

เรือเก็บขยะบนผิวน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบควบคุม ด้วยสมาร์ทโฟน

Solar-powered Water's Surface Waste Cleaning Boat Controlled via Smartphone

พีรพงศ์ แสงคุณที, ธนากร อิมคุ้ม, รัชชานนท์ ทองโชติ, กฤษ ทรายชู, ณรงค์ บุญเสนอ
และ ชัชชล เปรมชัยสวัสดิ์*

Peerapong Seangkunttee, Thanakorn Aimkhum, Ratchanon Thongchot, Krit Tashoo,
Narong Boonsaner and Shutchon Premchaisawatt*

เทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
Industrial Technology Program, Faculty of Industrial Education,
Rajamangala University of Technology Isan KhonKaen Campus

*Corresponding author. E-mail: shutchon.pr@rmu.ac.th

บทคัดย่อ

ประเทศไทยติดอันดับ 6 ของประเทศที่ปล่อยขยะลงสู่ทะเลมากที่สุดและมากถึง 1 ล้านตันต่อปี ส่วนใหญ่เป็น ขวดน้ำพลาสติก ขวดแก้ว โฟม ซึ่งเกิดจากผลการท่องเที่ยวและกิจกรรมต่างๆ จากบุคคล คริวเรือน อุตสาหกรรม ซึ่งขยะเหล่านี้ ส่วนหนึ่งถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ ลำคลอง แม่น้ำ และอีกส่วนหนึ่งถูกปล่อยลงสู่ทะเล ดังนั้น โครงการนี้ได้ให้ความสำคัญกับปัญหาดังกล่าว จึงทำการออกแบบเรือเก็บขยะสำหรับเก็บขยะที่ลอยบนผิวน้ำ ที่ใช้วิธีการควบคุมการใช้งานด้วยสมาร์ทโฟนผ่านระบบ WI-FI ความถี่ 2.4 GHz ในการควบคุมการเคลื่อนที่ และใช้ระบบการขับเคลื่อนด้วยแรงดันน้ำแบบปั๊มน้ำในการส่งกำลัง โดยพลังงานที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ต่อผ่านแบตเตอรี่เป็นพลังงานหลัก จากผลการทดลองเพื่อหาสมรรถนะเรือเก็บขยะพลังงานแสงอาทิตย์แบบบังคับด้วยสมาร์ทโฟน ในการเก็บขยะ 3 ประเภทพบว่าสามารถเก็บขยะที่มีน้ำหนักเบาและลอยน้ำได้ดีกว่า ที่ปริมาณความเข้มแสงมากกว่า 60000 LUX (474 W/m²) ที่ใช้ในการประจุไฟฟ้า ส่งผลต่อระยะเวลาการทำงานในการเก็บขยะโดยตรง และเมื่อทำการทดลองหาความสามารถในการลากขยะพบว่า ความเร็วในการขับเคลื่อนมีแนวโน้มลดลงตามน้ำหนักของขยะ โดยผลจากการควบคุมเรือด้วยสมาร์ทโฟนผ่านระบบ WI-FI ให้ประสิทธิภาพสูงสุดในการบังคับการเคลื่อนที่ระยะ 0-60 m

คำสำคัญ: เรือเก็บขยะ การทำความสะอาดผิวน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ ESP32 พุนยนต์

Abstract

Thailand ranks sixth in the list of countries that release the most waste into the sea and up to 1 million tons per year. Mostly plastic, water bottles, glass bottles, foam are resulting from tourism and activities from individuals, households, and industries. Some are released into water resources such as canals, rivers, and some are released into the sea. Therefore, this project has focused on this issue. The surface waste-collecting boat was designed to collect trash that floats on the water surface. The control method is done via smartphones through WI-FI frequency 2.4 GHz to control the movement and use a water pressure drive system with a water pump to transmit power. Most of the used energy is electrical energy from solar cells connected through batteries as the main power. Results of the experiment determine the performance of a smartphone-controlled solar garbage collector to collect 3 types of garbage. It was found that the boat could better able to collect lighter and floatable garbage. The light intensity greater than 60000 LUX (474 W/m²) is the optimal intensity to use to charge electricity which affects the duration of work in garbage collection directly. Another point is when the experiment was done, the ability to drag garbage depends on the weight of the garbage, and dragging speed is decreased when dragging more weight. Finally, the control range of the boat via a WI-FI system provides maximum efficiency in maneuvering at 0-60 m.

