ (ACKNOWLEDGMENT)

ขอขอบคุณสมาคมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า (ประเทศไทย) และโรงเรียนสาธิตแห่งมหาลัยเกษตรศาสตร์โครงการการศึกษาพหุภาษาที่ได้ให้คำแนะนำและมีส่วนช่วยทำให้บทความฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี และขอกราบขอบพระคุณครอบครัว คุณพ่อคุณแม่ที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนในการจัดทำโครงการนี้จนสำเร็จลุล่วง และหวังว่าโครงการ รูปแบบหุ่นยนต์ตรวจวัดคุณภาพน้ำเสียอัจฉริยะ จะมีคุณค่า สร้างองค์ความรู้ ก่อประโยชน์แก่สังคมและประเทศชาติต่อไป

เอกสารอ้างอิง (REFERENCES)

[1] กรมควบคุมมลพิษ. **คู่มือการจัดการน้ำเสียสำหรับบ้านเรือน** จาก : https://www.pcd.go.th/publication/4551

[2] กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, “ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม พ.ศ. 2560,” ราชกิจจานุเบกษา, เล่ม 134, ตอนพิเศษ 45 ง, 17 ก.พ. 2560.

[3] รูปภาพจาก Google (Reverse Image Search) https://jatim.antaranews.com/berita/201202/warga-sidoarjo-keluhkan-sampah-sungai-gedangan-video

[4] รูปภาพจาก Google (Reverse Image Search) https://www.dreamstime.com/environmental-laboratory-

specialist-protective-suit-mask-gutter-pours-reagent-flask-water-to-study-level-image174226044

[5] รูปภาพจาก Google (Reverse Image Search) https://sprayroq.com/spraywall-polyurethane-lining-vs-cement/

[6] A. Cenedese, M. Fior, M. Maggioni, A. Beccari, M. Mazzolai, and B. Mazzolai, “Fully autonomous water monitoring by plant-inspired robots,” Journal of Hazardous Materials, vol. 466, p. 122288, Jan. 2024. doi: 10.1016/j.jhazmat.2023.122288.

[7] G. Villinger and A. Reiterer, “Robotic systems for sewer inspection and monitoring tasks: Overview and novel concepts,” IEEE Sensors Journal, vol. 17, no. 11, pp. 3455–3465, Jun. 2017.

[8] J. L. Díaz, A. Gómez, and J. C. Téllez, “Towards an autonomous surface vehicle prototype for AI applications of water quality monitoring,” arXiv preprint, arXiv:2410.05892, 2024. [Online]. Available: https://arxiv.org/abs/2410.05892

[9] L. Pineda and A. Ramos, “Smart IoT-based water quality monitoring with cloud analytics and automated sampling robots,” Environ. Monit. Assess., vol. 195, no. 9, p. 1123, 2023.

[10] M. A. Khan and H. J. Kim, “UAV-enabled water pollution monitoring using edge AI and multispectral imaging,” Sensors, vol. 22, no. 14, p. 5122, 2022.

[11] W. Zhang and T. Li, “Autonomous sewage inspection robot with multi-sensor integration and virus detection capability,” J. Environ. Eng. Technol., vol. 8, no. 2, pp. 113–122, 2021.

ประวัติผู้เขียนบทความ

ชื่อ-สกุล : เด็กชายอฐกร ศักดิ์ชเยนทร์
วันเกิด : 8 สิงหาคม 2554
การศึกษา : 2568 มัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โครงการการศึกษาพหุภาษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา
Email address : 3670705150@kusrd.ac.th

ชื่อ-สกุล : เด็กชายธิปธนัชณ์ ศรีขจรลาภ
วันเกิด : 23 มีนาคม 2555
การศึกษา : 2568 มัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โครงการการศึกษาพหุภาษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา
Email address : 3610103821@kusrd.ac.th

ชื่อ-สกุล : เด็กชายอชิระ งามดี
วันเกิด : 13 ตุลาคม 2554
การศึกษา : 2568 มัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โครงการการศึกษาพหุภาษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา
Email address : 3670705149@kusrd.ac.th

ชื่อ – สกุล : นางสาวพรพรรณ อัศวพัชระ
วันเกิด : 19 มีนาคม 2527
ตำแหน่ง : อาจารย์
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โครงการการศึกษาพหุภาษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา
Email address : pornpun@kusrd.ac.th

การเฝ้าระวังและควบคุมระบบนิเวศของบ่อน้ำสาธารณะ

วรบดินทร์ จำรัสพันธุ์ ชนิดาภา พรพุทธศรี ธัชพันธ์ พ่วงสมบัติ และพรพรรณ อัศวพัชระ*

โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โครงการการศึกษาพหุภาษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา pornpun@kusrd.ac.th

บทคัดย่อ (Abstract)

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบต้นแบบสำหรับเฝ้าระวังและควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อน้ำสาธารณะ โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ร่วมกับระบบเติมอากาศด้วยกังหันน้ำ กล้องเฝ้าระวัง และการควบคุมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ระบบสามารถวัดค่า pH ค่าปริมาณสารละลายในน้ำ (Total Dissolved Solids : TDS) ค่าปริมาณน้ำฝน และค่าออกซิเจนในน้ำ (Dissolved Oxygen : DO) รวมทั้งสามารถเปิดกังหันน้ำเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำตามเงื่อนไขที่กำหนด จากการทดลองพบว่าการเปิดกังหันเติมอากาศสามารถเพิ่มปริมาณค่าออกซิเจนในน้ำ (DO) ได้เฉลี่ยประมาณ 0.85 mg/L หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 18% ภายใน 30 นาที แสดงถึงศักยภาพของระบบในการปรับปรุงคุณภาพน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยพลังงานจากแสงอาทิตย์ และยังสามารถสังเกต เฝ้าระวัง รวมทั้งช่วยให้การดูแลระบบนิเวศของบ่อน้ำสาธารณะได้อย่างเต็มระบบ สะดวกต่อผู้ดูแล ลดความเสี่ยงของการสูญเสียของสัตว์น้ำ พืชน้ำ อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมการนำเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์มาใช้ในการดูแลสิ่งแวดล้อม สามารถนำไปใช้ในบ่อน้ำของชุมชน โรงเรียน หรือฟาร์มสัตว์น้ำได้อย่างเหมาะสม เพื่อเพิ่มคุณภาพชีวิตที่ดีให้กับสังคมโดยรวม

คำสำคัญ: การเฝ้าระวัง ระบบนิเวศของน้ำ บ่อน้ำสาธารณะ

1. บทนำ (INTRODUCTION)

ระบบนิเวศทางน้ำมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมโดยรวม นอกจากจะมีบทบาทสำคัญในการสร้างความหลากหลาย ทางชีวภาพและผลผลิตทางนิเวศแล้ว ระบบนิเวศทางน้ำยังให้บริการต่าง ๆ แก่ประชากรมนุษย์อีกด้วย การดูแลระบบนิเวศทางน้ำโดยเฉพาะการดูแลรักษาคุณภาพน้ำให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม จะส่งผลโดยตรงต่ออัตราการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ พืช และส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์ที่อาศัยอยู่ใกล้บริเวณแหล่งน้ำโดยรอบ คุณภาพน้ำที่ไม่ดีอาจก่อให้เกิดโรคระบาดในสัตว์น้ำหรือพืชน้ำทำให้เกิดอัตราการตายหรือเสียหายสูงขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมอย่างชัดเจน[1] สถิติจากกรมควบคุมมลพิษรายงานว่า ในแต่ละวันมีน้ำเสียจากชุมชน 9.50 ล้าน ลบ.ม. โดยในจำนวนนี้ประมาณ 52% หรือ 4.90 ล้าน ลบ.ม./วัน ถูกปล่อยลงแหล่งน้ำโดยไม่ผ่านการบำบัด[2] โดยระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนอยู่ในการดูแลขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยพบว่าระบบบำบัดน้ำเสียส่วนใหญ่มีปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานหลายประการ ทำให้การบำบัดน้ำเสียชุมชนที่ผ่านมาไม่มีประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์[9] จากข้อมูลดังกล่าวทำให้เห็นได้ว่า การดำเนินการเพื่อการแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำ จึงเป็นภารกิจสำคัญของประเทศที่ต้องรีบดำเนินการเป็นกรณีเร่งด่วน

การนำเทคโนโลยี IoT (Internet of Things) เข้ามาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำช่วยทำให้เราสามารถทราบถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อคุณภาพน้ำได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งค่าตัวชี้วัดต่าง ๆ ควรควบคุมให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม เพื่อเฝ้าระวังระบบนิเวศของแหล่งน้ำ ป้องกันการเติบโตของเชื้อโรคและลดความเสี่ยงในการเกิดโรคระบาดในสัตว์น้ำได้ [10] ทั้งช่วยให้ผู้ควบคุมสามารถตอบสนองต่อระบบได้อย่างรวดเร็ว ลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น[12] นอกจากนี้ การนำระบบกังหันน้ำเติมอากาศ ระบบการให้อาหารสัตว์น้ำแบบควบคุม ระบบการเฝ้าระวังชุดอุปกรณ์ควบคุมการติดตั้งกล้องแสดงภาพแบบเรียลไทม์เข้ามาช่วยทำให้ผู้ควบคุมสามารถสังเกตสภาพแวดล้อมบริเวณโดยรอบ ประเมินพฤติกรรมของสัตว์น้ำ หรือสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในบริเวณ หรือตรวจจับสิ่งแปลกปลอม หรือศัตรูตามธรรมชาติ ที่เข้ามาใกล้บริเวณแหล่งน้ำจะช่วยให้ผู้ดูแลควบคุมสามารถดำเนินการแก้ไขหรือป้องกันได้อย่างรวดเร็ว[11] ดังนั้น การเฝ้าระวังและควบคุมระบบนิเวศของแหล่งน้ำหรือบ่อน้ำโดยการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการตรวจวัดและควบคุมคุณภาพน้ำแบบเรียลไทม์ควบคู่ไปกับการนำเทคโนโลยีมาแก้ปัญหา และปรับปรุงคุณภาพของน้ำ จะช่วยลดความเสี่ยงและเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการระบบนิเวศของแหล่งน้ำซึ่งจะส่งผลดีต่อระบบนิเวศ สิ่งแวดล้อม และเป็นการส่งเสริมคุณภาพชีวิตของประชาชนโดยรวม

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (LITERATURE REVIEW)

