

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ
ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI**



BÁO CÁO HỆ THỐNG ROBOT THÔNG MINH

Bài tập lớn: Thiết kế robot dẫn đường trong bệnh viện

Sinh viên thực hiện: Nguyễn Đình Hiếu – 21020685

Mục lục

I. Giới thiệu	2
II. Thiết kế robot	3
1. Phân tích vấn đề	3
2. Thiết kế hệ thống phân cứng.....	3
3. Thiết kế phần mềm.....	4
3.1 Kết nối người dùng với cơ sở dữ liệu	4
3.2 Dẫn đường cho bệnh nhân.....	5
4. Kế hoạch thực hiện	8
4.1 Phát triển hệ thống cơ bản.....	8
4.2 Hoàn thiện hệ thống	9
4.3 Kiểm thử và tinh chỉnh	9
4.4 Vận hành	10
5. Dự kiến kinh phí.....	10
III. Demo.....	10
IV. Kết luận	11
Tài liệu tham khảo:	11

I. Giới thiệu

Hiện nay, việc khám chữa tại các bệnh viện công luôn được người dân ưu tiên. Tuy nhiên, những khó khăn gặp phải trong quá trình khám chữa bệnh như việc tìm kiếm địa điểm phòng khám hay thời gian chờ khám chữa bệnh lâu đã trở thành nút thắt cản trở việc nâng cao chất lượng dịch vụ y tế, cải thiện trải nghiệm y tế của người khám.

Do đó, việc tối ưu hóa dịch vụ y tế và nâng cao trải nghiệm người dùng chính là ưu tiên hàng đầu của các bệnh viện nhằm cải thiện mức độ dịch vụ của mình. Bài báo cáo này sẽ trình bày ý tưởng về robot dẫn đường thông minh có khả năng phân nào giải quyết được các vấn đề trên.

II. Thiết kế robot

1. Phân tích vấn đề

Giả sử một người lần đầu tiên đến khám tại cơ sở hiện tại. Vấn đề họ chắc chắn sẽ gặp phải sau khi đăng ký khám là xác định đường đi tới các phòng khám. Điều này đôi lúc còn trở nên phức tạp hơn trong trường hợp các phòng/khoa nằm ở những khu vực khác nhau.

Bên cạnh đó, tình trạng chờ đợi những bệnh nhân khác để tới lượt cũng rất phổ biến, trong khi người dùng hoàn toàn có thể tiết kiệm thời gian chờ bằng cách thực hiện khám tại những vị trí khác vắng hơn nếu biết trước tình trạng hàng chờ.

Có thể thấy, những vấn đề nêu trên xảy ra chủ yếu do sự thiếu hụt trong đồng bộ thông tin giữa các bộ phận trong viện đồng thời khách hàng cũng không thể kết nối tới nguồn thông tin đó.

Do đó, robot cần phải thực hiện được các tính năng sau:

- Có khả năng truy xuất cơ sở dữ liệu để xác định lộ trình khám tối ưu cho khách hàng
- Có thể tương tác với bệnh nhân
- Có thể tìm và dẫn đường cho bệnh tới không khám