Keywords: garbage collecting boat, water's surface cleaning, solar energy, ESP32, robot

บทนำ

ในปัจจุบันสถานการณ์ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมของทุกประเทศทั่วโลกที่กำลังได้รับผลกระทบในขณะนี้ ไม่ว่าจะเป็นมลพิษ การเกิดภัยธรรมชาติ สภาพแวดล้อมที่เสื่อมลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเกิดขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลซึ่งเป็นปัญหาใหญ่ ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจและการพัฒนาประเทศตลอดจนการเพิ่มขึ้นของประชากรอย่างรวดเร็ว ประกอบกับความต้องการทางปัจจัยสี่เพื่อการอุปโภคและบริโภคในชีวิตประจำวัน ทำให้สิ่งของเหลือใช้เหล่านั้นมีปริมาณเพิ่มขึ้น และที่สำคัญของเหลือใช้บางชนิดนั้น ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ เช่น ขวดพลาสติก ถุงพลาสติก ขยะมูลฝอยต่างๆ หากมีการทิ้งขยะลงน้ำหรือขอบฝั่ง เมื่อฝนตก ขยะจะไหลลงไปรวมกันในน้ำทำให้น้ำ

เสีย ยกตัวอย่างเช่น คลองน้ำเสีย และแหล่งน้ำตามสาธารณะ สาริณีย์ สุวรรณศิลป์ศักดิ์ (2555) กลายเป็นปัญหาที่จะต้องเก็บกวาดและทำความสะอาด งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะออกแบบและสร้างเรือเก็บขยะบนผิวน้ำที่มีความสามารถในการเก็บขยะ สามารถสร้างได้ง่ายและจัดการเรื่องพลังงานในเรื่องการทำงานได้ดี จึงต้องหาแนวทางหรืออุปกรณ์ช่วยในการเก็บขยะให้มีความสะดวกและความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน โดยศึกษาแนวทางจากเรือควบคุมอัตโนมัติ Dunbabin *et al.* (2009) ซึ่งเป็นเรือพลังงานแสงอาทิตย์และติดตั้งเซนเซอร์วัดค่าต่างของเรือและน้ำบริเวณนั้น โดยการใช้ WiFi ในการบังคับเรือได้ แนวคิดมาจาก Gao & Fu (2020) เนื่องจากมีความง่ายในการจัดเตรียมอุปกรณ์และยังสามารถส่งข้อมูลมาจากเซนเซอร์ที่ติดบนเรือ เช่น งานของ Low *et al.* (2009) มายังสมาร์ทโฟนได้อีกด้วย แต่ข้อเสียคือระยะทางและความเสถียรของการสื่อสาร โดยใช้ ESP32 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล Arduino ที่มีโมดูล WiFi ในตัวใช้ในการสื่อสาร ซึ่ง Irawan & Fonda (2022) ได้ใช้ Arduino เป็นตัวประมวลผลในเรือเก็บขยะขนาดเล็กซึ่งจะคล้ายกับงานของ Raj *et al.* (2021) และจากงานวิจัยของ Sinha *et al.* (2014) พบว่าลักษณะฐานลอยน้ำ 2 ด้านมีความประสิทธิภาพในการลอยตัวที่ดีที่สุดเหมาะกับเรือลอยน้ำขนาดเล็ก

จากการที่ได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ช่วยในการเก็บขยะในน้ำ พบว่ามีการออกแบบเรือที่ช่วยในการเก็บขยะโดยควบคุมระยะไกลการศึกษาเรือเก็บขยะควบคุมแบบไร้สาย ประภาภรณ์ เพชรสม และคณะ (2559) ระยะเวลาควบคุมเรือประมาณ 70 เมตรความเร็วในการเคลื่อนที่ของเรือประมาณ 25 เมตร/นาที่ เก็บขยะขึ้นจากน้ำได้ครั้งละไม่เกิน 10 กิโลกรัม มอเตอร์ทั้ง 3 ตัว ใช้งานใช้นานประมาณ 3-6 ชั่วโมง และ เรือเก็บขยะควบคุมระยะไกลของ เมล์ เมืองชนะ และทัศน์ แซ่เหลียง (2562) สามารถเคลื่อนที่ในภาวะไร้โหลดด้วยความเร็ว 6.25 เมตร/นาที่ เรือต้นแบบสามารถใช้งานได้ต่อเนื่อง 20 ชั่วโมงในการควบคุมด้วยรีโมทคอนโทรลสามารถควบคุมได้ด้วยระยะ 50 m และภายในเวลา 1 ชั่วโมงสามารถเก็บขยะลอยน้ำได้ 3.12 kg นักศึกษาได้สังเกตเห็นปัญหาของการเก็บขยะแบบเดิม ที่มีความยุ่งยากในการใช้งานและยังมีปัญหาต่างๆ จึงได้หาข้อมูลแล้วพบว่าในต่างประเทศมีการสร้างเรือเก็บขยะ จากเครื่องต้นแบบเดิมจึงได้นำมาปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพ เช่น จากเครื่องเดิมเป็นสายพานลำเลียงขยะ ซึ่งมีน้ำหนักมากและใช้เวลาในการเก็บ จึงมีการปรับปรุงและออกแบบใหม่ ซึ่งนำตาข่ายเข้าไปเก็บขยะในทันที และปัญหาจากแบบเดิมที่เก็บขยะไว้นานเรือ ทำให้น้ำหนักบนเรือมากเกินไป ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการปรับปรุงและออกแบบเรือใหม่โดยอาศัยการลอยตัวของขยะโดยใช้ตาข่ายลากขยะที่ลอยอยู่ในน้ำแทนการยกขึ้นเรือและเพิ่มพื้นที่จมน้ำเพื่อเพิ่มแรงลอยตัวมากขึ้น ทำให้ภาระในการรับน้ำหนักจากการขนขยะของเรือนั้นน้อยลงและเพิ่มประสิทธิภาพการลอยของเรือ ประสิทธิภาพในการขับเคลื่อนของเรือมากขึ้นและยังมีระบบสัญญาณเตือนหรือเซ็นเซอร์ต่างๆไว้แจ้งเตือนขีดจำกัดความสามารถของตัวเครื่องได้

