

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ ROBOT CHĂM SÓC NGƯỜI CAO TUỔI

Vương Gia Hải*, Nguyễn Thị Quỳnh Anh,

Nguyễn Công Tiến

Khoa Công nghệ và Kỹ thuật, Trường Đại học Hải Phòng

*Email: haivg@dhhp.edu.vn

Ngày nhận bài: 06/6/2025

Ngày nhận bài sửa: 30/6/2025

Ngày duyệt đăng: 04/9/2025

Tóm tắt: Già hóa dân số đang trở thành một trong những thách thức toàn cầu, không chỉ ở các quốc gia phát triển mà cả tại Việt Nam. Đây là một bài toán khó đối với chính phủ trong việc đảm bảo chất lượng chăm sóc sức khỏe cho người cao tuổi. Trong khi đó, sự phát triển mạnh mẽ của các công nghệ mới như Internet vạn vật (IoT), Dữ liệu lớn (Big Data), Điện toán đám mây (Cloud Computing) và Trí tuệ nhân tạo (AI) đang tạo ra một cuộc cách mạng trong lĩnh vực y tế. Bài báo này trình bày thiết kế và xây dựng một robot tích hợp trí tuệ nhân tạo nhằm hỗ trợ chăm sóc người cao tuổi. Robot có khả năng giao tiếp đơn giản với người dùng về các vấn đề như thời tiết, ngày tháng, kể chuyện cười và đưa ra một số lời khuyên sức khỏe cơ bản khi người dùng cảm thấy không khỏe. Ngoài ra, robot có thể đo các thông số sức khỏe như nhiệt độ cơ thể, nhịp tim và nồng độ oxy trong máu, sau đó gửi dữ liệu tới một ứng dụng theo dõi sức khỏe trực tuyến và phát cảnh báo qua email khi thông số vượt ngưỡng. Kết quả thử nghiệm thực tế cho thấy robot di chuyển mượt mà, các chức năng như giao tiếp, đo nhiệt độ và gửi cảnh báo hoạt động ổn định và cho kết quả tương đối chính xác.

Từ khóa: Robot chăm sóc y tế, trí tuệ nhân tạo tích hợp cảm biến y tế, chăm sóc sức khỏe, trợ lý ảo.

THE STUDY AND DESIGN OF A ROBOT FOR ELDERLY CARE

Abstract: Population aging is becoming one of the major global challenges, not only in developed countries but also in Vietnam, posing significant difficulties for the government in ensuring adequate healthcare for the elderly. Meanwhile, the rapid development of emerging technologies such as the Internet of Things (IoT), Big Data, Cloud Computing, and Artificial Intelligence (AI) is driving a revolution in the healthcare sector. This paper presents the design and implementation of an AI-integrated robot to

support elderly care. The robot is capable of basic interactions with users on topics such as weather, calendar dates, telling jokes, and providing simple health advice when the user is feeling unwell. Additionally, it can measure key health indicators including body temperature, heart rate, and blood oxygen saturation. The collected data is sent to an online health monitoring application and email alerts are triggered when any parameter exceeds a predefined threshold. Experimental results demonstrate that the robot can move smoothly, and features such as communication, temperature measurement, and alerting function reliably and with reasonably accurate results.

Keywords: Medical care robot, artificial intelligence integrated with medical sensors, healthcare, virtual assistant.

1. Đặt vấn đề

Thế giới đang phải đối mặt tình trạng già hóa dân số như một thách thức cho sự phát triển. Theo Liên hợp quốc, trong những thập niên sắp tới, thế giới sẽ chứng kiến sự gia tăng mạnh mẽ số người cao tuổi. Cụ thể, theo dự báo của Quỹ Dân số Liên hợp quốc (UNFPA), dân số từ 60 tuổi trở lên trên toàn thế giới sẽ đạt mức 2,1 tỷ người vào năm 2050, tức là cứ 8 người trên thế giới thì sẽ có 1 người ở độ tuổi 60 trở lên. Theo Báo cáo tình hình xã hội thế giới năm 2023 của Liên hợp quốc, hiện tượng già hóa dân số diễn ra sớm nhất ở các nước có trình độ phát triển cao, nhưng có tốc độ gia tăng nhanh hơn ở các nước ít phát triển hơn. Hiện tại, châu Âu và Bắc Mỹ là hai khu vực có tỷ lệ người cao tuổi cao nhất; trong khi đó Tây Á, Bắc Phi, và các nước châu Phi ở vùng cận Sahara dự kiến có tốc độ gia tăng nhanh nhất về số lượng người cao tuổi trong ba thập kỷ tới. Tại châu Âu, tỷ lệ người cao tuổi ở Italy đang tăng khi độ tuổi trung bình được nâng từ 43 lên 46 tuổi. Cơ quan