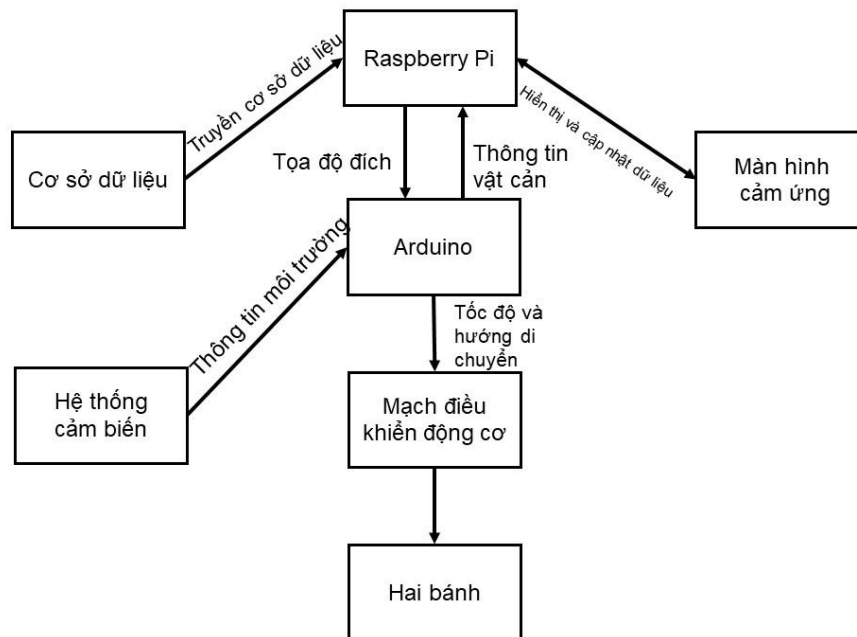
2. Thiết kế hệ thống phân cứng

Với những tính năng được đưa ra trên, robot sẽ cần sử dụng những linh kiện sau:

- Nguồn điện
- 2 Bánh xe để thực hiện di chuyển
- Mạch điều khiển động cơ
- 5 Cảm biến siêu âm để tránh vật cản (đặt phía trước, trước trái, trước phải, sau trái và sau phải)
- GPS để xác định vị trí
- Gyro sensor xác định góc quay
- Arduino, nhiệm vụ chính là nhận thông tin từ các cảm biến và truyền tín hiệu điều khiển tốc độ hai bánh

- Raspberry Pi, kết nối với cơ sở dữ liệu của bệnh viện để tính toán lộ trình di chuyển của bệnh nhân. Bên cạnh đó, nhận thông tin từ Arduino từ vật cản để tính toán tránh vật
- Màn hình cảm ứng để khách hàng có thể tương tác (bản đồ, chọn điểm đến)

Dưới đây là sơ đồ khối các thiết bị:



Hình 1 Sơ đồ khối các thiết bị

3. Thiết kế phần mềm

3.1 Kết nối người dùng với cơ sở dữ liệu

Sử dụng kết nối mạng trong bệnh viện, Pi sẽ thu về dữ liệu về tình trạng hàng chờ của những phòng khám mà người dùng cần di chuyển tới, sau đó hiển thị qua màn hình để bệnh nhân có thể cân nhắc và tự chọn điểm đến mong muốn hoặc đi theo lộ trình mà robot coi là tối ưu nhất dựa trên khoảng cách và thời gian chờ.

Dịch vụ	Địa điểm	Hàng chờ	Dự tính thời gian chờ	
Xét nghiệm máu	103 G2	10 người	20 phút	→
Chụp x quang	107 G2	5 người	10 phút	→
Đo điện tim đồ	203 E2	3 người	15 phút	→
Siêu âm	303 GD2	0 người	0 phút	→
Nội soi	207 G3	20 người	> 1 tiếng	→

Hình 2 Demo giao diện chọn địa điểm hiển thị trên màn hình

3.2 Dẫn đường cho bệnh nhân

Chức năng chính của robot là khả năng dẫn đường cho bệnh nhân tới phòng khám. Để thực hiện này, chương trình sẽ áp dụng giải thuật A* cũng như điều chỉnh một số hành vi khi bất ngờ gặp phải vật cản.

3.2.1 Giải thuật tìm đường đi A*

Robot sẽ được nạp sẵn bản đồ mặc định của bệnh viện dưới dạng ô lưới với những lối đi cũng như tọa độ vật cản mặc định (như bàn, ghế, tủ...). Với bản đồ có sẵn, vị trí bắt đầu thông qua GPS, đích đến đã được xác định sẵn, robot sẽ xác định đường đi như sau:

Bước 1: Khởi tạo 2 mảng open list và close list. Đặt trọng số f của vị trí hiện tại bằng 0, f của những tọa độ còn lại đều lớn vô cùng, đồng thời thêm vị trí bắt đầu vào mảng open list.

Trong khoảng thời gian mảng open list vẫn còn phần tử, thực hiện lặp lại các bước sau:

Bước 2: Trong mảng open list, chọn ra phần tử có f nhỏ nhất, gọi là q, xóa q khỏi open list

Bước 3: Xác định 8 ô xung quanh của q là hàng xóm.

