

Số: _____/BKĐT

Khoa: **Điện – Điện tử**

Bộ Môn: **Viễn Thông**

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

- Họ và tên: Nguyễn Văn Sơn MSSV: 2011985
- Ngành: Điện – Điện tử Chuyên ngành: Kỹ thuật Điện tử - Viễn thông
- Đề tài: Mô hình hệ thống xe tự hành vận chuyển hàng hóa trong nhà kho
- Nhiệm vụ:
 - Thiết kế mạch điều khiển của xe tự hành và các mạch ngoại vi cho xe chạy.
 - Thiết kế hệ thống giám sát xe tự hành.
 - Thiết kế lộ trình di chuyển tối ưu cho xe tự hành.
 - Đảm bảo các xe di chuyển có quy tắc và tránh va chạm.
 - Thực nghiệm hệ thống.
 - Phân tích kết quả.
- Ngày giao nhiệm vụ : 08/01/2024
- Ngày hoàn thành nhiệm vụ: 06/05/2024
- Họ và tên người hướng dẫn: Phản hướng dẫn
TS. Nguyễn Thanh Tuấn,
BM Viễn Thông, Khoa Điện – Điện Tử 100%
Nội dung và yêu cầu ĐATN đã được thông qua Bộ Môn.

TP.HCM, ngày tháng năm 2024

CHỦ NHIỆM BỘ MÔN

NGƯỜI HƯỚNG DẪN CHÍNH

PHẦN DÀNH CHO KHOA, BỘ MÔN:

Người duyệt (chấm sơ bộ):

Đơn vị:

Ngày bảo vệ :

Điểm tổng kết:

Nơi lưu trữ luận văn:

LỜI CẢM ƠN

Qua quá trình thực hiện đồ án tốt nghiệp, em đã có cơ hội để ôn lại những kiến thức đã được học qua 4 năm và tiếp thu thêm nhiều thông tin bổ ích mới mẻ thú vị. Đối với bản thân em, đây chính là một chuẩn bị chắc chắn và cũng là hành trang cho quá trình đi làm sau này.

Em xin chân thành gửi lời cảm ơn đến thầy Nguyễn Thanh Tuấn. Thầy đã luôn nhiệt tình, tận tâm hướng dẫn, đưa ra những lời khuyên bổ ích để em có thể hoàn thành đồ án này một cách tốt nhất. Những kiến thức mà em tiếp thu được đã góp phần đem lại nhiều kinh nghiệm quý giá cho bản thân mình để tạo dựng nền tảng vững chắc cho những bước tiến tương lai sau này.

Bên cạnh đó, con/em/mình xin gửi lời cảm ơn trân thành và sâu sắc nhất đến với bố mẹ, thầy/cô, bạn bè đã bên cạnh động viên và giúp đỡ con/em/mình trong suốt thời gian vừa qua.

Trong quá trình tìm hiểu, thiết kế mô hình và vận hành, bản thân em đã tham khảo qua nhiều tài liệu, video cũng như vận dụng kiến thức có sẵn của bản thân để hoàn thành dự án này. Tuy nhiên, thiếu sót và hạn chế là không thể tránh khỏi. Vì vậy, em rất mong nhận được những góp ý và nhận xét quý báu từ quý Thầy/Cô để có thể cải thiện bản thân và sửa chữa những lỗi hỏng kiến thức.

Em xin chân thành cảm ơn!

TP. HCM, ngày 06 tháng 05 năm 2024

Nguyễn Văn Sơn

LỜI CAM ĐOAN

Tôi tên: Nguyễn Văn Sơn, là sinh viên chuyên ngành Kỹ thuật Điện tử - Viễn Thông, khóa 2020, tại Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh – Trường Đại học Bách Khoa. Tôi xin cam đoan những nội dung sau đều là sự thật: (i) Công trình nghiên cứu này hoàn toàn do chính tôi thực hiện; (ii) Các tài liệu và trích dẫn trong luận văn này được tham khảo từ các nguồn thực tế, có uy tín và độ chính xác cao; (iii) Các số liệu và kết quả của công trình này được tôi tự thực hiện một cách độc lập và trung thực.

TP. HCM, ngày 06, tháng 05 năm 2024

Nguyễn Văn Sơn

TÓM TẮT ĐỒ ÁN

Trọng tâm của đồ án này là nghiên cứu và mô phỏng quy trình vận hành của một hệ thống nhà kho tự hành với 2 xe tự hành di chuyển theo đường từ (nam châm) và có 6 kệ hàng (2 kệ hàng giao và 4 kệ hàng, được mô hình hóa thành các nút nhấn tượng trưng cho các lệnh điều khiển xe tự hành). Mục tiêu của nghiên cứu là tạo ra một mô hình hệ thống tự động có khả năng vận chuyển hàng hóa trong nhà kho một cách chính xác và hiệu quả.