Thống kê quốc gia Italia cho biết, dân số nước này có thể giảm gần 20% trong vòng năm thập niên tới do tỷ lệ sinh giảm. Tại châu Á, Nhật Bản là một trong số những nước có tỷ lệ dân số già cao của thế giới. Theo số liệu do Bộ Nội vụ và Truyền thông Nhật Bản công bố, những người trên 65 tuổi hiện chiếm tới 29% tổng dân số nước này [1].

Hiện nay tại Việt Nam có 14,2 triệu người từ 60 tuổi trở lên, tăng 2,8 triệu người so với năm 2019 và được dự báo xấp xỉ 18 triệu người vào năm 2030 [1]. Chỉ số già hóa có xu hướng tăng lên nhanh trong 10 năm trở lại đây, có xu hướng tiếp tục tăng những năm tiếp theo.

Trong tình cảnh đó một vấn đề về mặt đạo đức được đề cập là tình trạng nhiều người già phải sống neo đơn và tiếp tục làm việc để duy trì cuộc sống dù đã lớn tuổi. Nhiều giải pháp đã được triển khai để khắc phục tình trạng trên như tăng phúc lợi chính sách xã hội để khuyến khích sinh sản, xây dựng trung tâm chăm sóc người lớn tuổi,... những vấn đề chưa xử

lý hoàn toàn được vấn đề. Để góp phần vào việc xử lý vấn đề già hóa dân số cũng như chăm sóc người già neo đơn, nhóm nghiên cứu thiết kế một robot kết hợp trí tuệ nhân tạo và IoT để phục vụ chăm sóc người cao tuổi.

2. Cơ sở lý thuyết

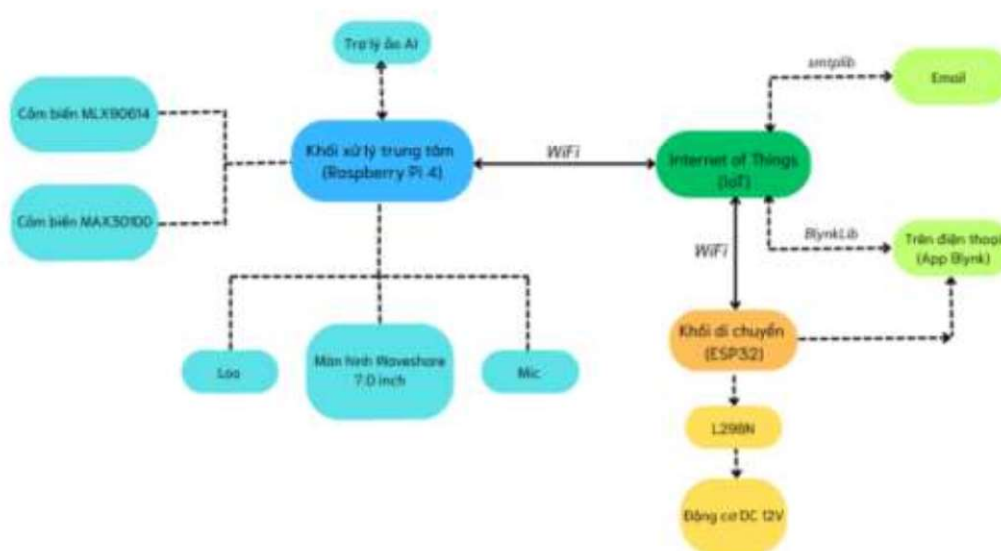
Nghiên cứu về robot chăm sóc sức khỏe tích hợp AI và IoT đang chứng kiến sự phát triển ngày càng mạnh mẽ trên toàn cầu. Sự kết hợp này mang lại khả năng tự động hóa nhiều tác vụ, nâng cao hiệu quả chăm sóc, giảm tải cho nhân viên y tế và hỗ trợ người bệnh, gia đình bệnh nhân tốt hơn. Một dự án của Aldo Novaznursyah Costrada và các đồng nghiệp đã chứng minh tính khả thi của hệ thống thu thập dữ liệu dựa trên IoT để đo nhịp tim, nồng độ oxy trong máu và nhiệt độ trong thời kỳ Covid-19, đạt được độ chính xác tương đối cao [2]. Năm 2022, Danielle Ishak đã chế tạo một robot cho người cao tuổi với khả năng giao tiếp cơ bản như xem thời