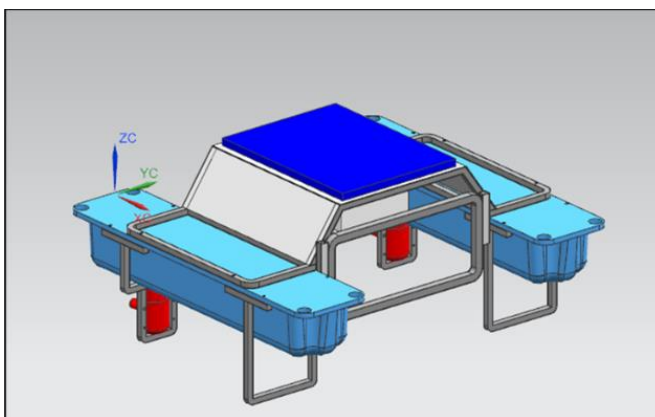
ดังนั้น จึงสร้างเรือเก็บขยะที่ใช้งานง่าย โดยออกแบบให้สามารถควบคุมได้ด้วยสมาร์ทโฟนซึ่งมีระบบสัญญาณเตือนหรือเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ไว้แจ้งเตือนขีดจำกัดความสามารถของตัวเครื่องได้และยังติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์เป็นแหล่งพลังงานใช้ได้ระยะสั้นด้วยการทำงานของเรือ

วิธีดำเนินการวิจัย

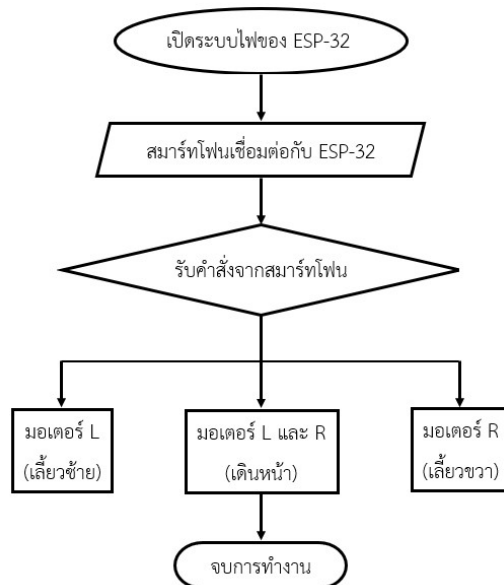
การดำเนินงานแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนคือการออกแบบเรือและการทำงาน การใช้แหล่งพลังงานและการควบคุมด้วยสมาร์ทโฟน และการวัดผลของเรือ

ออกแบบระบบการทำงาน

การดำเนินการศึกษาข้อมูลและการทำงานของเรือเก็บขยะ จะทำการออกแบบให้มีชิ้นส่วนหลัก ๆ 6 ส่วน ได้แก่ โครงสร้างของเรือ โดยทำจากวัสดุเหล็กกล่องที่มีความหนา 1.5 มิลลิเมตร ทุ่นลอยน้ำแบบมาตรฐานที่ทำวัสดุ PVC สามารถรับน้ำหนักได้ตัวละ 50 kg จำนวน 2 ทุ่น โครงเก็บขยะยึดติดกับตาข่าย มอเตอร์ปั๊มน้ำเป็นระบบขับเคลื่อนของเรือ ชุดควบคุมการทำงานของเรือ และแผงโซลาร์เซลล์เป็นพลังงานเสริมของเรือ และออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งมีการนำสมาร์ตโฟนเป็นรีโมทควบคุมผ่านเครือข่ายไร้สาย (Wi-Fi) โดยการใช้บอร์ด ESP32 เพื่อรับคำสั่งจากสมาร์ตโฟนไปควบคุมมอเตอร์ให้เรือเคลื่อนที่ตามต้องการ ดังภาพที่ 1 และ ภาพที่ 2



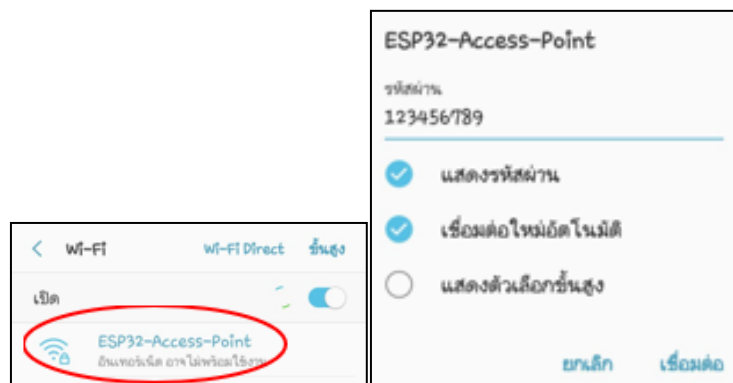
ภาพที่ 1 การจำลองชิ้นส่วนและโครงสร้างของเรือเก็บขยะบนผิวน้ำ



