

RESEARCH AND DESIGN OF ROBOT CAR CONTROL MODEL BY VOICE WITH RASPBERRY PI 4

Hoang Van Thuc

TNU - University of Information and Communication Technology

ARTICLE INFO		ABSTRACT
Received:	31/01/2024	In recent years, the fields of computer engineering, electronics and telecommunications, artificial intelligence and information processing have developed strongly and have made great contributions to the advanced scientific and technical revolution. In particular, the birth and rapid development of artificial intelligence makes the electronics industry richer and more diverse. In particular, the exchange of information between systems is extremely important. Previous communication technology was the keyboard or via touch screen. All devices involved in this communication require some type of contact with hardware to operate. As a result, information processing technology is increasingly advanced. One type of input information that is currently being studied by scientists is speech processing. This article presents the results of research on designing a voice robot car control model using the Raspberry pi 4 kit combined with Windows 10 Iot core software and visual studio 2019. The model brings many benefits to humans in the matter of moving and controlling things according to human requirements. It allows users to find directions through short commands and the voice control system will find directions without having to enter an address on the map. The system is designed for high stability and reliable accuracy. Experimental and survey results in many environments are relatively accurate and consistent. It can be improved to create useful products for practical applications today.
Revised:	29/02/2024	
Published:	29/02/2024	
KEYWORDS		
Robot car		
Raspberry pi 4		
Control the robot car		
Raspberry App		
Voice processing		
Raspberry Kit		

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ MÔ HÌNH ĐIỀU KHIỂN XE ROBOT BẰNG GIỌNG NÓI VỚI RASPBERRY PI 4

Hoàng Văn Thục

Trường Đại học Công nghệ thông tin và Truyền thông - ĐH Thái Nguyên

THÔNG TIN BÀI BÁO		TÓM TẮT
Ngày nhận bài:	31/01/2024	Những năm gần đây, các ngành kỹ thuật máy tính, điện tử viễn thông, trí tuệ nhân tạo và xử lý thông tin phát triển mạnh mẽ và có những đóng góp lớn vào cuộc cách mạng khoa học kỹ thuật tiên tiến. Đặc biệt sự ra đời và phát triển nhanh chóng của trí tuệ nhân tạo làm cho ngành điện tử trở nên phong phú và đa dạng hơn. Trong đó, việc trao đổi thông tin giữa các hệ thống là vô cùng quan trọng. Công nghệ truyền tin trước đây là bàn phím hoặc thông qua màn hình cảm ứng. Tất cả các thiết bị tham gia vào việc truyền tin này yêu cầu một số loại tiếp xúc với phần cứng để vận hành. Vì thế cho nên công nghệ xử lý thông tin ngày càng được nâng cao. Một loại thông tin đầu vào hiện nay đang được các nhà khoa học nghiên cứu đó là xử lý giọng nói. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu thiết kế mô hình điều khiển xe robot bằng giọng nói sử dụng kit Raspberry pi 4 kết hợp với các phần mềm Windows 10 Iot core và Visual studio 2019. Mô hình mang lại rất nhiều lợi ích cho con người trong vấn đề di chuyển và điều khiển mọi vật theo yêu cầu của con người. Cho phép người sử dụng tìm đường qua câu lệnh ngắn gọn và hệ thống điều khiển bằng giọng nói sẽ tìm đường, chỉ dẫn mà không cần nhập địa chỉ trên bản đồ. Hệ thống được thiết kế độ ổn định cao, độ chính xác tin cậy. Kết quả thực nghiệm và khảo sát trên nhiều môi trường tương đối chính xác và phù hợp. Nó có thể được cải tiến để tạo ra các sản phẩm hữu ích ứng dụng trong thực tế hiện nay.
Ngày hoàn thiện:	29/02/2024	
Ngày đăng:	29/02/2024	
TỪ KHÓA		
Xe robot		
Raspberry pi 4		
Điều khiển xe robot		
Ứng dụng Raspberry		
Xử lý giọng nói		
Kit Raspberry		

