ST-11

การออกแบบและสร้างหุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบกแบบไร้สายที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

The Design and Construction of Wireless Amphibious Garbage Collecting Robot Controlled by Microcontroller

นิติคม อริยพิมพ์[1] ชัยพร อัดโดดดร[2] และธนัช เอกเกื้อกูล[3]

Nitikom Ariyapim[1], Chaiporn Addoddorn[2] and Tanut Aekkuerkul[3]

[1,2,3]อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

อีเมล: chaiporn.add@neu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบก โดยอาศัยหลักการประยุกต์ใช้โมดูลแผงควบคุมสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์อาร์ดูโน่ ESP8266 เพื่อเก็บขยะบนบกและในน้ำแทนการใช้แรงงานของมนุษย์ ซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้ ใบพัดเก็บขยะ ล้อตะขาบของหุ่นยนต์ ทุ่นลอยน้ำ กล่องสำหรับเก็บขยะ มอเตอร์ DC 12 V ใช้สำหรับขับใบพัดเก็บขยะ กล่องคอนโทรลและแบตเตอรี่ ใบพัดสำหรับพัดเวลาหุ่นยนต์อยู่บนน้ำ การควบคุมจะใช้โทรศัพท์มือถือควบคุมผ่านแอพพลิเคชั่น Blynk เพื่อควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบก จากการทดสอบจะพบว่า หุ่นยนต์จะทำงานตามคำสั่งในช่วงระยะทาง 70 เมตร ความเร็วของหุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบกทั้งบนบกและบนผิวน้ำนั้นการวิ่งบนบกจะมีความเร็วมากกว่าวิ่งบนผิวน้ำ หุ่นยนต์สามารถบรรทุกขยะได้ไม่เกิน 2 กิโลกรัม ทำให้ประหยัดเวลาและแรงงานของมนุษย์ได้เป็นอย่างมาก

คำหลัก: หุ่นยนต์เก็บขยะ สะเทินน้ำสะเทินบก ไมโครคอนโทรลเลอร์.

Abstract

This research presents the design and construction of an amphibious garbage collection robot by using the principle of applying the control panel module to communicate with the Arduino ESP8266 microcontroller to collect waste on land and in water instead of using human labor, consisting of the following components: garbage collector propeller, robot's crawler wheels, buoyancy, garbage collector box using DC 12 V motor to drive the garbage collector propeller, control box and battery propeller for blowing when the robot was on the water. It was controlled by a mobile phone through the Blynk application for the operation control of the amphibious garbage collection robot. From the test, it was found that the robot would operate according to the command a distance of 70 meters. For the speed of amphibious garbage collection robot, running on land

was faster than running on the water. The robot carrying up to 2 kg of garbage could make saving a lot of time and human labor.

Keywords: Garbage Collecting Robot, Amphibious, Microcontroller.

