

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG THIẾT BỊ GIÁM SÁT MÔI TRƯỜNG ĐIỀU KHIỂN QUA GIỌNG NÓI SỬ DỤNG MẠNG KẾT NỐI VẠN VẬT

Nguyễn Thị Dung, Hồ Thị Tuyên, Lê Hoàng Hiệp

Trường Đại học Công nghệ thông tin và Truyền thông, Đại học Thái Nguyên

Ngày nhận bài 01/4/2022, ngày nhận đăng 08/6/2022

DOI: <https://doi.org/10.56824/vujs.2022nt07>

Tóm tắt: Bài báo của nhóm tác giả tập trung nghiên cứu thiết kế và xây dựng một thiết bị có chức năng như một robot có thể được điều khiển tự động thông qua giọng nói trên trợ lý ảo từ người dùng. Sản phẩm với các tính năng được kế thừa và ứng dụng các ưu điểm tích cực của các thiết bị có trên thị trường đã được thương mại hóa, ứng dụng các công nghệ của cuộc cách mạng 4.0 như: trí tuệ nhân tạo, mạng kết nối vạn vật, truyền thông không dây tốc độ cao... Sản phẩm có khả năng hiểu các lệnh đã được lập trình sẵn và thực hiện các nhiệm vụ khi người dùng ra lệnh thông qua giọng nói như đo nhiệt độ, độ ẩm, chất lượng không khí môi trường xung quanh. Sản phẩm đặc biệt có ích với các trường hợp cần thu thập thông tin môi trường tại các nơi, vùng có điều kiện nguy hiểm mà con người khó tiếp cận như các hầm mỏ sâu, nơi không khí ô nhiễm, nơi có nhiều bẫy bom mìn... Kết quả thực nghiệm cho thấy thiết bị hoạt động tốt, linh hoạt, thu thập thông tin chính xác có thể đem sử dụng trên thực tế.

Từ khóa: Khoa học máy tính; giám sát; điều khiển; giọng nói; mạng kết nối vạn vật.

1. Giới thiệu

Ngày nay robot thăm dò, giám sát, thám hiểm điều khiển từ xa ngày càng được đầu tư và phát triển mạnh mẽ, sử dụng trong các mục đích dò tìm bom mìn, thám hiểm hầm mỏ, kiểm tra các đường ống ngầm, hoạt động trong môi trường nhiều chất độc hại, có nồng độ phóng xạ cao... có nguy hiểm đối với con người [1]-[3]. Nhận thấy việc nghiên cứu xe robot giám sát môi trường điều khiển bằng giọng nói là vấn đề cần thiết cho thực tế, nhóm nghiên cứu đã thực hiện đề tài “*Nghiên cứu, xây dựng robot giám sát môi trường điều khiển qua giọng nói sử dụng mạng kết nối vạn vật*”. Các sản phẩm đã được thương mại hóa hoặc các nghiên cứu đã được công bố trước đó có giá thành rất đắt đỏ, công nghệ thiết kế phức tạp, mã nguồn đóng. Do đó người sử dụng thường bị hạn chế, đòi hỏi phải có kiến thức chuyên ngành khi cần sửa chữa, thay thế linh kiện. Vì vậy, nghiên cứu này nhằm kế thừa và phát huy các ưu điểm của các sản phẩm trước đó như: linh kiện lắp đặt và công nghệ ứng dụng có giá thành thấp, dễ tìm mua; dữ liệu thu thập thông qua thời gian thực, quy trình sử dụng đơn giản; có thể sản xuất hàng loạt với giá thành rẻ và rất phù hợp với các phòng Lab tại các đơn vị đào tạo, trường học tại Việt Nam, nơi mà đang rất thiếu thốn các thiết bị nghiên cứu, thực hành về công nghệ 4.0 hiện nay. Việc tự nghiên cứu và thiết kế các sản phẩm về robot có tính ứng dụng trên thực tế với giá thành rẻ, dễ làm mà vẫn đáp ứng được các yêu cầu về công nghệ là điều đáng khuyến khích phát triển mở rộng hơn nữa. Nhóm tác giả đã lên ý tưởng xây dựng và thiết

kế nhằm giải quyết những hạn chế của các robot thông thường bằng việc thiết kế ra một thiết bị tương tự robot, cụ thể là robot giám sát môi trường được điều khiển qua giọng nói ứng dụng các công nghệ hiện đại, phục vụ việc nghiên cứu chuyên sâu và làm thiết bị thực hành, triển khai thực tế cho sinh viên ngành kỹ thuật tại các phòng Lab 4.0 ở các cơ sở đào tạo.