Phương pháp nghiên cứu bao gồm việc nghiên cứu và triển khai các công nghệ như xe tự hành, các phương thức truyền nhận không dây (HTTP, WebSocket, RF, IR). Các xe sẽ được trang bị cảm biến từ trường (hall sensor) để di chuyển theo các đường từ được thiết lập sẵn. Ngoài ra các xe còn được trang bị thêm cảm biến hồng ngoại để phát hiện vật cản phía trước và một bộ thu phát RF để kiểm soát xe trong những trường hợp cần thiết. Hệ thống sẽ được kiểm soát thông qua một Web Server.

Quy trình vận hành của hệ thống bao gồm các bước sau: ban đầu sẽ xe lấy mẫu từ trường của kho khi không ở trên đường từ; chờ tín hiệu di chuyển từ server; sau đó xe sẽ tự định hướng và di chuyển trên đường từ được dán trên sàn tới các điểm lấy hàng. Ở đây xe sẽ sắp xếp thứ tự giao hàng theo khoảng cách và sẽ di chuyển đến điểm trả hàng bằng đường đi ngắn nhất và ít đi qua các kệ hàng không cần thiết nhất. Sau khi giao hết hàng xe sẽ quay trở lại điểm lấy hàng gần nhất. Hình thức di chuyển tương tự như hệ thống giao thông đường hai chiều. Quy trình này được diễn ra tự động liên tục cho đến khi có sự can thiệp từ server hoặc các trường hợp khác (như pin yếu,...).

Kết quả thực nghiệm cho thấy hệ thống xe tự hành này hoạt động tương đối ổn định và chính xác trên đường từ, đồng thời thực hiện việc vận chuyển hàng hóa vào kệ tương đối chính xác.

ABSTRACT

The focus of this project is to investigate and simulate the operation process of an autonomous warehouse system with 2 Automated Guided Vehicles (AGVs) moving along magnetic tracks and 6 shelves (2 delivery shelves and 4 storage shelves, represented by symbolic buttons for AGV control commands). The research objective is to create a model of an automated system capable of accurately and efficiently transporting goods within a warehouse.

The research methodology involves studying and implementing technologies such as autonomous vehicles, wireless communication methods (HTTP, WebSocket, RF, IR). The AGVs will be equipped with hall sensors to navigate along predefined magnetic tracks. Additionally, the vehicles will be equipped with infrared sensors to detect obstacles in front and an RF transceiver for control in necessary situations. The system will be controlled through a Web Server.

The operation process of the system consists of the following steps: initially, the AGVs will sample the magnetic field of the warehouse when not on the track; they will wait for movement signals from the server. Then, the vehicles will self-orient and move along the track affixed to the floor to the designated pick-up points. The AGVs will prioritize delivery order based on distance, and they will travel to the drop-off points using the shortest path and avoiding unnecessary shelf visits. After completing deliveries, the vehicles will return to the nearest pick-up point. The movement pattern is similar to a two-way traffic system. This process will continue automatically until there is intervention from the server or other exceptional cases (e.g., low battery).

Experimental results demonstrate that this autonomous vehicle system operates relatively stably and accurately on the magnetic tracks, effectively transporting goods into the shelves with a reasonable degree of precision.

MỤC LỤC

| | |
|--|-------------|
| LỜI CẢM ƠN | i |
| LỜI CAM ĐOAN..... | ii |
| TÓM TẮT ĐỒ ÁN..... | iii |
| ABSTRACT | iv |
| DANH SÁCH BẢNG | vii |
| DANH SÁCH HÌNH VẼ | viii |
| CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU | 1 |
| 1.1 Đặt vấn đề..... | 1 |
| 1.2 Phạm vi và phương pháp nghiên cứu | 2 |
| CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT | 4 |
| 2.1 Tổng quan..... | 4 |
| 2.1.1 Giới thiệu chung về AGV | 4 |
| 2.1.2 Giới thiệu về các loại AGV | 6 |
| 2.1.3 Ứng dụng của AGV | 8 |
| 2.2 Vi xử lý – Vi điều khiển..... | 12 |
| 2.2.1 Giới thiệu về vi điều khiển STM32F103C8T6..... | 12 |
| 2.2.2 Giới thiệu về vi điều khiển ESP8266 | 13 |
| 2.2.3 Giới thiệu về vi điều khiển ESP32 | 14 |
| 2.3 Động cơ DC | 14 |
| 2.3.1 Giới thiệu | 15 |
| 2.3.2 Nguyên lý hoạt động..... | 15 |
| 2.3.3 Mạch cầu H..... | 15 |
| 2.4 Cảm biến..... | 17 |
| 2.4.1 Cảm biến hồng ngoại (IR Sensor) | 17 |
| 2.4.2 Cảm biến từ Hall..... | 21 |
| 2.5 Giao thức mạng..... | 24 |
| 2.5.1 HTTP | 24 |
| 2.5.2 Web Socket..... | 27 |
| 2.5.3 So sánh HTTP và Web Socket | 29 |
| CHƯƠNG 3. THIẾT KẾ VÀ THỰC HIỆN PHẦN CỨNG | 30 |
| 3.1 Yêu cầu thiết kế..... | 30 |
| 3.1.1 Mục đích sử dụng | 30 |
| 3.1.2 Các chức năng (Function)..... | 30 |
| 3.2 Phân tích thiết kế | 31 |
| 3.2.1 Lựa chọn vi điều khiển. | 31 |