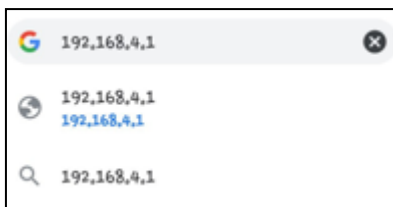
ภาพที่ 2 การเขียนผังงานของโปรแกรม

ขั้นตอนการใช้งาน

- 1) เชื่อมต่อ wifi ที่ชื่อ ESP32-Access-Point มีรหัสผ่าน “123456789” ด้วยสมาร์ทโฟน ดังภาพที่ 3
- 2) หลังจากเชื่อมต่อแล้วเข้าเว็บไซต์เวอร์ โดยใช้แอปพลิเคชัน Chrome บนสมาร์ทโฟน และพิมพ์เลข IP-ADDRESS “192.168.4.1” ดังภาพที่ 4 ก็จะสามารถควบคุมมอเตอร์ที่เรือได้ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 3 การเชื่อมต่อ WI-FI

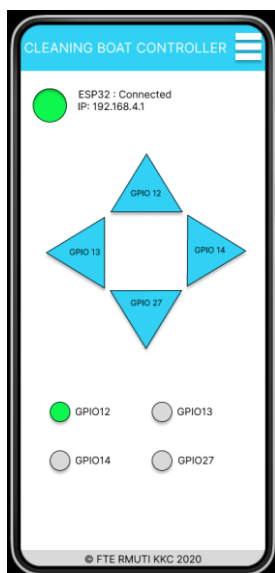


ภาพที่ 4 เข้าเว็บเซิร์ฟเวอร์จาก Browser

การใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์

การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งสามารถผลิตไฟฟ้าได้ทุกที่ที่มีแสงอาทิตย์ และเป็นพลังงานที่สะอาดไม่ก่อมลพิษให้กับโลก ดังนั้นพลังงานแสงอาทิตย์จึงถูกพัฒนาให้สร้างเป็นกระแสไฟฟ้าด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า เซลล์แสงอาทิตย์

แต่การใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์มักมีข้อจำกัดเนื่องจากพระอาทิตย์มีเวลาขึ้นและตก โอกาสการใช้งานก็จะไม่เกิน 8 ชั่วโมงต่อวัน นอกจากนี้พลังงานแสงอาทิตย์ไม่สามารถควบคุมได้แน่นอน ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ มีฝนตก มีเมฆมาก ยังส่งผลต่อความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ อีกทั้งพื้นที่ต่างกันก็ยิ่งให้พลังงานแสงที่แตกต่างกันไปอีกด้วย



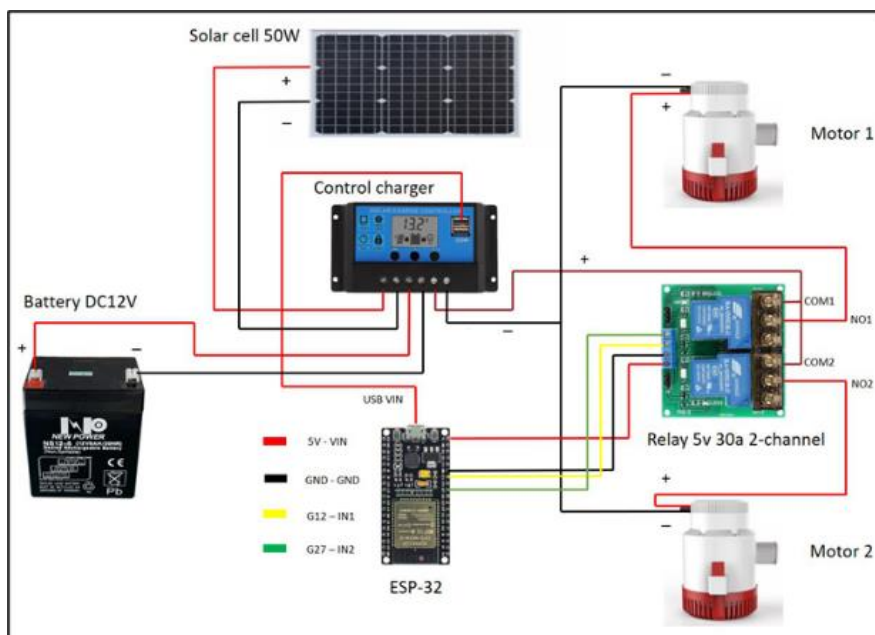
ภาพที่ 5 หน้าจอที่ควบคุมจากสมาร์ทโฟน

อย่างไรก็ตามการนำพลังงานแสงอาทิตย์ จัดว่าเป็นแหล่งพลังงานสะอาด โดยกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโซลาร์เซลล์นั้น จะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งเราสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ รวมทั้งสามารถเก็บไว้ในแบตเตอรี่เพื่อใช้งานภายหลังได้ซึ่งมีความเหมาะสมกับเรือเก็บขยะ เพื่อที่จะนำเอาแหล่งพลังงานมาใช้ในการทำงานของเรือเก็บขยะได้โดยอ้างอิงจาก ชิชณพงค์ รื่นภาคแดน และคณะ (2563)

