

STUDY AND PROPOSE SOLUTION MODEL FOR ROBOT SYSTEM SUPPORT DISABLED PEOPLE

TÌM HIỂU VÀ ĐỀ XUẤT MÔ HÌNH HỆ THỐNG ROBOT HỖ TRỢ NGƯỜI KHUYẾT TẬT

Hoàng Văn Dũng¹, Nguyễn Đăng Ý², Phosalath Inthanongsin²

¹Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh

²Lớp ĐH Công nghệ thông tin K59, Khoa Kỹ thuật - Công nghệ thông tin,
Trường Đại học Quảng Bình

ABSTRACT: *This paper presents contributions on study and propose a solution model to build a robotic system, which supports, serves to disabled people, oldster. The robotic system is created to help disabled people to do some daily activities. According to analysis of human requirements, we proposed and constructed the robot system, which can support to interact, bring some objects, open the doors and do some other actions for helping disabled people, oldster. In this study, we have constructed a robotic hardware and Arduino control as an embedded development platform. Robot control software was built using C language, OpenCV library for programing in Visual Studio environment. The experimental results illustrated that the proposed robot system has abilities to do some action following the designed functions in accepted accuracy. In future works, the medical served robotic system will be improved for flexibility, more accuracy which can be intelligent enough to apply in real healthcare application.*

Keywords: Robot, healthcare application, support disabled people.

TÓM TẮT: Bài báo này trình bày mô hình về giải pháp xây dựng hệ thống robot hỗ trợ, phục vụ người khuyết tật, người già. Hệ thống được thiết kế để có thể giúp người khuyết tật thực hiện một số hoạt động hàng ngày. Trên cơ sở tìm hiểu những nhu cầu cơ bản của người khuyết tật, chúng tôi đề xuất mô hình robot có chức năng tương tác, hỗ trợ di chuyển đồ vật từ nơi này sang nơi khác, đẩy cửa, kéo rèm theo các yêu cầu trợ giúp của người khuyết tật. Kết quả của nghiên cứu này là xây dựng mô hình thực nghiệm giải pháp giải hỗ trợ, chăm sóc sức khỏe của người già và người khuyết tật yếu, người mất khả năng tự chăm sóc bản thân. Chúng tôi đã xây dựng hệ thống robot sử dụng bảng mạch vi điều khiển nguồn mở Arduino Uno R3 lập trình C trên nền tảng Visual Studio, thư viện mã nguồn mở OpenCV. Hệ thống robot thực nghiệm đã thực hiện được các chức năng cơ bản được xác định trước với độ chính xác cao. Trong tương lai, mô hình robot phục vụ chăm sóc y tế có thể được phát triển đầy đủ đảm bảo linh hoạt, chính xác, thông minh để có thể ứng dụng trong thực tế.

Từ khóa: Robot, hỗ trợ y tế, chăm sóc người khuyết tật.

1. GIỚI THIỆU

Trong thời gian gần đây, các hệ thống robot đã có những bước phát triển và được sử dụng nhiều phục vụ dân sự. Xu hướng phát triển các robot dịch vụ, hỗ trợ các hoạt động thường ngày của con người ngày càng tăng cao. Theo dự báo, trong thời gian tới, loài người sẽ có nhu

cầu sử dụng robot cá nhân như cần một máy tính PC hiện nay và robot sẽ là tâm điểm của một cuộc cách mạng công nghệ lớn sau Internet. Ngoài các ứng dụng truyền thống, robot y tế được đặc biệt quan tâm như dịch vụ robot hỗ trợ người khuyết tật, chăm sóc y tế và khám chữa bệnh [1, 2].

Bài toán chăm sóc sức khỏe người già, người khuyết tật ngày càng tăng cao do tình hình dân số ngày càng có xu hướng già, người khuyết tật cũng gia tăng trong khi nguồn lao động trẻ ngày càng giảm.