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีของหุ่นยนต์ได้พัฒนาก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว และเริ่มเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์มากยิ่งขึ้น ในแง่ของความสะดวกสบาย ความประหยัด และความปลอดภัยในด้านต่างๆ อาทิเช่น บริเวณที่มีเศษขยะมูลฝอยต่าง ๆ จำนวนมากในแม่น้ำลำคลอง และบนพื้นดิน (ชัยพร อัดโดดดร, 2555 และชัยพร อัดโดดดร, 2562) ซึ่งเป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรคอันจะทำให้เกิดโรคติดต่อแก่มนุษย์ได้เมื่อมนุษย์เข้าใกล้หรือสัมผัส เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายจากเชื้อโรคที่เกิดจากขยะมูลฝอยต่าง ๆ และลดปริมาณขยะที่ทำให้เกิดสภาวะสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมลง เราจึงนำเทคโนโลยีของหุ่นยนต์เข้ามาช่วย โดยให้ทำงานแทนมนุษย์ ซึ่งจะทำหน้าที่เก็บ และรวบรวมขยะก่อนนำไปกำจัดต่อไป ซึ่งประโยชน์ของการใช้หุ่นยนต์แทนมนุษย์ก็คือลดความเสี่ยงในบริเวณพื้นที่ที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และแรงงานของมนุษย์ อีกทั้งยังลดความเสี่ยงจากอันตรายของสารพิษ สารเคมีต่าง ๆ และแสงแดดจัดในบริเวณดังกล่าวได้อีกด้วย และเนื่องจากในปัจจุบันปัญหาภาวะโลกร้อนถือเป็นปัญหาระดับโลกซึ่งหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้หาวิธีช่วยลดภาวะโลกร้อน โดยการรณรงค์ผ่านทางสื่อต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวิทยุ โทรทัศน์และอื่น ๆ โดยสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนอย่างหนึ่ง ก็คือ ขยะในแม่น้ำลำคลอง และบนพื้นดิน ซึ่งก่อให้เกิดปัญหามลพิษของสิ่งแวดล้อมทำให้เกิดกลิ่นเหม็น เป็นแหล่งแพร่ระบาดของเชื้อโรค ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำและคนที่เดินผ่านไปมาอีกด้วย ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาและสร้างหุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบกที่สามารถเดินทางไปในบริเวณดังกล่าวได้ (Arya Samman, 2015 และ M.Premkumar, 2017) ซึ่งหุ่นยนต์เก็บขยะนี้มีลักษณะคล้ายทุ่นลอย มีสมรรถนะในการเคลื่อนที่สูงต้นทุนต่ำ โดยจะทำงานแทนมนุษย์หรือพนักงานเก็บขยะได้ และสิ่งที่เป็นตัวควบคุมหุ่นยนต์นี้ ก็คือ มนุษย์ และงานวิจัยนี้ได้มีแนวคิดที่จะประดิษฐ์คิดค้นหุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบก เพื่อความสะดวกในการเก็บขยะบริเวณที่คนเข้าถึงยากทั้งในน้ำและบนบก โดยควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ (Isaiah Carlo E. Lecitona, 2020) ผ่านแอพพลิเคชั่น Blynk

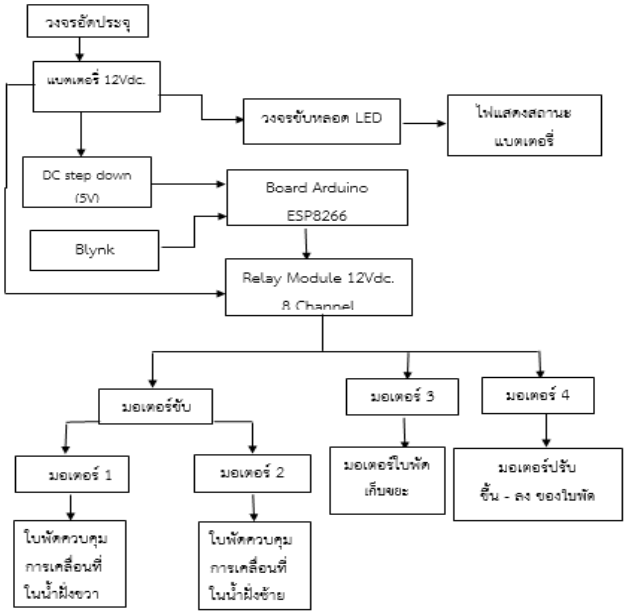
วัตถุประสงค์

1.เพื่อออกแบบและสร้างหุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบก โดยอาศัยหลักการประยุกต์ใช้โมดูลแผงควบคุมสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์อาร์ดูโน่ ESP8266 เพื่อเก็บขยะบนบกและในน้ำแทนการใช้แรงงานของมนุษย์ และสามารถบรรทุกขยะได้ไม่เกิน 2 กิโลกรัม