การออกแบบเรือเก็บขยะควบคุมด้วยสมาร์ตโฟน

การออกแบบเรือเก็บขยะพลังงานแสงอาทิตย์บังคับด้วยสมาร์ตโฟน ญัฐชัย กัดโธสง และญัฐพงศ์ พลสม (2559) และจาก แนวทางการออกแบบของ Dunbabin *et al.* (2009) และ Sinha *et al.* (2014) ทางคณะผู้จัดทำได้มีการปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อกำหนดรูปแบบของเรือและได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบเพิ่มเติมโดยขั้นตอนการเขียนแบบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1) กำหนดรูปแบบของเรือเก็บขยะที่ต้องการเข้ามายังตัวเรือโดยใช้วิธีการลากขยะเข้ามา กลไกการทำงานของเรือทำงานง่ายและไม่ซับซ้อนเกินไปและผู้ใช้สามารถใช้งานสะดวกและมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ ทางคณะผู้จัดทำได้ร่วมมือกับอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อกำหนดรูปแบบเรือที่ต้องการโดยคำนึงถึงข้อตกลงที่ตั้งไว้
- 2) ดำเนินการออกแบบและเขียนแบบเรือขึ้นตามรูปแบบที่กำหนดและตกลงไว้ จะทำการออกแบบให้มีชิ้นส่วนหลัก ๆ 6 ส่วน ได้แก่ โครงสร้างของเรือ โดยทำจากวัสดุเหล็กกล่องที่มีความหนา 1.5 มิลลิเมตร ทุ่นลอยน้ำแบบมาตรฐานที่ทำวัสดุ PVC สามารถรับน้ำหนักได้ตัวละ 50 kg จำนวน 2 ทุ่น โครงเก็บขยะยึดติดกับตาข่าย มอเตอร์ปั้มน้ำเป็นระบบขับเคลื่อนของเรือ ชุดควบคุมการทำงานของเรือ และแผงโซลาร์เซลล์เป็นพลังงานเสริมของเรือ
- 3) การออกแบบของโครงสร้างและการออกแบบชิ้นส่วนของเรือ ได้รวบรวมข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยศึกษาข้อมูลทั้งหมด ได้ออกแบบจำลองภาพที่ร่างด้วยมือและนำไปเขียนแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการออกแบบชิ้นส่วนการทำงานของโครงสร้าง ออกแบบระบบควบคุม ออกแบบการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์และชุดขับเคลื่อนเรือเก็บขยะให้ได้ตรงกันกับเป้าหมายที่คาดหวัง ดังภาพที่ 1 และ ภาพที่ 6



ภาพที่ 6 วงจรเรือเก็บขยะควบคุมด้วยสมาร์ทโฟน

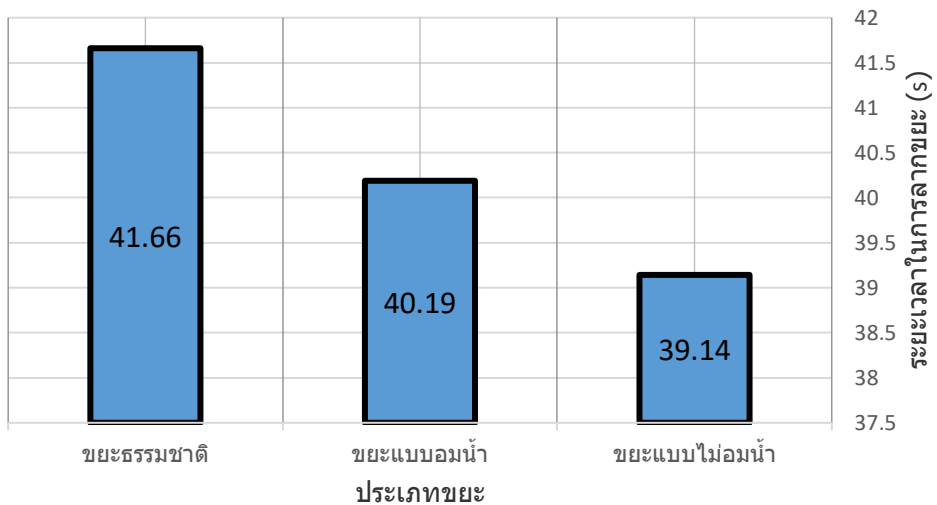
ขั้นตอนในการทดลอง

ขั้นตอนในการทดลอง ทางคณะผู้จัดทำได้นำขั้นตอนมากำหนดการทดลอง ซึ่งมีการทดลอง ดังนี้ คือ ทำการทดลองการใช้งานเรือเก็บขยะพลังงานแสงอาทิตย์บังคับด้วยสมาร์ทโฟนตลอดทั้งหมด 5 ครั้ง ระยะเวลาตั้งแต่วันที่ 16 – 20 เมษายน พ.ศ. 2564 เวลา 12.00 น. โดยจะทดลองเก็บขยะ 10 kg ใช้พื้นที่ในการเก็บ 5 x 10 m โดยจะวัดปริมาณความเข้มแสงในแต่ละวัน แล้วนำผลการทดลองมาสรุปผล โดยจะเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บขยะแต่ละประเภท และเรื่องผลของความเข้มแสงต่อระยะเวลาที่สามารถทำให้เรือทำงานได้