| | | |
|--------------------------------|--|-----------|
| 3.2.2 | Lựa chọn vật liệu xe. | 32 |
| 3.2.3 | Lựa chọn động cơ xe tự hành. | 33 |
| 3.2.4 | Lựa chọn driver điều khiển động cơ xe tự hành. | 33 |
| 3.2.5 | Lựa chọn vật liệu dẫn đường và cảm biến dò đường. | 34 |
| 3.2.6 | Kết luận phân lựa chọn..... | 35 |
| 3.3 | Sơ đồ khối nguồn | 35 |
| 3.4 | Sơ đồ khối tổng quát..... | 36 |
| 3.5 | Sơ đồ khối chi tiết | 37 |
| 3.5.1 | Xe tự hành | 38 |
| 3.5.2 | Kệ hàng giao | 39 |
| 3.5.3 | Kệ hàng nhận | 39 |
| 3.6 | Sơ đồ mạch | 40 |
| 3.6.1 | Xe tự hành | 40 |
| 3.6.2 | Kệ hàng giao | 46 |
| 3.6.3 | Kệ hàng nhận | 47 |
| 3.7 | Mô tả sa bàn | 49 |
| CHƯƠNG 4. | THIẾT KẾ VÀ THỰC HIỆN PHẦN MỀM | 50 |
| 4.1 | Lưu đồ giải thuật tổng quát | 50 |
| 4.1.1 | Xe tự hành | 50 |
| 4.1.2 | Kệ hàng giao | 51 |
| 4.1.3 | Kệ hàng nhận | 52 |
| 4.2 | Lưu đồ giải thuật chi tiết..... | 53 |
| 4.2.1 | Xe tự hành | 53 |
| CHƯƠNG 5. | KẾT QUẢ VÀ PHÂN TÍCH..... | 62 |
| 5.1 | Mô tả tổng quan hệ thống | 62 |
| 5.1.1 | Mô tả thông số xe tự hành | 62 |
| 5.1.2 | Điều khiển Web server | 64 |
| 5.2 | Kết quả và phân tích | 66 |
| 5.2.1 | Kết quả xe vận chuyển hàng..... | 66 |
| 5.2.2 | Kết quả xe tránh vật cản | 68 |
| 5.2.3 | Kết quả các kệ hàng xử lý việc nhiều xe vào trạm của mình cùng một lúc | 70 |
| 5.2.4 | Kết quả kiểm soát hệ thống của web server | 70 |
| CHƯƠNG 6. | KẾT LUẬN | 73 |
| 6.1 | Kết luận chung..... | 73 |
| 6.2 | Hướng phát triển | 73 |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO..... | | 75 |

DANH SÁCH BẢNG

| | |
|--|----|
| Bảng 2-1. So sánh HTTP và Web Socket..... | 29 |
| Bảng 3-1. Phân tích lựa chọn vi điều khiển..... | 31 |
| Bảng 3-2. Phân tích lựa chọn vật liệu xe tự hành | 33 |
| Bảng 3-3. Phân tích lựa chọn động cơ xe tự hành | 33 |
| Bảng 3-4. Phân tích lựa chọn driver điều khiển động cơ xe tự hành..... | 33 |
| Bảng 3-5. Phân tích lựa chọn vật liệu dò đường | 34 |
| Bảng 3-6. Kết luận phân tích lựa chọn | 35 |
| Bảng 4-1. Bảng trạng thái vị trí cảm biến..... | 54 |
| Bảng 5-1. Bảng thông số của xe tự hành | 62 |
| Bảng 5-2. Kết quả vận chuyển hàng của xe tự hành 1 | 66 |
| Bảng 5-3. Kết quả vận chuyển hàng của xe tự hành 2 | 67 |
| Bảng 5-4. Kết quả tránh vật cản của xe tự hành 1 | 69 |
| Bảng 5-5. Kết quả tránh vật cản của xe tự hành 2 | 69 |
| Bảng 5-6. Kết quả xử lý việc nhiều xe vào trạm cùng một lúc của từng kệ hàng | 70 |