Bước 4: Với mỗi ô hàng xóm, xét điều kiện sau:

- Ô hàng xóm phải nằm trong phạm vi của map (những ô q nằm tại biên của bản đồ sẽ có một vài hàng xóm không thỏa mãn điều kiện này)
- Ô hàng xóm này không được nằm trong close list
- Ô hàng xóm này không phải vật cản

Nếu thỏa mãn sẽ tính tới bước 5, ngược lại bỏ qua và xét ô hàng xóm tiếp theo

Bước 5: Tính các giá trị sau:

- g: là chi phí từ vị trí bắt đầu tới ô hàng xóm hiện tại. g được tính bằng chi phí từ vị trí bắt đầu tới q + chi phí từ q tới ô hàng xóm hiện tại.
- h: là chi phí ước tính để di chuyển từ ô hàng xóm hiện tại tới đích. Chi phí này có thể được ước tính bằng khoảng cách Euclid, Manhattan hay Diagonal.
- $f = g + h$

Nếu f của ô hàng xóm hiện tại lớn hơn f mới tính được ở trên, ta thay f của ô hàng xóm hiện tại bằng f mới tính, đồng thời đặt 'parent' của ô hàng xóm hiện tại bằng q. Thêm ô hàng xóm này vào open list. Ngược lại bỏ qua ô hàng xóm hiện tại.

Bước 7: Sau khi xét hết 8 ô hàng xóm, đẩy q vào close list, thực hiện lại bước 2.

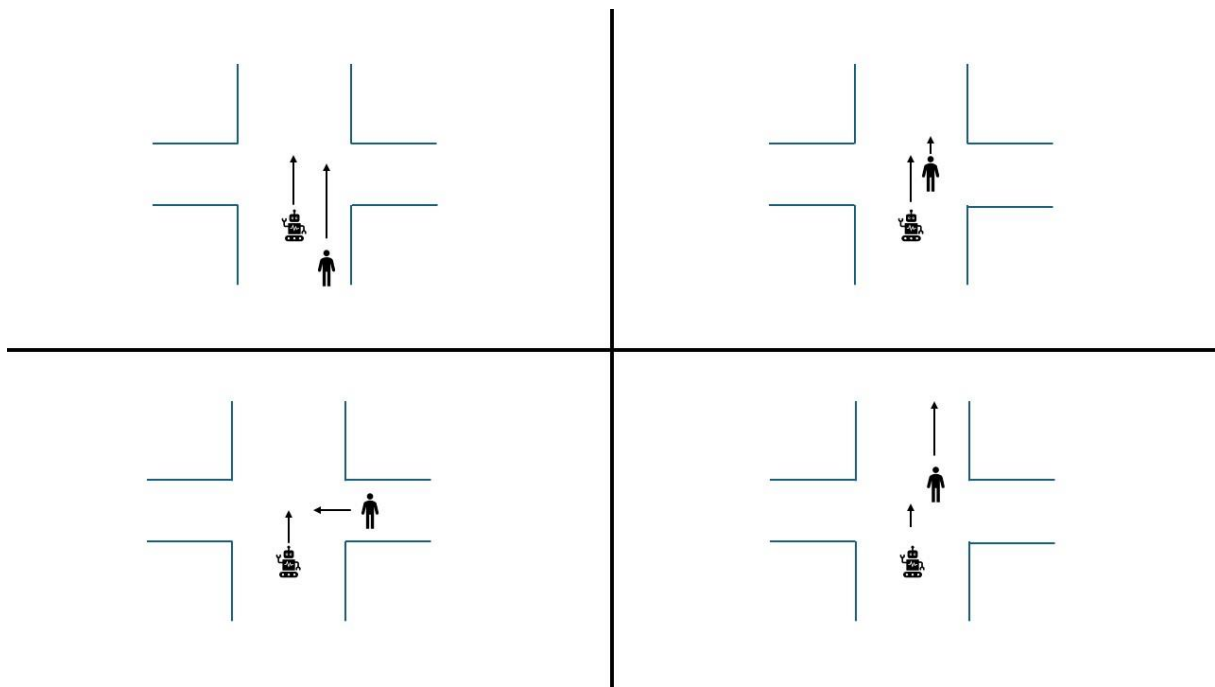
Bước 8: Khi mảng open list không còn phần tử, xét nếu f tại đích là vô cùng, nghĩa là không thể di chuyển tới đích đến từ vị trí hiện tại (dù chuyện này khó có thể xảy ra trong ứng dụng cụ thể ở đây là trong bệnh viện). Ngược lại, có thể thực hiện truy ngược đường đi ngắn nhất thông qua giá trị parent.