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการทดลองเปรียบเทียบขยะแต่ละประเภทโดยการใช้เรือเก็บขยะลากขยะแต่ละประเภทในจำนวนน้ำหลักที่เท่ากัน 5 กิโลกรัม พบว่า ขยะประเภทไม้อ่อนน้ำมีลักษณะไม่จมน้ำและมีน้ำหนักเบาทำให้เวลาลากขยะมีแรงถ่วงที่น้อยซึ่งเรือจะเคลื่อนที่ได้ดีกว่าประเภทอื่นโดยมีค่าเฉลี่ย 39.14 s ต่อมาขยะประเภทท่อน้ำมีลักษณะขยะจมน้ำเป็นบางส่วนทำให้ส่วนที่จมน้ำสร้างแรงถ่วงจนเรือช้าลงอย่างเห็นได้ชัดโดยมีค่าเฉลี่ย 40.19 s และสุดท้ายขยะธรรมชาติมีลักษณะจมน้ำเป็นส่วนใหญ่และมีน้ำหนักมากซึ่งจะทำให้เรือมีแรงถ่วงที่มากและช้าที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ย 41.66 s ขยะแต่ละประเภทมีแรงเฉื่อยที่

แตกต่างกันเมื่ออยู่ในน้ำ จึงทำให้ส่งผลต่อความเร็วในการเคลื่อนที่ของเรือในการเก็บขยะ ดังภาพที่ 7 ฉะนั้นความเร็วของการทำงานของเรือขึ้นอยู่กับลักษณะของขยะที่เรือทำการเก็บ



ภาพที่ 7 ผลการทดลองเปรียบเทียบระยะเวลาในการลากขยะแต่ละประเภทในขนาดน้ำหน้า 5 กิโลเมตร

วัดปริมาณความเข้มแสงของเรือเก็บขยะพลังงานแสงอาทิตย์บังคับด้วยสมาร์ทโฟน

การทดลองแสดงปริมาณความเข้มแสงจากการใช้งานเรือเก็บขยะพลังงานแสงอาทิตย์บังคับด้วยสมาร์ทโฟนทั้งหมด 21 ครั้ง ณ วันที่ 18 เมษายน พ.ศ. 2564 ซึ่งมีระยะเวลาตั้งแต่ 7.00 – 17.00 น. โดยมีการทดลองทุกๆ 30 min จะเห็นได้ว่า ปริมาณความเข้มแสงในแต่ละระยะเวลาไม่เท่ากัน ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานของเรือเก็บขยะ โดยช่วงเวลาที่ปริมาณความเข้มแสงสูงจะสามารถใช้งานเรือเก็บขยะได้นานยิ่งขึ้น หากในช่วงเวลาที่ปริมาณความเข้มแสงน้อยระยะเวลาในการใช้งานจะลดลงตามปริมาณความเข้มแสงน้อยลง ดังภาพที่ 8 ฉะนั้นเวลาที่เหมาะสมในการทำงานของเรือในบริเวณทดลองคือ 10.00 น – 14.00 น.

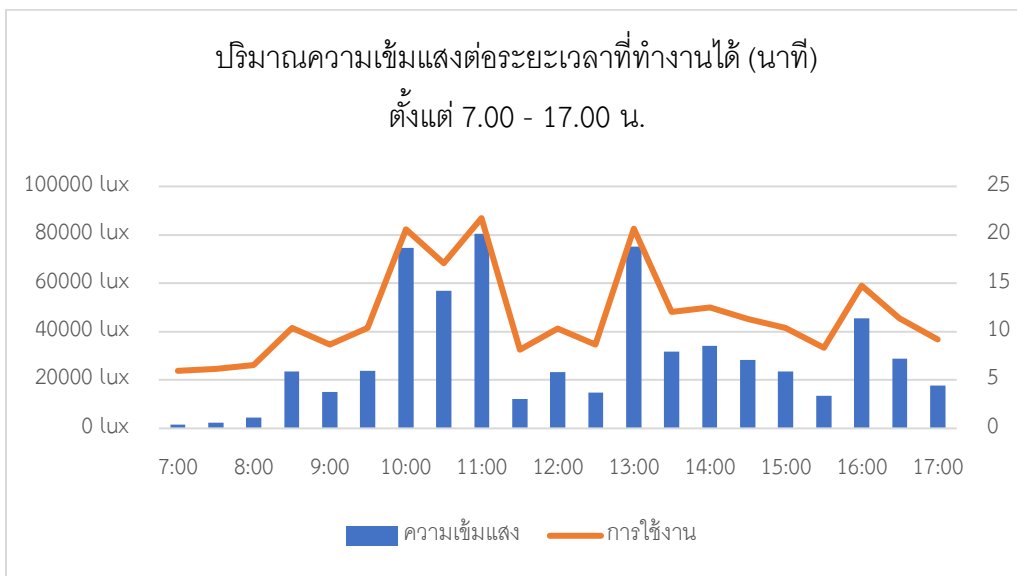
สมรรถนะในควบคุมเรือเก็บขยะพลังงานแสงอาทิตย์แบบควบคุมด้วยสมาร์ทโฟน

