

THIẾT KẾ, CHẾ TẠO ROBOT HỖ TRỢ NUÔI TÔM THẺ CHÂN TRẮNG TẠI VIỆT NAM

DESIGNING AND BUILDING A ROBOT SUPPORTING WHITE LEG SHRIMP FARMING IN VIETNAM

Nguyễn Văn Tuấn^{1*}, Nguyễn Ngọc Doanh², Phạm Tất Thắng²,
Đỗ Đăng Khoa³, Hàn Huy Dũng⁴

¹Khoa Cơ khí – Cơ điện tử, Trường Đại học Phenikaa

²Khoa Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Thủy lợi

³Trường Cơ khí, Đại học Bách Khoa Hà Nội

⁴Trường Điện – Điện tử, Đại học Bách Khoa Hà Nội

TÓM TẮT

Ứng dụng công nghệ vào nuôi trồng thủy hải sản ngày càng cho thấy cần thiết và đem lại hiệu quả cao, đặc biệt trong lĩnh vực nuôi tôm thẻ chân trắng. Tại Việt Nam, nuôi tôm thẻ chân trắng đã được phát triển từ nhiều năm trước tại các vùng phía Bắc, miền Trung và phía Nam. Nuôi tôm thẻ chân trắng đem lại giá trị kinh tế cao, tuy nhiên cũng có những thách thức đặt ra như: tôm phát triển chậm, bị bệnh hoặc có thể chết do nhiều nguyên nhân khác nhau. Do đó, việc đảm bảo môi trường sống, giám sát chất lượng nước trong ao cần phải được đặc biệt chú ý. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả thiết kế, chế tạo một robot hỗ trợ nuôi tôm thẻ chân trắng nhằm giúp người chăn nuôi luôn giám sát được môi trường của ao nuôi, hỗ trợ hút chất thải của ao, từ đó đưa ra giải pháp xử lý kịp thời để điều chỉnh, bổ sung các dưỡng chất đảm bảo môi trường sống cho tôm được tốt nhất, giúp tôm có thể sinh trưởng tốt nhất, đem lại hiệu quả kinh tế trong nuôi tôm thẻ chân trắng tại Việt Nam.

Từ khóa: Robot hoạt động dưới nước; Nuôi tôm thẻ chân trắng; Phương tiện điều khiển từ xa; Tôm thẻ chân trắng; IoT.

ABSTRACT

Applying technology to aquaculture is increasingly proving necessary and bringing high efficiency. Especially in the field of white leg shrimp farming. In Vietnam, whiteleg shrimp farming has been developed many years ago in the Northern, Central and Southern regions. Whiteleg shrimp farming brings high economic value, but there are also challenges such as: shrimp grow slowly, get sick or can die due to many different reasons. Therefore, it is necessary to pay special attention to ensuring the living environment and monitoring the water quality in the pond. In this study, the authors design and build a robot to support whiteleg shrimp farming to help farmers always monitor the environment of the pond, support to absorb waste of pond, thereby providing timely treatment solutions to adjust and supplement nutrient to ensure the best living environment for shrimp, helping shrimp to grow the best, so bringing economic efficiency in the white leg shrimp farming industry in Vietnam.

Keywords: Underwater robot; White leg shrimp farming; Remotely operated vehicle; White leg shrimp; Internet of Thing.