tiết, kể chuyện hay đặt lịch khám với bác sĩ. Sản phẩm vẫn đang trong quá trình thử nghiệm nhưng đã chứng minh được rằng người cao tuổi hoàn toàn có thể thích nghi và sử dụng robot một cách hiệu quả [3]. Tại Việt Nam, Doãn Thái Hùng đã thực hiện dự án xây dựng trợ lý ảo toàn diện Tiếng Việt với Python cũng có những khả năng từ trò chuyện cơ bản đến nâng cao hơn như gửi email, đọc báo [4]. Các nghiên cứu này đã cung cấp góc nhìn mới hơn về việc kết hợp AI, IoT vào robot trong lĩnh vực y tế.

Trong bài báo này, nhóm tác giả đã nghiên cứu thiết kế robot có khả năng giao tiếp cơ bản với người dùng như chào hỏi, xem thời tiết, đọc báo,.. Đặc biệt, robot còn được tích hợp thêm hệ thống đo sức khỏe ứng dụng IoT để gửi dữ liệu lên app trên điện thoại và gửi email cảnh báo.

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Thiết kế sơ đồ hệ thống



Hình 1. Sơ đồ khối chức năng của hệ thống

Hệ thống robot sử dụng 2 khối chính:
Khối xử lý trung tâm: Sử dụng Raspberry Pi 4 là vi điều khiển xử lý tín hiệu nhận được từ 2 cảm biến MLX90614 và MAX30100, sau đó gửi dữ liệu nhận được qua wifi đến app trên điện thoại. Đồng thời, xử lý và nhận dạng giọng nói của người dùng để đưa ra phản hồi theo yêu cầu.

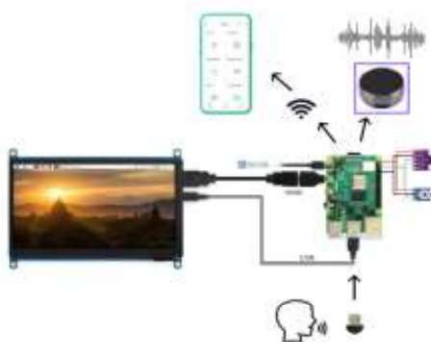
Khối di chuyển: Sử dụng ESP32 có chức năng nhận tín hiệu điều khiển trên điện thoại, từ đó điều khiển cơ cấu chấp hành.

Hệ thống robot hoạt động theo nguyên lý:

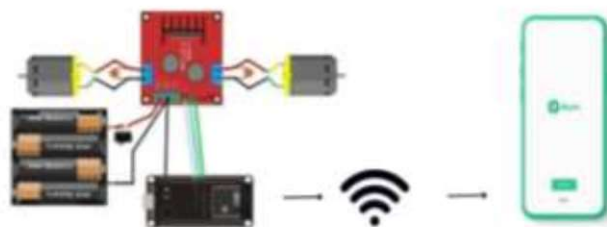
Raspberry Pi 4 sẽ đóng vai trò như một khối điều khiển trung tâm, trợ lý ảo được xây dựng sẽ nghe và phản hồi những

thông tin mà người dùng yêu cầu (nếu trợ lý ảo không thể nhận ra câu lệnh của người sử dụng nó sẽ hỏi lại, sau 3 lần không thể kết nối trợ lý ảo sẽ tự tắt) và nhận thông số nhiệt độ, nhịp tim và nồng độ oxy trong máu từ 2 cảm biến MLX90614 và MAX30100 được truyền qua Pi. Đồng thời, dữ liệu của 2 cảm biến trên cũng được truyền qua Wifi tới app Blynk bằng thư viện BlynkLib. Khi các thông số sức khỏe vượt ngưỡng thì hệ thống sẽ gửi Email về điện thoại để cảnh báo, như Hình 2a.