2.เพื่อศึกษาหาประสิทธิภาพของหุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบก อันได้แก่ ระยะในการรับ-ส่งสัญญาณอินเตอร์เน็ตแบบไร้สาย Wifi การเคลื่อนที่ และความเร็ว

วิธีดำเนินการวิจัย

1.บล็อกไดอะแกรมการทำงาน



ภาพที่ 1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของหุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบกแบบไร้สาย

จากภาพที่ 1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของหุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบก โดยจะมีลักษณะของการทำงานหลักๆ อยู่ 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่เป็นอุปกรณ์ควบคุมและส่วนที่เป็นต้นกำลังที่ใช้ในการขับเคลื่อนและเก็บขยะ ซึ่งทั้งสองส่วนนี้จะมีบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผลกลางที่รับค่ามาประมวลผลและสั่งงานลักษณะการทำงาน คือ เมื่ออุปกรณ์ควบคุมซึ่งประกอบไปด้วยแอพพลิเคชั่น Blynk และส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลค่าและกำหนดการทำงานให้ตรงตามเงื่อนไข และส่งสัญญาณต่อไปยังอุปกรณ์ขับเคลื่อนและเก็บขยะ

2.โครงสร้างของหุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบกแบบไร้สาย

หุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบกออกแบบให้มีขนาด 45x50x35 ลูกบาศก์เซนติเมตร สามารถเคลื่อนที่ด้วยการควบคุมผ่านแอพพลิเคชั่นและเก็บขยะประเภทต่างๆ เช่น ถุงพลาสติก ขวดพลาสติก เศษกระดาษ ฯ เป็นต้น ในส่วนใบพัดเก็บขยะสามารถยกขึ้น-ลงได้ 45 องศาตามระดับสภาพพื้นผิวดังแสดงในภาพที่ 2 และ 3 ดังนี้