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.9665>

Email: hvthuc@ictu.edu.vn

<http://jst.tnu.edu.vn>

200

Email: jst@tnu.edu.vn

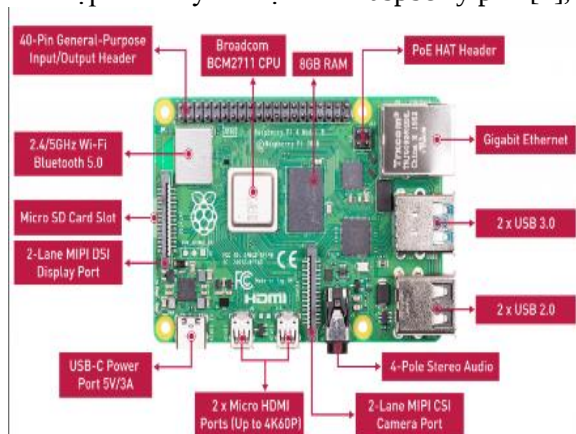
1. Giới thiệu

Trong những năm gần đây các công nghệ mới dần thay đổi các công nghệ cũ. Thiết bị không dây bắt đầu ra đời làm cho mọi thứ trở nên đơn giản hơn. Khi phần mềm và phần cứng được nâng cao thì một loại đầu vào mới được ra đời: tín hiệu bằng giọng nói [1]. Điều khiển bằng giọng nói sẽ là một xu hướng phát triển trong tương lai cùng với công nghiệp sản xuất và tự động hoá. Điều khiển bằng giọng nói hiện nay đang được ứng dụng rộng rãi như xe ô tô, nhà thông minh, điện thoại, ti vi... [2], [3]. Bài báo này tập trung nghiên cứu thiết kế hệ thống điều khiển xe robot bằng giọng nói sử dụng kit Raspberry pi 4. Hệ thống mô hình nhỏ gọn, giá thành rẻ và hợp lý, độ chính xác tin cậy, giao diện trực quan dễ quan sát và có thể ứng dụng rộng rãi trong thực tế.

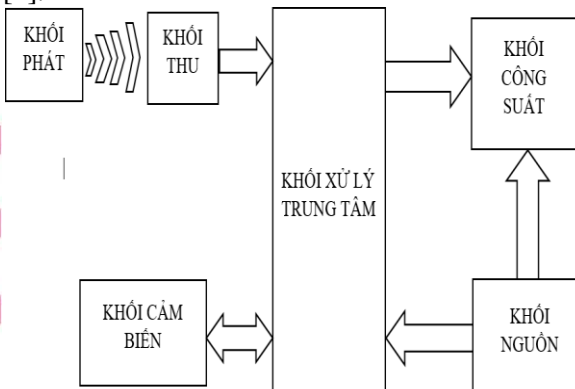
Hệ thống xe điều khiển bằng giọng nói được xây dựng với kit Raspberry pi 4 sẽ tối ưu được cơ sở hạ tầng kết nối sẵn có với việc ứng dụng và tích hợp thêm các cảm biến, truyền dữ liệu trên các thiết bị. Trong đó, sự hội tụ các công nghệ cho thu thập dữ liệu, phân tích và vận dụng, điều khiển tự động hoá, các hệ thống nhúng, truyền thông, sự ổn định, độ tin cậy và bảo mật đã tạo thành công nghệ Raspberry pi 4 [4], [5]. Kết quả thực nghiệm và khảo sát hệ thống trên nhiều đối tượng tương đối phù hợp. Sai số về độ trễ có thể từ nhiều nguyên nhân khác nhau. Nếu được điều chỉnh tốt, ý tưởng này kết hợp với mô hình tự động hóa trong thực tế với quy mô lớn sẽ trở thành một hệ thống lớn đáp ứng nhu cầu điều khiển, quản lý điều khiển các thiết bị một cách hiện đại sẽ nâng cao đời sống tiện ích trong giao thông vận tải và công nghiệp. Vì vậy, Raspberry pi 4 được tin tưởng và kỳ vọng sẽ mang lại lợi ích lớn trong công nghiệp và các ngành sản xuất khác, đặc biệt là ở các nước đang phát triển như Việt Nam [6], [7].