การทดลองสมรรถนะในควบคุมเรือเก็บขยะพลังงานแสงอาทิตย์แบบควบคุมด้วยสมาร์ทโฟน โดยจะทดลองควบคุมระยะจะเห็นได้ว่า ในช่วงระยะ 0 – 60 m สามารถใช้งานเรือเก็บขยะได้ปกติ ในช่วงระยะ 70 – 100 m สัญญาณเริ่มมีการไม่เสถียรและระยะ 100 m ขึ้นไปไม่สามารถใช้งานเรือเก็บขยะได้ ดังภาพที่ 9 และสาเหตุที่สัญญาณ wifi ขาดการเชื่อมต่อ เกิดขึ้นได้หลายปัจจัย เช่น

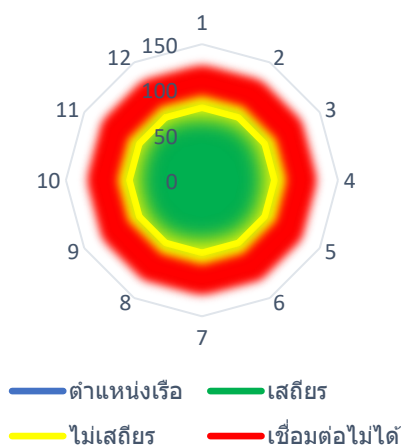
- 1) เกิดจาก wifi มีขีดจำกัดเรื่องการกระจายสัญญาณที่ไม่ไกลมาก ถ้าเทียบกับสัญญาณวิทยุ

2) สัญญาณ wifi ที่ใช้งานอยู่ มีความถี่ 2.4 GHz ซึ่งเป็นคลื่นความถี่ที่ใช้งานทั่วไป จึงเกิดคลื่นรบกวนจำนวนมาก ทำให้ในบางพื้นที่ไม่สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง หากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการควบคุม สามารถแก้ไขได้โดยการเพิ่มกำลังขยายสัญญาณ

ฉะนั้นระยะทางที่เหมาะสมในการควบคุมเรือคือ ไม่เกิน 60 เมตรจากเรือ



ภาพที่ 8 การทดลองปริมาณความเข้มแสง



ภาพที่ 9 สมรรถนะในควบคุมเรือ

สรุปผลและเสนอแนะ

การทดลองทางคณะผู้จัดทำได้ทำการทดลองการเก็บข้อมูล เพื่อทดลองเปรียบเทียบความเร็วในการลากขยะแต่ละประเภท ทดลองปริมาณความเข้มแสง ทดลองการเก็บประจุแบตเตอรี่ต่อการใช้งาน ทดลองการเก็บขยะที่สามารถเก็บได้ในแต่ละวัน ทดสอบระยะเวลาการควบคุมเรือและทดสอบปริมาณขยะที่เก็บได้

ผลการทดสอบเปรียบเทียบขยะแต่ละประเภท จะแบ่งขยะเป็น 3 ประเภทคือ ขยะแบบอมน้ำ ขยะแบบไม่อมน้ำ และขยะจากธรรมชาติ โดยการลากขยะจะใช้ระยะทาง 10 m และมีจำนวนขยะ 5 kg ในการเปรียบเทียบการลาก จะเห็นได้ว่า ขยะแต่ละประเภทมีผลต่อความเร็วของเรือและความเร็วในการเก็บขยะ เช่น ขยะแบบไม่อมน้ำมีน้ำหนักเบาเรือจะวิ่งได้เร็วเฉลี่ย 39.14 s ขยะแบบอมน้ำจะทำให้เรือเกิดแรงถ่วงเรือจะช้าลงเฉลี่ย 40.19 s และขยะจากธรรมชาติมีน้ำหนักมากทำให้เรือวิ่งได้ช้าที่สุดถ้าเทียบกับ ขยะทั้ง 3 ประเภท เฉลี่ยที่ 41.66 s

ผลการทดสอบปริมาณความเข้มแสง จะเห็นได้ว่าปริมาณความเข้มแสงในแต่ละวันไม่เท่ากัน ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานของเรือเก็บขยะ โดยวันที่ปริมาณความเข้มแสงสูงสามารถใช้งานเรื่อนานขึ้น ขณะเดียวกันที่ความเข้มแสงน้อย เรือจะประสิทธิภาพลดลง ต่อมา การทดลองเก็บประจุของแบตเตอรี่ต่อการใช้งาน จะเห็นได้ว่าระยะเวลาในการทำงานของเรือเก็บขยะจะขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มแสงในแต่ละวัน เช่น วันที่มีปริมาณความเข้มแสงที่ 7,332 lux สามารถใช้งานได้ 7 min ซึ่งแตกต่างกับวันที่มีปริมาณความเข้มแสงที่ 75,621 lux สามารถใช้งานได้ 22 min และการทดลองการเก็บขยะที่เก็บได้ในแต่ละวัน ซึ่งมีความแตกต่างกัน เช่น วันที่เรือประสิทธิภาพสูงจะสามารถเก็บขยะได้มากกว่าวันที่เรือประสิทธิภาพลดลง เนื่องจากระยะเวลาการทำงานจะไม่เท่ากันตามที่ได้รับปริมาณความเข้มแสงในแต่ละวัน