หมายเลข 1 คือ ใบพัดเก็บขยะ

หมายเลข 2 คือ ล้อตะขาบของหุ่นยนต์

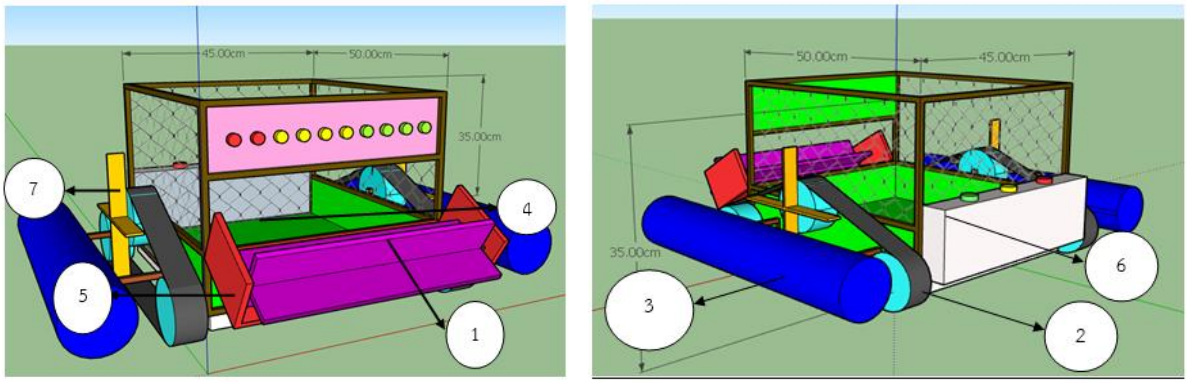
หมายเลข 3 คือ ทุ่นลอยน้ำ

หมายเลข 4 คือ กล่องสำหรับเก็บขยะ

หมายเลข 5 คือ ตำแหน่งมอเตอร์ DC 12 V ใช้ขับใบพัดเก็บขยะ

หมายเลข 6 คือ กล่องคอนโทรนและแบตเตอรี่

หมายเลข 7 คือ ใบพัดสำหรับพัดเวลาหุ่นยนต์อยู่บนน้ำ

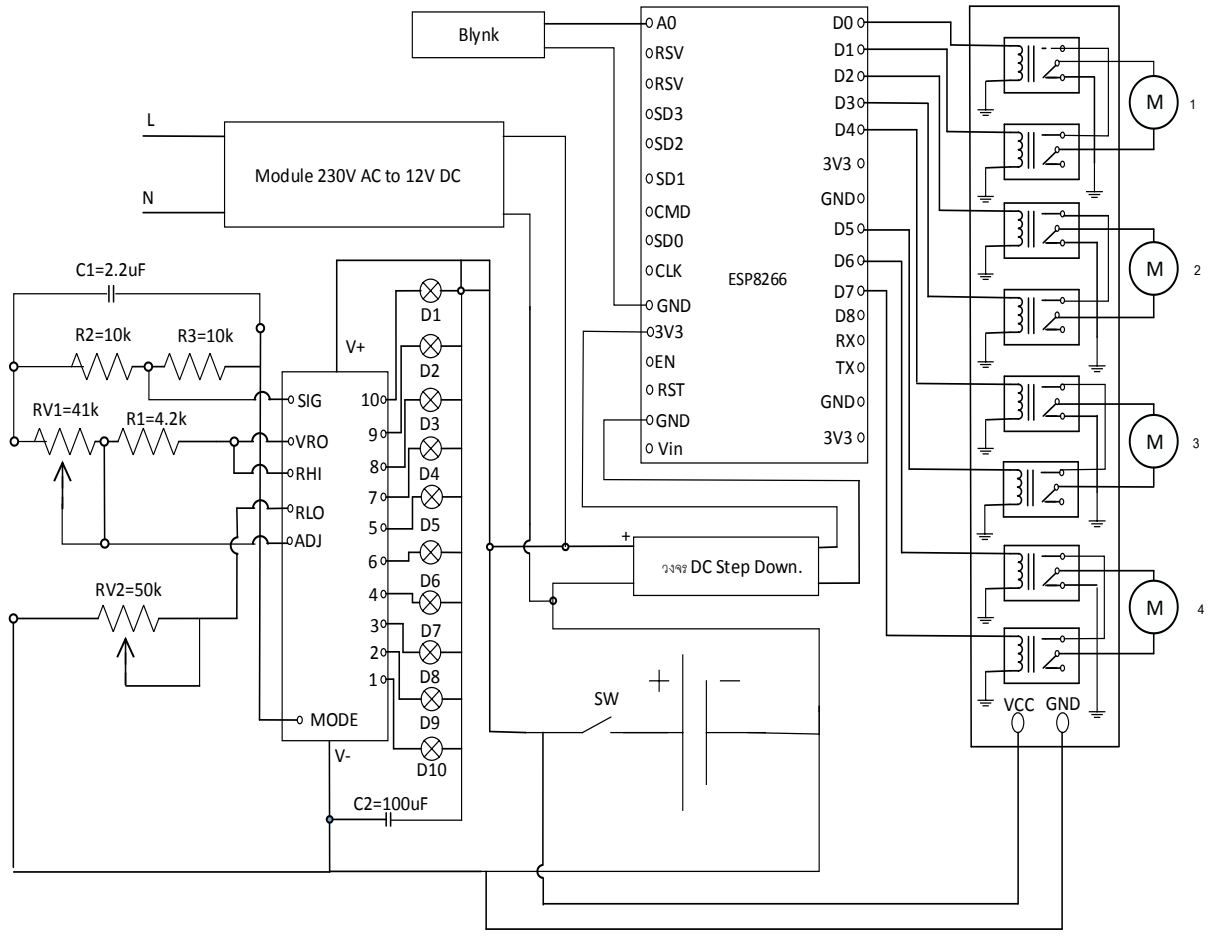


ภาพที่ 2 โครงสร้างหุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบกแบบไร้สาย