2. Phương pháp nghiên cứu và sơ đồ khối thiết kế hệ thống

Raspberry pi 4 được mô tả trên Hình 1 có thể xem như một máy tính truyền thống. Cấu trúc của Raspberry pi 4 xây dựng với bộ xử lý BCM2711 SoC là chip xử lý mobile mạnh mẽ có kích thước nhỏ hay được dùng trong các thiết bị di động bao gồm CPU, GPU, bộ xử lý âm thanh, video và nhiều tính năng khác... tất cả đều ở bên trong chip có điện năng thấp này. Với sự gắn kết của Raspberry pi 4 với các hệ thống điều khiển, cảm biến, thiết bị trong thực tế với mô hình lớn sẽ trở thành một hệ thống lớn đáp ứng nhu cầu điều khiển, quản lý tất cả các thiết bị một cách tối ưu nhất, nâng cao đời sống với tiện ích hiện đại trong công nghiệp tự động hóa. Hệ thống sẽ thu thập và xử lý dữ liệu với Raspberry pi 4 [1], [2].



Hình 1. Raspberry pi 4



Hình 2. Sơ đồ khối thiết kế hệ thống

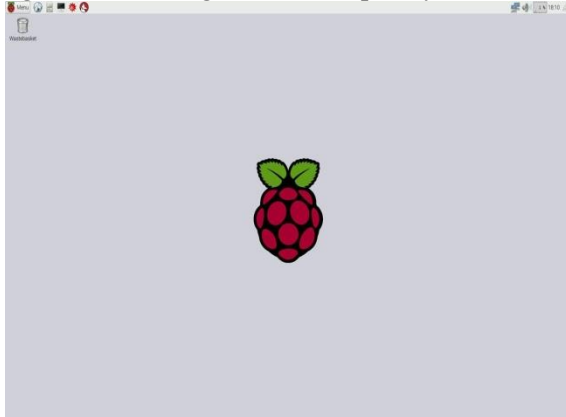
2.1. Thiết kế hệ thống

Với mục tiêu xây dựng một mô hình hệ thống theo cấu trúc tham chiếu như trên được thể hiện qua sơ đồ khối ở Hình 2 bao gồm 6 khối chính: Khối phát, khối thu, khối xử lý trung tâm, khối

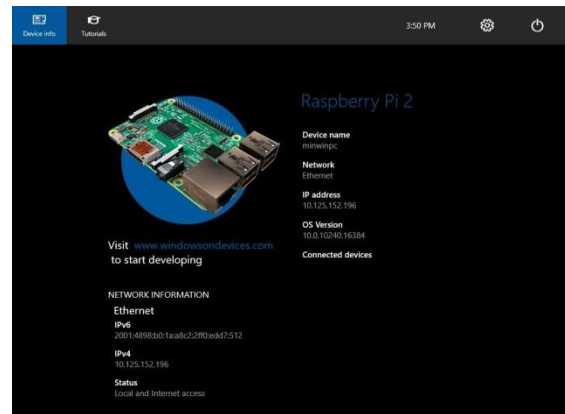
công suất, khối nguồn và khối cảm biến. Trong đó, khối xử lý trung tâm với Module Raspberry pi 4 truyền nhận cho nhau để kết nối giữa các khối và hệ thống điều khiển.

2.2. Hệ điều hành và phần mềm của của hệ thống

Giao diện của phần mềm Raspbian được thể hiện ở Hình 3 là bản build Linux dựa trên nền bản phát hành Debian gần giống hệ điều hành ubuntu với giao diện của môi trường máy tính để bàn. Có đầy đủ web browser, media player, tools,... Tóm lại, hệ điều hành này dành cho những người muốn dùng module Raspberry Pi như một cái máy tính truyền thống.