1. MỞ ĐẦU

Ngành nuôi trồng thủy sản đã tạo ra sự tăng trưởng ấn tượng trong việc cung cấp cá, tôm, cua cho con người. Dựa trên nhu cầu ngày càng cao và cải tiến công nghệ trong nuôi trồng thủy sản, tổng sản lượng thủy sản trên thế giới (đánh bắt cộng với nuôi trồng thủy sản, không bao gồm thực vật thủy sinh) dự kiến sẽ tiếp tục tăng trong những năm tới, có thể đạt 201 triệu tấn vào năm 2030. Ngoài ra, nuôi trồng thủy sản để làm thực phẩm cho con người đã cao hơn đánh bắt thủy sản để làm thực phẩm cho con người. Trong đó, tôm là một trong những mặt hàng phổ biến và đem lại giá trị dinh dưỡng cao trên thế giới. Đây là một trong những hải sản có giá trị lớn, triển vọng trong ngành thủy sản, có thể thu về ngoại tệ thông qua xuất khẩu. Nhu cầu cao về tôm trong và ngoài nước khiến Việt Nam trở thành một trong những nhà xuất khẩu lớn trên thế giới về các loại tôm. Tháng 9 năm 2022, xuất khẩu tôm của Việt Nam đạt 349 triệu USD, tăng 13 % so với cùng kỳ năm 2021. Lũy kế 9 tháng đầu năm, giá trị xuất khẩu đạt 3,4 tỷ, tăng 23 % so với cùng kỳ năm trước. Xuất khẩu tôm của Việt Nam có xu hướng tăng ở các thị trường châu Á như Nhật Bản, Trung Quốc, Hàn Quốc trong khi trầm lắng ở các thị trường như Mỹ, EU [1]. Năm 2022, Tổng Thư ký Hiệp hội Chế biến và Xuất khẩu Thủy sản Việt Nam (VASEP), dự báo kim ngạch xuất khẩu tôm trên thế giới sẽ tiếp tục phục hồi và tăng trưởng mạnh, xuất khẩu tôm của Việt Nam sẽ tăng trưởng khoảng 10-12 %. Như vậy, đây là một ngành kinh tế có triển vọng rất phát triển trong tương lai.

Một trong những loại tôm phổ biến nhất hiện nay là tôm thẻ chân trắng. Tôm thẻ chân trắng sống được ở vùng nước mặn, ngọt có độ sâu từ thấp đến cao, tôm thích nghi với môi trường có nhiệt độ thấp và có tỷ lệ sống sót cao

[2]. Vì vậy mà tôm phù hợp cho các hoạt động nuôi trồng thủy sản tại Việt Nam. Tôm thẻ chân trắng có tập tục sinh sống với nhu cầu ăn cao, ăn thức ăn có hàm lượng protein thấp, do đó thích nghi với môi trường nuôi trong ao.

Hiện nay, có rất nhiều công việc của con người đã được hỗ trợ bởi công nghệ, đó là máy móc tự động hay robot có thể làm việc tự động liên tục ngày đêm phục vụ các ngành sản xuất trong nông nghiệp [3]. Trong đó phải kể đến các máy móc, thiết bị được ứng dụng trong lĩnh vực thủy hải sản, đặc biệt là nuôi trồng thủy sản, ví dụ như máy cho ăn tự động. Máy này có thể cho ăn tự động bằng cách thiết lập một lịch trình đã được xác định bởi các chủ ao [4]. Công nhân có thể điều khiển, thiết lập các chương trình tạo điều kiện thuận lợi cho tôm ăn được lượng thức ăn vừa đủ, tránh lãng phí. Thức ăn được chuẩn bị sẵn và được thiết lập lượng thức ăn tùy thuộc vào từng giai đoạn phát triển của tôm để không làm thức ăn thừa lắng đọng quá nhiều ở phía dưới. Thiết bị dọn chất thải dư thừa của thức ăn, tuy nhiên thiết bị có kích thước lớn, kết cấu phức tạp, không linh hoạt [5]. Bên cạnh đó, trên thế giới cũng đã ứng dụng một số loại robot ứng dụng trong nuôi trồng thủy sản [3], tuy nhiên mỗi vùng, địa phương có điều kiện tự nhiên khác nhau do đó đòi hỏi những thiết bị, robot đặc thù để tương thích với từng vùng. Các thiết bị IoT cũng đã và đang được sử dụng nhiều trong nuôi trồng thủy sản. Đây là xu hướng tất yếu hiện nay và trong tương lai. Do đó, trong nghiên cứu này, nhóm tác giả nghiên cứu phát triển một loại robot có thể hoạt động tại các ao nuôi tôm thẻ chân trắng với các chức năng như: hút lọc một số chất thải đáy ao như vỏ tôm, thức ăn dư thừa; giám sát các chỉ số nhiệt độ ao nuôi, độ pH, độ mặn, độ oxy hòa tan... ; cảnh báo khi một trong các chỉ số nằm ngoài ngưỡng cho phép, do đó giúp người nuôi tôm chủ động trong việc xử lý các



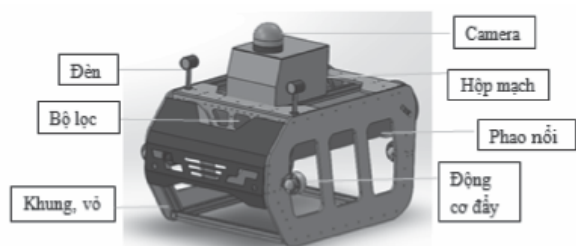
tình huống xấu làm ảnh hưởng đến sự phát triển của tôm.