Sản phẩm robot giám sát môi trường sử dụng các loại cảm biến *DHT11* và *MQ135*, các cảm biến thu thập các thông số môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, khí ga, khói, khí CO_2 . Các thông số trên sẽ được gửi và lưu trên *Cloud Server ThingSpeak* sau đó các thông số sẽ tiếp tục gửi tới trợ lý ảo để người sử dụng vừa điều khiển robot vừa giám sát môi trường một cách nhanh chóng và trực quan nhất. Trên robot còn được trang bị một camera sử dụng *ESP32CAM* giúp người điều khiển có thể quan sát môi trường xung quanh, điều khiển robot di chuyển tới nơi mình mong muốn một cách nhanh và chính xác [4]-[11]. Ngoài ra robot giám sát môi trường được điều khiển bằng giọng nói bởi một trợ lý ảo được xây dựng trên nền tảng *MIT App Inventor*.

2. Cơ sở nghiên cứu thực hiện

2.1. Linh kiện phục vụ thiết kế, xây dựng phần cứng sản phẩm

Để thiết kế sản phẩm, các linh kiện điện tử sau đây đã được sử dụng:

- Chip **ESP8266**.
- Module thu phát **Wifi ESP8266 NodeMCU**.
- Module MCU đa dụng **ESP32-WROOM-32** ứng dụng từ mạng sensor tiết kiệm năng lượng đến những ứng dụng với tác vụ phức tạp nhất, như mã hóa âm thanh, âm nhạc trực tuyến đến giải mã MP3.
- Kit thu phát Wifi Camera **ESP32-CAM** được sản xuất bởi Ai-Thinker có kích thước nhỏ gọn với bộ xử lý chính là module ESP32 + Camera OV2640 được sử dụng trong các ứng dụng truyền hình ảnh, xử lý ảnh qua Wifi, Bluetooth hoặc các ứng dụng IoT, mạch có chất lượng gia công tốt, độ bền cao.
- Ngoài ra, trong nghiên cứu còn sử dụng: cảm biến nhiệt độ **DHT11**; Cảm biến chất lượng không khí **MQ135**; Motor giảm tốc và bánh xe; Module điều khiển động cơ **L298**; Đèn quang **LED**; Pin **18650**.

2.2. Cơ sở xây dựng ứng dụng điều khiển

Ngôn ngữ lập trình sử dụng trong nghiên cứu là ngôn ngữ lập trình trên nền Arduino với công cụ Mit App Inventor cho phép lập trình điều khiển thiết bị điện tử. Bên cạnh đó, nghiên cứu còn sử dụng ThingSpeak, là một ứng dụng và API Internet of Things (IoT) nguồn mở để lưu trữ và truy xuất dữ liệu từ những thứ sử dụng giao thức HTTP và MQTT qua Internet hoặc qua mạng cục bộ.

3. Xây dựng bài toán

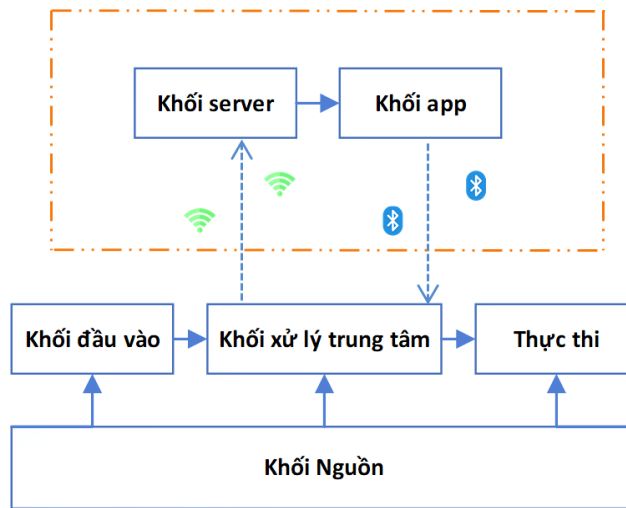
Mục tiêu của nghiên cứu này là thiết kế xây dựng một robot có các chức năng cụ thể như sau:

- + Thay thế con người làm việc tại môi trường nguy hiểm.
- + Thay thế các phương pháp điều khiển robot truyền thống thông qua giọng nói.