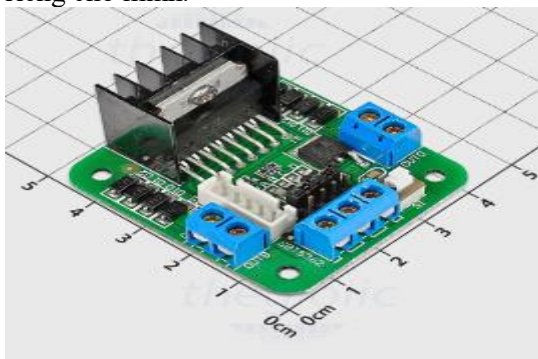


Hình 3. Giao diện của phần mềm Raspbian

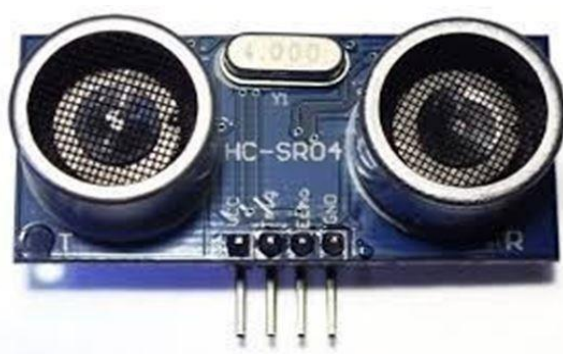


Hình 4. Giao diện hệ điều hành Windows 10 IoT core

Giao diện hệ điều hành Windows 10 IoT core được thể hiện trên Hình 4 có nhân của Windows. Windows 10 IoT được sử dụng cho mục đích phát triển các ứng dụng Internet vạn vật. Microsoft cho biết IoT Core được thiết kế để có thể sử dụng với một loạt các ngôn ngữ mã nguồn mở, giúp người dùng dễ dàng cài đặt trên các thiết bị và phát triển ứng dụng riêng cho mình.



Hình 5. Mạch công suất cầu H - L298B



Hình 6. Hình ảnh cảm biến siêu âm

Module mạch công suất cầu H – L298B

Module mạch công suất cầu H – L298B được mô tả trên Hình 5 có thể điều khiển các loại động cơ: DC, bước, servo. Sử dụng hai IC cầu H để điều khiển sự vận hành của các động cơ. Nó có thể điều khiển nhiều loại motor khác nhau như step motor, servo motor, motor DC, với mức điện áp lên đến 36V, dòng điện tối đa 2000 mA đối với mỗi tín hiệu điều khiển [4].

Cảm biến khoảng cách siêu âm HC-SR04 được sử dụng rất phổ biến với giá thành rẻ. Cảm biến sử dụng sóng siêu âm và có thể đo khoảng cách trong khoảng từ 2 đến 300 cm, với độ chính xác cao và chỉ phụ thuộc vào cách người dùng lập trình khi code. Hình ảnh thật của cảm biến siêu âm được mô tả trên Hình 6.

Module Arduino Mega 2560



Hình 7. Module Arduino Mega 2560



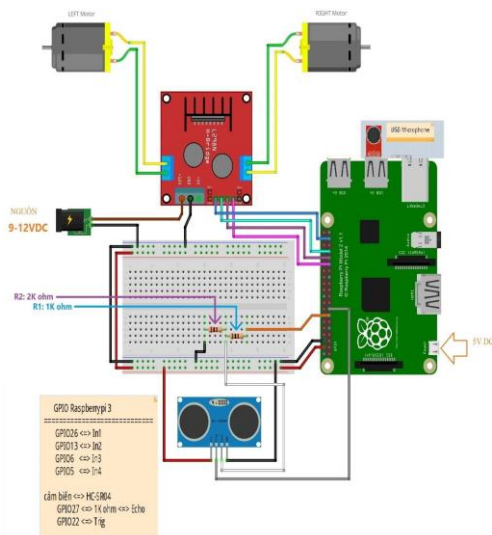
Hình 8. Micro không dây Daile V-10

Arduino Mega 2560 trên Hình 7 là một vi điều khiển Atmega 2560. Arduino Mega 2560 không sử dụng FTDI chip điều khiển chuyển tín hiệu từ USB để xử lý. Thay vào đó, nó sử dụng ATmega16U2 lập trình như là một công cụ chuyển đổi tín hiệu từ USB. Ngoài ra, Arduino Mega2560 cơ bản vẫn giống Arduino Uno R3, chỉ khác số lượng chân và nhiều tính năng mạnh mẽ hơn.