Bên cạnh đó robot còn có khả năng di chuyển như Hình 2b. Bộ mạch ESP32 sẽ đóng vai trò chính trong khối di chuyển, nhận lệnh điều khiển trên app Blynk rồi truyền qua L298N để điều khiển hai động cơ DC12V.



Hình 2a. Sơ đồ thực tế của khối xử lý trung tâm



Hình 2b. Sơ đồ thực tế của khối di chuyển

3.2. Thiết kế phần cứng

3.2.1. Lựa chọn vi điều khiển

a. Raspberry Pi

Trong hệ thống này nhóm lựa chọn sử dụng Raspberry Pi 4 (Hình 3) làm vi điều khiển trung tâm vì những ưu điểm của nó như kích thước nhỏ, linh hoạt với nhiều hệ điều hành, hỗ trợ nhiều ngôn ngữ lập trình và giá thành hợp lý.



Hình 3. Raspberry Pi 4



Hình 4. Raspberry Pi 4 sau khi đã trang bị hệ thống tản nhiệt

Khi vận hành hệ thống, Raspberry có hiện tượng nóng lên nhanh chóng. Điều này khiến cho tuổi thọ của hệ thống bị giảm khi sử dụng lâu dài nên nhóm trang bị thêm cho bo mạch hệ thống 2 quạt tản nhiệt và vỏ nhôm với thiết kế giúp thoáng khí.

b. ESP32

Trong khối di chuyển, nhóm chọn ESP 32 làm vi điều khiển chính vì nó rẻ và có thể kết nối wifi với điện thoại. Điều

này cho phép nhóm tạo ra một app điều khiển robot trên điện thoại.



Hình 5. ESP32



Hình 6. Cảm biến MLX90614

3.2.2. Lựa chọn tích hợp các cảm biến y tế

a. Cảm biến MLX90614

Với độ chính xác $0,02^{\circ}\text{C}$ và phạm vi đo nhiệt độ từ -40°C đến 125°C , cảm biến đo nhiệt độ không tiếp xúc MLX90614 là một lựa chọn tối ưu trong tầm giá trung bình - thấp. Khi đo nên để khoảng cách giữa đối tượng và cảm biến vào khoảng 2 - 5 cm để kết quả đo được chính xác nhất.

b. Cảm biến MAX30100

Sử dụng con chip MAX30100, cảm biến này giúp đo nhịp tim và nồng độ oxy trong máu của người dùng. Tương tự như cảm biến MLX90614, khi sử dụng nên để khoảng cách giữa đối tượng và cảm biến vào khoảng 2 - 5 cm.



Hình 7. Cảm biến MAX30100



Hình 8. Sạc dự phòng Container 50000mAh 66W

3.2.3. Thiết kế hệ thống nguồn

a. Sạc dự phòng Container 50000mAh 66W

Ở khối xử lý trung tâm, Raspberry Pi yêu cầu nguồn 5V-12V để đảm bảo hoạt động ổn định nên nhóm quyết định chọn Sạc dự phòng Container 50000mAh 66W để cấp nguồn vì thời gian sử dụng lâu, điện áp phù hợp, nhiều loại đầu ra và giá cả phải chăng.

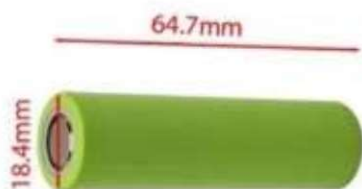
b. Pin 18650 2600mAh 5C

Khối di chuyển sử dụng 2 động cơ DC 12V nên cần tối thiểu 3 viên pin 18650 2600mAh 5C để cấp đủ điện áp và đảm bảo động cơ chạy khỏe. Không cấp chung nguồn với khối xử lý trung tâm vì dễ bị nhiễu tín hiệu và sụt áp.

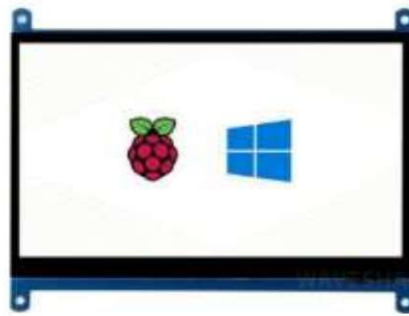
3.2.4. Thiết kế hệ thống nghe - nhìn của robot

a. Màn hình

Nhằm phục vụ mục đích hiển thị, giải trí và tăng tính tiện lợi khi sử dụng, robot được trang bị thêm một màn hình cảm ứng Waveshare 7.0 inch. Người dùng có thể thao tác chạm trực tiếp trên màn hình, truy cập internet, xem video giải trí,..