- + Thu thập, giám sát thông số môi trường xung quanh một cách nhanh chóng và chính xác.
 - + Có khả năng giao tiếp giữa con người và robot một cách hiệu quả theo thiết kế, lập trình trước đó.
 - + Giao diện điều khiển dễ dàng sử dụng và chỉnh sửa khi cần thiết.
- Chi tiết và các bước thực hiện được trình bày ở các phần tiếp theo [7]-[15].

3.1. Sơ đồ khối của hệ thống

Giải pháp được thể hiện qua sơ đồ khối như Hình 1:



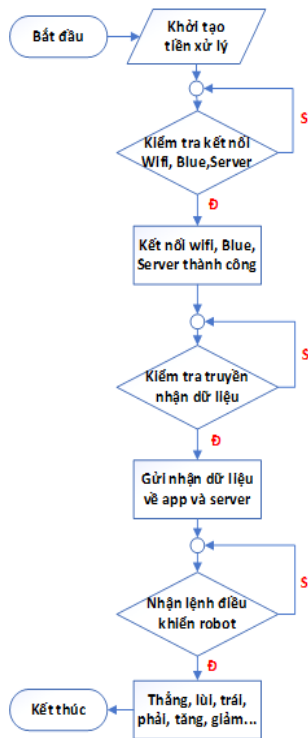
Hình 1: Sơ đồ khối của hệ thống

Phân tích chức năng các khối

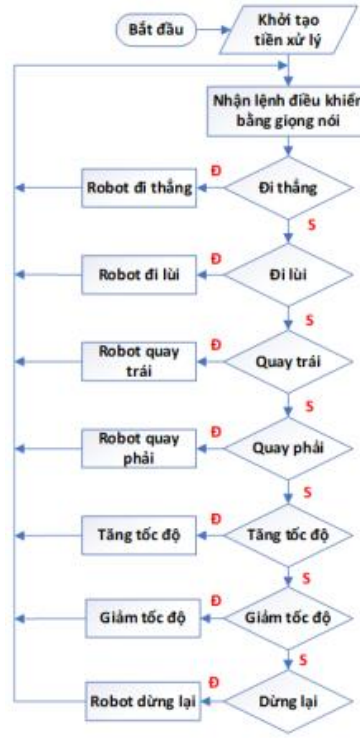
- **Khối đầu vào:** Gồm cảm biến DHT11, MQ135 và ESP32-CAM, các cảm biến dùng để thu thập dữ liệu môi trường gửi lên cloud Server ThingSpeak và trợ lý ảo, ESP32-CAM gửi video trực tiếp từ môi trường về máy tính hoặc điện thoại qua wifi.
- **Khối xử lý trung tâm:** Gồm 1 ESP8266 và 1 ESP32 WROOM, ESP32 WROOM là khối điều khiển trung tâm của robot, nhận lệnh điều khiển từ trợ lý ảo điều khiển phương hướng qua sóng Bluetooth. ESP8266 nhận dữ liệu môi trường và gửi giữ dữ liệu lên cloud Server ThingSpeak rồi gửi về App trợ lý qua wifi.
- **Khối thực thi:** Gồm 1 module L298,4 động cơ DC để di chuyển robot và 1 đèn LED để điều chỉnh ánh sáng.
- **Khối App:** Được xây dựng trên nền tảng Mit App inventor thu nhận dữ liệu cảm biến qua wifi và điều khiển robot qua Bluetooth.
- **Khối Server:** Là khối bao gồm cloud Server ThingSpeak sẽ tự động cập nhật, hiển thị và lưu trữ dữ liệu môi trường gửi dữ liệu tới App trợ lý bằng wifi.
- **Khối nguồn:** Sử dụng 6 quả pin 18650 cấp nguồn 5v cho hệ thống IOT và camera và 12v cho hệ thống robot.