Theo Tổ chức y tế thế giới (WHO), số người từ 60 tuổi trở lên dự kiến sẽ tăng từ 605 triệu đến 2 tỷ trong khoảng thời gian từ nay đến 2050. Già hóa dân số đặt ra những thách thức xã hội, kinh tế và văn hóa và cộng đồng toàn cầu, dẫn đến tăng nhu cầu chăm sóc sức khỏe cho người già, khuyết tật, cũng như các dịch vụ chăm sóc dân sinh. Trong tương lai gần, việc cung cấp dịch vụ chăm sóc chất lượng cho người khuyết tật ngày càng trở nên khó khăn hơn cả về số lượng lẫn kinh nghiệm. Phát triển các hệ thống robot hỗ trợ y tế, chăm sóc người già, khuyết tật là giải pháp không thể thiếu nhằm giải quyết những khó khăn như đã phân tích ở đây. Các hệ thống robot phục vụ y tế, chăm sóc sức khỏe đã thu hút được nhiều nhà khoa học nghiên cứu và đã đạt được những ứng dụng nhất định trong thực tế [3, 4]. Bên cạnh đó, các nhà khoa học đã nghiên cứu hệ thống robot có chức năng thu thập dữ liệu y tế từ người dùng, cảm xúc của người bệnh [5]. Một trong những hệ thống robot từ xa đầu tiên điển hình trong lĩnh vực này là Physician-Robot được phát triển bởi Công ty Y tế InTouch và Đại học Johns Hopkins. Kết quả từ một đánh giá của Đại học Johns Hopkins cho thấy hệ thống robot này làm tăng 80% tương tác giữa bác sĩ và bệnh nhân [6].

Trong nghiên cứu này, chúng tôi tập trung phát triển mô hình robot hỗ trợ người khuyết tật và người cao tuổi mất khả năng tự chăm sóc bản thân.

2. THIẾT KẾ MÔ HÌNH HỆ THỐNG

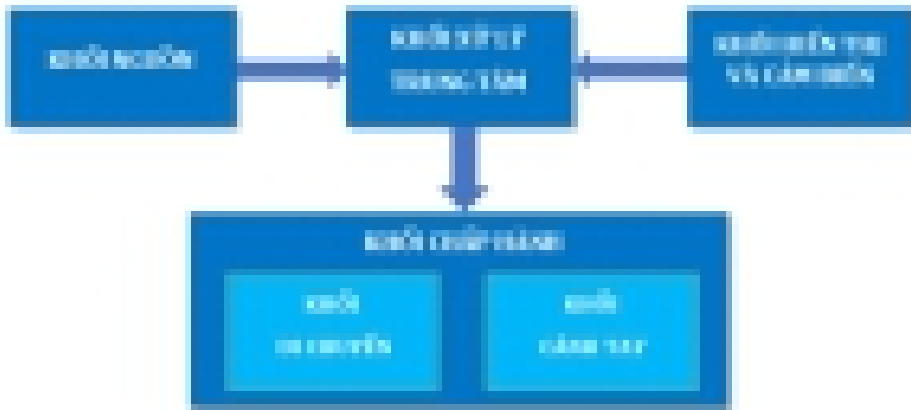
2.1. Thiết kế cấu tạo của hệ thống robot

- Để robot di động, cấu tạo chắc chắn bởi các ống nhựa ghép nối với nhau, được gắn với 4 bánh xe và 4 động cơ giảm tốc.
- Thân robot chứa hệ thống thiết bị điều khiển Arduino Uno R3 kết nối với Module điều khiển động cơ L298, Shield mở rộng PCA9685 điều khiển cánh tay, nguồn cấp, bộ chuyển áp, cảm biến và hệ thống thao tác robot (cánh tay và tay gắp).
- Đầu robot gồm một Camera tích hợp, có chức năng quan sát, xác định đối tượng nhằm phát hiện các hành động/cử chỉ bất thường bằng kỹ thuật nhận dạng thông minh.