งานวิจัยหลายฉบับได้ศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำของระบบเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างเช่น Rupali P. Shete และคณะ (2024) ได้ศึกษาระบบติดตามคุณภาพน้ำแบบเรียลไทม์โดยใช้เซ็นเซอร์ IoT สำหรับวัดพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น ค่า pH อุณหภูมิ ความขุ่น จะช่วยปรับปรุงอัตราการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำและลดอัตราการตายลง เมื่อเทียบกับการเลี้ยงแบบทั่วไป เนื่องจากผู้เลี้ยงสามารถรับรู้การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำและปรับสภาพแวดล้อมได้ทันท่วงที [14] Flores-Iwasaki และคณะ (2025) ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ IoT ในระบบเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ พบว่า ค่าเซ็นเซอร์ที่ถูกนำมาใช้บ่อยที่สุด คือ ค่า pH มีถึง 92.9% และ 62.5% คือค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ รองลงมาคือค่า TDS ถูกนำมาใช้ถึง 30% [10] ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อการวัดค่าคุณภาพของระบบนิเวศในน้ำ นอกจากนี้ รายงานยังระบุว่า การนำ IoT มาใช้ในระบบเฝ้าติดตามคุณภาพน้ำสามารถลดอัตราการตายของสัตว์น้ำลงได้และช่วยเพิ่มผลผลิตจากการเลี้ยงสัตว์น้ำ เนื่องจากสามารถควบคุมสภาพน้ำให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมได้ดีขึ้น

สำหรับการนำระบบกังหันน้ำเข้ามาใช้ควบคู่กับเทคโนโลยีการตรวจวัดคุณภาพน้ำ และการควบคุมอุปกรณ์ในระบบบ่อน้ำ นิฏฐิตา และ วีระศักดิ์ (2562) ระบุว่าการใช้เครื่องวัดคุณภาพน้ำอัตโนมัติสามารถช่วยลดต้นทุนค่าไฟฟ้าในฟาร์มกุ้งได้เมื่อเทียบกับการเลี้ยงกุ้งในระบบปกติเนื่องจากเครื่องวัดคุณภาพน้ำอัตโนมัติสามารถรายงานผลได้อย่างเป็นปัจจุบันและทำให้เกษตรกรสามารถตัดสินใจปิดเครื่องตีน้ำในขณะที่ไม่มีความจำเป็นได้[5] นอกจากนี้ งานวิจัยของธวัชชัย และคณะ (2022) ศึกษาเกี่ยวกับเครื่องเติมอากาศในน้ำชนิดกังหันพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ พบว่าระบบสามารถเพิ่มออกซิเจนในน้ำได้ 3 mg/L และทำให้สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้[4] ในส่วนของการติดตั้งกล้องในระบบนิเวศของบ่อน้ำ โดย Parra และคณะ (2024) ศึกษาระบบควบคุมอัจฉริยะสำหรับฟาร์มปลาที่มีต้นทุนต่ำ โดยนำเซ็นเซอร์ IoT ตรวจวัดปัจจัยทางน้ำ และใช้กล้องถ่ายภาพใต้น้ำร่วมกับอัลกอริทึมประมวลผลภาพเพื่อเฝ้าดูพฤติกรรมของปลา ตรวจจับผู้ล่าหรือศัตรูที่เข้ามาในระบบ และนับจำนวนปลาที่หลุดรอดหรือเสียหาย ซึ่งระบบอัจฉริยะนี้สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการฟาร์มและลดการใช้พลังงานของเครื่องเติมอากาศได้ลดลงถึง 35% เมื่อเทียบกับการควบคุมแบบเดิม [11] งานวิจัยและรายงานที่เกี่ยวกับคุณภาพน้ำกับระบบการให้อาหารสัตว์น้ำ โดยนิคม และคณะ (2554) ได้ศึกษาแอมโมเนีย

กับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ นำเสนอว่า การควบคุมปริมาณการให้อาหาร การควบคุมค่าความเป็นกรด – ด่างในน้ำ การเปิดเครื่องเติมอากาศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานจุลินทรีย์ในการย่อสลายสารอินทรีย์ จะช่วยควบคุมปริมาณแอมโมเนียเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำ เพราะหากมีแอมโมเนียตกค้างหรือปนเปื้อนในแหล่งน้ำปริมาณมาก จะทำให้ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ของน้ำสูงขึ้น ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ต่ำลง ส่งผลให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลง[6] รุ่งพฤทธิ์ และคณะ (2563) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการกินอาหาร คุณภาพน้ำและการใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติในการเลี้ยงปลานิลแดงในกระชังในบ่อดิน พบว่า การให้อาหารด้วยมือในปัจจุบัน ทำให้ปลาได้รับอาหารปริมาณมากเกินความจำเป็น ส่งผลให้อัตราการขับถ่ายเพิ่ม คุณภาพน้ำเสื่อมลง และการให้อาหารด้วยเครื่องให้อาหารอัตโนมัติให้ผลการเลี้ยงที่มีความแตกต่างกับการเลี้ยงที่ให้อาหารด้วยมือโดยเฉพาะเรื่องของต้นทุนการผลิต ผลตอบแทนด้านกำไร และยังสามารถลดแรงงานคนลงได้ [8]

การศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิของน้ำที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศในน้ำ โดย จารุมาศ (2564) ศึกษาแนวทางการบริหารจัดการระบบนิเวศอ่างเก็บน้ำเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรและการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน รายงานว่า อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญทั้งในกระบวนการเจริญพันธุ์ของประชากรสัตว์น้ำ และกระบวนการทางกายภาพและชีวเคมีที่เกิดขึ้นในแหล่งน้ำ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำที่ผิวหน้า หากอุณหภูมิน้ำที่ผิวหน้าแตกต่างจากมวลน้ำใหม่ที่ไหลลงมา แตกต่างมากกว่า 4°C เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิเฉลี่ยกลางวันของมวลน้ำเดิมในพื้นที่ จะสามารถเกิดสถานการณ์มุดตัวลงของมวลน้ำ อาจจะก่อให้เกิดปัญหาออกซิเจนละลายน้ำลดลง และมักพบการตายลงของสัตว์น้ำตามมาได้ [3]

สำหรับการติดตั้งระบบการตรวจจับก๊าซ เพื่อเฝ้าระวังระบบชุดอุปกรณ์ควบคุม และบ่งบอกกรณีที่มีน้ำเสียที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพของสารอินทรีย์ ซึ่งสามารถปล่อยก๊าซที่ติดไฟได้ ที่อาจออกมาในกระบวนการนี้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ ที่ไม่มีออกซิเจน (Anaerobic condition) ตัวอย่างเช่น มีเทน (CH_4) ที่เกิดจากจุลินทรีย์ในสภาพไม่มีออกซิเจน โดยเฉพาะในบ่อบำบัดน้ำเสีย ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ที่เกิดจากการย่อยสลายของสารประกอบกำมะถัน หรือครอบคลุมถึงควันต่าง ๆ ซึ่งการทำงานควบคู่กับการวัดคุณภาพน้ำ และระบบกังหันน้ำจะช่วยให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ[13] ส่วนการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการไล่นกด้วยเสียงของ ปาณิสรา และ ธนากร พบว่า เสียงความถี่สูงสามารถใช้ในการขับไล่นกในกระชังปลาทับทิมได้ โดยป้องกันในระยะ 5- 10 เมตร [7]

จากการรวบรวมและศึกษางานวิจัยข้างต้น โครงงานนี้จึงได้ปรับองค์ความรู้จากหลายด้านเข้าด้วยกัน โดยการนำ IoT มาใช้ในการตรวจวัดคุณภาพน้ำ และติดตั้งระบบการเติมอากาศด้วยกังหันน้ำ ระบบควบคุมการให้อาหารสัตว์น้ำ การติดตั้งระบบตรวจจับก๊าซ การตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้น และระบบการไล่นกด้วยเสียง โดยอาศัยพลังงานจากแสงอาทิตย์ ผ่านแผงโซล่าเซลล์ เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งจะสามารถนำมาเฝ้าระวังระบบนิเวศของบ่อน้ำสาธารณะต่อไปได้

3. หลักการคิดและการออกแบบ

การตรวจคุณภาพน้ำ และแจ้งเตือนให้ผู้ควบคุมได้ทราบถึงค่าต่าง ๆ ของคุณภาพน้ำที่มีปัญหา จึงทำการสั่งการระบบการหมุนของกังหันน้ำเพื่อเติมอากาศทันที ควบคู่กับการติดตั้งระบบควบคุมการให้อาหารสัตว์น้ำเข้ามาเกี่ยวข้อง เพื่อลดปัญหาของการเน่าเสียของน้ำ รวมทั้งติดตั้งกล้องที่สามารถดูทั้งระบบได้แบบเรียลไทม์ เพื่อการสังเกต เฝ้าระวัง นอกจากนี้การติดตั้งระบบป้องกันชุดอุปกรณ์เพื่อลดความเสียหายให้กับระบบอุปกรณ์ โดยทั้งระบบเมื่ออยู่ในบ่อน้ำกลางแจ้งยังใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อช่วยให้ผู้ควบคุมสามารถดูแลรักษาระบบนิเวศของบ่อน้ำสาธารณะเพื่อให้เกิดความครอบคลุม ประกอบด้วย 7 ระบบ คือ

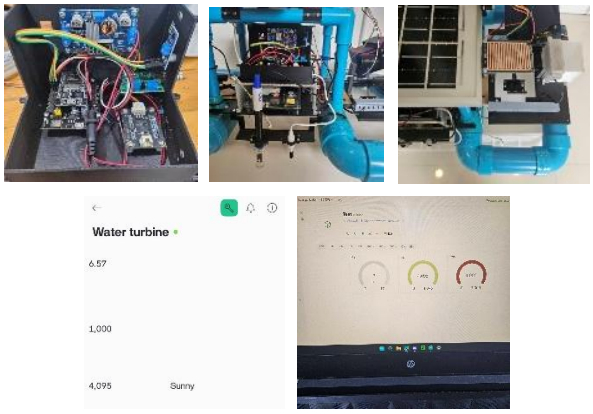
1. ระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำด้วย IoT
2. ระบบปฏิบัติการใช้กังหันน้ำเพื่อเติมอากาศ
3. ระบบกล้องเฝ้าระวังโดยผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ
4. ระบบตรวจวัดแก๊ส อุณหภูมิ ความชื้น และระบบแจ้งเตือนเมื่อมีสิ่งของเข้ามาชนหรืออยู่ในระยะที่ใกล้กับชุดอุปกรณ์ เพื่อเฝ้าระวังชุดอุปกรณ์ควบคุม
5. ระบบไล่สิ่งมีชีวิต หรือนกด้วยเสียง
6. ระบบชุดควบคุมการให้อาหารสัตว์น้ำในกรณีพิเศษ
7. ระบบให้พลังงานชุดอุปกรณ์ ผ่านโซล่าเซลล์