Robot có thể hoạt động trên phạm vi ao nuôi với bán kính điều khiển 100m, robot được tích hợp hệ thống định vị GPS, camera giám sát, đèn chiếu sáng khi hoạt động ban đêm.

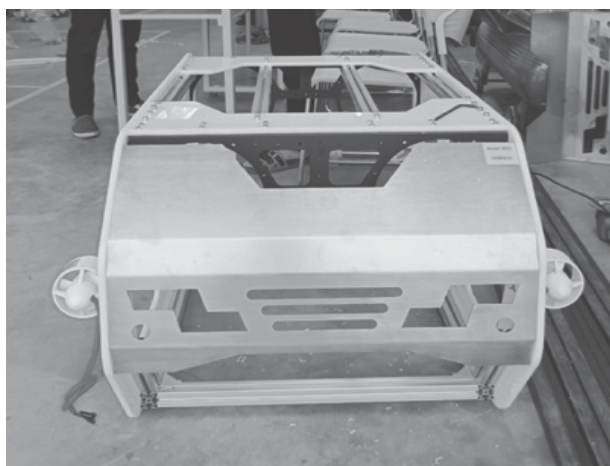
2. THIẾT KẾ CƠ KHÍ ROBOT

2.1. Thiết kế khung vỏ và bộ phận nổi

Robot được thiết kế bằng phần mềm thiết kế chuyên nghiệp Solidworks. Robot gồm các bộ phận chính như Hình 1. Hệ thống khung vỏ được chế tạo bằng vật liệu nhựa và nhôm định hình đảm bảo độ nhẹ và đủ cứng vững cho robot. Các chi tiết được gia công trên máy laser CNC như Hình 2.



Hình 1. Các bộ phận chính của robot



Hình 2. Chế tạo khung, vỏ robot

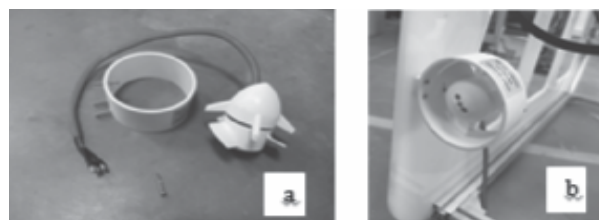
Phao nổi được thiết kế gồm 2 bình làm bằng vật liệu PVC dày 4mm có chiều dài 900 mm, đường kính là 200 mm (Hình 3). Hai bình được đặt đối xứng qua đường tâm của robot, đặt tại phía trên để trọng tâm của robot nằm ở thấp tạo sự ổn định khi di chuyển. Hệ thống tạo được sức nổi khoảng 600 N.



Hình 3. Ống PVC tạo sức nổi

2.2. Thiết kế hệ thống đẩy

Động cơ đẩy được trang bị trên robot là loại động cơ không chổi than 3 pha với thiết kế chống nước, sử dụng vật liệu chịu mài mòn cao và hoạt động tốt trong môi trường nước mặn. Cấu hình hệ thống đẩy của robot được thiết kế với 4 động cơ đẩy được lắp tại 4 góc của robot, do đó linh hoạt trong việc di chuyển theo các hướng khác nhau. Cánh của động cơ đẩy được thiết kế hoạt động hai chiều nên robot có thể tiến lùi độc lập, linh hoạt trong môi trường nước như Hình 4(a, b).

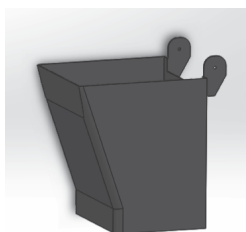


Hình 4a,b. Động cơ đẩy của robot

2.3. Thiết kế hệ thống hút chất thải

Hệ thống hút chất thải đáy ao bao gồm một động cơ hút được thiết kế dạng tuabin với

động cơ không chổi than 3 pha, vận tốc tối đa 10.000 vòng/phút có thể hút dễ dàng vỏ tôm, thức ăn dư thừa lên bộ phận lọc thô và lọc tinh. Bộ lọc được đặt trong hộp nhựa gá lắp phía giữa bên trong robot như Hình 5.



