

ỨNG DỤNG ARDUINO TRONG NGHIÊN CỨU ĐIỀU KHIỂN ROBOT DÒ TÌM KIM LOẠI BẰNG ĐIỆN THOẠI

APPLICATION OF ARDUINO IN RESEARCH TO CONTROL METAL DETECTOR ROBOT BY MOBILE

ThS. Đỗ Thị Hoa^{1,*}

¹Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

*Email: dohoaqn@gmail.com

Mobile: 0973498202

Tóm tắt

Từ khóa:

Ít nhất bốn từ khóa; Điều khiển bằng điện thoại, Điều khiển robot, Lập trình Arduino, Robot dò kim loại.

Robot dò kim loại là một robot được điều khiển từ xa dùng điện thoại thông minh với hệ điều hành Android để phát hiện kim loại, đặc biệt là thiết bị sát thương như bom, mìn ở một khu vực nhất định. Việt Nam là nước trải qua nhiều cuộc chiến tranh nên hiện nay, một số khu vực, địa điểm vẫn có khả năng phát hiện ra bom mìn. Phương pháp dò tìm phát hiện mìn trước đây bằng cách đưa các đặc công tham gia quét trực tiếp là rất rủi ro, có thể gây thương vong ngoài ý muốn. Trong bài báo này, hệ thống robot được trang bị một máy dò kim loại hữu ích để phát hiện sự hiện diện của kim loại dựa trên cảm ứng cuộn dây khi nó đến gần kim loại. Quá trình chuyển động của robot được lập trình bằng Arduino UNO để điều khiển động cơ làm việc linh hoạt. Khi robot phát hiện sự hiện diện của kim loại, âm thanh còi sẽ được kích hoạt hiển thị tần số kim loại được phát hiện. Kết quả thử nghiệm cho thấy một chiếc điện thoại thông minh chạy hệ điều hành Android có thể điều khiển robot trong bán kính lên tới 10 mét và đầu dò có thể phát hiện kim loại cách robot khoảng cách 20cm.

Abstract

Keywords:

Mobile Control, Robot Control, Arduino Programming, Metal Detector Robot.

Metal Detector Robot is an instrument controlled by an Android-based smartphone that detects the presence of metal, especially landmines, bombs, on a designated location.. Vietnam is a country that has experienced many wars, so at present, some areas and locations are still capable of detecting landmines. The old method of detecting landmines such as direct sweeping is very risky for stepping the landmine unintentionally. In this paper, the robot system is equipped with a metal detector useful to detect the metal presence based on coil induction when it's approaching the metal. The movement of the robot is programmed by Arduino UNO to control the motor to work flexibly. When the robot detects the presence of metal, a buzzer sound will be triggered showing the detected metal frequency. The testing result shows that an Android-based smartphone can control the robot up to 10 meters radius. The detection radius is effective up to 200 millimeters from the detector head.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong thế giới công nghệ, robot đóng một vai trò quan trọng. Các robot được thiết kế cho các mục đích nhằm giảm bớt công việc chân tay cho con người trong quá trình sản xuất. Có rất nhiều ứng dụng của robot trong công nghiệp, bao gồm lắp ráp, đóng gói & dán nhãn, kiểm tra sản phẩm, v.v. Tương tự, có rất nhiều ứng dụng của robot được thiết kế trong các lĩnh vực khác nhau cho các mục đích khác nhau.