3.2. Xây dựng lưu đồ thuật toán của hệ thống

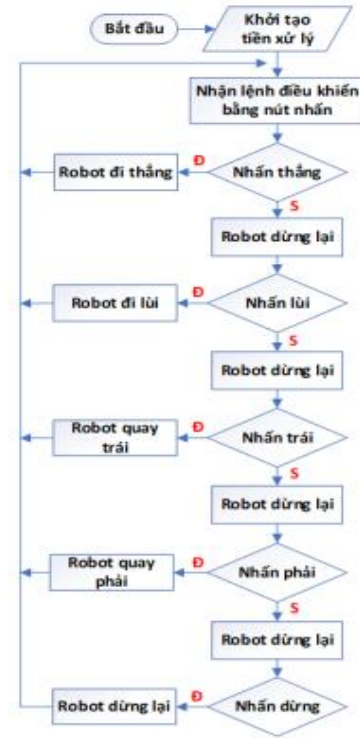
Các lưu đồ thuật toán chi tiết được thể hiện và mô tả như trong Hình 2, Hình 3, Hình 4 và Hình 5:



Hình 2: Lưu đồ thuật toán tổng quan của hệ thống



Hình 3: Lưu đồ thuật toán điều khiển robot bằng giọng nói



Hình 4: Lưu đồ thuật toán điều khiển robot bằng nút nhấn

3.2.1. Lưu đồ thuật toán tổng quan

Theo Hình 2, khi bắt đầu, chương trình sẽ được khởi tạo, sau đó kiểm tra kết nối Wifi, Bluetooth và Server nếu kiểm tra kết nối Wifi, Bluetooth và Server không thành công thì sẽ khởi tạo lại chương trình, nếu thành công sẽ kết nối với Wifi, Bluetooth và Server, hệ thống bắt đầu kiểm tra truyền nhận dữ liệu cảm biến nếu gửi thành công dữ liệu sẽ được gửi về App và lưu trên Server, tiếp theo kiểm tra lệnh điều khiển robot, trên App sẽ cài đặt các câu lệnh điều khiển khi lệnh này được gửi về đúng với lệnh đã được lập trình trước đó trong robot thì sẽ thực hiện các chức năng.

3.2.2. Lưu đồ thuật toán điều khiển robot bằng giọng nói

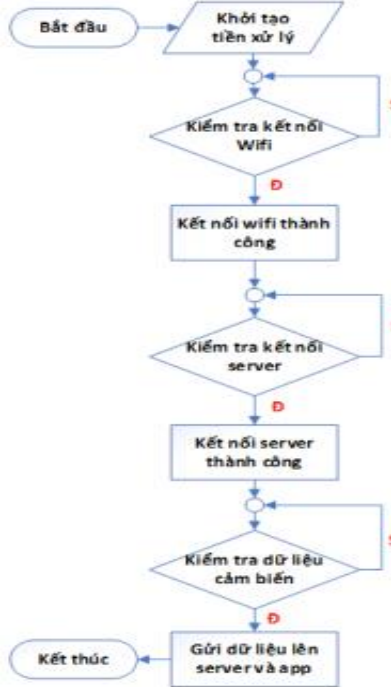
Theo Hình 3, Bắt đầu nhận lệnh điều khiển robot bằng giọng nói đi thẳng/đi lùi/quay trái/quay phải... App ứng dụng sẽ nhận lệnh từ giọng nói gửi tín hiệu đã lập trình sẵn trong App qua Bluetooth ví dụ như “Đi thẳng” tới phần cứng, tín hiệu sẽ được module ESP32 thu nhận và xử lý, các tín hiệu được so sánh với nhau, nếu câu lệnh trong App ứng dụng và trong Arduino IDE đã nạp và phần cứng giống nhau thì sẽ cho phép thực hiện các câu lệnh.