การทดสอบนี้จึงใช้บอร์ด ESP32 เพื่อตรวจสอบค่าต่าง ๆ ที่บ่งบอกคุณภาพน้ำ ได้แก่ ค่า pH ค่า ค่าปริมาณสารละลายในน้ำ (Total Dissolved Solids : TDS) และค่าปริมาณน้ำฝน ร่วมกับการใช้ Mbot2 เพื่อควบคุมการหมุนของมอเตอร์กังหันน้ำ ควบคุมชุดกล่องการให้อาหารสัตว์น้ำ ควบคุม MQ2 Sensor เพื่อตรวจสอบแก๊สที่อาจติดไฟได้ Humidity Sensor เพื่อตรวจวัดอุณหภูมิ และความชื้นบริเวณผิวน้ำและอุปกรณ์ Ultrasonic Sensor เพื่อตรวจและแจ้งเตือนด้วยแสงเมื่อมีวัตถุเข้ามาใกล้หรือชนกับกังหันน้ำ และ Science Sensor ติดตั้งเพื่อตรวจและแจ้งเตือนหรือด้วยเสียงเมื่อมีวัตถุทางอากาศ หรือนกที่จะบินเข้ามาเกาะ รวมทั้งนำอุปกรณ์กล้องที่สามารถดูผ่านแอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือ และแผงโซล่าเซลล์เข้ามาช่วยในการรับพลังงานแสงอาทิตย์และแปลงเป็นพลังงานให้กับระบบทั้งหมด จะช่วยให้ผู้ควบคุมสามารถเฝ้าระวังระบบนิเวศของบ่อน้ำสาธารณะได้อย่างครอบคลุม สะดวก และมีประสิทธิภาพ

3.1 การติดตั้งอุปกรณ์ขณะทดลอง

โครงสร้างของทุ่นลอยใช้ท่อ PVC ที่สามารถหาได้ง่าย ฉีดโฟมเพื่อไม่ให้น้ำซึมเข้าทำให้สามารถลอยน้ำได้และสามารถรับน้ำหนักบอร์ดและอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ จากนั้นติดตั้งระบบการตรวจวัด การบำบัด และระบบการแจ้งเตือน ดังนี้

3.1.1 ระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำด้วย IoT ใช้บอร์ด ESP32 เพื่อตรวจสอบค่าต่าง ๆ ที่บ่งบอกคุณภาพน้ำ ได้แก่ ค่า pH ค่าปริมาณสารละลายในน้ำ (Total Dissolved Solids : TDS) และค่าปริมาณน้ำฝน



รูปที่ 1 การเชื่อมต่อระหว่างบอร์ด ESP32 (บนแผงวงจร) กับโมดูลเซ็นเซอร์

จากรูปที่ 1 แสดงภาพการเชื่อมต่อเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ของระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำด้วย IoT โดยใช้บอร์ด ESP32 ซึ่งมีการเชื่อมต่อกับโมดูลแปลงไฟแรงดันที่แปลงไฟจากแหล่งจ่ายไฟภายนอกจาก 12 โวลต์เปลี่ยนเป็น 5

โวลต์ เพื่อจ่ายพลังงานให้กับ ESP32 และเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ส่วนของเซ็นเซอร์ในระบบนี้ประกอบไปด้วยเซ็นเซอร์วัด pH แบบ Analog
โดยมีชุดหัววัดค่าพร้อมโมดูลปรับแต่งกระแสไฟฟ้า เซ็นเซอร์วัดค่าปริมาณสารละลายในน้ำ (TDS) แบบ Analog และเซ็นเซอร์วัดค่าปริมาณน้ำฝน (Raindrop Detection Sensor Module) โดยบอร์ด ESP32 จะตั้งค่าให้เชื่อมต่อกับ Wi-Fi ภายในบริเวณเพื่อเข้าสู่ระบบคลาวด์และแอปพลิเคชัน Blynk IoT ซึ่งจะสามารถรับข้อมูลแบบเรียลไทม์ได้ผ่านเว็บไซต์ และบนมือถือ โดยผู้ทดสอบได้สร้างแดชบอร์ดบนแอปพลิเคชัน Blynk IoT

นอกจากนี้ทางผู้ทดสอบได้เพิ่มชุดตรวจค่าออกซิเจนในน้ำ (DO) เพิ่มพารามิเตอร์สำคัญในการชี้วัดคุณภาพน้ำที่ทำให้การวัดค่าคุณภาพน้ำมีความน่าเชื่อถือเพิ่มมากยิ่งขึ้น

3.1.2 ระบบปฏิบัติการใช้กังหันน้ำเพื่อเติมอากาศ และการควบคุมการให้อาหารสัตว์น้ำ ใช้บอร์ด Mbot2 เครื่องที่ 1 เพื่อทำหน้าที่ควบคุม Encoder motor ระดับแรงดัน 7.4 โวลต์ 2 ตัว ติดตั้งกับกังหันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร จำนวน 2 ใบเพื่อให้พลังงานหมุนกังหันน้ำที่วางระบบแบบหมุนตามเข็มนาฬิกา และอีกใบหมุนทวนเข็มนาฬิกา เพื่อให้เกิดความสมดุล โดยสามารถเชื่อมต่อกับบูลทูธคอนโทรเลอร์ เพื่อให้ผู้ควบคุมสามารถสั่งการเพิ่ม-ลดความเร็วของมอเตอร์ หรือสั่งปิด-เปิดมอเตอร์ได้สะดวก ระบบนี้จะช่วยบำบัดน้ำโดยหลักการเติมออกซิเจนในน้ำ ส่วนการให้อาหารสัตว์น้ำ ติดตั้งเซอร์โวควบคู่กับกล่องใส่อาหารสัตว์น้ำเพื่อทำหน้าที่ยกเทให้อาหารสัตว์น้ำออกจากกล่องใส่อาหาร ควบคุมโดยคอนโทรเลอร์ตัวเดียวกับระบบควบคุมกังหันน้ำ ในกรณีที่ได้รับการแจ้งเตือนเมื่อค่าน้ำมีปัญหา ทางผู้ควบคุมจะทำการกดสั่งการเพื่อให้กังหันน้ำทำงาน หรือใช้ระบบการให้อาหารสัตว์น้ำแบบควบคุม

3.1.3 ระบบตรวจวัดแก๊ส อุณหภูมิ ความชื้น ระบบแจ้งเตือนเมื่อมีสิ่งของเข้ามาชนหรืออยู่ในระยะที่ใกล้กับชุดอุปกรณ์ และระบบการไล่นกด้วยเสียง เพื่อเฝ้าระวังชุดอุปกรณ์ควบคุมใช้บอร์ด Mbot2 เครื่องที่ 2โดยเชื่อมต่อกับ

- MQ2 Sensor ทำหน้าที่ตรวจจับแก๊สที่มีโอกาสติดไฟ การแสดงค่าการแจ้งเตือนจะแสดงเป็น Flammable Gas: True กรณีเซ็นเซอร์ตรวจเจอแก๊ส และ False กรณีเมื่อตรวจไม่เจอแก๊ส
- Humidity Sensor เพื่อตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นบริเวณ ผิวน้ำ การแสดงค่าการแจ้งเตือนจะแสดงค่า Temperature: - °C
  Humidity: - % Detect

ค่าของ MQ2 Sensor และ Humidity Sensor จะถูกส่งสัญญาณไปยัง Cyber Pi ที่ติดตั้งอยู่ที่ Mbot2 เครื่องที่ 3 เพื่อให้ผู้ควบคุมสามารถดูข้อมูลเพื่อประมวลผลต่อไป

- Ultrasonic Sensor ติดตั้งฝั่งซ้าย และขวาของตัวเครื่องกังหันน้ำ โดยเชื่อมต่อกับ Mbot2 เครื่องที่ 2 เพื่อแจ้งเตือนเมื่อมีวัตถุเข้ามาใกล้กับเครื่อง โดยถ้ามีวัตถุเข้ามาในระยะ 5 – 300 เซนติเมตร (Error: +-5%) จะแสดงแสงไฟที่ตัวกังหันน้ำเพื่อให้ผู้ควบคุมสังเกตความผิดปกติ
- Science Sensor ติดตั้งบริเวณแผงโซล่าเซลล์ โดยเชื่อมต่อกับ Mbot2 เครื่องที่ 2 โดยจะมีเสียงดัง เพื่อแจ้งเตือนเมื่อมีวัตถุ หรือสิ่งมีชีวิตที่เข้ามาใกล้หรือบินเข้ามาในระยะใกล้กับแผงโซล่าเซลล์

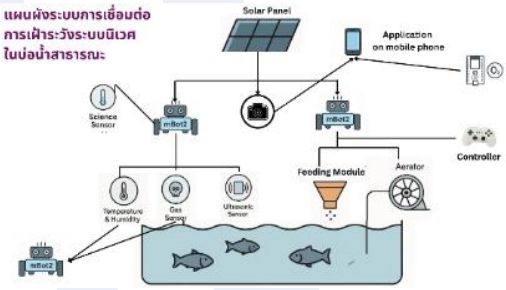
3.1.4 กล้องเฝ้าระวังโดยผ่าน Application บนโทรศัพท์มือถือ โดยโหลด application: YI Dashcam

3.1.5 การเชื่อมต่อโซล่าเซลล์ โดยใช้แหล่งจ่ายเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 35 x 26 เซนติเมตร แรงดัน 12 โวลต์ 10 วัตต์ โดยติดกับทุ่นลอยน้ำขนาด กว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 75 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร

ซึ่งระบบทั้งหมดถูกติดตั้ง ดังแสดงในรูปที่ 2

รูปที่ 2 การเชื่อมต่อระหว่างบอร์ด ESP32 และ Mbot 2 กับโมดูลเซ็นเซอร์ต่าง ๆ พร้อมกล้อง แผงโซล่าเซลล์ และรีโมทคอนโทรเลอร์

โดยระบบการเชื่อมต่อการเฝ้าระวังระบบนิเวศในบ่อน้ำสาธารณะโดยบอร์ด ESP32 และ Mbot2 ที่เชื่อมต่อทั้งระบบ แสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แผนผังระบบการเชื่อมต่อระบบเฝ้าระวังระบบนิเวศของบ่อน้ำสาธารณะ