Hình 9. Pin 18650 2600mAh 5C



Hình 10. Waveshare 7inch

b. Loa

Nhóm lựa chọn loa Bluetooth Mini Chess BS01 vì loa cho chất lượng âm thanh bass trep cực chắc, khả năng chống nước và kích thước nhỏ gọn. Loa được kết nối trực tiếp với Raspberry Pi để phát âm thanh.



Hình 11. Loa Bluetooth Mini Chess BS01



Hình 12. Mini microphone USB MI-305

c. Microphone

Robot còn được lắp thêm 1 mini microphone USB MI-305 để thu tiếng khi chạy chương trình trợ lý ảo. Giọng nói của người dùng sẽ được thu qua thiết bị, hệ thống xử lý và gửi phản hồi theo yêu cầu.

3.3. Phát triển phần mềm

3.3.1. Cài đặt hệ điều hành cho hệ thống

Đầu tiên, nhóm cài đặt hệ điều hành Ubuntu cho laptop, sau đó làm tương tự với Raspberry Pi OS cho Pi. Vì lựa chọn ngôn ngữ lập trình là Python nên nhóm cài đặt VSCode để quá trình lập trình trở nên dễ dàng hơn. Thông thường có thể lập

trình trực tiếp trên Pi, tuy nhiên quá trình này hay xảy ra hiện tượng giật, lag nên nhóm đã cài đặt SSH Remote trên VSCode để liên kết phần mềm này với Pi. Quá trình này sẽ giúp rút ngắn thời gian thao tác, lập trình tiện lợi hơn.



Hình 13. Quá trình cài đặt hệ điều hành

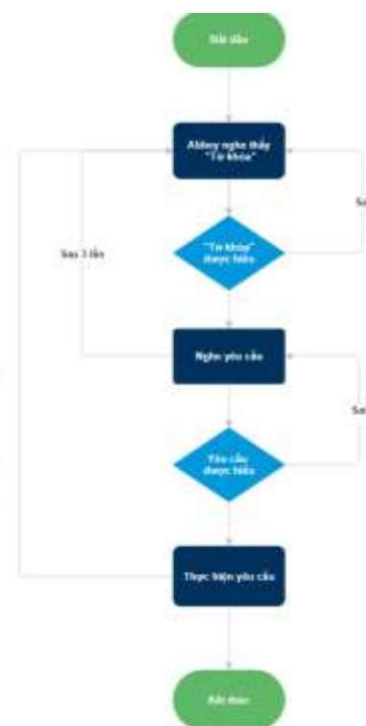
3.3.2. Lập trình trợ lý ảo Abbey

Để xây dựng được một trợ lý ảo riêng hoàn chỉnh phải trải qua 4 giai đoạn:

Lên kế hoạch, thực hiện, kiểm tra và sản xuất. Kết hợp với yêu cầu kỹ thuật, nhóm xây dựng được các bước hoàn thiện trợ lý ảo như hình 14.



Hình 14. Chu trình xây dựng trợ lý ảo[11]



Hình 15. Logical flow của trợ lý ảo[12]

Theo đó nhóm bước đầu đặt mục tiêu xây dựng một trợ lý ảo có các tính năng sau: Chào hỏi, xem ngày - giờ, xem thời tiết, kể chuyện cười, trò chuyện đơn giản với người dùng, cung cấp cho người dùng những hiểu biết về thế giới, trang bị khả năng chuẩn đoán sơ bộ tình trạng bệnh, có thể đọc dữ liệu từ cảm biến, liên kết với app Blynk và Email.

Trợ lý ảo hoạt động theo nguyên lý như Hình 15:

Đầu tiên, thiết lập một “key word” để đánh thức trợ lý ảo. Nếu trợ lý ảo nghe hiểu và trích xuất được từ khóa nó sẽ đưa ra phản hồi. Trong trường hợp không trích xuất được câu lệnh trợ lý sẽ hỏi để bạn lặp lại câu hỏi. Nếu nhận biết được câu lệnh nó sẽ trích xuất thông tin để trả lời. Nếu tiếp tục không nhận biết được câu lệnh nó sẽ tiếp tục hỏi cho đến khi người dùng ra lệnh “dừng hoạt động”.