3.2.2 Xử lý khi tránh người(vật)

Do robot hoạt động trong môi trường là bệnh viện, việc người hoặc vật cản đột ngột xuất hiện trong tầm cảm biến và làm ảnh hưởng tới lộ

trình không phải việc hiếm gặp. Khi rơi vào những tình huống như vậy, robot sẽ xử lý như sau:

- Khi có người bước ra từ phía bên trái / phải của robot và di chuyển đi chỗ khác : Robot dừng lại chờ đối phương dời khỏi tầm cảm biến rồi tiếp tục di chuyển
- Khi có người vượt lên từ đằng sau : Robot dừng lại chờ đối phương dời khỏi tầm cảm biến rồi tiếp tục di chuyển
- Khi có phát hiện có người/vật cản ở phía trước nhưng không/di chuyển rất chậm: Robot tạo một bản đồ tạm thời với vị trí đối phương được đánh dấu là vật cản, sau đó chạy thuật toán A* để xác định lại lộ trình di chuyển.
- Robot sẽ điều chỉnh tốc độ để người được chỉ dẫn luôn trong tầm cảm biến phía sau. Nếu vì lý do gì đó mà người được dẫn đường không đi theo robot nữa, robot sẽ dừng một khoảng thời gian ngắn để chờ rồi quay trở về vị trí sạch gần nhất nếu xác định không còn đối tượng để dẫn đường.



Hình 3 Một số trường hợp va chạm khi robot di chuyển

Việc xử lý như trên chưa thể đảm bảo tránh va chạm trên thực tế do có thể còn tồn tại nhiều biến số khác chưa được xét đến. Đặc biệt

trong trường hợp bệnh viện đông và có nhiều người liên tục làm ảnh hưởng tới lộ trình của robot. Tuy nhiên em tin với cách xử lý này robot về cơ bản đã có thể hoàn thành nhiệm vụ dẫn đường cho bệnh nhân.

3.2.3 Điều khiển robot

Khi đã có lộ trình và phương thức tránh vật, robot sẽ sử dụng bộ điều khiển PID để di chuyển tới từng ô một trong lộ trình nêu trên. Bộ điều khiển PID hoạt động bằng cách tính toán chênh lệch giữa hướng quay của robot hiện tại (thông qua gyro sensor) và hướng quay mong muốn để tới ô đích. Qua đó tính được góc quay thông qua công thức PID:

$$u(t) = K_P e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) dt + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

Với góc quay thu được, robot sẽ tính toán tốc độ 2 bánh để đạt được góc quay mong muốn, sau đó truyền xuống bộ điều khiển để thực hiện điều khiển.

4. Kế hoạch thực hiện

Việc thực hiện robot được chia làm 3 giai đoạn.

4.1 Phát triển hệ thống cơ bản

Giai đoạn ban đầu được dành ra để tạo nên một hệ thống cơ bản, bao gồm:

- Lắp ráp các thiết bị phần cứng sao cho chúng liên kết với nhau theo đúng mục đích ban đầu
- Thiết kế thuật toán di chuyển và tránh va chạm
- Xây dựng và kết nối cơ sở dữ liệu

Giai đoạn này dự kiến kéo dài 2-3 tuần.