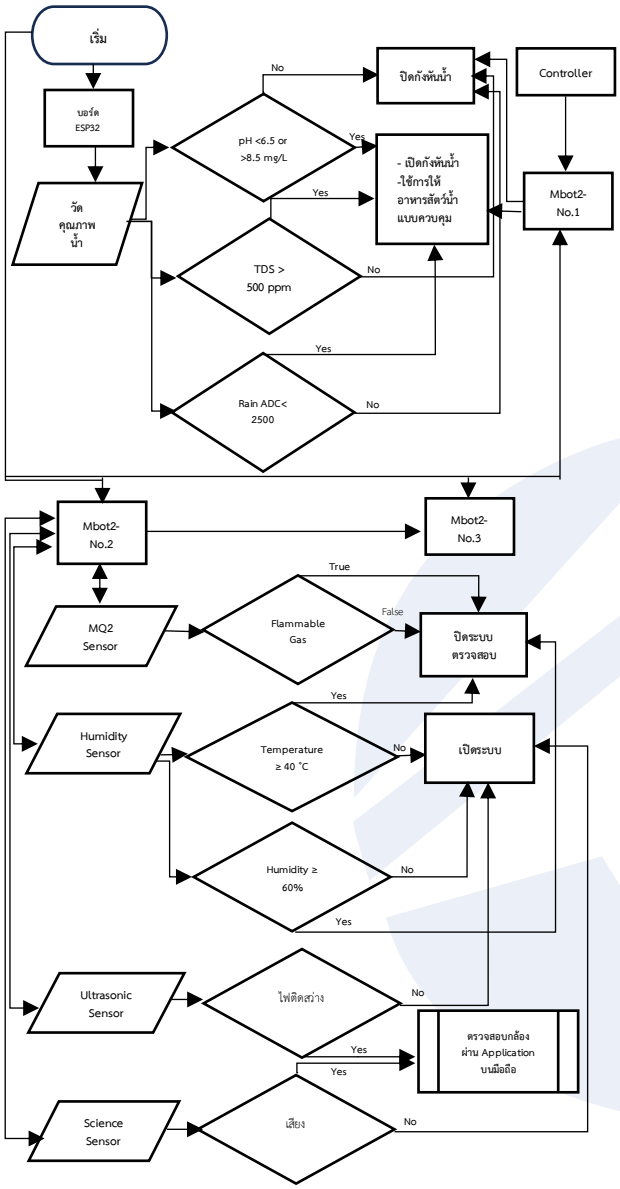
3.2 หลักการทำงานของระบบที่ได้เสนอ

จากระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำด้วย IoT โดยใช้บอร์ด ESP32 เมื่อชุดทดสอบได้ทำการลงทดสอบที่บ่อน้ำสาธารณะจะส่งผลค่าไปยังแอปพลิเคชัน Blynk IoT โดยจะแสดงค่า pH ค่า TDS (Total Dissolved Solids) หรือค่าปริมาณสารละลายในน้ำ และค่าปริมาณน้ำฝน โดยกำหนดค่ามาตรฐาน และเงื่อนไขการเปิดกังหันน้ำ ดังข้อมูลในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 มาตรฐานคุณภาพน้ำ กับเงื่อนไขการเปิดระบบกังหันน้ำ

ค่าการตรวจคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	เงื่อนไขการเปิดกังหันน้ำ
ค่า pH	ค่า pH ระหว่าง 6.5 - 8.5	กรณีค่า pH ต่ำกว่า 6.5 หรือสูงกว่า 8.5 เปิดกังหันน้ำ
ค่า TDS หรือค่าปริมาณสารละลายในน้ำ (ppm)	ค่าระหว่าง 300-500 ppm	กรณีค่าต่ำกว่า 200 หรือสูงเกิน 500 ppm เปิดกังหันน้ำ
ค่าปริมาณน้ำฝน (Rain Sensor) – ADC : Analog to Digital Converter	ค่าตรวจวัดเริ่ม 0-4,095 ค่ายิ่งสูงอากาศยิ่งแห้ง (Sunny) ค่ายิ่งต่ำแสดงว่ามีปริมาณความชื้นหรือปริมาณน้ำฝนสูง	กรณีค่าต่ำกว่า 2,500 (ฝนตก) เปิดกังหันน้ำ

จากข้อมูลในตารางที่ 1 ถ้าค่าการตรวจคุณภาพน้ำไม่อยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐาน ผู้ควบคุมจะใช้รีโมทคอนโทรเลอร์เปิดระบบหมุนกังหันน้ำ และระบบตรวจวัดแก๊ส อุณหภูมิ ความชื้น ระบบแจ้งเตือนเมื่อมีสิ่งของเข้ามาชนหรืออยู่ในระยะที่ใกล้กับชุดอุปกรณ์ และระบบการไล่นกด้วยเสียง เพื่อเฝ้าระวังชุดอุปกรณ์ควบคุม เพื่อให้ผู้ควบคุมสามารถสังเกต ติดตามได้จากในระยะไกล ซึ่งระบบการทำงานสามารถแสดงเป็นแผนผังการทำงานของระบบเฝ้าระวังระบบนิเวศของบ่อน้ำสาธารณะได้ตามรูปที่ 4



รูปที่ 4 แผนผังการทำงานของระบบเฝ้าระวังระบบนิเวศของบ่อน้ำสาธารณะ

4. วิธีการ/ขั้นตอนการทดลอง (METHODOLOGY)

ในการทดลองนี้แบ่งเป็นการทดสอบระบบ และการทดลองประสิทธิภาพของกังหันน้ำต่อคุณภาพน้ำของบ่อน้ำสาธารณะตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 การทดสอบระบบการตรวจวัดค่าน้ำ ระบบการใช้รีโมทคอนโทรเลอร์เปิดระบบหมุนกังหันน้ำ ระบบการใช้รีโมทคอนโทรเลอร์เพื่อการให้อาหารสัตว์น้ำในกรณีพิเศษ ระบบตรวจวัดแก๊ส อุณหภูมิ ความชื้น ระบบแจ้งเตือนเมื่อมีสิ่งของเข้ามาชนหรืออยู่ในระยะที่ใกล้กับชุดอุปกรณ์ ระบบการไล่นกด้วยเสียง เพื่อเฝ้าระวังชุดอุปกรณ์ควบคุมระบบกล้องเพื่อดูผ่านแอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือ และระบบการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ผ่านแผงโซล่าเซลล์

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบระบบการทำงานของการเฝ้าระวังระบบนิเวศในบ่อน้ำสาธารณะ

ลำดับ	เงื่อนไขการทดสอบ	ผลการทดสอบ
1.	ระบบวัดคุณภาพน้ำส่งค่าผ่าน แอปพลิเคชัน Blynk IoT	สามารถดูค่าได้
2.	ระบบการใช้รีโมทคอนโทรเลอร์เปิดระบบหมุนกังหันน้ำ	สามารถกดรีโมทคอนโทรเลอร์เปิด-ปิดกังหันน้ำ และเพิ่ม-ลดความเร็วของการหมุนกังหันน้ำได้
3.	ระบบการใช้รีโมทคอนโทรเลอร์เพื่อการให้อาหารสัตว์น้ำ(ในกรณีพิเศษ)	สามารถกดรีโมทคอนโทรเลอร์กดยกกล่องให้อาหารสัตว์น้ำ และยกลงสู่ตำแหน่งเดิมได้
4.	ระบบตรวจวัดแก๊ส และส่งค่าไปยัง Mbot2 No.3	ส่งค่า True/False มาที่ Mbot2 No.3 ได้
5.	ระบบตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น และส่งค่าไปยัง Mbot2 No.3	ส่งค่า Humidity : - % และ Temperature: °C มาที่ Mbot2 No.3 ได้
6.	ระบบแจ้งเตือนด้วยแสงไฟเมื่อมีสิ่งของเข้ามาชนหรืออยู่ในระยะที่ใกล้กับ Ultrasonic Sensor ฝั่งซ้าย และฝั่งขวา ระยะ 5 – 300 เซนติเมตร	ไฟติดเมื่อมีวัตถุเข้ามาในระยะ
7.	ระบบการไล่นกด้วยเสียงจาก Science Sensor	มีเสียงเมื่อมีนก หรือวัตถุมาในระยะ
8.	ระบบกล้องเพื่อดูผ่านแอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือ	ดูภาพได้แบบเรียลไทม์
9.	ระบบการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ผ่านแผงโซล่าเซลล์	ระบบทำงานได้

จากข้อมูลในตารางที่ 2 ผลการทดสอบระบบการทำงานของการเฝ้าระวังระบบนิเวศในบ่อน้ำสาธารณะ พบว่า ทุกระบบสามารถใช้งานได้ ดังตัวอย่างภาพในรูปที่ 5

รูปที่ 5 การทดสอบระบบการทำงานของการเฝ้าระวังระบบนิเวศในบ่อน้ำสาธารณะ

ส่วนที่ 2 ทำการทดลองโดยการนำน้ำจากบ่อน้ำสาธารณะเขตพื้นที่อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา มาทดลองในบ่อพลาสติกระบบปิดขนาด 120 x 90 x 28 เซนติเมตร โดยสูบน้ำเข้าบ่อทดสอบบ่อละ 50 ลิตร จำนวน 2 บ่อ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานระหว่างบ่อที่ใช้เครื่องเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ และบ่อที่ไม่ได้ใช้เครื่องเติมอากาศ ซึ่งทำการทดลองจำนวน 3 วัน ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2568 โดยการวัดค่า pH ค่า TDS หรือค่าปริมาณสารละลายในน้ำ ค่าปริมาณน้ำฝน และค่าออกซิเจนในน้ำ (DO) ก่อนการทดลอง และระหว่างการทดลองทุก ๆ 15 นาที วัดค่าจำนวน 2 ครั้ง เพื่อวัดค่าคุณภาพน้ำและเปรียบเทียบกันระหว่างบ่อที่ใช้เครื่องเติมอากาศตามเงื่อนไขของระบบเทียบกับบ่อที่ไม่ได้ใช้เครื่องเติมอากาศ เปรียบเทียบค่าก่อน-หลังใช้งานระบบ ดังตัวอย่างภาพในรูปที่ 6

โดยในการทดลองจะมีตัวแปรที่ได้ศึกษาเพื่อนำมาวิเคราะห์ คือ ค่า pH ค่า TDS หรือค่าปริมาณสารละลายในน้ำ ค่าปริมาณน้ำฝน และค่าออกซิเจนในน้ำ (DO)