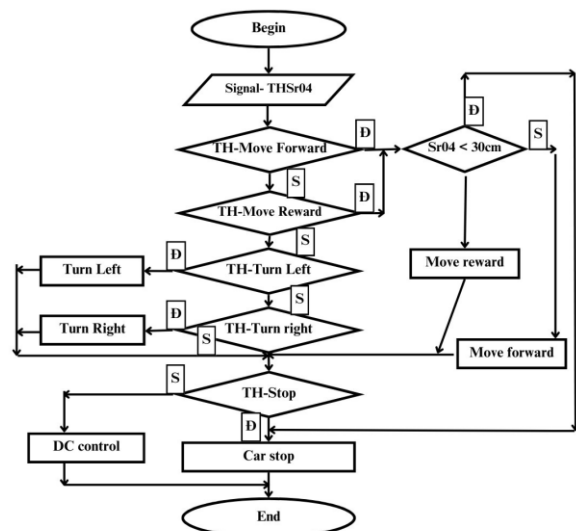
Micro không dây Daile V-10

Trên Hình 8 là hình ảnh micro không dây Daile V-10, với khả năng hút âm tốt kết hợp khả năng chống nhiễu cao cùng tầm hoạt động rộng đem lại những âm thanh sắc nét. Bộ đầu thu tín hiệu micro không dây Daile V10 được thiết kế nhỏ gọn chỉ bằng một chiếc USB Bluetooth đi kèm với 1 dây kết nối 2 đầu 3,5 ly và 1 jack chuyển đổi 3,5->6,5 ly để có thể kết nối vào cổng mic các thiết bị đều có. Nguồn điện khi sử dụng cho micro Daile V10 là pin AA nên dễ dàng tiết kiệm pin. Bộ đầu thu micro không dây Daile V10 được thiết kế nhỏ gọn với giá thành rẻ [5], [6].

2.3. Sơ đồ nguyên lý và lưu đồ thuật toán của hệ thống



Hình 9. Sơ đồ nguyên lý toàn mạch của hệ thống



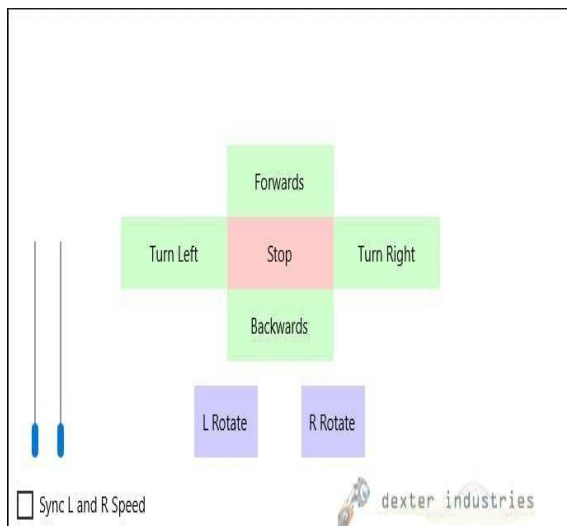
Hình 10. Lưu đồ thuật toán của hệ thống

Từ những phân tích và thiết kế trên, tác giả đã hoàn thiện sơ đồ nguyên lý toàn mạch được mô tả ở Hình 9. Hệ thống được xây dựng hoàn chỉnh dựa trên nền tảng cấu trúc và chức năng của vi điều khiển Raspberry pi 4. Từ tầng Raspberry devices đến lớp Raspberry gateway đến lớp Raspberry network và cuối cùng là lớp Raspberry application [7].