3.3.3. Tích hợp thêm cảm biến y tế

Sau khi đã xây dựng thành công trợ lý ảo, nhóm tiếp tục sử dụng hai cảm biến là MLX90614 và MAX30100 để đo các thông số sức khỏe.

```
1 from smbus2 import SMBus
2 from mlx90614 import MLX90614
3
4 bus = SMBus(1)
5 sensor = MLX90614(bus, address=0x5A)
6 print "Ambient Temperature :", sensor.get_ambient()
7 print "Object Temperature :", sensor.get_object_1()
8 bus.close()
```

Để có thể đọc được cảm biến MLX90614 ta cần phải cài đặt 2 thư viện

smbus2 và mlx90614. Lưu ý trước khi viết code cần kích hoạt giao tiếp I2C của Raspberry Pi bằng lệnh: `sudo raspi-config`.

```
1 import time
2 import max30100
3
4 mx30 = max30100.MAX30100()
5 mx30.enable_spo2()
6
7 while 1:
8     mx30.read_sensor()
9
10    mx30.ir, mx30.red
11
12    hb = int(mx30.ir / 100)
13    spo2 = int(mx30.red / 100)
14
15    if mx30.ir != mx30.buffer_ir :
16        print("Pulse:",hb);
17    if mx30.red != mx30.buffer_red:
18        print("SP02:", spo2);
19
20    time.sleep(2)
```

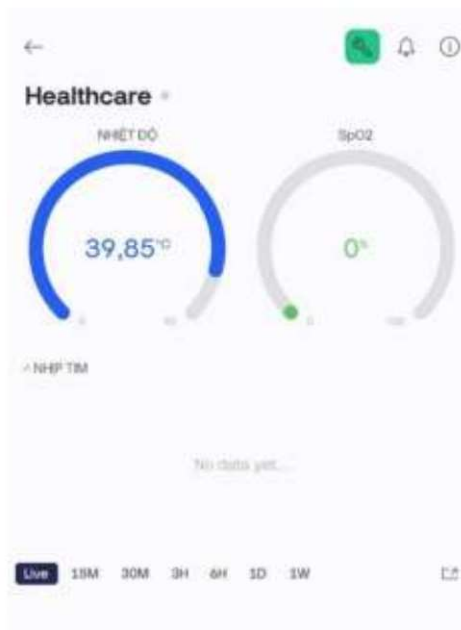
Tương tự như trên ta cũng cần import thư viện MAX30100 để tính toán số liệu thu được.

3.3.4. Kết nối hệ thống IoT

Nhóm quyết định tích hợp thêm mảng IoT vào dự án thông qua việc đẩy các thông số nhiệt độ, nhịp tim và nồng độ oxy trong máu lên app để có thể theo dõi từ xa và lưu trữ trong thời gian cố định.

Để làm được chức năng trên, đầu tiên phải tiến hành cài đặt thư viện BlynkLib trên Raspberry Pi. Sau đó, tiến hành tạo tài khoản và dự án trên app Blynk IoT.

Sau khi đã đo xong thông số sức khỏe, nếu dữ liệu thu được chạm mốc nguy hiểm thì trợ lý ảo sẽ gửi email thông báo khẩn về email của người dùng như hình 17.



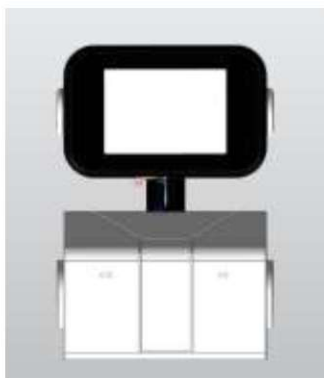
Hình 15. Giao diện đo thông số sức khỏe



Hình 16. Thông báo Email khẩn cấp

3.4. Chế tạo thực nghiệm thiết bị

Mong muốn tạo ra một thiết bị thông minh và gần gũi với người sử dụng nên nhóm đã thiết kế thiết bị thành hình robot



Hình 17. Thiết kế 3D của thiết bị

mini. Nhóm sử dụng phần mềm NX để lên ý tưởng và thiết kế sản phẩm. Sau khi lên được bản vẽ từng phần của thiết bị, tiến hành xuất file xang định dạng STL để thực hiện in 3D.