รูปที่ 6 การทดลองระบบการทำงานของการเฝ้าระวังระบบนิเวศในบ่อน้ำสาธารณะ

5. ผลการทดลองและอภิปราย (RESULTS AND DISCUSSION)

จากการทดลองนำน้ำจากบ่อน้ำสาธารณะเขตพื้นที่อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา มาทดลองในบ่อพลาสติกระบบปิดจำนวน 2 บ่อ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานระหว่างบ่อที่ใช้เครื่องเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ และบ่อที่ไม่ได้ใช้เครื่องเติมอากาศ ซึ่งทำการทดลองเป็นเวลา 3 วัน โดยการวัดค่า pH ค่าปริมาณสารละลายในน้ำ (TDS) ค่าปริมาณน้ำฝน และค่าออกซิเจนในน้ำ (DO) ก่อนการทดลอง และระหว่างการทดลองทุก ๆ 15 นาที เพื่อวัดค่าคุณภาพน้ำและเปรียบเทียบกันระหว่างบ่อที่ใช้เครื่องเติมอากาศตามเงื่อนไขของระบบ เทียบกับบ่อที่ไม่ได้ใช้เครื่องเติมอากาศ โดยทำการทดสอบซ้ำ 2 รอบ ผลการทดลองวัดคุณภาพน้ำก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลองในนาทีที่ 15 และนาที ที่ 30 ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 3

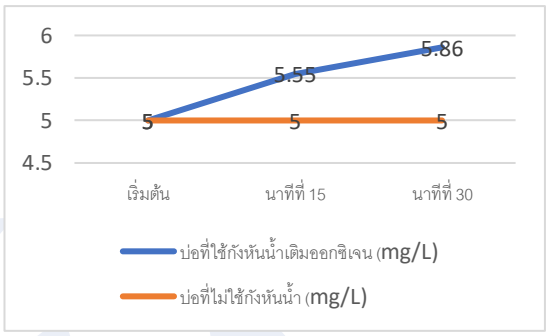
ตารางที่ 3 ผลการทดลองการวัดคุณภาพน้ำ กับการใช้ระบบกังหันน้ำในบ่อน้ำสาธารณะ

บ่อทดสอบ	ค่าน้ำก่อนทดสอบ					หลังใช้กังหันน้ำ									
						15 นาที					30 นาที				
	Temperature (°C)	pH	TDS (ppm)	ADC	DO (mg/L)	Temperature (°C)	pH	TDS (ppm)	ADC	DO (mg/L)	Temperature (°C)	pH	TDS (ppm)	ADC	DO (mg/L)
1. บ่อที่ใช้กังหันน้ำ วันที่ 1	32	5.60	1000	4095 (Sunny)	4.48	34	5.60	1000	4095 (Sunny)	5.68 (+26.8%)	34	5.97	1000	4095 (Sunny)	5.99 (+33.7%)
วันที่ 2	32	5.34	1000	4095 (Sunny)	5.08	32	5.34	1000	4095 (Sunny)	5.27 (+3.7%)	32	5.34	1000	4095 (Sunny)	5.51 (+8.5%)
วันที่ 3	33	4.88	1000	4095 (Sunny)	5.45	33	4.88	1000	4095 (Sunny)	5.71 (+4.8%)	33	4.88	1000	4095 (Sunny)	6.07 (+11.4%)
ค่าเฉลี่ยบ่อที่ใช้กังหันน้ำ	32	5.27	1000	4095	5	33	5.3	1000	4049	5.55	33	5.4	1000	4095	5.86
2. บ่อที่ไม่ใช้ วันที่ 1	32	5.60	1000	4095 (Sunny)	4.48	34	5.60	1000	4095 (Sunny)	4.48	34	5.60	1000	4095 (Sunny)	4.48
วันที่ 2	32	5.34	1000	4095 (Sunny)	5.08	32	5.34	1000	4095 (Sunny)	5.08	32	5.34	1000	4095 (Sunny)	5.08
วันที่ 3	33	4.88	1000	4095 (Sunny)	5.45	33	4.88	1000	4095 (Sunny)	5.45	33	4.88	1000	4095 (Sunny)	5.45
ค่าเฉลี่ยบ่อที่ไม่ใช้	32	5.27	1000	4095	5	33	5.27	1000	4049	5	33	5.27	1000	4095	5
ค่าเปรียบเทียบระหว่างบ่อ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.55	0	0.13	0	0	0.86

จากข้อมูลในตารางที่ 3 การทดลองวัดคุณภาพน้ำและทดลองเปรียบเทียบระบบการเปิดกังหันน้ำ เทียบกับบ่อควบคุมที่ไม่ได้เปิดกังหันน้ำ โดยนำน้ำจากบ่อน้ำสาธารณะเขตพื้นที่อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา มาทดลองในบ่อพลาสติกระบบปิด พบว่า

- ค่าเฉลี่ย pH มีค่า pH 5.27 ซึ่งมีค่าความเป็นกรด
- ค่าปริมาณสารละลายในน้ำ (TDS) จากการวัดค่าคุณภาพน้ำ พบว่ามีค่าสูงเกินมาตรฐาน 1,000 ppm
- จากการทดลอง พบว่า มีแดด ไม่มีฝน อุณหภูมิขณะทดลองอยู่ระหว่าง 32-34 °C

จากการวัดค่าออกซิเจนในน้ำ (DO) ก่อนการทดลองเปรียบเทียบระบบการเปิดกังหันน้ำ เทียบกับบ่อควบคุมที่ไม่ได้เปิดกังหันน้ำ โดยวัดค่าระหว่างการทดลองในนาทีที่ 15 และนาทีที่ 30 โดยแสดงเป็นกราฟค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในรูปที่ 7



รูปที่ 7 กราฟเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

จากกราฟในรูปที่ 7 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยค่าความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ของบ่อที่ใช้กังหันน้ำมีค่าความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำ (DO) เพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ 0.85 mg/L คิดเป็น 18% ภายใน 30 นาที

การทดสอบระบบปฏิบัติการใช้กังหันน้ำเพื่อเติมอากาศแบบทุ่นลอย ใช้บอร์ด Mbot2 เครื่องที่ 1 เพื่อทำหน้าที่ควบคุม Encoder motor ระดับแรงดัน 7.4 โวลต์ 2 ตัว ติดตั้งกับกังหันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร จำนวน 2 ใบเพื่อให้พลังงานหมุนกังหันน้ำที่วางระบบแบบหมุนตามเข็มนาฬิกา และอีกใบหมุนทวนเข็มนาฬิกา โดยเชื่อมต่อกับคอนโทรเลอร์ เพื่อให้ผู้ควบคุมสามารถสั่งการเพิ่ม-ลดความเร็วของมอเตอร์ และสั่งปิด-เปิดมอเตอร์ จากการทดสอบพบว่าระบบสามารถใช้งานได้จริงสามารถเปิดและปิดมอเตอร์ได้จากระยะไกลโดยผ่านคอนโทรเลอร์ได้ในระยะที่อยู่ห่างจากตัวเครื่อง 2 เมตร และเมื่อทดลองในบ่อปฏิบัติการ เขตพื้นที่ชุมชนอำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่า ระบบกังหันสามารถทำงานได้ เมื่อทำการวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำ พบว่า สามารถเพิ่มออกซิเจนในน้ำได้เฉลี่ยประมาณ 0.85 mg/L หรือเพิ่มขึ้น 18 % ภายใน 30 นาที

6. สรุป (CONCLUSION)

การพัฒนาระบบต้นแบบสำหรับเฝ้าระวังและควบคุมระบบนิเวศของบ่อน้ำสาธารณะโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT มาใช้เพื่อตรวจวัดคุณภาพน้ำซึ่งสามารถวัดค่า pH TDS (Total Dissolved Solids) และปริมาณน้ำฝน ร่วมกับระบบเติมอากาศด้วยกังหันน้ำ ระบบการใช้รีโมทคอนโทรเลอร์เพื่อการให้อาหารสัตว์น้ำ (ในกรณีพิเศษ) กล้องเฝ้าระวัง ระบบตรวจวัดแก๊ส อุณหภูมิ ความชื้น ระบบแจ้งเตือนเมื่อมีสิ่งของเข้ามาชนหรืออยู่ในระยะที่ใกล้กับชุดอุปกรณ์ และระบบการไล่นกด้วยเสียงเพื่อเฝ้าระวังชุดอุปกรณ์ควบคุม ซึ่งทั้งหมดควบคุมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ จากการทดสอบระบบทั้งหมด พบว่า ทุกระบบสามารถทำงานได้จริง และจากการทดลองนำน้ำจากบ่อน้ำสาธารณะเขตพื้นที่อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา มาทดลองในบ่อพลาสติกระบบปิดจำนวน 2 บ่อ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานระหว่างบ่อที่ใช้เครื่องเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ และบ่อที่ไม่ได้ใช้เครื่องเติมอากาศ ผลการทดลองพบว่าคุณภาพน้ำที่ตรวจวัดได้มีค่า pH 5.27 ซึ่งมีค่าความเป็นกรด ค่า TDS หรือค่าปริมาณสารละลายในน้ำมีค่าสูงเกินมาตรฐาน ระบบ คอนโทรเลอร์ควบคุมกังหันน้ำทำการเปิดกังหันเติมอากาศสามารถเพิ่มปริมาณค่าออกซิเจนในน้ำ(DO) ได้เฉลี่ยประมาณ 0.85 mg/L หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 18% ภายใน 30 นาที เมื่อเทียบกับบ่อที่ไม่ใช้เครื่องเติมอากาศ

แสดงถึงศักยภาพของระบบในการปรับปรุงคุณภาพน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และยังสามารถสังเกตเฝ้าระวัง รวมทั้งช่วยให้การดูแลระบบนิเวศของบ่อน้ำสาธารณะมีประสิทธิภาพ สะดวกต่อผู้ดูแล ลดความเสี่ยงของการสูญเสียของสัตว์น้ำและพืชน้ำ อีกทั้ง ยังเป็นการส่งเสริมการนำเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์มาใช้ในการดูแล สิ่งแวดล้อม สามารถนำไปใช้ในบ่อน้ำของชุมชน โรงเรียน หรือฟาร์มสัตว์น้ำได้อย่างเหมาะสม

แนวทางพัฒนาต่อตามแนวคิดของผู้ทดลอง คือ การเลือกบอร์ดควบคุมที่สามารถเชื่อมโยงระบบการควบคุมทั้งหมดได้แบบอัตโนมัติ เพิ่มเซ็นเซอร์ตรวจวัดค่าต่าง ๆ ให้ครอบคลุมสำหรับการวัดคุณภาพน้ำ ร่วมกับพัฒนาแอปพลิเคชันเข้ากับโทรศัพท์มือถือให้สามารถเก็บข้อมูล บันทึกค่า ประมวลผล และแจ้งเตือนค่าต่าง ๆ ไปยังผู้ควบคุมได้ รวมทั้งพัฒนาชิ้นงานให้มีความทนทาน เพื่อให้ทั้งระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถใช้งานได้จริง

7. กิตติกรรมประกาศ (ACKNOWLEDGMENT)

ขอบคุณสมาคมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า (ประเทศไทย) สถาบันพัฒนาทักษะดิจิทัลเทคโนโลยีและการสร้างนวัตกรรมไอเมค สมาคมการสร้างนวัตกรรมและหุ่นยนต์ (TIRA) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตอุดมศักดิ์ และโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โครงการการศึกษาพหุภาษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ที่ได้ให้คำแนะนำและความร่วมมือทำให้บทความฉบับนี้สำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง (REFERENCES)

[1] กรมควบคุมมลพิษ. (2567). คู่มือการจัดการปัญหามลพิษทางน้ำ กรณีศึกษาสาเหตุสัตว์น้ำตายจากมลพิษทางน้ำ. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

[2] กรมควบคุมมลพิษ. (2567). รายงานประจำปี 2567 กรมควบคุมมลพิษ. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

[3] จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. (2564, สิงหาคม). แนวทางการบริหารจัดการระบบนิเวศอ่างเก็บน้ำเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรและการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน. ภาควิชาชีววิทยาประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.หน้า 12.