Hình 5. Bộ phận lọc chất thải

2.4. Nguồn năng lượng cho robot

Nguồn năng lượng để robot hoạt động luôn là vấn đề quan trọng đối với robot nói chung, với robot hoạt động dưới nước nói riêng. Trong nghiên cứu [6, 7] cho thấy hầu hết các loại robot hoạt động dưới nước cỡ nhỏ và robot cỡ vừa sử dụng pin là nguồn năng lượng chính. Trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu cũng sử dụng pin làm nguồn năng lượng gồm: 4 pin LiPo 1220 với dung lượng là 12 V, 44.000 mAh.



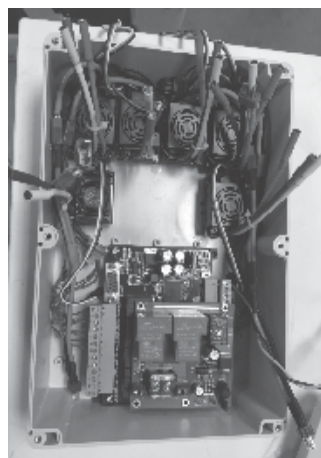
Hình 6. Pin LiPo 1220 sử dụng trên robot

3. THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN

3.1. Mạch điều khiển trung tâm

Nhóm nghiên cứu sử dụng mạch điều

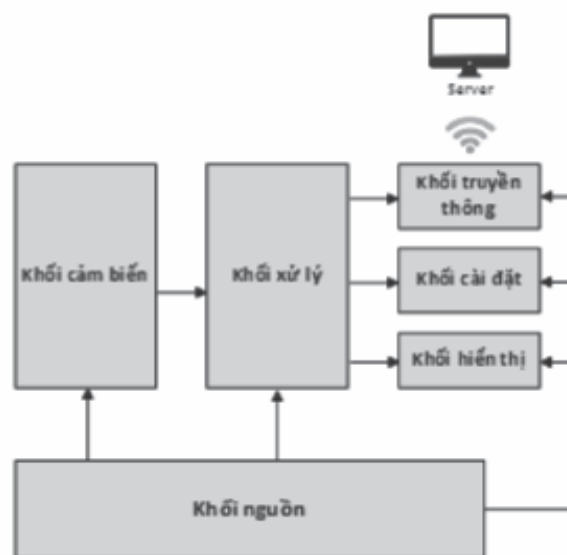
khiển dùng chip ARM để điều khiển, kết nối các thiết bị ngoại vi như: động cơ đẩy, đèn chiếu sáng, động cơ hút, các cảm biến, module GPS,.... Mạch được thiết kế và chế tạo như Hình 7.



Hình 7. Mạch điều khiển trung tâm của robot

3.2. Tích hợp cảm biến đo

Sơ đồ khối kết nối giữa cảm biến, xử lý dữ liệu và truyền thông tin về trạm theo dõi trên bờ được thể hiện như Hình 8.



Hình 8. Sơ đồ khối mạch cảm biến và truyền tin

Đo nhiệt độ: Để đo, giám sát nhiệt độ nước ao nuôi tôm, nhóm tác giả sử dụng đầu đo nhiệt độ NTC MF58 như Hình 9.



Hình 9. Cảm biến đo nhiệt độ NTC MF58

Đo độ mặn: Độ mặn hay độ muối được ký hiệu S‰ là tổng lượng (tính theo gam) các chất hòa tan chứa trong 1kg nước. Trong hải dương học, người ta sử dụng độ mặn để đặc trưng cho độ khoáng của nước biển, nó được hiểu như tổng lượng tính bằng gam của tất cả các khoáng rắn hòa tan có trong 1 kg nước biển. Đơn vị đo của độ mặn là ppt hay ‰ (phần nghìn), tuy nhiên đây không phải là đơn vị đo của độ muối mà chỉ là biểu diễn đơn vị nồng độ (g/kg) của các muối hòa tan có trong nước biển.

Để đo độ mặn, ta sẽ đo gián tiếp qua độ dẫn điện. Độ dẫn điện là khả năng mang một dòng điện của dung dịch. Khả năng này tùy thuộc vào sự hiện diện của các ion, tính linh động, hóa trị của các ion và nhiệt độ tại thời điểm đo.