4.2 Hoàn thiện hệ thống

Khi hệ thống về cơ bản đã được định hình, chúng ta sẽ tiến hành hoàn thiện hệ thống:

- Mô phỏng quá trình vận hành và sửa các lỗi phát sinh chạy thuật toán
- Xây dựng giao diện thân thiện với người dùng
- Đồng bộ hóa cơ sở dữ liệu trong bệnh viện
- Tối ưu thuật toán và giảm thiểu tiêu thụ điện năng

Giai đoạn này dự kiến kéo dài 2 tuần – hơn 1 tháng

4.3 Kiểm thử và tinh chỉnh

Khi hệ thống robot đã đạt tới ngưỡng có thể thử nghiệm thực tế, chúng ta trước hết sẽ tiến hành triển khai chạy một con trong bệnh viện:

- Kiểm tra robot trong môi trường bệnh viện thực tế
- Đánh giá hiệu suất của robot trong các trường hợp tránh vật khác nhau
- Thu thập phản hồi của người dùng về dịch vụ

Căn cứ vào kết quả của quá trình kiểm thử, thực hiện các công việc sau:

- Tinh chỉnh hệ thống để cải thiện hiệu suất, độ chính xác, giúp việc dẫn đường ổn định hơn
- Cải thiện thuật toán tránh vật để thích ứng tốt hơn trong môi trường thực tế.
- Căn cứ vào hiệu quả giảm thời gian chờ khám của bệnh nhân để cải thiện lựa chọn lộ trình
- Xác định và sửa những lỗi phát sinh.

Khi kết quả lạc quan, tiến hành triển khai nhiều robot một lúc để kiểm tra khả năng tương tác giữa các robot với nhau.

Giai đoạn dự kiến kéo dài 4-6 tháng.

4.4 Vận hành

Khi hệ thống robot đã vượt qua các yêu cầu của quy trình kiểm thử, tiến hành đưa robot vào hoạt động:

- Lập kế hoạch xác định các vị trí đặt robot để tối ưu hiệu quả cũng như đạt được chất lượng tốt nhất
- Đào tạo cho nhân viên bệnh viện về việc sử dụng robot

Cuối cùng giám sát hiệu suất hoạt động của robot, đồng thời thu thập phản hồi người dùng để không ngừng cải thiện chất lượng dịch vụ.

5. Dự kiến kinh phí

Linh kiện	Số lượng	Giá (VNĐ/đơn vị)	Tổng (VNĐ)
Nguồn điện	1	200.000	200.000
Bánh xe	2	150.000/bánh	300.000
Mạch điều khiển động cơ	2	100.000/mạch	200.000
Cảm biến siêu âm	5	50.000/cảm biến	250.000
GPS	1	300.000	300.000
Gyro sensor	1	150.000	150.000
Arduino	1	300.000	300.000
Raspberry Pi 4 Model B 2019	1	1.000.000	2.700.000
Màn hình cảm ứng	1	1.500.000	1.500.000
Tổng			6.400.000

Tổng chi phí ước tính: 6.900.000 - 8.400.000 VNĐ/1 con

III. Demo

Bài báo cáo sẽ demo tính năng di chuyển và tránh vật thời gian thực của robot. Chi tiết mô phỏng sẽ được trình bày trong video.

Có thể thấy dựa vào bản đồ cho trước, robot có thể di chuyển tới đích mượt mà qua việc kết hợp giải thuật A* và bộ điều khiển PID. Mặc dù

chưa hoàn hảo nhưng robot đã cho thấy khả năng tránh những vật cản xuất hiện bất ngờ trong tầm cảm biến bằng cách xây dựng một lộ trình di chuyển khác.

IV. Kết luận

Bài báo cáo đã trình bày ý tưởng thiết kế một con robot hỗ trợ dẫn đường cho bệnh nhân tới phòng khám. Với các tính năng nổi trội như truy xuất cơ sở dữ liệu để cung cấp thông tin về hàng chờ khám cho người dùng, xác định lộ trình và hướng dẫn người khám tới đích. Bài báo cáo cũng trình bày chi tiết về giải thuật tính toán đường đi, điều khiển cũng như lên kế hoạch cho quá trình thiết kế và kiểm nghiệm robot nêu trên.

Tài liệu tham khảo:

1. Belwariar, Rachit. "A* Search Algorithm." GeeksforGeeks, 7 Mar. 2024, [đường dẫn](#)
2. Mortenson, Ted. "PID Controller Explained." RealPars, 20 Dec. 2021, [đường dẫn](#)
3. BIVOCOM. (2023, July 24). IoT-based Smart Hospital Guidance Robot Solution, [đường dẫn](#)