Trong cuộc sống hàng ngày, vật liệu kim loại thường được sử dụng để dẫn điện, dụng cụ nấu nướng, đồ trang sức, thậm chí cho mục đích quân sự, một trong số đó là vật liệu cho các thiết bị quốc phòng như mìn. Như ta đã biết, mìn thường được

đặt dưới bề mặt của mặt đất, nếu bị tác động mạnh bởi một vật nào đó thì các quả mìn này sẽ phát nổ hàng loạt [1]. Việc phát hiện sự tồn tại của những quả mìn này khi được chôn dưới lòng đất rất khó khăn khi không có công cụ hỗ trợ. Một trong những công cụ được sử dụng để phát hiện mìn là máy dò kim loại [2]. Máy dò kim loại chứa một cuộn dây được gọi là cuộn dây máy phát. Khi dòng điện chạy qua cuộn dây, một từ trường tạo ra xung quanh cuộn dây. Khi máy dò kim loại được di chuyển trên mặt đất, từ trường cũng sẽ chuyển động. Khi chạm gần một vật kim loại, từ trường sẽ tác động đến các nguyên tử bên trong kim loại, thậm chí làm thay đổi cách di chuyển của các electron. Nhược điểm của máy dò kim loại này là người sử dụng phải trực tiếp

sử dụng tại những nơi nghi có mìn chôn nên dễ xảy ra tai nạn.

Để khắc phục nhược điểm trên trong thời đại công nghệ hiện nay, một giải pháp đáp ứng thay thế sự xuất hiện của con người trong hoàn cảnh này là sử dụng công nghệ robot [3]. Robot phát hiện kim loại là thiết bị dùng để phát hiện kim loại hoặc vật liệu có chứa kim loại, robot này sẽ thông báo sự hiện diện của kim loại xung quanh robot bằng cách sử dụng ánh sáng hoặc âm thanh [4], [5]. Điện thoại thông minh giao tiếp với robot bằng mạng vô tuyến (không dây) với giao thức Bluetooth. Dữ liệu được gửi bằng điện thoại di động qua Bluetooth và được robot nhận qua bộ điều hợp Bluetooth. Máy dò kim loại hoạt động dựa trên sự cảm ứng của các vật thể kim loại qua cuộn dây cảm ứng từ. Cảm ứng điện từ cuộn dây gây ra sẽ thay đổi giữa sự có mặt của kim loại và không có kim loại. Dựa trên những thay đổi này, có thể phát hiện ra sự có hay không của kim loại [6].

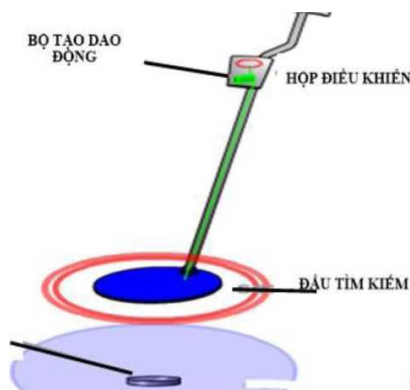
Trong nội dung của bài báo, tác giả sử dụng lập trình Arduino điều khiển robot dò tìm kim loại bằng điện thoại thông minh kết nối Bluetooth, với độ tin cậy có thể phát hiện cả kim loại trên mặt đất và dưới lòng đất.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Các phương pháp dò kim loại

2.1.1. Phương pháp BFO (Beat-frequency oscillator)

Phương pháp BFO [7] sử dụng 2 bộ dao động, trong đó bộ dao động đầu tiên có cuộn dây làm đầu dò được đặt trong đầu tìm kiếm. Bộ dao động thứ hai làm bộ dao động chuẩn. Hai bộ dao động này được đặt cách xa nhau để tránh ảnh hưởng lẫn nhau. Và đặc biệt phải đặt tần số của 2 bộ dao động bằng nhau. Đầu ra 2 bộ dao động được đưa tới một bộ trộn, sau đó qua bộ lọc và được khuếch đại lên đưa ra loa. Khi không có kim loại thì tín hiệu qua bộ trộn sẽ bằng 0 nên loa không kêu.