3.2.3. Lưu đồ thuật toán điều khiển robot bằng nút nhấn

Theo Hình 4, Bắt đầu nhận lệnh điều khiển robot bằng nút nhấn cảm ứng đi thẳng/đi lùi/quay trái/quay phải. App ứng dụng sẽ nhận lệnh nút nhấn cảm ứng gửi tín hiệu đã lập trình sẵn trong App qua Bluetooth ví dụ như “Đi thẳng” tới phần cứng, tín hiệu sẽ được module ESP32 thu nhận và xử lý, các tín hiệu được so sánh với nhau, nếu

câu lệnh trong App ứng dụng và trong Arduino IDE đã nạp và phân cứng giống nhau thì sẽ cho phép thực hiện các câu lệnh.

3.2.4. Lưu đồ thuật toán thu thập dữ liệu môi trường



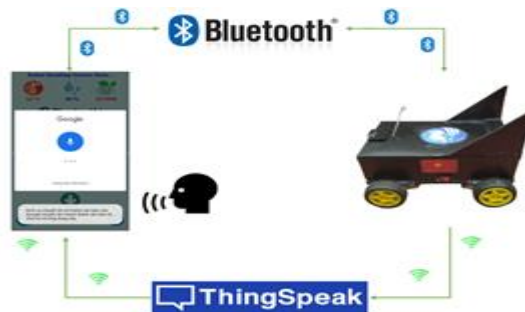
Hình 5: Lưu đồ thuật toán thu thập dữ liệu môi trường

Theo Hình 5, Khi bắt đầu, chương trình sẽ được khởi tạo, sau đó kiểm tra kết nối Wifi nếu kiểm tra kết nối Wifi không thành công thì sẽ khởi tạo lại chương trình, nếu thành công sẽ kết nối với Wifi, sau khi kết nối wifi hệ thống bắt đầu kiểm tra kết nối tới Server nếu kết nối thành công sẽ cho phép truyền nhận tín hiệu, cuối cùng hệ thống kiểm tra truyền nhận dữ liệu cảm biến nếu gửi thành công dữ liệu sẽ được gửi về App và lưu trên Server.

3.3. Thiết kế phần cứng và phần mềm hệ thống

3.3.1. Thiết kế phần cứng

a. Mô hình hoạt động của hệ thống

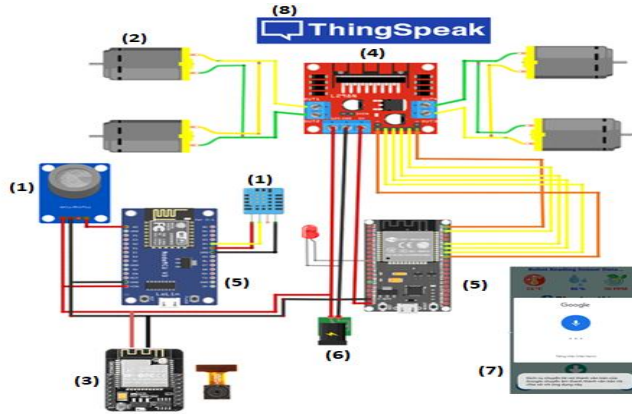


Hình 6: Mô hình kết nối tổng quan của hệ thống

Mô hình hệ thống thiết kế và thi công robot giám sát môi trường điều khiển bằng giọng nói như Hình 6 bao gồm những phần chính sau: (1) App điều khiển hay còn gọi là trợ lý ảo - được xây dựng trên nền tảng Mit App inventor cho phép thu thập dữ liệu và ra lệnh điều khiển robot bằng giọng nói; (2) Robot giám sát môi trường - được thiết kế và lắp ráp các linh kiện và cảm biến cho phép thu thập dữ liệu môi trường gửi về App và Server cho người dùng.

b. Sơ đồ nguyên lý

Nguyên lý thực hiện được thể hiện như trong Hình 7:



Hình 7: Sơ đồ nguyên lý của hệ thống

Bảng 1: Mô tả, giải thích các thiết bị trong sơ đồ nguyên lý của hệ thống

1. Cảm Biến (DHT11,MQ135)	5. Xử Lý Trung Tâm (ESP8266, ESP32)
2. Động Cơ DC (4 Động Cơ DC)	6. Nguồn (PIN 18650)
3. Camera (ESP32-CAM)	7. App Ứng Dụng (Mit App Inventor)
4. Điều Khiển động cơ (Module L298)	8. ThingSpeak (Cloud Server ThingSpeak)