Hình 1. Mô hình chung của hệ thống robot

2.2. Thiết kế khối chức năng robot hỗ trợ người khuyết tật



Hình 2. Sơ đồ cấu trúc cơ bản của robot hỗ trợ người khuyết tật

Trong đó:

- Khối nguồn: Cung cấp nguồn điện cho toàn bộ hệ thống.

- Khối xử lý trung tâm: Quan trọng nhất là dòng mạch Arduino R3 điều khiển toàn bộ hệ thống robot, nhận tín hiệu từ khối cảm biến, sau đó gửi tín hiệu qua khối hiển thị và điều khiển khối cơ cấu chấp hành.

- Khối cơ cấu chấp hành: Nhận lệnh từ khối xử lý trung tâm qua Shield mở rộng PCA9685 để điều khiển cánh tay robot, qua module điều khiển động cơ L298 để di chuyển bánh xe robot, thực hiện các nhiệm vụ cụ thể.

2.3. Mô tả chi tiết mô hình hệ thống robot

Để di động được làm bằng ống nhựa tạo thành 2 tầng chồng lên nhau được điều hành bởi Module điều khiển động cơ L298 gồm 4 bánh xe với đường kính 95mm. Bốn trục có đường kính 6mm được điều khiển bởi 4 động cơ giảm tốc 25GA 370- 12V điện một chiều chạy bằng năng lượng từ nam châm vĩnh cửu. Động cơ trái và phải được ghép / nối dây cho phép chúng xoay đồng bộ với nhau. Xung quanh để được bố trí các cảm biến chống va chạm tăng khả năng tự chủ của robot. Từ đó dễ dàng quản lý, kiểm tra và đưa ra thông báo nếu cần thiết. Năng lượng hoạt động của robot được cung cấp bởi hai pin 12V LiFePO4 với 20 Ah. Cánh tay robot

được gắn dưới dạng động học tuyến tính sáu trục nhẹ (3 kg) và được cung cấp bởi dòng điện 5V bằng mạch chuyển điện áp. Tất cả sáu khớp được điều khiển bởi động cơ servo và bốn khớp trong đó được trang bị bộ mã hóa cho phép điều khiển chính xác. Để di động và cánh tay được kết nối với bảng mạch vi điều khiển nguồn mở Arduino Uno R3 bằng Module điều khiển động cơ L298 và Shield mở rộng PCA9685. Toàn bộ hệ thống robot nặng khoảng 13kg có thể đẩy lùi các chướng ngại vật nhỏ gặp phải trong quá trình điều hướng với nguy cơ bị vướng vào, robot có kích thước vật lý 48 cm × 52 cm × 100 cm (L × W × H). Cánh tay robot có thể vươn ra tới 400 mm.