Hình 10. Cảm biến đo độ dẫn CD-4307SD

Ta sẽ tính giá trị của độ mặn thông qua công thức phụ thuộc giữa độ mặn, độ dẫn và nhiệt độ. Cảm biến độ dẫn sử dụng trong nghiên cứu như Hình 10.

Đo độ pH: Nồng độ pH là một trong những thông số đặc trưng của nước. Nó ảnh hưởng rất nhiều đến chất lượng của nước, đặc biệt với nước hồ nuôi trồng thủy sản thì việc biết chính xác giá trị pH là rất cần thiết. Độ pH (potential ion H⁺) là nồng độ ion H⁺ trong một dung dịch axit hòa tan trong nước. Độ pH nói lên tính chất axit hay bazơ của dung dịch điện phân. Để đo độ pH, cảm biến hoạt động dựa trên suất điện động Galvanic. Một điện cực nhúng vào một dung dịch điện phân, sẽ xuất hiện ở điện cực ấy một suất điện động theo định luật Nernst:

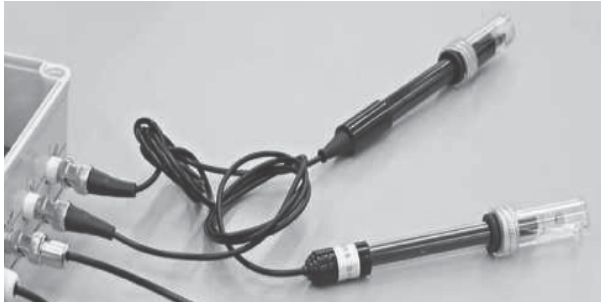
$$E = \frac{RT}{nF} \ln[H^+] = \frac{2.303RT}{nF} \lg[H^+] \quad (1)$$

Trong đó:

- E: Suất điện động Galvanic;
- R: Hằng số Boltzman;
- T: Nhiệt độ tuyệt đối, $T = t + 273.15$;
- n: Hóa trị của ion H⁺;
- F: Hằng số Faraday.

Đo độ oxy hòa tan: DO (Dissolved Oxygen) là lượng oxy hòa tan trong nước cần thiết cho sự hô hấp của các sinh vật nước (cá, lưỡng cư, thủy sinh,...) thường được tạo ra do sự hòa tan từ khí quyển hoặc do quang hợp của tảo. Nồng độ oxy trong nước được tính bằng mg/l hay nồng độ % bão hòa dựa vào nhiệt độ. Nồng độ oxy tự do trong nước nằm trong khoảng 8-10 % và dao động mạnh phụ thuộc vào nhiệt độ, sự phân hủy hóa chất, sự quang hợp của tảo. Khi nồng độ DO thấp, các loài sinh vật trong nước giảm hoạt động hoặc bị chết. Do vậy, DO là một thông số quan trọng để đánh giá

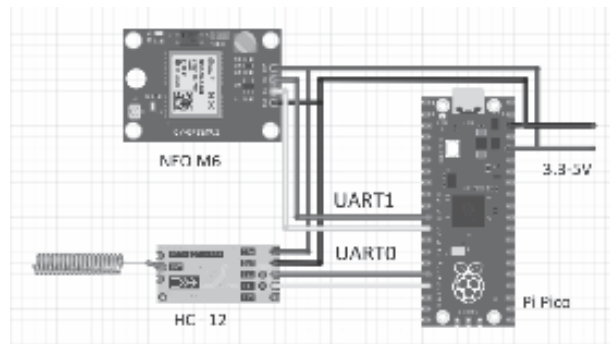
sự ô nhiễm nguồn nước. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ oxy hòa tan: nhiệt độ, áp suất, độ mặn. Cảm biến được sử dụng trong nghiên cứu này là DO-SEN0237 như Hình 11.