DANH SÁCH HÌNH VẼ

| | |
|--|----|
| Hình 1-1. Sơ đồ | 3 |
| Hình 2-1. AGV đang vận chuyển hàng hóa trong một kho xưởng | 4 |
| Hình 2-2. Chân dung Arthur “MAC” Barrett | 4 |
| Hình 2-3. Hình ảnh AGV tại công ty Barret Electronics Corporation năm 1954 | 5 |
| Hình 2-4. Một số loại AGV nâng | 7 |
| Hình 2-5. Một số loại AGV chở hàng | 7 |
| Hình 2-6. Một số loại AGV chở người | 8 |
| Hình 2-7. Một số loại AGV kéo rơ móc | 8 |
| Hình 2-8. Một số hình ảnh AGV trong nhà máy sản xuất | 9 |
| Hình 2-9. Hình ảnh một số hình ảnh AGV ở kho bãi | 10 |
| Hình 2-10. Một số hình ảnh AGV ở bệnh viện | 10 |
| Hình 2-11. Một số hình ảnh AGV trong siêu thị | 11 |
| Hình 2-12. AGV ở sân bay | 12 |
| Hình 2-13. Hình ảnh vi điều khiển STM32F103C8T6 | 12 |
| Hình 2-14. Cấu tạo động cơ DC | 15 |
| Hình 2-15. Mô tả nguyên lý hoạt động của động cơ DC | 15 |
| Hình 2-16. Mô hình mạch cầu H | 16 |
| Hình 2-17. Động cơ quay thuận | 16 |
| Hình 2-18. Động cơ quay nghịch | 16 |
| Hình 2-19. Mạch cầu H sử dụng BJT | 17 |
| Hình 2-20. Mạch cầu H sử dụng MOSFET | 17 |
| Hình 2-21. Rào thế tiếp xúc PN | 17 |
| Hình 2-22. Kí hiệu photodiode | 17 |
| Hình 2-23. Mạch phân cực photo diode | 19 |
| Hình 2-24. Đặc tính photo diode | 19 |
| Hình 2-25. Mạch tương đương photo diode | 20 |
| Hình 2-26. Cảm biến từ Hall thực tế | 22 |
| Hình 2-27. Sơ đồ khối cảm biến từ Hall đầu ra Analog | 23 |
| Hình 2-28. Đáp ứng ngõ ra của cảm biến từ Hall đầu ra Analog | 23 |
| Hình 2-29. Sơ đồ khối cảm biến từ Hall đầu ra Digital | 23 |
| Hình 2-30. Đáp ứng ngõ ra cảm biến từ Hall đầu ra Digital | 23 |
| Hình 2-31. Hoạt động của giao thức HTTP | 25 |
| Hình 2-32. Hoạt động của WebSocket | 29 |
| Hình 3-1. Sơ đồ khối nguồn | 36 |
| Hình 3-2. Sơ đồ khối tổng quát của hệ thống | 37 |
| Hình 3-3. Sơ đồ khối của xe tự hành | 38 |
| Hình 3-4. Sơ đồ khối của kệ hàng giao | 39 |
| Hình 3-5. Sơ đồ khối của kệ hàng nhận | 40 |
| Hình 3-6. Sơ đồ nguyên lý khối nguồn của xe tự hành | 41 |
| Hình 3-7. Sơ đồ nguyên lý khối điều khiển trung tâm của xe tự hành | 42 |
| Hình 3-8. Mặt trên 3D của xe tự hành | 43 |

| | |
|---|----|
| Hình 3-9. Mặt dưới 3D của xe tự hành..... | 44 |
| Hình 3-10. Sơ đồ nguyên lý khối cảm biến dò đường..... | 44 |
| Hình 3-11. Mặt trên 3D của cảm biến dò đường..... | 44 |
| Hình 3-12. Mặt dưới 3D của khối cảm biến dò đường..... | 45 |
| Hình 3-13. Sơ đồ nguyên lý khối hiển thị và phát hiện vật cản | 45 |
| Hình 3-14. Mặt trên 3D khối hiển thị và phát hiện vật cản | 45 |
| Hình 3-15. Mặt dưới 3D khối hiển thị và phát hiện vật cản..... | 46 |
| Hình 3-16. Sơ đồ nguyên lý của kệ hàng giao..... | 47 |
| Hình 3-17. Mặt trên 3D của kệ hàng giao | 47 |
| Hình 3-18. Mặt dưới 3D của kệ hàng giao | 47 |
| Hình 3-19. Sơ đồ nguyên lý của kệ nhận hàng..... | 48 |
| Hình 3-20. Mặt trên 3D của kệ hàng nhận | 48 |
| Hình 3-21. Mặt trên 3D của kệ hàng nhận | 48 |
| Hình 3-22. Sa bàn | 49 |
| Hình 4-1. Lưu đồ trạng thái hoạt động của xe AGV | 50 |
| Hình 4-2. Lưu đồ trạng thái hoạt động của kệ hàng giao | 51 |
| Hình 4-3. Lưu đồ trạng thái hoạt động của kệ hàng nhận | 52 |
| Hình 4-4. Lưu đồ chi tiết hàm do từ | 53 |
| Hình 4-5. Lưu đồ chi tiết hàm nhận hàng..... | 55 |
| Hình 4-6. Lưu đồ hàm giao hàng..... | 56 |
| Hình 4-7. Sa bàn sau khi được mô hình hóa..... | 57 |
| Hình 5-1. Hình ảnh phía trước của xe tự hành | 62 |
| Hình 5-2. Hình ảnh phía trên của xe tự hành..... | 63 |
| Hình 5-3. Hình ảnh phía dưới của xe tự hành | 63 |
| Hình 5-4. Hình ảnh bên trong của xe tự hành | 64 |
| Hình 5-5. Hình ảnh thông tin xe tự hành trên web server | 64 |
| Hình 5-6. Hình ảnh thông tin kệ hàng giao trên web server..... | 65 |
| Hình 5-7. Hình ảnh thông tin kệ hàng nhận trên web server..... | 65 |
| Hình 5-8. Hình ảnh bảng thông tin giám sát xe khi đang vận chuyển hàng..... | 71 |
| Hình 5-9. Hình ảnh bảng thông tin của kệ hàng giao trong khi đang hoạt động..... | 71 |
| Hình 5-10. Hình ảnh bảng thông tin của kệ hàng nhận trong quá trình hoạt động | 72 |

CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU

1.1 Đặt vấn đề

Xe tự hành trong nhà kho là một lĩnh vực trong ngành kỹ thuật điện tử và tự động hóa, nó được sử dụng để vận chuyển hàng hóa và vật liệu từ một vị trí đến vị trí khác một cách tự động mà không cần sự can thiệp của con người. Các ứng dụng của xe tự hành đang ngày càng được phát triển và mở rộng, góp phần tối ưu hoá quá trình sản xuất và logistic, cũng như giảm thiểu đáng kể chi phí nhân công.

Tuy nhiên, việc phát triển hệ thống xe tự hành vận chuyển hàng hóa trong nhà kho vẫn đối diện nhiều thách thức. Hệ thống này cần phải có khả năng tự định hướng, phát hiện chướng ngại vật, nhận diện hàng hóa, tương tác chính xác và linh hoạt với môi trường xung quanh. Đồng thời, việc tích hợp các thành phần công nghệ khác như web server và điều khiển từ xa để giám sát và điều khiển hệ thống cũng yêu cầu sự phối hợp và tương tác hiệu quả.

Đề án này tập trung nghiên cứu và phát triển mô hình hệ thống xe tự hành vận chuyển hàng hóa trong nhà kho, với mục tiêu nâng cao hiệu quả, độ chính xác và an toàn trong quá trình vận chuyển. Đồng thời, đề án này cũng sẽ xem xét các công nghệ và phương pháp hiện có, thiết kế và mô phỏng một mô hình xe tự hành vận chuyển hàng hóa trong nhà kho. Kết quả của nghiên cứu này sẽ đóng góp vào lĩnh vực tự động hóa quy trình vận chuyển trong nhà kho và có tiềm năng ứng dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp liên quan đến quản lý và vận hành nhà kho tự động.

Với sự phát triển liên tục của công nghệ và nhu cầu ngày càng tăng về tự động hóa, nghiên cứu này sẽ mang lại những thông tin quan trọng và đóng góp vào việc nghiên cứu và phát triển các hệ thống nhà kho tự động trong tương lai.

1.2 Phạm vi và phương pháp nghiên cứu

Phạm vi

Đề tài sẽ tập trung phát triển và tối ưu hóa các tính năng của xe tự hành, không đi sâu vào việc mô hình hóa các kiến trúc tự động hóa trong quá trình sản xuất. Bối cảnh của đề tài là một mô hình hệ thống nhà kho được mô phỏng với diện tích 2.4x2.4m. Bao gồm 2 xe tự hành (để thấy được sự xung đột giữa các xe) và 6 kệ hàng (gồm 2 kệ hàng giao và 4 kệ hàng nhận, giúp thể hiện được thuật toán xác định đường đi ngắn nhất), các kệ hàng được mô hình hóa bằng hệ thống các nút nhấn thay cho việc gấp lên xe và bỏ hàng vào kệ.

Hoạt động của xe phải đáp ứng các yêu cầu sau:

1. Tự định vị: Xe tự hành cần có khả năng tự định vị trong nhà kho để biết vị trí của mình và xác định đường đi ngắn nhất.
2. Phát hiện chướng ngại vật: Xe cần có khả năng phát hiện và tránh chướng ngại vật trong quá trình di chuyển để tránh va chạm và đảm bảo an toàn.
3. Tương tác với môi trường: Xe cần có khả năng tương tác chính xác và linh hoạt với môi trường xung quanh, bao gồm cả các thiết bị và hệ thống khác trong nhà kho (web server, điều khiển từ xa).

Phương pháp

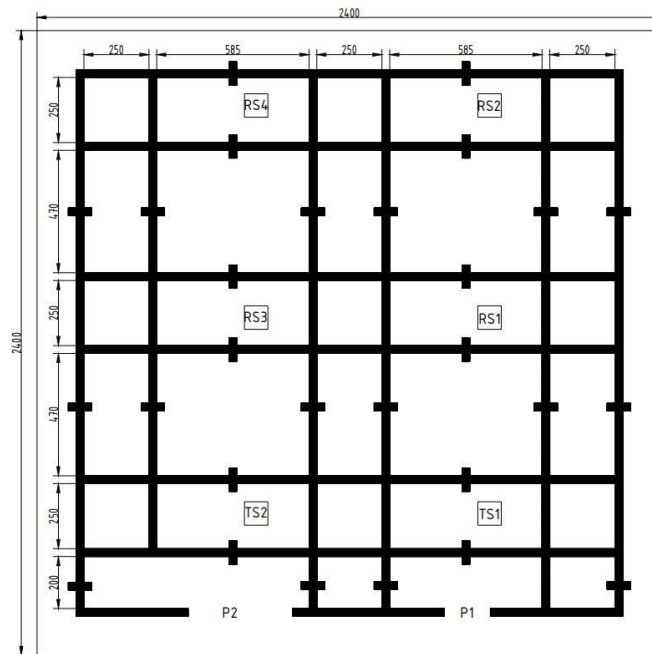
Phương pháp của đề tài xe bao gồm các bước sau:

1. Tìm hiểu và nghiên cứu về các công nghệ và phương pháp hiện có trong lĩnh vực xe tự hành. Điều này sẽ bao gồm việc tìm hiểu về cảm biến từ, cảm biến hồng ngoại, bộ thu phát RF và các công nghệ khác liên quan đến xe tự hành.
2. Thiết kế và xây dựng hệ thống 2 xe tự hành có khả năng di chuyển theo các đường từ (đã được thiết lập sẵn) tới các điểm lấy và trả hàng một cách tự động và hiệu quả. Các xe sẽ được trang bị các loại cảm biến để hỗ trợ di chuyển, bao gồm cảm biến từ (giúp xe bám đường) và cảm biến hồng ngoại (giúp xe phát hiện được các vật cản phía trước). Bộ thu phát RF được sử dụng để kiểm soát xe trong những trường hợp web server bị lỗi.

Đồng thời, tọa độ của các điểm trong nhà kho sẽ được mô hình hóa để xe biết được vị trí của mình.

3. Thiết kế nhà kho để tạo điều kiện cho xe di chuyển một cách có quy tắc.
4. Thiết kế và xây dựng một Web Server cho phép người dùng kiểm soát được hệ thống từ xa. Qua giao diện này, người dùng có thể giám sát và kiểm soát hệ thống xe tự hành trong nhà kho, bao gồm việc xem trạng thái hiện tại của xe (xe đang tới những địa điểm nào, năng lượng còn lại), kiểm soát số lượng xe lưu thông, điều tiết xe trong các trường hợp khẩn cấp...
5. Kiểm tra và đánh giá hiệu suất của hệ thống. Sau khi hoàn thành thiết kế và xây dựng, hệ thống sẽ được kiểm tra và đánh giá để đảm bảo rằng nó hoạt động đúng và đáp ứng các yêu cầu đã đề ra. Các thử nghiệm sẽ được tiến hành để kiểm tra tính ổn định, độ chính xác và hiệu suất của hệ thống trong các tính huống khác nhau.

Dưới đây là hình ảnh sa bàn (đơn vị: mm):



Hình 1-1. Sa bàn

AGV gồm các thành phần chính như: bộ điều khiển trung tâm, bộ phận đường, driver và động cơ, pin và sạc, cảm biến va chạm, giao diện người dùng, bộ phận truyền nhận dữ liệu không dây,...

- Bộ phận điều khiển: bộ phận này được lập trình giúp điều khiển các AGV có thể di chuyển một cách chính xác và an toàn. Nó có thể là vi điều khiển, vi xử lý, hoặc PLC...
- Bộ phận dò đường: bộ phận này giúp xe có thể định hướng di chuyển, nó rất đa dạng, nó có thể là cảm biến hồng ngoại (dẫn đường bằng các vạch màu), cảm biến từ (dẫn đường bằng các băng dính từ), hoặc hiện đại hơn có thể dùng camera...
- Động cơ: bộ phận này giúp xe có thể di chuyển. Có rất nhiều động cơ có thể lựa chọn: động cơ DC, DC servo, AC, BLDC, bước,...
- Pin và sạc: Hiện nay, pin và sạc của AGV có nhiều loại khác nhau. Chẳng hạn như pin Lithium, pin Lithium sắt photphat – LIFE04, ắc quy chì axit, acquy khô... Sạc cũng có nhiều loại khác nhau, có thể lựa chọn kiểu sạc tự động hay sạc bằng tay tùy theo nhu cầu và đặc điểm hệ thống.
- Cảm biến va chạm: giúp xe phát hiện và tránh vật cản ở phía trước. Nó có thể là cảm biến siêu âm, cảm biến hồng ngoại, camera,...
- Bộ phận truyền nhận dữ liệu: giúp các xe có thể giao tiếp được với nhau, và giao tiếp với các bộ phận khác. Có thể sử dụng các loại truyền thông tin như RF (Radio Frequency), IR (Infrared), hoặc các chuẩn giao tiếp mạng như HTTP, Websocket, MQTT,...

2.1.2 Giới thiệu về các loại AGV

2.1.2.1 AGV nâng

Loại xe này được trang bị thiết bị nâng để vận chuyển các vật thể nặng hoặc công kênh. Xe AGV nâng thường được sử dụng trong các ngành công nghiệp sản xuất, kho bãi hay cảng biển.