ภาพที่ 3 โครงสร้างหุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบกแบบไร้สายที่ถ่ายจากภาพจริง

3.วงจรควบคุมการทำงาน

วงจรควบคุมการทำงานหุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบกแบบไร้สายนี้ จะประกอบด้วย วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้า ซึ่งมีอยู่ 2 ส่วนด้วยกัน คือ วงจรกำลัง และวงจรคอนโทรล ดังนั้น จึงต้องมีการแปลงระดับแรงดันให้สามารถจ่ายให้กับส่วนต่าง ๆ ของหุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบกได้ โดยใช้แบตเตอรี่ 12 V 9 Ah เป็นตัวจ่ายให้วงจรกำลัง คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 Vdc 4 ตัว ส่วนวงจรคอนโทรลนั้นใช้วงจร DC Step Down เป็นตัวแปลงระดับแรงดันลงให้เหลือ 3.3 Vdc – 5 Vdc เพื่อไปเลี้ยงบอร์ด Arduino ESP8266 วงจรขับโหลดด้วยรีเลย์จะทำหน้าที่ขับโหลดมอเตอร์เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถขับโหลดได้ประมาณ 30 มิลลิแอมแปร์ ดังนั้น จึงสร้างวงจรขับรีเลย์ 12 โวลต์ เพื่อให้สามารถตัดต่อการทำงานของชุดมอเตอร์ได้โดยไม่เกิดความเสียหายกับไมโครคอนโทรลเลอร์ และวงจรไฟแสดงสถานะระดับแบตเตอรี่ซึ่งนำมาใช้ในการแสดงระดับการทำงานของแบตเตอรี่จะมีอยู่ 10 ระดับ ในการแสดงการทำงานของวงจรจะทำงานโดยวัดระดับสถานะแบตเตอรี่เต็มประมาณ 14 โวลต์ หลอด LED จะติดหมดทั้ง 10 หลอด และจะเริ่มดับลงทีละระดับ ระดับละ 10 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในภาพที่ 4 ดังนี้



ภาพที่ 4 วงจรควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบกแบบไร้สาย

4.หน้าจอควบคุมการทำงาน

ภาพที่ 5 หน้าจอควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบกในแอพพลิเคชั่น Blynk

ผลการวิจัย

การทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบกแบบไร้สาย จะแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การทดสอบระยะในการรับ-ส่งสัญญาณอินเตอร์เน็ตแบบไร้สาย Wifi การทดสอบการเคลื่อนที่ และการทดสอบหาความเร็ว ดังแสดงในภาพที่ 6 ดังนี้

ภาพที่ 6 การทดสอบหุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบกแบบไร้สายที่ถ่ายจากจริง

1.การทดสอบระยะในการรับ-ส่งสัญญาณอินเตอร์เน็ตแบบไร้สาย Wifi (ฮอตสปอตส่วนบุคคล)

การทดสอบระยะในการรับ-ส่งสัญญาณอินเตอร์เน็ตแบบไร้สาย Wifi (ฮอตสปอตส่วนบุคคล) ระหว่าง NodeMCUESP8266 กับแอพพลิเคชั่น Blynk ในการสั่งควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ในระยะทางที่กำหนด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบระยะในการรับ-ส่งสัญญาณอินเตอร์เน็ตแบบไร้สาย Wifi (ฮอตสปอตส่วนบุคคล)

ระยะทาง (เมตร)	การตอบสนองของสัญญาณอินเตอร์เน็ตแบบไร้สาย Wifi (ฮอตสปอตส่วนบุคคล)	
	ตอบสนอง	ไม่ตอบสนอง
10	✓	
20	✓	
30	✓	
40	✓	
50	✓	
60	✓	
70	✓	
75		✓