Các chú thích mô tả được thể hiện như trong Bảng 1 là các linh kiện được sử dụng để xây dựng robot.

c. Nguyên lý hoạt động

Hệ thống thiết kế và thi công robot giám sát môi trường điều khiển bằng giọng nói có cơ chế hoạt động như sau: đầu tiên khi hệ thống IoT trên robot được cấp nguồn điện, phần cứng bắt đầu kiểm tra kết nối wifi kết nối tới ThingSpeak. Nếu mất kết nối thì phần cứng sẽ tự động kết nối lại, sau khi kết nối thành công robot bắt đầu thu thập dữ liệu môi trường xung quanh bằng các cảm biến được gắn trên robot. Tất cả các dữ liệu này sẽ được gửi về ứng dụng lưu dữ liệu trên Server ThingSpeak. Tiếp theo đến hệ thống điều khiển robot: khi hệ thống robot được cấp nguồn điện, phần cứng sẽ tự động phát ra địa chỉ của robot qua Bluetooth (trong nghiên cứu này sử dụng trên Bluetooth 5.0, quá trình truyền thông sẽ hiệu quả nhất ở khoảng cách 40 m đến 60 m với môi trường có vật cản, còn với môi trường không có vật cản khoảng cách truyền tín hiệu có thể đạt ở cự ly 300 m), người điều khiển sử dụng ứng dụng kết nối tới địa chỉ đó. Khi kết nối thành công người dùng có thể điều khiển robot bằng giọng nói hoặc nút nhấn trên App tới nơi mình

muôn, người dùng có thể giao tiếp được với robot thông qua trợ lý ảo trên App. Trên robot còn được gắn thêm hệ thống camera và đèn.

3.3.2. Thiết kế phần mềm

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả sử dụng Arduino Intergrated Development Enviroment (IDE) để xây dựng chương trình điều khiển hệ thống hoàn thiện. Sử dụng **MIT App Inventor** và **ThingSpeak App Platform** để xây dựng (code) và thiết kế giao diện điều khiển chương trình hệ thống như Hình 8.



Hình 8: Sản phẩm robot giám sát môi trường trên thực tế

3.4. Triển khai thực nghiệm sản phẩm

3.4.1. Mô hình sản phẩm

Ý tưởng và kết quả sản phẩm sau nghiên cứu thiết kế như Hình 9:



Hình 9: Sản phẩm robot giám sát môi trường trên thực tế

Để đánh giá kết quả nghiên cứu, nhóm tác giả đã tiến hành thực nghiệm sản phẩm tại một số địa điểm có các thông số liên quan tới mục đích thiết kế của thiết bị robot.

3.4.2. Triển khai, đánh giá

Sau khi tải và cài đặt ứng dụng trên kho ứng dụng **CH Play**, kết quả như trong Hình 10 và Hình 11:

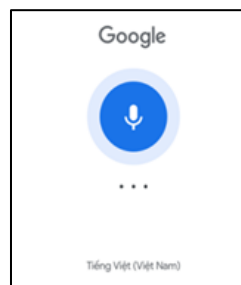


Hình 10: Giao diện thu thập dữ liệu bên trong của App



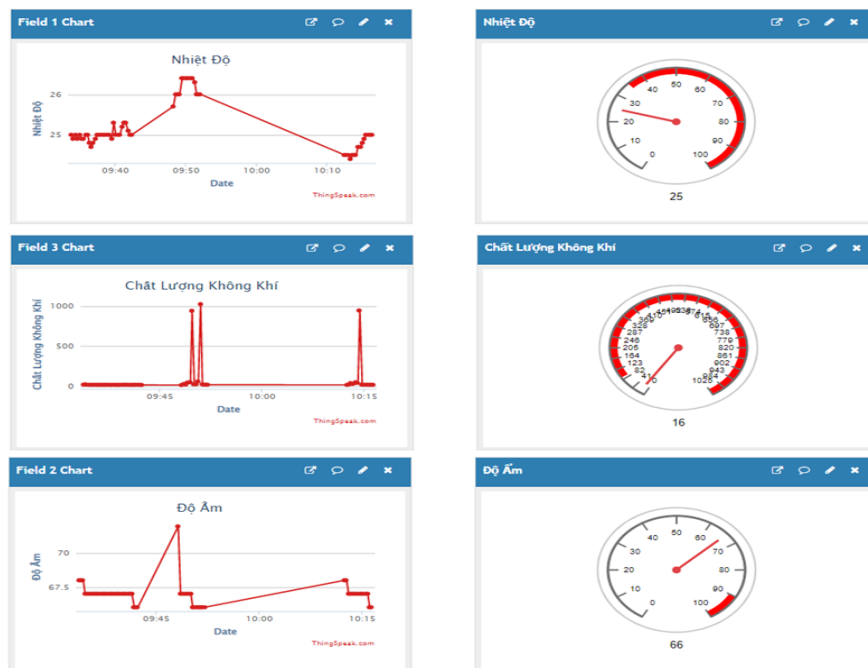
Hình 11: Giao diện điều khiển bên trong của App

Tiếp theo, người dùng chỉ cần nhấn vào chức năng Micro (như trong Hình 12) và điều khiển robot bằng giọng và hỏi giá trị thu thập được:



Hình 12: Chức năng trợ lý ảo của hệ thống

Khi đó, người dùng có thể ra lệnh cho robot: Đi thẳng; Đi lùi; Quay trái; Quay phải; Tăng tốc độ; Giảm tốc độ; Bật đèn xe; Tắt đèn xe; và hiển thị thông tin về: nhiệt độ môi trường hiện tại; Độ ẩm môi trường hiện tại; Chất lượng không khí hiện tại. Trong Hình 13 và Hình 14 là các kết quả, câu trả lời khi thực hiện hỏi/ra lệnh cho robot:



Hình 13: Biểu đồ hiển thị kết quả thu thập được từ robot

STT	Nhiệt Độ	Độ Ẩm	Chất Lượng Không Khí	Thời Gian Cập Nhật
1	22.50	74.00	14.0	15/12/2021 2:03
2	22.40	74.00	14.0	15/12/2021 2:04
3	22.40	74.00	14.0	15/12/2021 2:05
4	22.45	76.00	14.0	15/12/2021 2:06
5	22.50	76.00	12.0	15/12/2021 2:07
6	22.40	76.00	12.0	15/12/2021 2:08
7	23.40	76.00	12.0	15/12/2021 2:09
8	23.45	76.00	12.0	15/12/2021 2:10
9	23.50	76.00	941.0	15/12/2021 2:11
10	22.46	76.00	941.0	15/12/2021 2:12
11	22.40	78.00	941.0	15/12/2021 2:13
12	21.22	78.00	1024.0	15/12/2021 2:14
13	21.50	78.00	1024.0	15/12/2021 2:15
14	22.22	78.00	1024.0	15/12/2021 2:16
15	22.40	78.00	1024.0	15/12/2021 2:17

Hình 14: Kết quả chi tiết thông số môi trường thu được từ robot

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã lên ý tưởng và tiến hành thiết kế, xây dựng phần cứng và phần mềm cho thiết bị tương tự như một robot nhỏ với các yêu cầu chức năng như đã trình bày trong phần trên. Sau khi thực hiện các bước kiểm tra thực nghiệm, đánh giá kết quả vận hành trên thực tế cho thấy sản phẩm hoạt động đạt độ chính xác cao, hoạt động theo đúng thiết kế, lập trình. Kết quả số liệu thực nghiệm cho thấy thiết bị hoạt động tốt, linh hoạt, thu thập thông tin chính xác có thể đem áp dụng, sử dụng trên thực tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] M. Dunbabin, L. Marques, “Robotics for Environmental Monitoring,” *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 19, pp. 24-39, 2012.
- [2] G. Hu, W. P. Tay, and Y. Wen, “Cloud Robotics: Architecture, Challenges and Applications,” *IEEE Network*, 26, pp. 21-28, 2012.
- [3] Z. Hassan, et al., “Mobile Robot voice recognition in control movements,” *International Journal of Computer Science and Electronics Engineering (IJCSEE)*, 3.1: 11-16, 2015.
- [4] R. K. Kodali and S. M. Kopulwar, *A low-cost implementation of MQTT using ESP8266*, 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I), IEEE, 2016.
- [5] O. Vermesan, et al., *Internet of Robotic things: Converging sensing/actuating, hypoconnectivity, artificial intelligence and IoT platforms*, In Cognitive Hyperconnected Digital Transformation: Internet of Things Intelligence Evolution; River Publishers: Gistrup, Denmark, pp. 97-155, 2017.