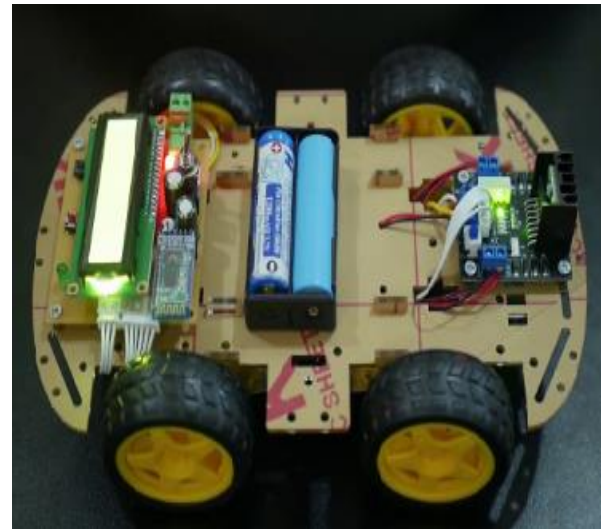
Lưu đồ thuật toán của hệ thống được thể hiện trên Hình 10: Tín hiệu vào được gán bằng biến tín hiệu, tín hiệu vào bao gồm: move forward, move reward, turn left turn right, stop. Tín hiệu đầu vào được so sánh với điều kiện đầu tiên là tín hiệu = Move forward điều kiện đúng thì xe chạy thẳng nhưng ta phải so sánh tiếp với điều kiện thứ 2. Nếu $sr04 < 30\text{cm}$ đúng thì xe sẽ không chạy. Nếu sai thì xe sẽ chạy tiếp và chúng ta qua điều kiện 3: tín hiệu = stop thì xe dừng lại không thì xe sẽ chạy thẳng.

3. Kết quả mô phỏng và thực nghiệm hệ thống

Hình 11 là kết quả mô phỏng và Hình 12 là mô hình hoàn chỉnh của hệ thống mô hình điều khiển xe robot bằng giọng nói với Raspberry pi 4. Hệ thống xe robot có thể chạy tiến, lùi, xoay trái ,xoay phải và đang chạy có thể nói dừng thì xe dừng nhưng khi phát hiện vật cản trong vòng 30 cm xe sẽ dừng dựa vào cảm biến khoảng cách siêu âm SR04. Động cơ chạy tốt và bộ vi xử lý điều khiển xử lý tín hiệu khá ổn định.



Hình 11. Kết quả mô phỏng



Hình 12. Mô hình hệ thống hoàn chỉnh

Mô hình thực nghiệm dựa trên cấu trúc của vi xử lý Raspberry pi 4 có thể ứng dụng trong công nghiệp và tự động hóa, với ưu điểm là điều khiển dễ dàng, độ ổn định cao. Mạch công suất điều khiển động cơ, motor đã được ứng dụng khi thiết kế xây dựng mô hình hệ thống liên quan xe robot điều khiển bằng giọng nói.

Nguyên lý hoạt động của hệ thống có thể được hiểu tóm lược như sau: Khi hệ thống khởi động, người sử dụng mô hình xe robot phải thực hiện một số các câu lệnh thoại cụ thể đã được code sẵn. Hệ thống sẽ thu thập nguồn âm thanh của người dùng bằng cách sử dụng một micro không dây Daile V-10 gắn trên mô hình hệ thống. Nguồn âm này sẽ được truyền đến một bộ xử lý âm thanh để loại bỏ nhiễu. Bộ xử lý tín hiệu âm thanh sẽ sử dụng công nghệ nhận dạng giọng nói để phân tích tín hiệu âm thanh và chuyển đổi nó thành dạng văn bản. Văn bản này sẽ được so sánh với một cơ sở dữ liệu các lệnh điều khiển bằng giọng nói để xác định lệnh nào được thực thi. Sau khi xác định được lệnh, hệ thống sẽ gửi lệnh đến các bộ phận tương ứng trên xe robot để thực hiện. Ví dụ như, nếu chúng ta muốn tìm một trường học, thì hệ thống sẽ gửi lệnh đến địa chỉ mà người dùng mong muốn. Khi đó hệ thống sẽ phản hồi tại mỗi lần người dùng nói để xác nhận

nó đã hiểu đúng. Dựa vào quá trình mô phỏng và thực nghiệm điều khiển hệ thống. Tác giả có thể đưa ra nhận định về tính ổn định của hệ thống phụ thuộc vào các yếu tố như: vấn đề phát âm khác biệt giữa các người dùng khác nhau vì vậy cần một giọng chuẩn để điều khiển xe, chậm trễ trong khâu xử lý giọng nói nên điều khiển sẽ bị trễ trong một thời gian nhỏ, micro nhận dạng trong khoảng 1 m đến 3 m. Chi tiết về hoạt động của mô hình hệ thống được thể hiện trực quan qua video trên youtube (<https://youtu.be/n9ER701jjLA>). Nhìn chung mô hình hoạt động có độ ổn định tốt. Hệ thống mô hình sử dụng nguồn cấp nhỏ nên an toàn cho người sử dụng trước nguy cơ điện giật. Hệ thống điều khiển hoạt động ổn định, tốc độ truyền nhận thông tin dữ liệu ổn định và chính xác trong điều kiện không có vật cản hoặc ít vật cản. Mức tiêu thụ điện năng thấp, thích hợp ứng dụng trong sản xuất nông nghiệp, công nghiệp và tự động hoá.