[4] ธวัชชัย และคณะ. (2022, กันยายน-ธันวาคม). เครื่องเติมอากาศในน้ำชนิดกังหันพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์. วารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. ปีที่ 1(3) : 57-66.

[5] นิฏฐิตา เชิดชู, วีระศักดิ์ ชื่นตา. (2562). การเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการฟาร์มกุ้งด้วยการลดใช้ไฟฟ้าที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ และควบคุมการเลี้ยงด้วยเทคโนโลยีการเลี้ยงสัตว์น้ำแม่นยำ. วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี. 9: 85-96

[6] นิคม ละอองศิริวงศ์ และคณะ. (2554, กันยายน-ตุลาคม). แอมโมเนียกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. ในวารสารการประมง. ปีที่ 64 (5): 441-445.

[7] ปาณิสรา หาดขุนทด, ธนากร แสงกุดเลาะ. (2567). การพัฒนาระบบป้องกันนกรบกวนด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ และคลื่นความถี่สูง. ในวารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 16(1) : 77-89.

[8] รุ่งพฤทธิ์ จงเจริญสุข, วราห์ เทพาหุดี, เรืองวิชญ์ ยุ้นพันธ์. (2563). ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการกินอาหาร คุณภาพน้ำและการใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติในการ เลี้ยงปลานิลแดงในกระชังในบ่อดิน. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54. หน้า 637-647.

[9] ศตพล มุ่งคล้ำกลาง, จำลอง โพธิ์บุญ, วิสาขา ภู่จินดา. (2556, กรกฎาคม - ธันวาคม). ระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมสำหรับการจัดการน้ำเสียชุมชนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. ใน วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม ปีที่ 9 (2) : 3.

[10] M.Flores-Iwasaki, G.A. Guadalupe, M. Pechas-Caycho, S. Chapa-Gonzalez, R. C. Mori-Zabarburu, and J.C. Guerrero-Abad, (2025). “Internet of Things (IoT) Sensors for Water Quality Monitoring in Aquaculture Systems: A Systematic Review and Bibliometric Analysis,” AgriEngineering, vol.7 (3), Art. 78.

[11] L. Parra, S. Sendra, L. Gracia, and J. LIoret, (2024). “Smart Low-Cost Control System for Fish Farm Facilities”, Applied Sciences, vol. 14 (14), Art. 6244.

[12] Mawardi, P.M. Sihombing, and N. Yudisha, (2024). “An internet of things-based pump and aerator control system”, Indonesian J. of Electrical Engineering and Computer Science, vol.34 (2), pp.848-860.

[13] P. Kosse, O. Knoop, M. Lübken, T. C. Schmidt, and M. Wichern. (2023). “Methane emissions from wastewater treatment plants: Assessment and review of quantification methods,” Science of The Total Environment, vol. 857, Art. no. 159598.

[14] R.P. Shete, A.M. Bongale and D. Dharrao. (2024, August). IoT-enabled effective real-time water quality monitoring method for aquaculture. MethodsX 13. pp.9.

ประวัติผู้เขียนบทความ

ชื่อ-สกุล : เด็กชายวรบดินทร์ จำรัสพันธุ์
วันเกิด : 21 ธันวาคม 2555
การศึกษา : 2568 มัธยมศึกษาปีที่ 1
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Email address: 3650404596@kusrd.ac.th

ชื่อ - สกุล : เด็กหญิง ชนิดาภา พรพุทธศรี
วันเกิด : 3 มกราคม 2557
การศึกษา : 2568 มัธยมศึกษาปีที่ 1
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Email address: 3680705305@kusrd.ac.th

ชื่อ - สกุล : เด็กชาย ธัชพันธ์ พ่วงสมบัติ
วันเกิด : 24 มีนาคม 2555
การศึกษา : 2568 มัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Email address: 3670705027@kusrd.ac.th

ชื่อ - สกุล : นางสาวพรพรรณ อัศวพัชระ
วันเกิด : 19 มีนาคม 2527
การศึกษา : อาจารย์
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Email address : pornpun@kusrd.ac.th

Smart Salad Agriculture with AI and IoT: Dr.VeggieBot

Matika Jessica Tinner Phatthiwat Na Thalang Natcha Sa-nguannam*

Mohammad Duhan Tayeh and Chairat Srilawan

Kajonkietsuksa School angienatcha@gmail.com

Abstract

Small-scale hydroponic lettuce farmers in Thailand face nutrient deficiencies, diseases, and high costs from traditional methods. This research developed Dr.VeggieBot AI System using AIoT with Edge Computing to analyze lettuce health from leaf images and automatically manage nutrients. The system integrates AI camera, ESP32 microcontroller, solenoid valves, and solar power.Testing showed 95% accuracy for nitrogen deficiency, 92% phosphorus, 89% potassium, 85% diseases, and 91% pest damage detection. The system achieved 98% reliability with ±2 seconds precision and under 10-minute response. Dr.VeggieBot solves major problems through automated monitoring and precise nutrient management. Operating every 4 hours using solar energy, it suits 1.5-10 meter farms and can expand to other leafy vegetables for sustainable smart agriculture.

Keywords: AI, IoT, Smart Agriculture, Dr.VeggieBot

1. Introduction

The vegetables market in Thailand is valued at US$8.14 billion (approximately 285 billion baht) in 2024, projected to grow annually by 4.70% (CAGR 2024-2029) [1], but more than 70% of small-scale farmers rely on traditional methods, facing nutrient deficiencies, plant diseases, pest infestations, and high costs [2]. These problems cause reduced yields and economic losses.

Previous smart farming systems for small-scale farmers [3] are either general-purpose, not lettuce-specific, or too complex and expensive for small farmers [4]. Some IoT systems monitor environment but lack comprehensive plant health analysis from leaf images and advanced nutrient management [5]. Without addressing these gaps, Thai lettuce farmers will continue struggling with inefficient methods.

Therefore, this research develops the Dr.VeggieBot AI System using AIoT with Edge Computing [6] to analyze plant health from leaf colors, automatically manage nutrients with real-time monitoring, and prevent pests using bio-fertilizer and herbal extracts, providing an affordable solution for small-scale lettuce cultivation.

2.1 LITERATURE REVIEW

Analyzing lettuce health from leaf images is based on the principle that nutrient deficiencies manifest as specific color changes in plant leaves [7]. The AI classification model uses machine learning algorithms to identify patterns:

Classification Function: f(RGB) ⟶ Deficiency Type

Where RGB represents color values extracted from leaf images, mapping to specific nutrient deficiency categories (nitrogen, phosphorus, potassium) or disease conditions.

Where RGB represents color values extracted from leaf images, mapping to specific nutrient deficiency categories (nitrogen, phosphorus, potassium) or disease conditions.

The Dr.VeggieBot system employs hybrid Edge-Cloud computing architecture where AI image analysis is performed locally on ESP32 microcontroller, ensuring 99% operational uptime even with intermittent internet connectivity. The AIoT integration combines artificial intelligence with Internet of Things connectivity, creating an intelligent network for automated plant care while maintaining cloud connectivity only for critical data logging.

2.2 Related Research Work

Previous studies have demonstrated the effectiveness of artificial intelligence in plant disease detection and nutrient deficiency identification. Research on advanced deep learning models for plant disease detection has shown high accuracy in identifying various plant diseases from images [8].

Studies on lettuce nutrient deficiency detection showed that machine vision methods can identify trace-element deficiencies in lettuce with high accuracy. Using ShuffleNet, researchers achieved accuracy rates exceeding 99.5% [7], and Random Forest algorithms with color features achieved 97.6% accuracy [7]

Research on small-scale farmers under Thailand's Smart Farming System revealed that small farms have an average size of 4.04 hectares (25.3 rai), with 26.5% of farm households having less than 1.6 hectares (10 rai) [3]. This represents the key target group for developing accessible agricultural technologies.

Studies on PND-Net for plant nutrition deficiency and disease classification using Graph Convolutional Networks have demonstrated the potential of advanced deep learning approaches for plant health monitoring [9].

3. METHODOLOGY

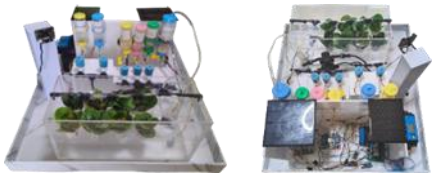
The experimental methodology was designed to address the problems of small-scale lettuce farmers through systematic development and testing of the Dr.VeggieBot AI system. The approach consists of four main phases: system design, hardware integration, software development, and prototype testing.

Phase 1: System Design and Planning

Analyzing lettuce health from leaf images is an effective method for detecting problems before obvious symptoms appear, as lettuce shows symptoms through leaf color changes such as:

- Yellow/pale leaves from nitrogen deficiency
- Purple/red leaves from phosphorus deficiency
- Leaf edge burn from potassium deficiency
- Black spots from plant diseases

Therefore, a simulated vegetable plot was designed for this experiment, as shown in Figure 1.