- [6] M. Dunbabin, "Robots for Environmental Monitoring: Significant Advancements and Applications," *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 19(1): 24-39, DOI:10.1109/MRA.2011.2181683, 2012.
- [7] A. M. Husain et al., "Air quality monitoring: The use of arduino and android," *Journal of Modern Science and Technology*, 4(1), pp. 86-96, 2016.
- [8] D. Srivastava et al., "Measurement of Temperature and Humidity by using Arduino Tool and DHT11," *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 5(12), pp. 876-878, 2018.
- [9] L.K.P. Saputra and Y. Lukito, *Implementation of air conditioning control system using REST protocol based on NodeMCU ESP8266*, In 2017 International Conference on Smart Cities, Automation & Intelligent Computing Systems (ICONSONICS) (pp. 126-130). IEEE, 2017.
- [10] P. Shelke et al., "A NodeMCU Based Home Automation System International," *Research. Journal of Engineering and Technology*, 8(4) pp. 127-129, 2018.
- [11] D. A. Aziz, "WebServer based smart monitoring system using ESP8266 node MCU module," *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 9(6), pp. 801-808, 2018.
- [12] H. M. Viet and L. H. Hiep, "Designing a surveillance, measurement and control system for supplying livestock and farm LabVIEW platform-based," *TNU Journal of Science and Technology*, Vol. 225, No. 06, pp. 258-264, 2020.
- [13] H. M. Viet and L. H. Hiep, "Study to build an automatic measurement and warning system of alcohol concentration for vehicle drivers," *TNU Journal of Science and Technology*, Vol. 225, No. 14, pp. 165-172, 2020.
- [14] R. M. Shrenika, S. S. Chikmath, A. V. R. Kumar, Y. V. Divyashree, and R. K. Swamy, "Non-contact Water Level Monitoring System Implemented Using LabVIEW and Arduino," *International Conference on Recent Advances in Electronics and Communication Technology (ICRAECT)*, Bangalore, pp. 306-309, 2017. DOI: 10.1109/ICRAECT.2017.51.
- [15] K. R. Asha, P. S. Tasleem, A. V. R. Kumar, S. M. Swamy, and K. R. Rekha, "Real Time Speed Control of a DC Motor by Temperature Variation Using LabVIEW and Arduino," *International Conference on Recent Advances in Electronics and Communication Technology (ICRAECT)*, Bangalore, pp. 72-75, 2017. DOI:10.1109/ICRAECT.2017.50.

SUMMARY

RESEARCH AND BUILDING A VOICE-CONTROLLED ENVIRONMENTAL MONITORING DEVICE USING INTERNET OF THINGS

Nguyen Thi Dung, Ho Thi Tuyen, Le Hoang Hiep

University of Information and Communication Technology, Thai Nguyen University

Received on 01/4/2022, accepted for publication on 08/6/2022

The article focuses on researching, designing and building a device that functions as a robot that can be controlled automatically through voice on a virtual assistant from the user. Products with inherited features and apply the positive advantages of commercially available devices on the market, applying technologies of the 4.0 revolution such as: artificial intelligence, Internet of Things, high-speed wireless connection, etc. The product is capable of understanding pre-programmed commands and performing tasks when users give voice commands such as measuring temperature, humidity, and ambient air quality. The product is especially useful for collecting environmental information in places and areas with dangerous conditions that are difficult for humans to access such as deep mines, polluted air, and mine traps, etc. Experimental results indicate that the device works well, is flexible, able to collect accurate information and can be used in practice.

Keywords: Computer science; monitoring; control; voice; Internet of Things.