Hình 1. Phương pháp BFO

Nếu cuộn dây đặt trong đầu tìm kiếm (search head) đi qua một vật kim loại thì vật kim loại đó sẽ ảnh hưởng đến tần số dao động của bộ dao động

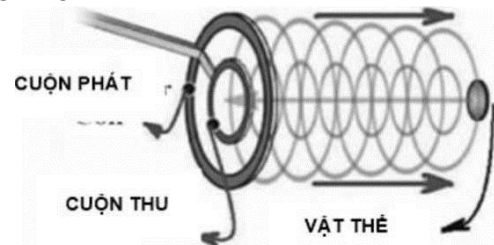
chứa cuộn dây dò này. Sự thay đổi tần số này được so sánh với tần số chuẩn ở bộ dao động chuẩn đặt trong hộp điều khiển. Sự sai khác tần số ở đầu ra hai bộ dao động đi bộ trộn sẽ được khuếch đại để báo có kim loại.

2.1.2. Phương pháp VLF (Very Low Frequency)

Very low frequency (VLF) [8] là công nghệ máy dò khá phổ biến được dùng ngày nay. Trong máy dò VLF, có 2 cuộn dây riêng biệt:

- Cuộn phát là cuộn dây vòng ngoài. Nó đơn giản chỉ là 1 cuộn dây dẫn. Dòng điện được đưa dọc theo sợi dây, ban đầu theo 1 hướng và sau đó theo hướng ngược lại, lặp đi lặp lại hàng ngàn lần mỗi giây. Số lần mà dòng điện đổi chiều mỗi giây tạo nên tần số của thiết bị.

- Cuộn thu là cuộn dây vòng trong. Cuộn dây này đóng vai trò như một ăng-ten để thu nhận và khuếch đại các tần số nhận được đến từ kim loại trong lòng đất.



Hình 2. Phương pháp VLF

Vật kim loại đóng vai trò phát tín hiệu cho cuộn thu. Máy dò kim loại có thể xác định xấp xỉ độ sâu của vật thể dưới lòng đất dựa trên cường độ của từ trường được tạo ra. Vật thể càng gần mặt đất thì từ trường nhận được càng mạnh, và dòng điện sinh ra càng lớn. Ngược lại, vật thể càng xa mặt đất thì từ trường càng yếu. Dưới một độ sâu nhất định nào đó, trường của vật thể quá yếu thì thiết bị sẽ không thể nhận biết được.

2.1.3. Phương pháp PI (Pulse Induction)

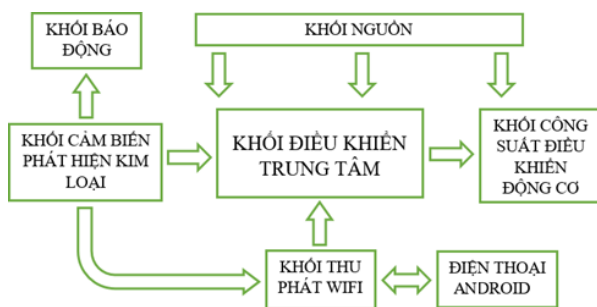
Một dạng máy dò ít phổ biến hơn dựa trên cảm ứng xung (pulse induction - PI). Không giống như VLF, hệ thống PI có thể sử dụng cùng 1 cuộn dây cho chức năng bộ phát và bộ thu, hoặc người ta có thể sử dụng 2 hay thậm chí 3 cuộn dây đồng thời. Kỹ thuật này tạo ra một xung điện mạnh, ngắn của dòng điện qua cuộn dây. Mỗi xung tạo ra một từ trường ngắn. Khi xung kết thúc, từ trường đảo cực tính và suy giảm tức thì, kết quả là tạo một xung điện nhọn. Xung nhọn này tồn tại trong vài micro giây và tạo nên một dòng điện khác chạy trong cuộn dây. Dòng này được gọi là “xung phản xạ” (reflect pulse) và vô cùng ngắn, chỉ tồn tại khoảng 30 micro giây. Một xung khác sau đó sẽ tiếp tục được tạo ra bởi máy dò và quá trình lặp lại.