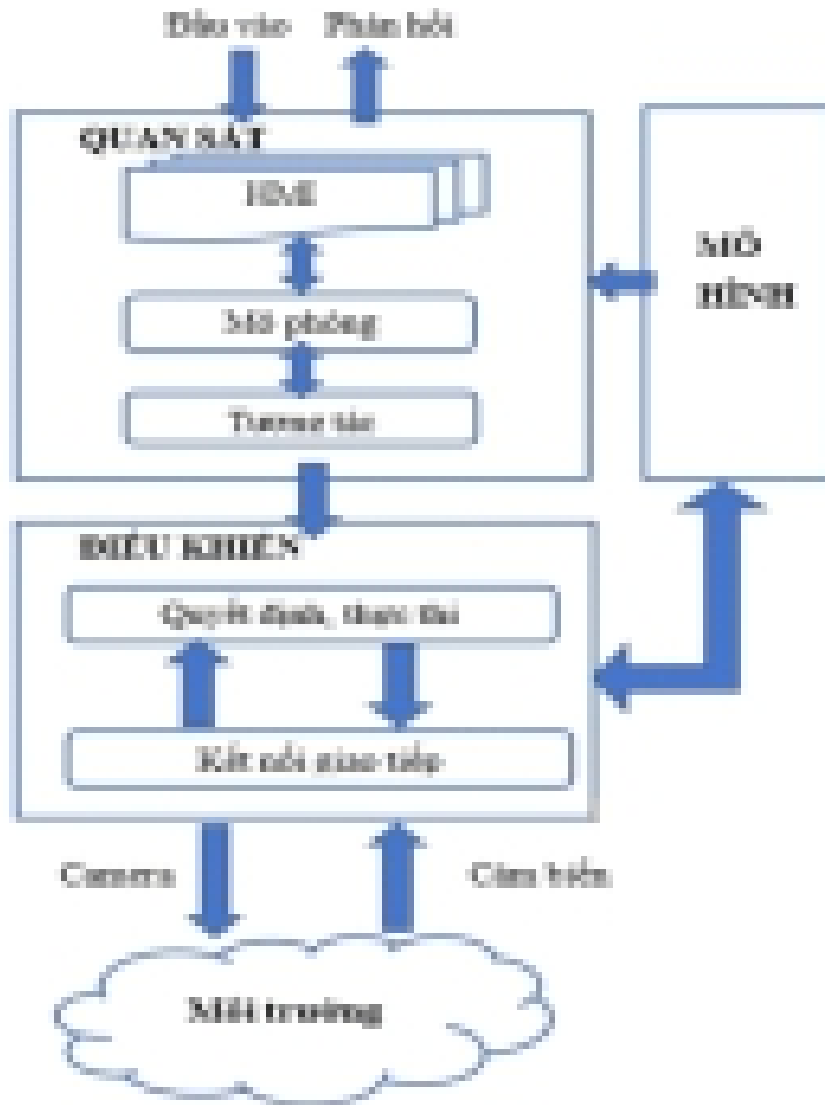
2.4. Phân tích tương tác giữa người và robot

Các hệ thống robot hiện nay có xu hướng tăng mức độ tự chủ và hiệu quả chủ yếu nhờ trang bị nhiều loại cảm biến giúp “hiểu biết” được môi trường xung quanh để tự đưa ra các quyết định phù hợp. Mặc dù, mức độ tự động của robot ngày càng tăng, một số nhiệm vụ phức tạp vẫn cần có sự hướng dẫn, điều khiển của con người để đảm bảo độ chính xác và an toàn. Độ chính xác và an toàn là các yếu tố đặc biệt quan trọng, nhất là trong các hệ thống y tế, chăm sóc người già và người khuyết tật. Tùy thuộc vào mức độ tương tác giữa người và robot

mà người dùng cần hướng dẫn robot sau đó nó đánh giá các điều kiện của chính nó cũng như môi trường nhằm tăng độ chính xác hoặc chia sẻ điều khiển giữa người vận hành (ở cấp độ

cao) và robot (ở cấp độ thấp) nhằm hoàn thành một mục tiêu nhất định nào đó.