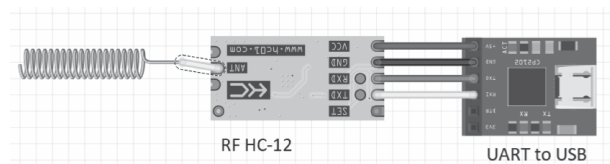
Hình 11. Cảm biến DO-SEN0237

3.3. Định vị GPS

Robot được lắp một thiết bị định vị để xác định vị trí của robot trong ao, cũng là tiền đề để phát triển thuật toán bám quỹ đạo ở hướng nghiên cứu tiếp theo. Trên thiết bị thu GNSS: Mô-đun NEO M6 trả về bản tin NMEA thông qua giao thức UART. Pi Pico nhận bản tin NMEA thông qua giao thức UART. Từ chuỗi ký tự thông qua việc tách thông tin, ta thu được tọa độ dưới dạng kinh độ và vĩ độ. Bản tin được truyền với tần số 1 Hz. Thông tin về kinh độ, vĩ độ được đóng gói dưới dạng chuỗi ký tự và truyền đi nhờ mô-đun RF HC-12 (Hình 12). Trên thiết bị nhận: Chuỗi ký tự được truyền qua sóng RF nhờ mô-đun RF HC-12 đến mô-đun nhận RF HC-12 có cùng kênh và cùng địa chỉ. Tín hiệu nhận được truyền tới máy tính thông qua mô-đun UART to USB (Hình 13). Trên máy tính, một chương trình có vai trò nhận chuỗi ký tự từ USB, sau đó được xử lý để lấy thông tin về tọa độ của robot. Tọa độ này được sử dụng để hiển thị vị trí robot trên bản đồ OpenStreetMap.



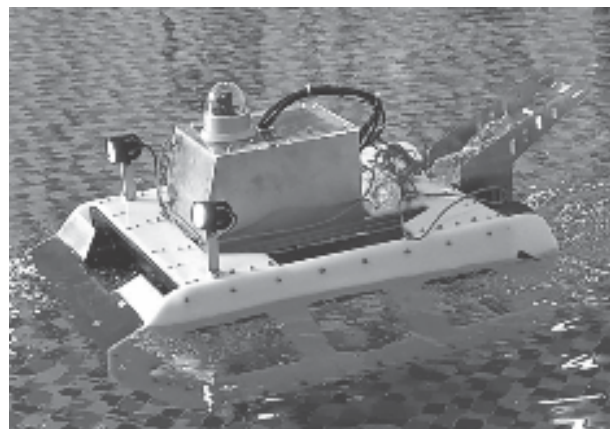
Hình 12. Sơ đồ kết nối thiết bị thu GPS



Hình 13. Sơ đồ kết nối trên thiết bị nhận RF

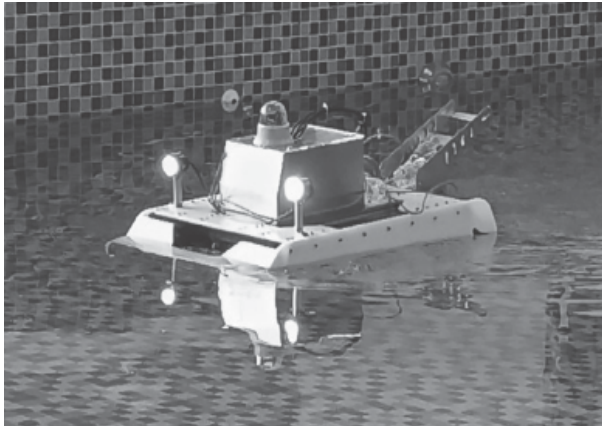
4. KẾT QUẢ

Sau khi chế tạo và lập trình điều khiển robot, robot đã được thử nghiệm tại bể bơi trước khi đưa vào vận hành ngoài thực tế (Hình 14 a,b,c,d). Robot hoạt động ổn định, tiến lùi theo các phương theo mong muốn của người điều khiển, các tín hiệu điều khiển, tín hiệu từ các cảm biến đưa về ổn định và đã đạt được các kết quả thử nghiệm theo mục tiêu đề ra theo Bảng 1.



a)

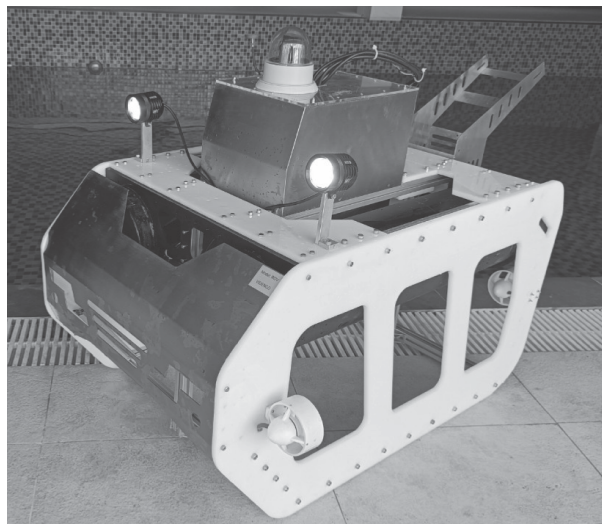




b)



c)



d)