Nếu máy dò được để trên một vật kim loại, xung điện tạo ra 1 từ trường đối ngược trong vật thể.

Khi từ trường của xung suy giảm, tạo ra xung phản xạ, từ trường của vật thể kim loại làm cho xung phản xạ tồn tại lâu hơn. Kỹ thuật PI không hữu ích trên phương diện phân biệt đối tượng bởi vì sự khác nhau về độ dài xung phản xạ giữa các kim loại khó tách bạch. Tuy nhiên, nó lại rất hữu ích trong nhiều trường hợp mà kỹ thuật VLF gặp khó khăn, chẳng hạn như ở các khu vực có tính dẫn điện cao, ví dụ như trường hợp thăm dò trong môi trường nước muối. Thêm vào đó, kỹ thuật PI còn có khả năng phát hiện kim loại ở khoảng cách sâu hơn nhiều so với các kỹ thuật khác.

2.2. Mô hình robot dò tìm kim loại

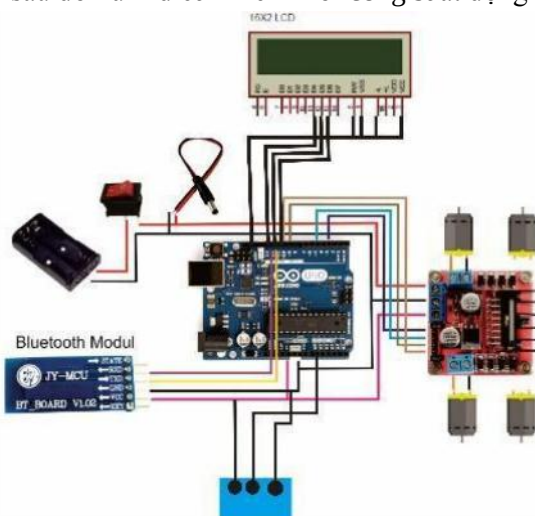
Để điều khiển được robot dò tìm kim loại, tác giả xây dựng sơ đồ khối hệ thống (hình 3):



Hình 3. Sơ đồ khối hệ thống

Chức năng các khối:

- Khối nguồn: cung cấp nguồn ổn định cho toàn mạch hoạt động;
- Khối cảm biến phát hiện kim loại: có nhiệm vụ phát hiện kim loại sau đó phản hồi cho khối điều khiển trung tâm.
- Khối điều khiển trung tâm: thu thập các tín hiệu từ khối cảm biến phát hiện kim loại và khối thu phát Wifi sau đó xử lý điều khiển khối công suất động cơ.



Hình 4. Sơ đồ phân điện của robot dò tìm kim loại

- Khối thu phát wifi: Để giao tiếp giữa khối điều khiển trung tâm và điện thoại, là cầu nối trung gian

để nhận dữ liệu từ điện thoại sau đó gửi tới khối trung tâm để xử lý các hoạt động điều khiển và nhận dữ liệu ngược lại từ khối trung tâm để hiển thị lên trên điện thoại.

- Khối công suất điều khiển động cơ: nhận tín hiệu từ khối điều khiển trung tâm để điều khiển động cơ.
- Khối báo động: có chức năng phát ra âm thanh khi xe robot phát hiện thấy có kim loại.
- Điện thoại Android: truyền, nhận dữ liệu qua lại với khối thu phát wifi.

2.2.1. Động cơ một chiều (DC)

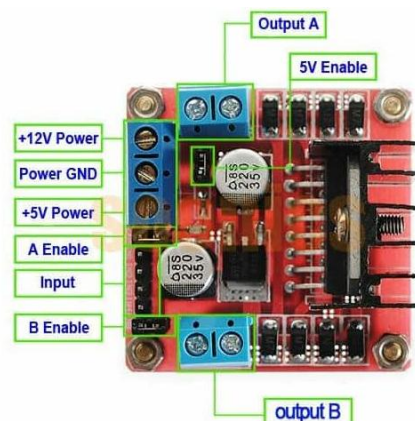
Động cơ được chọn trong mô hình là động cơ giảm tốc DC để điều khiển xe chạy tiến, lùi, xoay trái, xoay phải, điều chỉnh tốc độ nhanh chậm theo ý muốn. Động cơ giảm tốc DC với tốc độ hoạt động tối đa 44 mét/ phút ở điện áp 6V đến 8V.