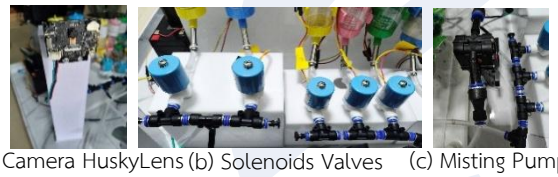


Front and back side of simulated vegetable plot

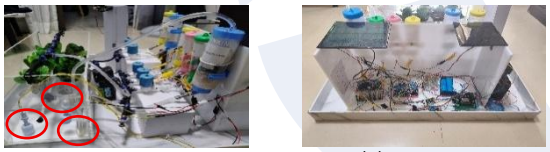
Figure 1. Simulated vegetable plot for testing the Dr.VeggieBot AI Intelligent Lettuce System with AI and IoT

Phase 2: Hardware Integration

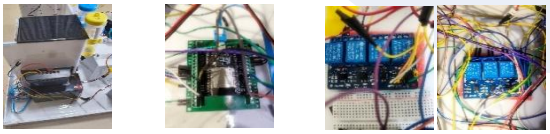
The Dr.VeggieBot system comprises integrate components as shown in Figure 2: AI Husky Lens camera (2MP), 5 solenoid valves for N-P-K nutrients and extracts, pressure misting pump (40 PSI), water circulation system with Float Switch sensors, solar power system with energy storage, ESP32 control board with WiFi, and multi-channel relay system.



(a) AI Camera HuskyLens (b) Solenoids Valves (c) Misting Pump



(d) Float Switch และ Mini Pump (e) Solar cells



(f) Voltage Inverter (g) ESP32 (h) Relay

Figure 2. Simulated vegetable plot for Dr.VeggieBot Hardware Integration.

Phase 3: Software Development and AI Training

Three main intelligent components were developed:

Brain 1: Leaf Doctor (Leaf Analysis System)

AI Husky Lens camera captures leaf images every 4 hours during 06:00-18:00 and uses Health Classification model for analysis, sending data to ESP32 Microcontroller for processing:

- Yellow/pale leaves (nitrogen deficiency)
- Purple/red leaves (phosphorus deficiency)
- Leaf edge burn (potassium deficiency)
- Black spots (diseased leaves)
- Holes/tears (pest damage)

The system architecture is shown in Figure 3.

AI HuskyLens camera captures and analyzes images

ESP32 Processing

Figure 3. Leaf Doctor (Leaf Analysis System)

Brain 2: Nutrient Pharmacist (Automatic Nutrient Management)

ESP32 processes data from AI camera and controls Relay to operate solenoid valves for releasing deficient nutrients to the vegetable plot:

- Relay 1-3: Control N-P-K nutrients according to lettuce-specific formula
- Precise measurement system through valve opening-closing time control
- Automated solenoid valve control based on detected deficiencies
- Sequential delivery system preventing simultaneous valve operation

The nutrient management workflow is illustrated in Figure 4.

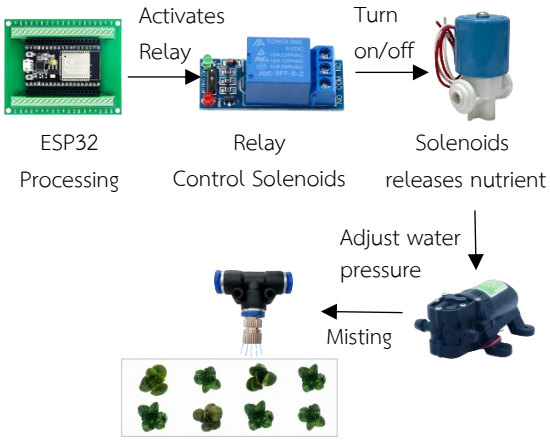
ESP32 Processing | Relay Control Solenoids | Solenoids releases nutrient

Figure 4. Nutrient Pharmacist (Automatic Nutrient Management)

Brain 3: Security Guard (Organic diseases & Pest Control)

- Relay 4: Controls bio-fertilizer spraying for disease prevention.
- Relay 5: Controls herbal extract spraying for pest deterrence.
- Pressure misting pump for fine spraying using dedicated solar panels.
- Monitor results after 6-12 hours

The pest control system operation is detailed in Figure 5.



ESP32 Processing | Relay Control Solenoids | Solenoids releases nutrient

Figure 5. Security Guard (Organic Pest Control)

Phase 4: Support Systems Implementation

Two support systems were integrated:

Support System 1: Water Circulation Level Control

Automatic water quality and circulation control as shown in

Figure 6:

- 2 Float Switches: Measure upper and lower water levels
- Relay controls pump operation
- Mini Pump 12V 300mA: Pumps water when level is high, stops when low6-layer water filtration system:
- 6-layer water filtration system: large gravel, small gravel, charcoal, coarse sand, fine sand, cotton.

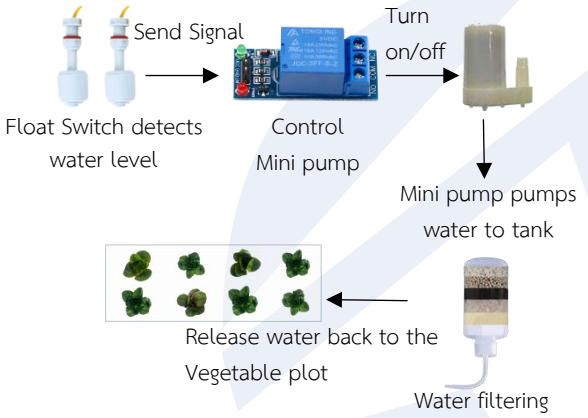


Figure 6. Water Circulation System (Water Circulation Level Control)

Support System 2: Solar Power & Energy Management

100% clean energy system with intelligent power management detailed in Figure 7:

Main Components:

- 2 sets of 12V solar panels (Set 1 for main system and misting pump, Set 2 for solenoid power)
- 12V 7.2AH battery
- Solar charge controller (Set 1): 3.3V ⟶ 5V voltage conversion for ESP32, HuskyLens, Relay and Pumps, plus 12V for misting pump
- TP4056 Solar charge controller (Set 2): Voltage conversion and charging management for Li-ion batteries, prevents overcharging and overcurrent
- 2 Lithium Li-ion 18650 batteries (9000mAh) for energy storage
- MT3608 Step-up Module: Voltage conversion from Li-ion batteries ⟶ 12V for Solenoids.

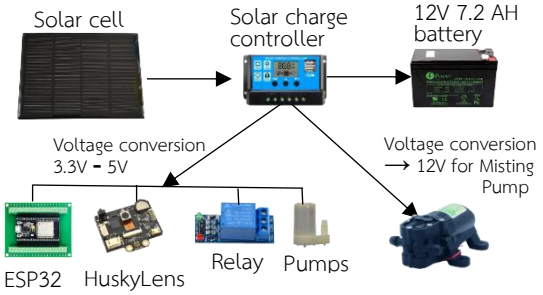


Figure 7 Set1 Solar Power & Energy for main system & misting pump

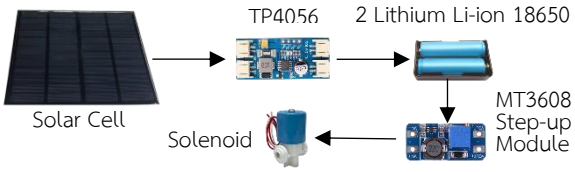


Figure 7 Set2 Solar Power & Energy for solenoid power

System Control Flow:

The operational procedures of the 3 intelligent brains follow a comprehensive control flow as shown in Figure 8a-8d. The system starts by initializing solar power and IoT devices, then begins continuous monitoring with the AI camera scanning every 4 hours for plant health analysis. The control flow demonstrates how each subsystem coordinates to provide automated plant care through the integrated decision-making process, ensuring seamless operation from detection to treatment delivery.

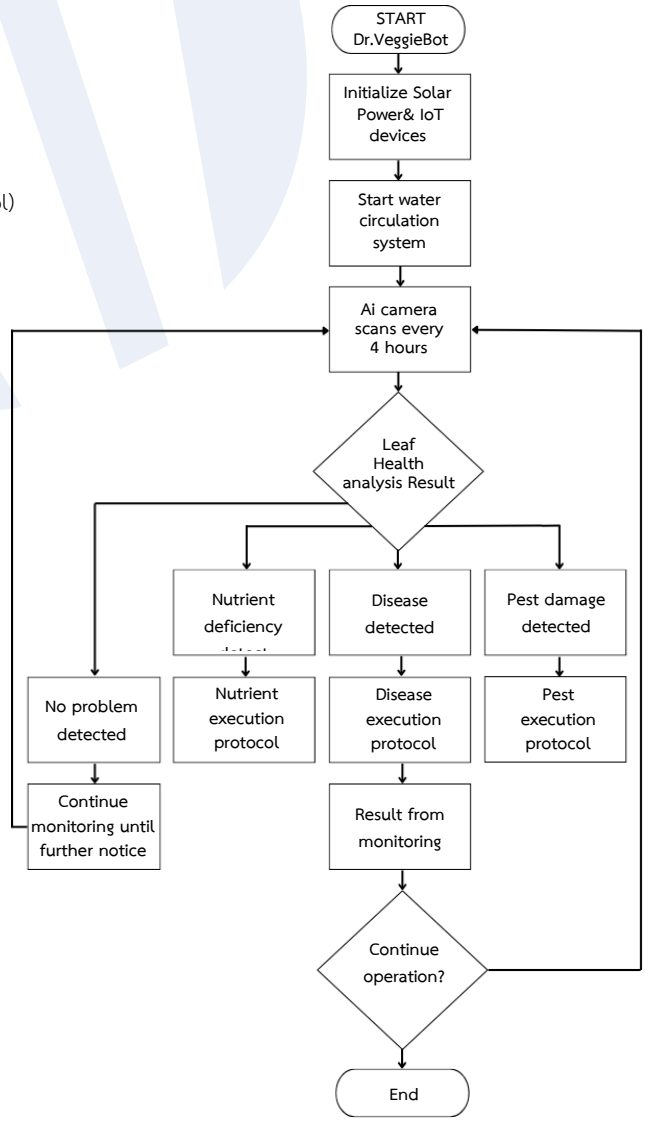


Figure 8a. Dr.VeggieBot operation according to Flow Chart

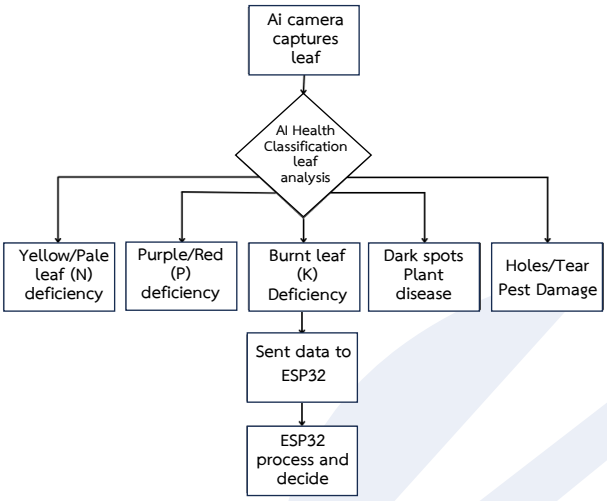


Figure 8b. Operation of the Leaf Doctor System (Leaf Analysis System) according to Flow Chart