- SPI: SPI bus là một giao tiếp đồng bộ, cho phép vi điều khiển STM32F103C8T6 kết nối với các thiết bị SPI như cảm biến, mạch LCD.
- I2C: cổng giao tiếp I2C cho phép vi điều khiển STM32F103C8T6 kết nối với các thiết bị I2C như các cảm biến nhiệt độ, áp suất
- Timer: STM32F103C8T6 tích hợp bốn bộ định thời Timer, cung cấp chức năng tính thời gian và phục vụ trong việc điều khiển các thiết bị.
- Watchdog: Watchdog Timer là một tính năng quan trọng để giám sát và bảo vệ các chức năng của vi điều khiển trong trường hợp xảy

Bộ nhớ của vi điều khiển STM32F103C8T6 cũng rất mạnh mẽ. Nó được tích hợp với 64KB bộ nhớ Flash và 20KB bộ nhớ SRAM, đáp ứng nhu cầu lưu trữ dữ liệu của nhiều ứng dụng IoT và điều khiển tự động.

Để phát triển ứng dụng, các lập trình viên có thể sử dụng các công cụ phát triển như Keil, IAR, STM32CubeMX... Trong đó STM32CubeMX là một phần mềm đặc biệt giúp giảm thời gian và công sức cấu hình thiết bị.

Tổng kết lại, vi điều khiển STM32F103C8T6 là một trong những công nghệ quan trọng trong các ứng dụng điện tử và IoT. Nó giúp tăng cường tốc độ và hiệu suất, cải thiện độ tin cậy và chất lượng của các thiết bị và hệ thống điện tử. Vi điều khiển STM32F103C8T6 đang được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng điện tử và IoT hiện nay với nhiều mục đích khác nhau. Và trong đề tài này sẽ sử dụng vi điều khiển STM32F103C8T6 là bộ điều khiển trung tâm.

2.2.2 Giới thiệu về vi điều khiển ESP8266

ESP8266 có thể được dùng làm module Wifi bên ngoài, sử dụng firmware tập lệnh AT tiêu chuẩn bằng cách kết nối nó với bất kỳ bộ vi điều khiển nào sử dụng UART nối tiếp hoặc trực tiếp làm bộ vi điều khiển hỗ trợ Wifi bằng cách lập trình một chương trình cơ sở mới sử dụng SDK được cung cấp.

Các chân GPIO cho phép IO Analog và Digital, cộng với PWM, SPI, I2C, v.v.

ESP8266 có nhiều ứng dụng khi nói đến IoT. Đây chỉ là một số chức năng mà chip này được sử dụng:

- Kết nối mạng: Ăng-ten Wi-Fi của module cho phép các thiết bị nhúng kết nối với bộ định tuyến và truyền dữ liệu
- Xử lý dữ liệu: Bao gồm xử lý đầu vào cơ bản từ cảm biến analog và kỹ thuật số để tính toán phức tạp hơn nhiều với RTOS hoặc SDK không phải hệ điều hành
- Kết nối P2P: Tạo giao tiếp trực tiếp giữa các ESP và các thiết bị khác bằng kết nối IoT P2P.
- Máy chủ Web: Truy cập các trang được viết bằng HTML hoặc ngôn ngữ phát triển.

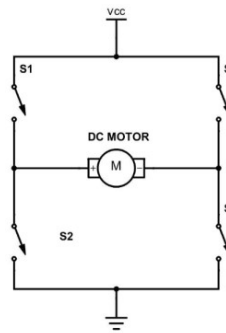
2.2.3 Giới thiệu về vi điều khiển ESP32

ESP32 có nhiều tính năng hơn ESP8266 và rất khó để đưa tất cả các thông số kỹ thuật vào bài này. Vì vậy, Điện Tử Tương Lai đã lập danh sách một số thông số kỹ thuật quan trọng của ESP32 tại đây. Nhưng để có bộ thông số kỹ thuật hoàn chỉnh, bạn nên tham khảo datasheet.

- Bộ vi xử lý LX6 32-bit lõi đơn hoặc lõi kép với xung nhịp lên đến 240 MHz.
- 520 KB SRAM, 448 KB ROM và 16 KB SRAM RTC.
- Hỗ trợ kết nối Wi-Fi 802.11 b / g / n với tốc độ lên đến 150 Mbps.
- Hỗ trợ cho cả thông số kỹ thuật Bluetooth v4.2 và BLE cổ điển.
- 34 GPIO có thể lập trình.
- 18 kênh SAR ADC 12 bit và 2 kênh DAC 8 bit
- Kết nối nối tiếp bao gồm 4 x SPI, 2 x I2C, 2 x I2S, 3 x UART.
- Ethernet MAC cho giao tiếp mạng LAN vật lý (yêu cầu PHY bên ngoài).
- 1 bộ điều khiển host cho SD / SDIO / MMC và 1 bộ điều khiển slave cho SDIO / SPI.
- Động cơ PWM và 16 kênh LED PWM.
- Khởi động an toàn và mã hóa Flash.
- Tăng tốc phần cứng mật mã cho AES, Hash (SHA-2), RSA, ECC và RNG.