Hình 5. Động cơ DC

2.2.2. Module L298N

Module L298N là một mạch điều khiển động cơ một chiều DC cùng lúc. L298N là IC điều khiển cầu kép toàn kỳ có dải điện áp hoạt động rộng, xử lý dòng tải có mức tối đa 3A. Bao gồm điện áp bảo hòa thấp và bảo vệ quá nhiệt. Có cấu tạo từ hai mạch cầu H transistor.

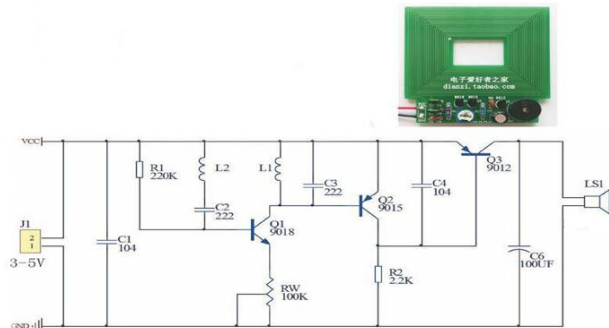


Hình 6. Module điều khiển động cơ L298N

2.2.3. Cảm biến kim loại

Mạch cảm biến dò kim loại không tiếp xúc được sử dụng như một máy dò kim loại. Khi cảm biến đến gần bất kỳ kim loại nào, nó sẽ phát ra âm thanh. Đây là một module được thiết kế đặc biệt

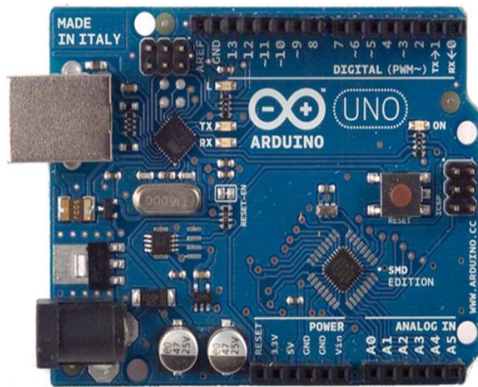
để phát hiện kim loại, hoạt động bằng cách tạo ra dòng điện trong các vật kim loại và phản hồi khi nó xảy ra. Trên mạch có một buzzer để báo hiệu khi nó phát hiện ra thứ gì đó và một biến trở điều chỉnh độ nhạy.



Hình 7. Sơ đồ mạch nguyên lý khối cảm biến phát hiện kim loại

2.2.4. Khối điều khiển Arduino UNO

Arduino [9] một nền tảng mã nguồn mở phần cứng và phần mềm. Phần cứng Arduino (các board mạch vi xử lý) nhằm xây dựng các ứng dụng tương tác với nhau hoặc với môi trường được thuận lợi hơn. Phần cứng bao gồm một bo mạch nguồn mở được thiết kế trên nền tảng vi xử lý AVR Atmel 8bit, hoặc ARM Atmel 32-bit. Những phiên bản hiện tại được trang bị gồm 1 cổng giao tiếp USB, 6 chân đầu vào analog, 14 chân I/O kỹ thuật số tương thích với nhiều bo mạch mở rộng khác nhau như hình 8.