Hình 18. Quá trình in 3D

4. Kết quả và thảo luận

Robot chăm sóc sức khỏe được lắp ráp và đưa vào hoạt động thử nghiệm tại

xưởng thực hành Trường Đại học Hải Phòng. Kết quả thực tế được thiết bị như hình 20. Qua một thời gian sử dụng nhận thấy robot hoạt động tốt, đảm bảo yêu cầu

thiết kế đề ra. Thông số kỹ thuật của máy được trình bày trong bảng 1.



Hình 19. Robot chăm sóc sức khỏe người cao tuổi

Sau khi robot được chế tạo hoàn thiện, nhóm nghiên cứu thực hiện vận hành để khảo sát độ chính xác của hệ thống so với thiết kế. Các cảm biến MLX90614 và MAX30100 được kiểm tra bằng cách so sánh kết quả đo với thiết bị y tế tiêu chuẩn tại cùng thời điểm (nhiệt kế hồng ngoại y tế và máy đo nhịp tim/SpO2 y tế). Mỗi chỉ số được đo 10 lần liên tiếp, lấy trung bình và so sánh sai số tương đối.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của robot Abbey

Modul	Abbey
Kích thước	300 x 200 x 600 mm
Điện áp	5V - 12V
Vi điều khiển	Raspberry Pi 4
Cảm biến	MLX96014 - MAX 30100
Cấp nguồn	Pin 50000mAh
Khả năng di chuyển	Tiền - Lùi - rẽ trái - rẽ phải
Tính năng	Tích hợp trợ lý ảo theo dõi và chăm sóc sức khỏe: Chào hỏi, trò chuyện, xem ngày - giờ, xem dự báo thời tiết, hiểu biết về thế giới, kể chuyện cười, kỹ năng đưa ra lời khuyên chăm sóc sức khỏe Tích hợp trợ lý ảo với 2 cảm biến đo nhiệt độ, nhịp tim và nồng độ oxi trong máu để đo thông số sức khỏe cho người dùng Gửi dữ liệu đo được lên app Blynk IoT và thông báo quá Email cho bác sĩ

Bảng 2. Bảng so sánh robot Abbey với thiết bị y tế đơn lẻ

Tiêu chí	Robot Abbey	Nhiệt kế hồng ngoại	Máy đo SpO2	Trợ lý ảo đơn thuần
Đo nhiệt độ	Có	Có	Không	Không
Đo SpO2	Có	Không	Có	Không
Giao tiếp giọng nói	Có	Không	Không	Có
Cảnh báo qua email	Có	Không	Không	Không
Gửi dữ liệu IoT	Có	Không	Không	Không
Giá thành	Trung bình	Thấp	Thấp	Trung bình

5. Kết luận

Sau quá trình nghiên cứu và triển khai, nhóm đã nghiêm túc thực hiện theo một quy trình khoa học bài bản và chế tạo thành công thiết bị robot theo dõi sức khỏe từ xa. Robot được thiết kế để đo lường một số chỉ số sức khỏe cơ bản như nhịp tim, nhiệt độ cơ thể và nồng độ oxy trong máu. Dữ liệu thu thập được truyền qua mạng IoT đến bác sĩ gia đình, giúp hỗ trợ theo dõi sức khỏe từ xa, giảm thiểu chi phí đi lại và tăng tính chủ động trong việc chăm sóc sức khỏe tại nhà.

Ngoài chức năng đo lường, robot còn được tích hợp công nghệ AI để đóng vai trò như một trợ lý ảo cá nhân, có thể giao tiếp cơ bản với bệnh nhân, hỗ trợ giải đáp các vấn đề thường gặp (đau đầu, chóng mặt, cảm cúm...), cung cấp thông tin thời tiết, ngày giờ hoặc kể chuyện giải trí, góp phần nâng cao tinh thần và cải thiện sức khỏe tâm lý cho người sử dụng.

Robot cũng có khả năng di chuyển đơn giản và hỗ trợ mang thuốc hoặc vật dụng nhỏ đến vị trí của bệnh nhân thông qua điều khiển từ xa.