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าการตอบสนองของสัญญาณอินเตอร์เน็ตแบบไร้สาย Wifi (ฮอตสปอตส่วนบุคคล) มีเสถียรภาพในการตอบสนองที่ดีในระยะทางระหว่างช่วง 10 เมตร ถึงระยะ 40 เมตร และช่วงระยะทางที่ 50 เมตรจนถึงระยะทางที่ 70 เมตร นั้นการตอบสนองของสัญญาณอินเตอร์เน็ตแบบไร้สาย Wifi (ฮอตสปอตส่วนบุคคล) ค่อนข้างมีการหน่วงเวลาในการสั่งการทำงานของหุ่นยนต์ประมาณ 1 ถึง 2 วินาที หุ่นยนต์จึงจะทำงานตามคำสั่งการทำงานและช่วงระยะทาง 75 เมตรนั้นการเชื่อมต่อระหว่างบอร์ด NodeMCUESP8266 กับแอพพลิเคชั่น Blynk ไม่สามารถเชื่อมต่อผ่านระบบสัญญาณอินเตอร์เน็ตแบบไร้สาย Wifi (ฮอตสปอตส่วนบุคคล) เข้าหากันได้จึงทำให้ไม่มีการตอบสนองในการสั่งหุ่นยนต์ทำงานได้

2.การทดสอบการเคลื่อนที่

การทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบกนั้นจะมีการทดสอบโดยการเคลื่อนที่บนพื้นที่ราบบนพื้นบกเปรียบเทียบกันระหว่างขณะหุ่นยนต์มีทุ่นลอยน้ำและขณะไม่มีทุ่นลอยน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 2 และตารางที่ 3 และทำการทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในพื้นที่ในน้ำดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 2 การทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์บนบกขณะมีทุ่นลอยน้ำ

ระยะทาง (เมตร)	เดินหน้า	ถอยหลัง	เลี้ยวซ้าย	เลี้ยวขวา	ถอยซ้าย	ถอยขวา
10	✓	✓	✓	✓	✓	✓
20	✓	✓	✓	✓	✓	✓
30	✓	✓	✓	✓	✓	✓
40	✓	✓	✓	✓	✓	✓
50	✓	✓	✓	✓	✓	✓
60	✓	✓	✓	✓	✓	✓
70	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ตารางที่ 3 การทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์บนบกขณะไม่มีทุ่นลอยน้ำ

ระยะทาง (เมตร)	เดินหน้า	ถอยหลัง	เลี้ยวซ้าย	เลี้ยวขวา	ถอยซ้าย	ถอยขวา
10	✓	✓	✓	✓	✓	✓
20	✓	✓	✓	✓	✓	✓
30	✓	✓	✓	✓	✓	✓
40	✓	✓	✓	✓	✓	✓
50	✓	✓	✓	✓	✓	✓
60	✓	✓	✓	✓	✓	✓
70	✓	✓	✓	✓	✓	✓

จากตารางที่ 2 และ 3 จะเห็นว่าการทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์บนบกเปรียบเทียบกันระหว่างมีทุ่นลอยน้ำและไม่มีทุ่นลอยน้ำ จะเห็นว่าขณะมีทุ่นลอยน้ำนั้นหุ่นยนต์จะมีการเคลื่อนที่ช้ากว่าขณะไม่มีทุ่นลอยน้ำและมีน้ำหนักมากกว่าอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งทำให้หุ่นยนต์เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้ายและเลี้ยวขวาไม่คล่องแคล่วและช้ากว่าขณะที่หุ่นยนต์ไม่มีทุ่นลอยน้ำ

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในน้ำ

ระยะทาง (เมตร)	เดินหน้า	ถอยหลัง	เลี้ยวซ้าย	เลี้ยวขวา	ถอยซ้าย	ถอยขวา
10	✓	✓	✓	✓	✓	✓
20	✓	✓	✓	✓	✓	✓
30	✓	✓	✓	✓	✓	✓
40	✓	✓	✓	✓	✓	✓
50	✓	✓	✓	✓	✓	✓
60	✓	✓	✓	✓	✓	✓
70	✓	✓	✓	✓	✓	✓