Hình 8. Bo mạch Arduino

2.2.5. Module ESP8266 NodeMCU

Chức năng của Module ESP8266 NodeMCU trong mô hình này là để giao tiếp giữa khối điều khiển trung tâm và điện thoại, là cầu nối trung gian để nhận dữ liệu từ điện thoại sau đó gửi tới khối trung tâm để xử lý các hoạt động điều khiển và nhận dữ liệu ngược lại từ khối trung tâm để hiển thị lên trên điện thoại.

Module ESP8266 NodeMCU được dùng cho các ứng dụng cần kết nối, thu thập dữ liệu và điều khiển qua sóng Wifi, đặc biệt là các ứng dụng liên quan đến IoT.



Hình 9. Module ESP8266 NodeMCU

2.2.6. Còi báo động

Buzzer là một loại thiết bị phát âm có thể chuyển đổi tín hiệu âm thanh thành tín hiệu âm thanh.



Hình 10. Còi báo động

2.2.7. Pin nguồn mô hình

Khối nguồn có chức năng tạo dòng và áp ổn định cung cấp cho mạch. Sau đây là bảng danh sách các linh kiện tiêu thụ điện chính trong mạch.

TT	Tên linh kiện	Điện áp (V)	Dòng tiêu thụ (mA)	Số lượng	Tổng (mA)
1	Arduino UNO R3	5-9	3 0 0	1	3 0 0
2	ESP 8266 Node MCU	5	3 0 0	1	3 0 0
3	Động cơ giảm tốc DC	6-8	2 5 0	4	1 0 0 0
4	L298N	5-12	3 6	2	72
5	IC555	2-18	1 5	1	15
6	PIC16F69	2-	3	1	3

TT	Tên linh kiện	Điện áp (V)	Dòng tiêu thụ (mA)	Số lượng	Tổng (mA)
	0	5.5	0		0
7	Buzzer	4-8	3	1	30
8	Led đơn	2	1	5	50

Bảng 1. Danh sách giá trị dòng điện và điện áp của các linh kiện chính có trong mạch

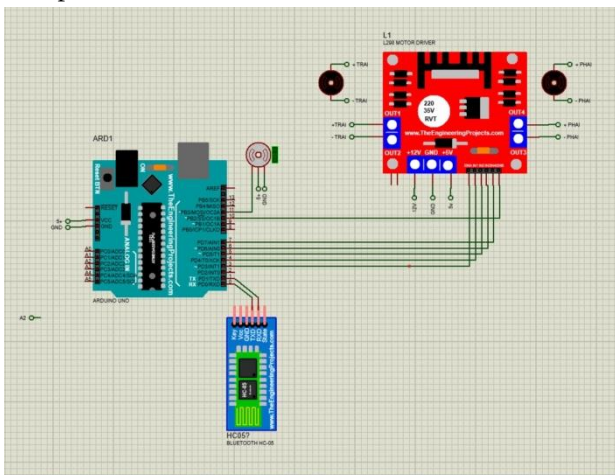
Dựa vào thông số điện áp và dòng điện hoạt động của các linh kiện được dùng trong mạch được trình bày như bảng 1. Chọn điện áp cung cấp cho toàn mạch là từ 6 - 8V. Tổng dòng cung cấp cho mạch hoạt động tối đa $I_{\text{tổng}} = 2067(\text{mA})$. Do đó chọn nguồn nuôi là 02 pin Cell 18650 với tổng điện áp là 7.2V, dung lượng 4400 mAh.