Tuy nhiên, hệ thống vẫn còn một số hạn chế như: độ chính xác của cảm biến phụ thuộc vào điều kiện môi trường và vị trí đeo; khả năng giao tiếp của trợ lý ảo còn hạn chế về độ tự nhiên và phạm vi hiểu biết; chức năng di chuyển chưa được tối ưu về độ linh hoạt và tự động hóa.

Trong tương lai, nhóm định hướng sẽ tối ưu hóa thuật toán lọc nhiễu và hiệu chuẩn cảm biến để tăng độ chính xác khi đo lường. Đồng thời, nâng cấp khả năng giao tiếp của trợ lý ảo bằng cách tích hợp các mô hình ngôn ngữ lớn (LLM) và nhận diện giọng nói tiếng Việt nâng cao. Cải tiến hệ cơ động của robot, ứng dụng thị giác máy tính và bản đồ hóa không gian trong nhà để robot có thể di chuyển tự động và an toàn hơn. Mở rộng chức năng chăm sóc sức khỏe, như nhắc uống thuốc,

theo dõi giấc ngủ, phân tích dữ liệu theo thời gian thực để hỗ trợ bác sĩ trong chẩn đoán sớm và can thiệp kịp thời.

Kết quả nghiên cứu là bước khởi đầu tiềm năng trong việc ứng dụng AI và IoT vào lĩnh vực chăm sóc sức khỏe thông minh, đặc biệt đối với người cao tuổi hoặc bệnh nhân cần được theo dõi thường xuyên tại nhà.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Cục Dân số (2024), *Già hóa dân số - vấn đề của thời đại*, <https://vnpa.moh.gov.vn/nguyen-cuu-trao-doi/gia-hoa-dan-so-van-de-cua-thoi-dai>.
2. Costrada, A.N., Arifah, A.G., Putri, I.D., Sawita, I.K.A.S., Abubakar, H., Djamal, M. (2022), Design of Heart Rate, Oxygen Saturation, and Temperature Monitoring System for Covid-19 Patient Based on Internet of Things (IoT), *Jurnal Ilmu Fisika, Universitas Andalas*, 14(1), 54-63.
3. Doãn Thái Hùng (2020), *Lập trình trợ lý ảo Tiếng Việt toàn diện với Python*, Codelearn, <https://codelearn.io/sharing/lap-trinh-tro-ly-ao-tieng-viet-python>.
4. Verma, P., Mishra, R. (2020), IoT based Smart Remote Health Monitoring System, *Proceedings of the International Conference on Electronics (ICE)*, IEEE, doi:: 10.1109/ICE348803.2020.9122864.
5. Ganesh, E.N. (2019), Health Monitoring System using Raspberry Pi and IoT, *Oriental Journal of Computer Science and Technology*, 12(1), 08-13. doi: 10.13005/ojct12.01.03.
6. Gates, A. (2015), *Raspberry Pi for Beginners*, CreateSpace Independent Publishing Platform, North Charleston, SC, United States, ISBN: 151157948X.
7. Raspberrypi Việt Nam (2016), *Hướng dẫn cài hệ điều hành cho Raspberry Pi*, <https://raspberrypi.vn/huong-dan-cai-dieu-hanh-cho-raspberry-pi-2457.pi>.
8. Khan, W. A., Rehman, A. U., & Kim, H. (2021), Enhancing elderly health monitoring using IoRT and fog computing, *Sensors*, 21(4), 1253.
9. Tsiourti, C., Joly, E., Wings, J., Lamard, M., & Rigaud, A.-S. (2019), Multi-functional robotic agents for aging-in-place: Results from a field study, *Gerontechnology*, 18(1), 1-14.
10. Chen, Y., Wang, J., Wang, L., & Zhang, H. (2020), Artificial intelligence-enhanced healthcare systems: A review, *IEEE Access*, 8, 132526-132543, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3009625.
11. EM&AI Virtual Agent (2024), *Quy trình xây dựng trợ lý ảo, conversational-ai-em-and-ai-virtual-agent/quy-trinh-xay-dung-tro-ly-ao-va*, <https://docs.emandai.net/virtual-agent/tao-conversational-ai-em-and-ai-virtual-agent/quy-trinh-xay-dung-tro-ly-ao-va>.
12. Kevsrobots (2024), *Learn how to build your own Jarvis-like AI assistant, in Python*, <https://www.kevsrobots.com/robots/pythonai/part1.html>.