3. PHÂN TÍCH GIẢI PHÁP



Hình 3. Sơ đồ hoạt động của robot

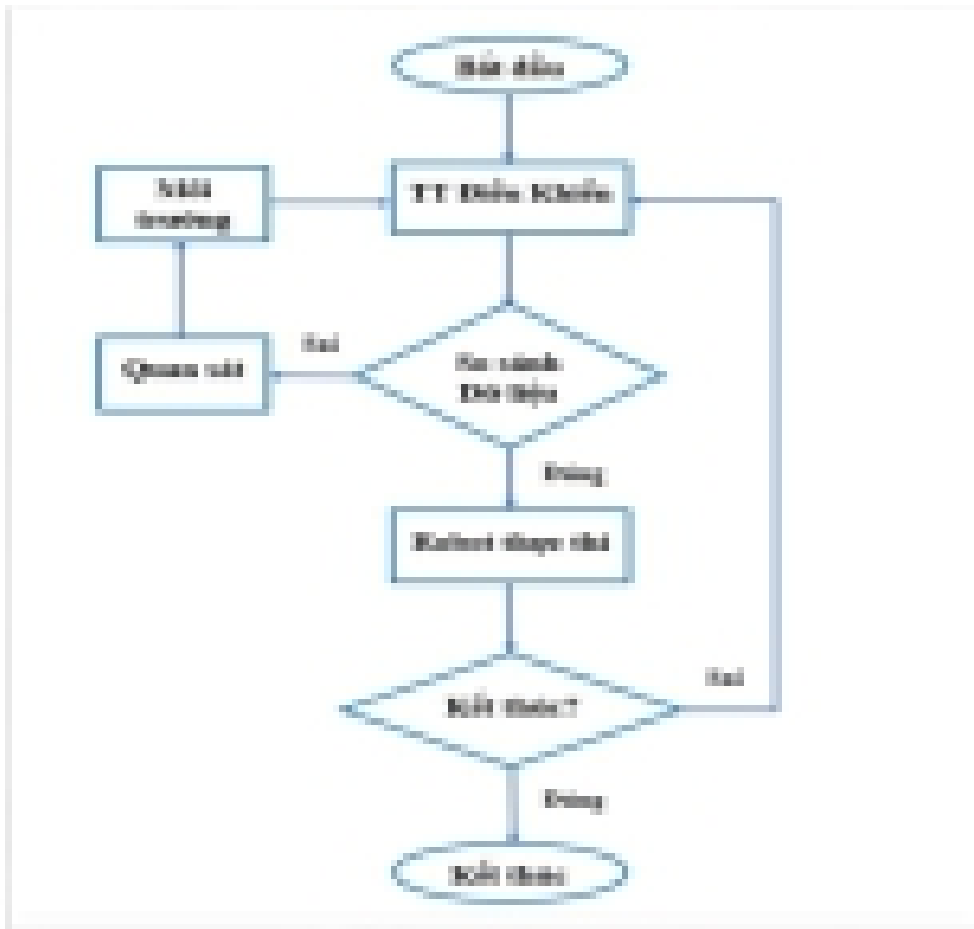
Theo sơ đồ giải pháp hoạt động của robot ở trên, người hướng dẫn vận hành hoạt động của robot và yêu cầu robot thực hiện để hoàn thành nhiệm vụ. Mô hình có chức năng lưu trữ toàn bộ dữ liệu của hệ thống. Bộ phận này là

một cầu nối giữa 2 thành phần quan sát và điều khiển. Bộ phận điều khiển có nhiệm vụ xử lý các yêu cầu người dùng đưa đến thông qua quan sát. Bộ phận quan sát là nơi dành cho

người điều hành. Người điều khiển giao tiếp với robot thông qua thiết bị HMI – thiết bị giao tiếp giữa người điều khiển và robot, có thể đưa ra một hướng di chuyển chung hoặc chỉ định một điểm đến. Bộ phận điều khiển sẽ là nơi ra quyết định thực thi các lệnh mà người điều hành đưa ra. Người điều khiển có thể ngắt hoạt động tự động của robot và chiếm quyền điều khiển bất cứ lúc nào. Môi trường là không gian bao quanh hệ thống, chúng tác động trực tiếp đến hệ thống. Camera là thiết bị kết nối giữa người điều hành với môi trường bên ngoài có nhiệm vụ quan sát, truyền dữ liệu về trung tâm điều khiển thông tin và thực hiện một số chức

năng. Mô hình sẽ là nơi thực thi các lệnh để hoàn thành nhiệm vụ của người điều hành. Bên cạnh đó, xung quanh mô hình được bố trí các cảm biến tích hợp giúp robot phát hiện các chướng ngại vật từ môi trường và cảnh báo. Đây chính là giác quan thứ hai hỗ trợ robot ngoài chiếc camera quan sát môi trường. Mỗi bộ phận thực hiện chức năng nhất định, nhưng giữa các cảm biến bộ phận được xử lý phối hợp, thống nhất với nhau giúp cho hệ thống hoạt động hiệu quả.