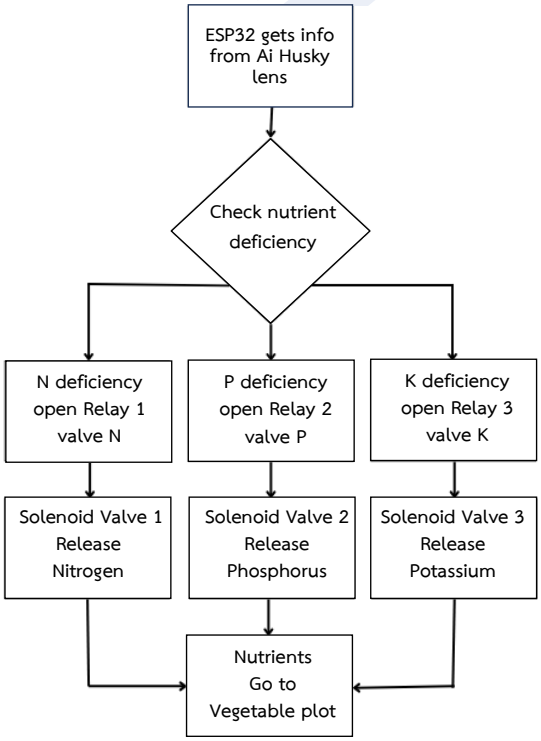


Figure 8c. Operation of the Nutrient Pharmacist System (Automatic Nutrient Management) according to Flow Chart

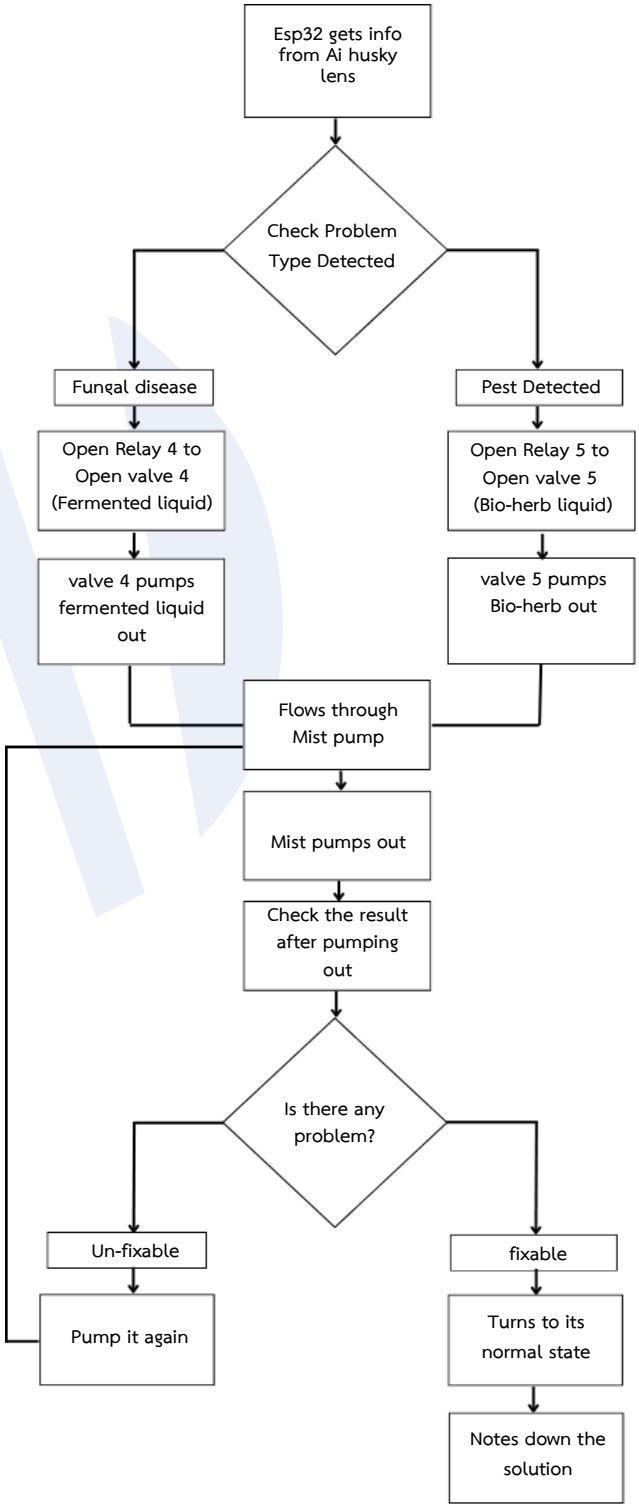


Figure 8d. Operation of the Security Guard System (Organic Pest Control)

Testing the Dr.VeggieBot system in a prototype plot for 3 months showed results as presented in Table 1.

Table 1: Dr.VeggieBot System Test Results

System	Condition	Test Results
Leaf Analysis	Yellow/pale leaves (nitrogen deficiency)	95% detection accuracy
	Purple/red leaves (phosphorus deficiency)	92% detection accuracy
	Leaf edge burn (potassium deficiency)	89% detection accuracy
	Black spots (diseased leaves)	85% detection accuracy
	Holes/tears (pest damage)	91% detection accuracy
Nutrient Management	Automatic N-P-K nutrient release	98% function reliability
	Opening-closing time accuracy	±2 seconds
	System response time	< 10 minutes
	Sequential control reliability	98%
Pest and Disease Prevention	Herbal extract spraying	Functions according to commands
	Bio-fertilizer spraying	Functions according to commands
	Misting system operation	98% function reliability
	Response time to detected	< 10 minutes
Water Circulation	Water level sensor	Accurately measures high-low levels
	Water pumping to filtration tank	Functions according to commands
Power System	2 solar panel sets	Operates continuously
	Sets Operates continuously Battery backup system	System Functions for 8-12 hours

4. RESULTS AND DISCUSSION

From the testing, the following results were obtained:

Plant Health Analysis: The system can effectively analyze plant health from leaf colors and demonstrates high accuracy in detecting black spots on diseased leaves. The system successfully differentiates various leaf colors as designed.

Nutrient Management System: The system can release nutrients according to image analysis commands with precise valve opening-closing time control accuracy of ±2 seconds.

Plant Disease Management and Pest Control System: The system can spray organic bio-fertilizer for disease prevention and herbal extracts for pest deterrence according to commands.

Water Circulation System: The system operates continuously with the water pump functioning according to commands from water level sensors that accurately control tank water levels.

Solar Power System: The use of solar panels enables continuous system operation with stable performance.

5. Summary

The Dr.VeggieBot AI Intelligent Lettuce System using IoT can solve major problems of small-scale lettuce farmers through AI-based plant health analysis from leaf images, automatic nutrient management, and pest prevention using herbal extracts, plus disease prevention using bio-fertilizer. The system operates automatically every 4 hours, can respond to problems within 10 minutes, and uses 100% clean energy from 2 solar panel sets. This system is suitable for small-scale farmers with plots of 1.5-10 meters and can be expanded to other leafy green vegetables in the future. Prototype testing results demonstrate that the system can function according to objectives.

Acknowledgments

We would like to thank The Electrical Engineering Academic Association of Thailand (EEAAT) The innovation development advisors from the Southern Network Coordination Center, SuperAI Engineer Season5 project,College of Computing, Prince of Songkla University, Phuket Campus. Teacher Mohammad Duhan Tayeh, Kajonkietsuksa School Teacher Chairat Srilawan, Kajonkietsuksa School K-OTIK Hydroponics Farm Suan Phak Ban Yai Rai (Phuket Lettuce Farm) Hydroponic Vegetable Garden Kajonkietsuksa School. Their contributions have been instrumental in making this research paper a success.

References

[1] Statista, "Vegetables market in Thailand," 2024. [Online]. Available:https://www.statista.com/outlook/cmo/food/vegetables/thailand

[2] Euromonitor International, "Vegetables in Thailand Country Sector Briefing," 2025.

[3] "Small-Scale Farmers under Thailand's Smart Farming System," Asia-Pacific Food and Fertilizer Technology Center,2020.[Online].Available:https://ap.fftc.org.tw/article/2647

[4] Food and Agriculture Organization of the United Nations, "The vegetable sector in Thailand: A review," 2014. [Online]. Available: https://www.fao.org/4/ac145e/ac145e09.htm

[5] S. Dolatabadian et al., "Image-based crop disease detection using machine learning," Plant Pathology, vol. 75, no. 1, pp. 45-62, 2025.

[6] A. Nguyen et al., "Empowering vertical farming through IoT and AI-driven technologies: A comprehensive review," Heliyon, vol. 10, no. 15, Aug. 2024.

[7] J. Lu, K. Peng, Q. Wang, and C. Sun, "Lettuce plant trace-element-deficiency symptom identification via machine vision methods," Agriculture, vol. 13, no. 8, p. 1614, 2023.

[8] Frontiers in Plant Science, "An advanced deep learning models-based plant disease detection: A review of recent research,"Feb.2023.[Online].Available: https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2023.1158933/full

[9] S. Rahman et al., "PND-Net: plant nutrition deficiency and disease classification using graph convolutional network," Scientific Reports, vol. 14, no. 1, July 2024.

Miss Matika Jessica Tinner
Age : 15 years old
Studying in secondary 3, Kajonkietsuksa school.
I'm interested in cultural exchange and volunteer activities.

Master Phatthiwat Na Thalang
Age : 14 years old
Studying in secondary 2, Kajonkietsuksa school.
I'm interested in technology and music.

Miss Natcha Sa-nguannam
Age : 14 years old
Studying in secondary 3, Kajonkietsuksa school.
I'm interested in Design,Technology, and Music.
I'd like to be a computer engineer.

Mohammad Duhan Tayeh
Kajonkietsuksa School

Teacher Chairat Srilawan
Kajonkietsuksa School