จากตารางที่ 4 จะเห็นว่าในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในน้ำระยะทางระหว่าง 10 เมตรถึง 70 เมตรนั้น ผลการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์มีประสิทธิภาพในการเคลื่อนที่เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้ายและเลี้ยวขวา ได้คล่องแคล่วโดยไม่มีปัญหาในการเคลื่อนที

3.การทดสอบหาความเร็ว

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบความเร็ว (บนบก)

ระยะทางการทดสอบ(เมตร)	เวลา (วินาที)	ความเร็ว (เมตร/วินาที)	ความเร็ว (กิโลเมตร/ชั่วโมง)
10	17.95	0.55	2.00
20	34.55	0.58	2.01
30	52.39	0.57	2.06
40	70.23	0.57	2.06
50	87.45	0.57	2.06
60	102.33	0.58	2.09
70	121.65	0.57	2.05
ค่าเฉลี่ย		0.57	2.05

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบความเร็ว (ในน้ำ)

ระยะทางการทดสอบ(เมตร)	เวลา (วินาที)	ความเร็ว (เมตร/วินาที)	ความเร็ว (กิโลเมตร/ชั่วโมง)
10	30.08	0.33	1.20
20	51.25	0.39	1.40
30	75.80	0.39	1.40
40	104.82	0.38	1.37
50	133.50	0.37	1.33
60	155.65	0.38	1.37
70	188.20	0.37	1.33
ค่าเฉลี่ย		0.37	1.33

จากการทดสอบหาความเร็วของหุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบก ทั้งบนบกและบนผิวน้ำนั้นผลปรากฏว่าการวิ่งบนบกจะมีความเร็วมากกว่าการวิ่งบนผิวน้ำดังแสดงในตารางที่ 5 และตารางที่ 6

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการทดสอบหุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบกนี้ จะพบว่า การทดสอบระยะในการรับ-ส่งสัญญาณอินเตอร์เน็ตแบบไร้สาย Wifi (ฮอตสปอตส่วนบุคคล) ระหว่าง NodeMCUESP8266 กับแอพพลิเคชั่น Blynk สามารถส่งคำสั่งควบคุมได้ในระยะทาง 70 เมตร ซึ่งในการทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบกบนบกในพื้นที่ราบโดยเปรียบเทียบระหว่างขณะหุ่นยนต์ที่มีทุ่นลอยน้ำและหุ่นยนต์ที่ไม่มีทุ่นลอยน้ำนั้นจะเห็นว่าขณะที่ไม่มีทุ่นลอยน้ำหุ่นยนต์จะสามารถเคลื่อนที่เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย และเลี้ยวขวาได้ดีกว่าขณะที่หุ่นยนต์ไม่มีทุ่นลอยน้ำ และในการทดสอบความเร็วในการเคลื่อนที่บนบกและในน้ำ ได้มีการเปรียบเทียบระหว่างหุ่นยนต์มีทุ่นลอยน้ำและไม่มีทุ่นลอยน้ำจะเห็นได้ว่าไม่มีทุ่นลอยน้ำสามารถเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าขณะที่มีทุ่นลอยน้ำ และการทดสอบความเร็วในน้ำนั้นจะเห็นได้ว่าหุ่นยนต์ใช้เวลามากกว่าบนบกอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยหุ่นยนต์เก็บขยะนี้สามารถเก็บขวดพลาสติกขนาดความจุขวดไม่เกิน 1.25 ลิตร เศษกระดาษ เศษใบไม้ และกระป๋องน้ำอัดลมได้ หุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบกนี้มีระยะการตอบสนองอยู่ที่ 70 เมตรเท่านั้นเนื่องจากใช้สัญญาณอินเตอร์เน็ตไร้สาย (wifi) ที่ปล่อยจากโทรศัพท์ จึงทำให้ความแรงของสัญญาณไม่เพียงพอ น้ำหนักของหุ่นยนต์เก็บขยะสะเทินน้ำสะเทินบกอยู่ที่ 30 กิโลกรัม และหุ่นยนต์สามารถบรรทุกขยะได้ไม่เกิน 2 กิโลกรัม ถ้าน้ำหนักเกินอาจจะทำให้มอเตอร์ร้อนเนื่องจากได้รับรับภาระโหลดมากเกินไป หุ่นยนต์นี้สามารถทำงานแทนมนุษย์ได้ ทำให้ประหยัดเวลาและแรงงานของมนุษย์ได้เป็นอย่างมาก