Hình 14a, b, c, d. Robot thử nghiệm tại hồ bơi

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của pin năng lượng mặt trời

STT	Thông số	Kết quả thử nghiệm
1	Kích thước	1000x650x700 (mm)
2	Vận tốc lớn nhất	0,25 m/s
3	Thời gian hoạt động liên tục	2 h
4	Bán kính hoạt động lớn nhất	100 m
5	Công suất hệ thống hút chất thải	1,5 m ³ /h
6	Cảm biến đo pH; Cảm biến DO, Cảm biến nhiệt độ	Hoạt động ổn định
7	Dung lượng Pin	44.000 mAh
8	Công suất chiếu sáng	30W
9	Camera không dây	Truyền xa đến 100 m

Với các kịch bản thử nghiệm để đánh giá khả năng vận hành của robot, nhóm nghiên cứu đã chỉnh sửa, nâng cấp nhằm tối ưu khả năng hoạt động của robot. Các chức năng và thông số kỹ thuật đã đạt được đảm bảo chỉ tiêu đề ra ban đầu.

5. KẾT LUẬN

Dựa trên dữ liệu thu được từ kết quả thử nghiệm trong hồ bơi, robot hoạt động tốt trong các kịch bản thử nghiệm và có khả năng thay thế công việc của con người trong quá trình giám sát chất lượng nước trong công tác nuôi tôm, hỗ trợ lọc hút các chất thải của ao nuôi tôm thẻ chân trắng tại Việt Nam. Việc ứng dụng công nghệ IoT trong việc thu thập dữ liệu và thông

tin đến người dùng có thể giúp phòng ngừa các sự cố làm ảnh hưởng đến khả năng sinh trưởng, phát triển của tôm. Trong thời gian tới, nhóm tiếp tục phát triển và cải tiến để robot, phát triển thuật toán để ngoài việc điều khiển hoạt động của robot từ xa mà còn đi theo quỹ đạo mong muốn, lấy mẫu đo một cách tự động để có thể ứng dụng ngoài thực tiễn, đem lại hiệu quả cao trong nuôi tôm thẻ chân trắng tại Việt Nam.

Nghiên cứu này được tài trợ bởi đề tài nghiên cứu khoa học công nghệ cấp Bộ Khoa học và Công nghệ, mã số 02.2020M005. ❖

Ngày nhận bài: **05/01/2023**

Ngày phản biện: **30/01/2023**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. vasep.com.vn.
- [2]. Adiwidjaya D, Supito I and Sumantri, 2008; *Penerapan teknologi budidaya Udang Vanname L. vannamei semi-intensif lokasi tambak salinitas tinggi*. Media Budidaya Air Payau Perekayasaan 5(7) 1- 19.
- [3]. Yucheng Jin, Jizhan Liu, Zhujie Xu, Shouqi Yuan, Pingping Li, Jizhang Wang; *Development status and trend of agricultural robot technology*. 2021, Int J Agric & Biol Eng, 14(4): 1–19.
- [4]. Uddin N, Rashid, Mostafa, Belayet, Salam, Nithe, Rahman and Aziz; *A 2016 Development of automatic fish feeder*. Global Journal of Researches in Engineering 16(2) 14-21.
- [5]. Sefto, I Jaya and M Iqbal; *Design and implementation of waste cleaning automation system for the shrimp pond bottom*. 2020, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 429 012050.
- [6]. Nguyễn Văn Tuấn, Đinh Văn Phong, Nguyễn Chí Hưng; *Nguồn năng lượng cho thiết bị lặn tự hành AUV*. Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số 7 năm 2019, tr27-34.
- [7]. C. Funnell (editor); *Jane's Underwater Technology*. Jane's Information Group Ltd., Coulsdon, (4th edition), ISBN 0-7106-2332-1, (2001).