Hình 11. Nguồn dùng pin Cell 18650

3. KẾT QUẢ

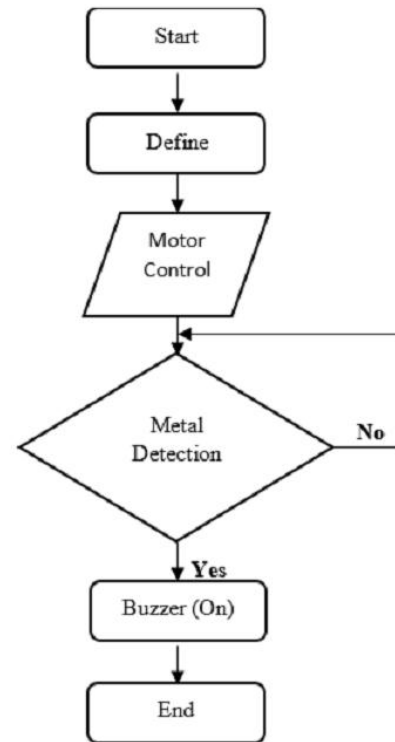
Với các thiết bị chính được mô tả ở phần trên cùng với các hệ thống đầu dây cấp nguồn, cấp điều khiển, các công tắc và khung cơ khí, tác giả đã tạo ra một robot dò kim loại ứng dụng lập trình Arduino điều khiển qua điện thoại với sơ đồ thiết kế trên phần mềm:



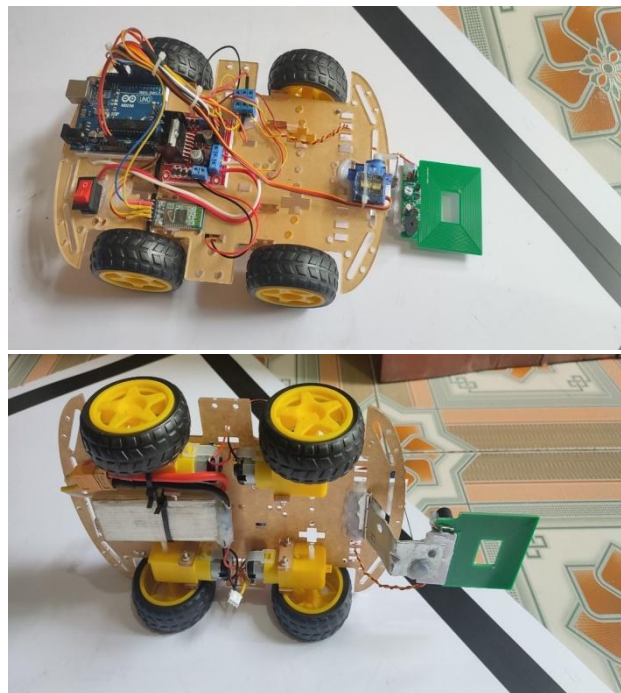
Hình 12. Sơ đồ mạch điện mô phỏng trên Proteus

Sau khi tất cả các liên kết được thực hiện đầu nối với bo mạch Arduino, tác giả tiến hành lập trình Arduino (hình 12) với sơ đồ thuật toán lập trình (hình 13).

Trong mô hình robot (hình 14) là robot có khả năng dò phát hiện kim loại, phát ra tín hiệu còi cảnh báo cũng như hiển thị thông tin về điện thoại di động.



Hình 13. Sơ đồ thuật toán của robot dò kim loại



Hình 14. Mô hình robot hoàn thành

4. KẾT LUẬN

Tác giả đã thiết kế thành công mô hình robot dò kim loại. Thông qua ứng dụng lập trình trên bo mạch Arduino giúp xe có thể chạy tiến, chạy lùi, rẽ trái, rẽ phải, thay đổi được tốc độ di chuyển; mô hình xe có thể tìm kiếm, phát

hiện kim loại, khi phát hiện ra kim loại xe sẽ phát ra âm thanh cảnh báo và hiển thị thông tin phát hiện có kim loại lên ứng dụng trên điện thoại, bật loa điện thoại kêu thông báo cho người dùng biết. Ngoài ra, giao diện ứng dụng điều khiển trên điện thoại thân thiện và dễ sử dụng.