ผลการทดสอบระยะเวลาการควบคุมเรือ จะเห็นได้ว่าช่วงระยะทาง 0 - 60 m สามารถใช้งานเรือเก็บขยะได้ปกติ ในช่วงระยะ 70 - 100 m สัญญาณเริ่มมีการไม่เสถียรและระยะ 100 m เป็นต้นไป ไม่สามารถใช้งานเรือเก็บขยะได้

โดยสรุปผู้วิจัยได้สร้างเรือเก็บขยะที่สามารถเก็บขยะที่ลอยอยู่บนผิวน้ำได้โดยความเร็วของการลากจูงขึ้นอยู่กับชนิดของขยะ ส่วนระยะเวลาการทำงานของเรือขึ้นอยู่กับพลังงานแรงอาทิตยว่ามากน้อยเพียงใดโดยสามารถเพิ่มเวลาได้สูงสุดถึง 22 นาที ซึ่งเพียงพอต่อการทำงานหนึ่งรอบ

ข้อเสนอแนะ

1. คลื่น wifi มีความไม่เสถียรเมื่ออยู่ใกล้กับน้ำ และในพื้นที่ที่มีสัญญาณรบกวนเยอะ ควรเลือกสัญญาณที่มีความเสถียรมากกว่า เช่น คลื่นวิทยุ หรือระบบดาวเทียม
2. ควรมีฟังก์ชันที่แสดงผลเรื่องแบตเตอรี่ ความเร็วของเรือ และเซนเซอร์แจ้งเตือนผ่านระบบควบคุมในสมาร์ตโฟน

3. ราคาในการจัดทำจะมีราคาค่อนข้างต่ำหากเปรียบเทียบกับกรนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาหลักแสนบาทในรุ่นที่มีขนาดใกล้เคียงกัน

เอกสารอ้างอิง

- ชัชณพงศ์ รื่นภาคแดน, จักรวาล จิตจง, จักรภัทร สุทธิโส, รัชชัย จูธนวัฒน์กุล, สำเริง อินท่าไม้, และวันชัย เจียจันทร์ (2563). การออกแบบและติดตั้งโซล่าเซลล์เพื่อเพิ่มสมรรถนะของอากาศยานไร้คนขับ. *การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 43* (น.631-634).
<http://dspace.spu.ac.th/handle/123456789/7025>
- ณัฐชัย กัดโธสง และณัฐพงศ์ พลสมย. (2559). การควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อผ่านการสื่อสารไร้สาย. *การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ*, 2(1), 1-8.
- ปิยนุช ใจแก้ว และสุธิดา ทิปรักษ์พันธุ์. (2562). การพัฒนาเรือพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อตรวจวัดคุณภาพน้ำ. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 14(2), 91-97.
- ประภาภรณ์ เพชรสม, อิศระพงศ์ พูลสุข และประกาศิต ต้นตอลงการ (2560). การศึกษาเรือเก็บขยะควบคุมแบบไร้สาย. *SNRU Journal of Science and Technology*, 8(3), 309-318.
- เมล์ เมืองชนะ และทัศน์ แซ่เหลียง. (2562). เรือเก็บขยะควบคุมระยะไกล. *การประชุมวิชาการสำหรับนักศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 2* (น.114-120). มหาวิทยาลัยสวนสุนันทา.
- สาริณีย์ สุวรรณศิลป์ศักดิ์. (2555). ความคิดเห็นของประชาชนท้องถิ่นในการจัดการขยะมูลฝอย ชุมชนกรณศึกษาตลาดน้ำอัมพวา จังหวัด สมุทรสงคราม. *วารสารวิทยบริการมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, 23(3).1-9.
- Dunbabin, M., Grinham, A., & Udy, J. (2009). An autonomous surface vehicle for water quality monitoring. *Australasian conference on robotics and automation (ACRA)*. Sydney, Australia.
- Gao, X., & Fu, X. (2020). Miniature Water Surface Garbage Cleaning Robot. In 2020 International Conference on Computer Engineering and Application (ICCEA) (pp. 806-810). IEEE.
- Irawan, Y., & Fonda, H. (2022). Garbage collecting ship robot using arduino uno microcontroller based on android smartphone.
- Low, K.H., Podnar, G., Stancliff, S., Dolan, J.M., & Elfes, A. (2009). Robot boats as a mobile aquatic sensor network. In *Proc. IPSN-09 Workshop on Sensor Networks for Earth and Space Science Applications*.

- Raj, B.S., Murali, L., Vijayaparamesh, B., Kumar, J.S., & Pragadeesh, P. (2021). IoT based water surface cleaning and quality checking boat. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1937(1), 12-23). IOP Publishing.
- Sinha, A., Bhardwaj, P., Vaibhav, B., & Mohommad, N. (2014). Research and development of Ro-boat: an autonomous river cleaning robot. In *Intelligent Robots and Computer Vision XXXI: Algorithms and Techniques*, 9025, 195-202. SPIE.