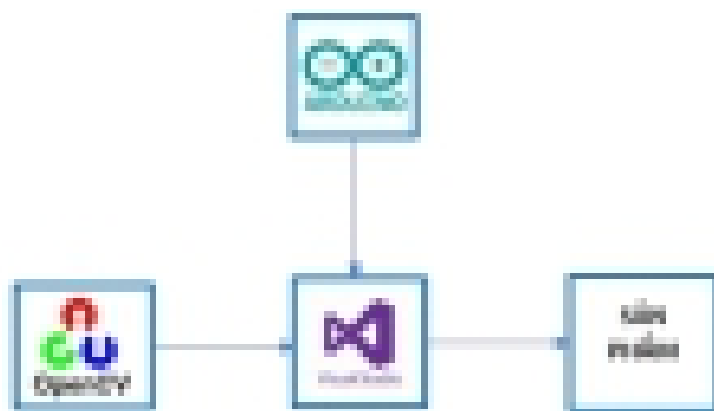
Lưu đồ thuật toán được xây dựng dựa trên giải pháp hoạt động của robot được trình bày dưới đây:



Hình 4. Sơ đồ thuật toán về giải pháp

Trong nghiên cứu này chúng tôi lập trình điều khiển và thực hiện các khối chức năng bằng công cụ Visual Studio sử dụng ngôn ngữ C lập trình điều khiển hệ thống, thư viện mã nguồn mở OpenCV thực hiện chức năng đọc dữ

liệu hình ảnh và nhận dạng vật thể. Toàn bộ hành động của robot được điều khiển bởi Arduino Uno R3. Hệ thống lập trình sử dụng các công cụ được thể hiện như sau:



Hình 5. Công cụ hỗ trợ xây dựng phần mềm

4. LẮP ĐẶT VÀ ĐÁNH GIÁ

Mô hình hệ thống robot được phát triển cả lắp ráp phần cứng và cài đặt phần mềm. Mục đích phần cứng là nơi đảm bảo cho hệ thống thực thi tốt một số chức năng hỗ trợ cụ thể như lấy đồ vật, di chuyển đồ, ... theo các thành phần cấu tạo của robot đã trình bày ở phần trước. Ngoài vấn đề phần cứng, độ chính xác của các tác vụ hay việc kết nối dữ liệu của phần này sang phần khác của robot trong phần mềm được lập trình trên nền tảng chính là Visual Studio sử dụng ngôn ngữ C và thư viện mã nguồn mở OpenCV. Phần mềm được tối ưu trên toàn hệ thống giúp robot linh hoạt, chính xác, thông minh hơn. Cánh tay robot đã được thử nghiệm để gấp một số vật thể có khối lượng khoảng 100g, tỷ lệ cầm nắm (gấp) vật thể thành công đạt khoảng 70% tổng số lần thực hiện. Phần đế di động của robot di chuyển tiến tới, lùi sau, sang trái, sang phải, xoay tự do thực hiện đúng với yêu cầu của người điều khiển. Toàn bộ hệ thống robot dự tính nặng 13kg, có kích thước

vật lý 48 cm × 52 cm × 100 cm (L × W × H) và có thể đạt tốc độ di chuyển lên tới 1,8 m/s. Khoảng cách giữa robot và đồ vật dự tính có thể đạt tới 400mm và cải thiện để nâng vật có thể lên 500g. Chiều cao của robot có thể điều chỉnh thêm xấp xỉ với chiều cao con người giúp giao tiếp bằng mắt tự nhiên hơn. Tốc độ robot thích ứng rất quan trọng đối với việc điều hướng trong môi trường năng động và với cấu trúc đặc biệt, robot có thể đẩy lùi các chướng ngại vật nhỏ gặp phải trong quá trình điều hướng với nguy cơ bị vướng vào. Camera tích hợp xác định mọi đối tượng và quan sát nhằm phát hiện các hành động cử chỉ bất thường bằng công nghệ nhận diện thông minh sử dụng kỹ thuật học sâu. Kết hợp với bốn cảm biến va chạm gắn tại bốn góc của khung xe. Từ đó, dễ dàng quản lý, kiểm tra và đưa ra cảnh báo khi cần thiết.