Trong quá trình nghiên cứu vẫn có những nhược điểm như thiết bị đã tìm kiếm phát hiện được kim loại, tuy nhiên khoảng cách phát hiện được các vật thể kim loại là tương đối gần; vẫn còn xảy ra chậm trễ trong việc điều khiển từ điện thoại tới mô hình xe, và cập nhật trạng thái dò kim loại từ mô hình tới ứng dụng điện thoại; khi xe chạy với tốc độ quá nhanh thì sẽ không phát hiện được kim loại; vật thể kim loại quá nhỏ mô hình sẽ không thể phát hiện được và thời gian sử dụng còn ngắn do xe sử dụng nguồn nuôi là Pin. Khoảng cách kết nối điện thoại với xe còn thấp (bán kính điều khiển nhỏ hơn 10 mét).

Qua những nhược điểm trên, giúp cho tác giả có hướng nghiên cứu sâu hơn giúp robot cải thiện được tính năng của mình như:

- Sử dụng thêm các cảm biến khác như: cảm biến nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, khí độc hại... nhằm mục đích ngoài phát hiện kim loại ra thì xe có thể sử dụng để thăm dò môi trường;
- Thiết kế thêm hệ thống định vị GPS để đánh dấu vị trí vật kim loại khi xe phát hiện được;
- Thiết kế mô hình có thể hoạt động ở hai chế độ: thủ công (điều khiển bằng tay) hoặc tự động (xe tự động di chuyển theo lộ trình yêu cầu);
- Thiết kế khung xe cứng cáp, chắc chắn, động cơ công suất lớn hơn, hệ thống điều khiển ổn định, chính xác hơn để xe có thể hoạt động tốt ở nhiều loại địa hình;
- Lắp thêm camera để giám sát, điều khiển từ xa dễ dàng hơn;
- Sử dụng nguồn pin năng lượng mặt trời;
- Nâng cao khoảng cách phát hiện kim loại bằng các phương pháp dò tìm tiên tiến hiện nay như phương pháp VLF, phương pháp PI...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. F. Zapata, C. García-Ruiz (2020), "Chemical Classification of Explosives," *Crit. Rev. Anal. Chem.*
- [2]. M. A. S. Arifin (2017), "Rancang Bangun Prototype Robot Lengan Menggunakan Flex Sensor Dan Accelerometer Sensor Pada Lab Mikrokontroler Stmik Musirawas," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 9, no. 3, pp. 255–261, 2017, doi: 10.33096/ilkom.v9i3.152.255-261.
- [3]. R. Mardiyanto, A. Suhartono, R. F. Siregar (2020), "Development of path planning of line follower robot with obstacles avoidance based on particle swarm optimization," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 732, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/732/1/012098.
- [4]. D. A. N. Janis, D. Pang, J. O. W. St, and J. T. Elektro-ft (2014), "Rancang Bangun Robot Pengantar Makanan Line follower," *EJournal Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2014.
- [5]. K. Pindrayana, R. Indra Borman, B. Prasetyo, and S. Samsugi (2018), "Prototipe Pemandu Parkir Mobil Dengan Output Suara Manusia Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno," *CIRCUIT J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 71–82, 2018, doi: 10.22373/crc.v2i2.3705.
- [6]. G. Wen, R. Su, K. Yao, F. Zuo, X. Wu, and C. Hui, "Static characteristic analysis of a transmission line detection robot," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 740, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/740/1/012105.
- [7]. Aqeel Mahmood Jawad, Haider Mahmood Jawad, Goh Chin Hock (2014), "Design of a Beat Frequency Oscillator Metal Detector," *IOSR-JECE*, e-ISSN: 2278-2834, p- ISSN: 2278-8735. Volume 9, Issue 2, Ver. I (Mar - Apr. 2014), PP 56-62.
- [8]. Mohammad S. Sharawi (2007), "Design and Implementation of a Low Cost VLF Metal Detector with Metal-Type Discrimination Capabilities", DOI: 10.1109/ICSPC.2007.4728360 · Source: IEEE Xplore.
- [9]. Lê Mỹ Hà (2019), "Lập Trình Iot Với Arduino", Nhà xuất bản Thanh Niên