4. Kết luận

Bài báo nghiên cứu thiết kế mô hình điều khiển xe robot bằng giọng nói với Raspberry pi 4, những kỹ thuật và công nghệ tiên tiến đã được áp dụng giải quyết được nhiều hạn chế, khuyết điểm của các phương pháp thiết kế xe tự hành, xe robot trước đây đã làm. Giao tiếp giữa Raspberry pi 4 và cảm biến siêu âm SR04 giúp cho xe robot phát hiện được vật cản, giao tiếp giữa Raspberry pi 4 với L298 giúp xe điều khiển được động cơ chạy thuận hoặc chạy nghịch. Xử lý tín hiệu giọng nói giúp chúng ta điều khiển mô hình hệ thống thông qua giọng nói của người điều khiển. Kết quả mở ra nhiều hướng phát triển và ứng dụng mới mẻ trong ngành công nghiệp, tự động hóa ở Việt Nam hiện nay. Hệ thống được thiết kế với độ ổn định cao, độ chính xác tin cậy, giao diện trực quan. Kết quả thực nghiệm và khảo sát mô hình hệ thống trên nhiều môi trường tương đối chính xác và phù hợp. Các sai số về độ trễ trong khâu xử lý giọng nói xảy ra có thể từ nhiều nguyên nhân khác nhau nhưng nguyên nhân chính vẫn là do cách phát âm của mỗi người sẽ khác nhau khi điều khiển hệ thống.

Ứng dụng xử lý âm thanh dựa trên mã nguồn mở đã giúp chúng ta điều khiển hệ thống thông qua giọng nói của người điều khiển hệ thống xe robot bằng giọng nói. Mô hình hệ thống có tính ứng dụng cao trong cuộc cách mạng công nghệ khoa học kỹ thuật hiện đại ngày nay. Vì vậy, nghiên cứu có thể được phát triển, mở rộng cải tiến thêm như: Hệ thống xe lăn của bệnh nhân, người robot, máy hút bụi điều khiển bằng giọng nói... và nhiều sản phẩm hữu ích khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] P. Kanade and S. Kanade, "Medical Assistant Robot ARM for COVID-19 Patients Treatment – A Raspberry Pi Project," *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, vol. 7, no. 10, pp. 105 - 111, Oct. 2020.
- [2] P. Srinivas *et al.*, "Raspberry pi based personal voice assistant using python," *Int. J. Eng. Appl. Sci. Technol.*, vol. 4, no 11, pp. 105–108, 2020.
- [3] S. Jain, A. Vaibhav, and L. Goyal, "Raspberry Pi based interactive home automation system through E-mail," *International conference on reliability optimization and information technology (ICROIT)*, Faridabad, 2014, pp. 277–280.
- [4] S. A. X. L. Ferdoush, "Wireless sensor network system design using Raspberry Pi and Arduino for environmental monitoring applications," *Procedia Computer Science*, vol. 34, pp. 103-110, 2014.
- [5] S. Patil, P. Ovhal, S. Jigale, and R. Aneesh, "Robotic Car for Avoidance and Detection of obstacles using IR Sensor," *International Research Journal of Engineering and Technology*, vol. 7, no. 4, pp. 808 - 812, Apr. 2020.
- [6] S. Kanade and P. Kanade, "Raspberry Pi Project – Voice Controlled Robotic Assistant for Senior Citizens," *International Research Journal of Engineering and Technology*, vol. 7, no. 10, pp. 1044 - 1049, 2020.
- [7] V. A. M. M. Vujović, "Raspberry Pi as a Sensor Web node for home automation," *Computers & Electrical Engineering*, vol. 44, pp. 153-171, 2015.