(a) Robot được lắp ráp



(b) Robot thực hiện gắp đồ vật

Hình 6. Hình ảnh thực nghiệm hệ thống phần cứng robot

5. KẾT LUẬN

Khi đời sống, kinh tế- xã hội càng phát triển, nhu cầu tăng cường chăm sóc sức khỏe và các dịch vụ hỗ trợ y tế khác ngày càng gia tăng. Tuy nhiên, nguồn cung nhân lực chăm sóc y tế ngày một khan hiếm về lực lượng lao động. Do vậy, việc phát triển các hệ thống robot tự động hoặc bán tự động hỗ trợ người khuyết tật, chăm sóc y tế sẽ là một hướng nghiên cứu và thương mại tiềm năng. Sự phát triển mạnh mẽ và thành tựu đạt được của trí tuệ nhân tạo cho phép xây dựng các hệ thống robot thông minh để có thể làm các công việc thay thế con người thực hiện chăm sóc, hỗ trợ y tế hiện nay.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đề xuất mô hình hệ thống robot hỗ trợ, phục vụ người khuyết tật, người già và triển khai thực nghiệm

lắp ráp phần cứng robot, cài đặt phần mềm điều khiển theo các chức năng đã thiết kế. Các thiết bị phần cứng được sử dụng trong nghiên cứu này là các vật liệu có giá thành rất thấp. Tuy nhiên, kết quả thực nghiệm cho thấy robot có thể di chuyển và xoay theo tất cả các hướng theo yêu cầu điều khiển, thực hiện được các chức năng thiết kế với độ chính xác tương đối cao. Thực nghiệm cánh tay robot gắp và nâng một số vật thể khối lượng khoảng 100g chính xác. Hướng phát triển tiếp theo tập trung vào nâng cao độ chính xác, hệ thống chuyển động linh hoạt hơn, tự nhận dạng đường đi và tích hợp thêm các chức năng theo dõi người bệnh như nhịp tim, chỉ số SpO_2 , huyết áp để tự động đưa ra các khuyến nghị, hỗ trợ người bệnh kịp thời, nâng cao năng lực hỗ trợ và chăm sóc y tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Jonathan C., Nathalia C., Marcela M., Carlos C. (2020), Human-robot interaction for rehabilitation scenarios, *Control Systems Design of Bio-Robotics and Bio-mechatronics with Advanced Applications*, Elsevier, pp. 1-31.
- [2] Sachie Y., Tatsuya N., Takayuki K. (2019), Healthcare Support by a Humanoid Robot, *ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*.
- [3] Broekens, J., Heerink, M., and Rosendal, H. (2009), Assistive social robots in elderly care: A review. *Gerontechnology* 8:94–103.
- [4] Feil-Seifer, D., and Mataric, M.J. (2005), Defining socially assistive robotics. In: *Proceedings of the IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics*, Chicago, IL, USA, 28 June–1 July 2005; pp.

465-468.

- [5] Moren-Cross, J.L., and Lin, N. (2006), Social networks and health. In: *Handbook of Aging and the Social Sciences* (6th ed.). New York:

Elsevier.

- [6] Thacker, P. (2005), Physician-robot makes the rounds. *J. Telemed. Telecare* 293(2):150.

Liên hệ:

PGS.TS. Hoàng Văn Dũng

Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh

Địa chỉ: 01 Võ Văn Ngân, Quận Thủ Đức, Tp. Hồ Chí Minh

Email: dungvanhoang@gmail.com

Ngày nhận bài: 19/4/2020

Ngày gửi phản biện: 22/4/2020

Ngày duyệt đăng: 10/7/2020