ข้อเสนอแนะ

1.โครงสร้างมีน้ำหนักมากเกินไป ทำให้มอเตอร์ขับโหลดหนักเกินไปเป็นผลให้มอเตอร์ร้อนเร็วกว่าปกติ ควรทำการแก้ไขโดยการเปลี่ยนไปใช้มอเตอร์ที่มีแรงบิดสูง ๆ หรืออาจจะเปลี่ยนวัสดุโครงสร้างของหุ่นยนต์โดยเลือกใช้ที่มีความแข็งแรงแต่มีน้ำหนักเบา

2.สัญญาณอินเตอร์เน็ตไร้สาย (wifi) เมื่อระยะการควบคุมไกลขึ้น จะทำให้หุ่นยนต์มีการตอบสนองช้าลงและไม่เสถียร ควรทำการแก้ไขโดยการเชื่อมสัญญาณอินเตอร์เน็ตไร้สาย (wifi) เข้ากับเราท์เตอร์ที่สามารถปล่อยสัญญาณได้ไกลกว่าเดิม

3.ทุ่นลอยน้ำด้านข้างมีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่บนบกในสภาพพื้นที่ต่างระดับและพื้นขรุขระมาก ๆ ได้ลำบาก ควรทำการแก้ไขโดยการลดขนาดทุ่นลอยน้ำให้มีขนาดเล็กลงแต่มีคุณสมบัติในการลอยตัวบนผิวน้ำได้ดี

เอกสารอ้างอิง

ชัยพร อัดโดดดร. (2555). *การออกแบบและสร้างหุ่นยนต์เก็บขยะบนพื้นดินแบบไร้สายที่สามารถควบคุมความเร็วได้แบบปรับความกว้างพัลส์*. การประชุมวิชาการ มอบ. วิจัย ครั้งที่ 6 วันที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ. 2555 ณ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. หน้า 201-210.

ชัยพร อัดโดดดร, ธนกร ศิรมงคลกานต์, นิติคม อริยพิมพ์ และพิพัฒน์ ดุรงค์ดำรงชัย. (2562). *การออกแบบและสร้างหุ่นยนต์เก็บขยะบนผิวน้ำแบบไร้สายที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์*. การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 10. วันที่ 30 สิงหาคม 2562 ณ อาคารขวัญแก้ว มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล. หน้า 602.608.

Faizal Arya Samman, M. Yusuf Said, Christoforus Yohannes, Muhammad Fadly Badawi. (2015). *Mini Amphibious Vehicle/Robot with Wireless Control System*. Proceeding of the 2nd International Symposium on Smart Material and Mechatronics 2015. Gowa, Indonesia, 26-29 of October 2015. pp. 26-30.

M.Premkumar, N. Praveen Kumar, M. Meher Akhil, M. Rambabu, M. Pradeep Chandra.(2017). Autonomous Amphibious Robot. *ADVANCES in NATURAL and APPLIED SCIENCES.* 2017 Special 11(6): pages 277-283.

Isaiah Carlo E. Lecitona, Michelle P. Gamboa, Mikhael Willard R. Songco and Donabel de Veas. (2020). Implementation of Filtering-Waste Robot for Improved Wastewater Management Control using Arduino. *DLSU Research Congress 2020*. June 17-19.