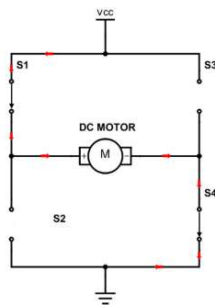
2.3 Động cơ DC

Mạch cầu H (H – bridge) là một mạch đơn giản dùng để điều khiển động cơ DC quay thuận hoặc quay nghịch. Trong thực tế, có nhiều kiểu mạch cầu H khác nhau tùy vào cách chúng ta lựa chọn linh kiện có dòng điện, áp điều khiển lớn hay nhỏ, tần số xung PWM... Và chúng sẽ quyết định đến khả năng điều khiển của cầu H.

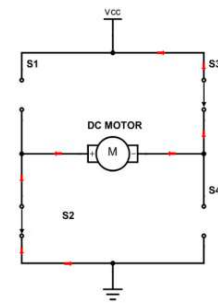


Hình 2-16. Mô hình mạch cầu H

Một động cơ DC có thể quay thuận hoặc quay nghịch tùy thuộc vào cách ta mắc cực âm và dương của nguồn cho động cơ đó. Khi ta đóng S1 và S4, một dòng điện chạy từ nguồn qua S1 qua động cơ qua S4 về GND làm động cơ quay theo chiều thuận. Ngược lại, khi ta đóng S2 và S3, động cơ quay nghịch.

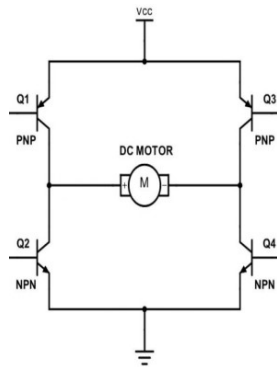


Hình 2-17. Động cơ quay thuận

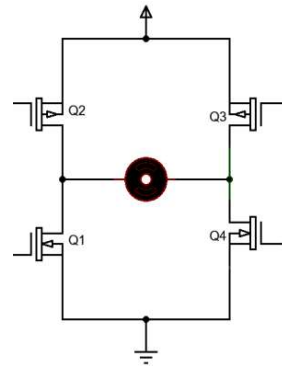


Hình 2-18. Động cơ quay nghịch

Trên thực tế các transistor S1, S2, S3, S4 chính là BJT hoặc MOSFET



Hình 2-19. Mạch cầu H sử dụng BJT



Hình 2-20. Mạch cầu H sử dụng MOSFET

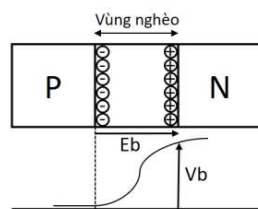
2.4 Cảm biến

2.4.1 Cảm biến hồng ngoại (IR Sensor)

Cảm biến hồng ngoại (Infrared Sensor) là một loại cảm biến quang, có khả năng phát hoặc nhận bức xạ hồng ngoại từ môi trường xung quanh.

2.4.1.1 IR photodiode

- Cấu tạo, kí hiệu**



Hình 2-21. Rào thế tiếp xúc PN



Hình 2-22. Kí hiệu photodiode

- Nguyên lý hoạt động**

Khi tiếp xúc PN chưa có phân cực ngoài, xuất hiện miền nghèo tại vùng tiếp xúc và điện trường E_b sinh ra rào thế V_b , dòng điện qua tiếp xúc PN gồm:

- Dòng điện thuận do các hạt tải đa chuyển động từ P \rightarrow N (điện tử từ bán dẫn N và lỗ trống từ bán dẫn P) xuất hiện khi có nguồn năng lượng ngoài hoặc điện áp ngoài kích thích thắng được rào thế V_b .
- Dòng điện nghịch do các hạt tải thiểu chuyển động từ N sang P (điện tử từ bán dẫn P và lỗ trống từ bán dẫn N) xuất hiện do điện trường E_b .
- Nếu áp vào một điện áp phân cực nghịch làm tăng E_b và V_b và dòng nghịch càng tăng nếu hạt tải sinh ra nhiều. Đây là nguyên lý làm việc của photodiode.
- Khi có ánh sáng chiếu vào vùng tiếp xúc photodiode sẽ sinh ra các hạt tải tự do là điện tử và lỗ trống. Nếu phân cực nghịch, các hạt tải này sẽ chuyển động tạo dòng điện nghịch qua diode, tăng tỷ lệ theo cường độ ánh sáng chiếu vào cửa sổ.

Gọi v_d và I lần lượt là điện áp và dòng điện trên diode:

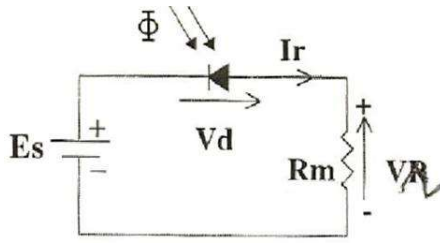
$$I = I_o \exp \left[\frac{qv_d}{KT} \right] - I_o \quad (1)$$

$$\text{Do } v_d \ll \frac{KT}{q} = 26mV$$

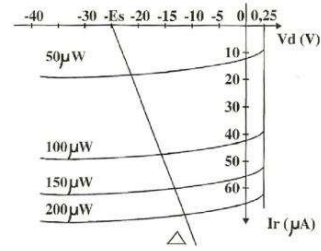
Ta có thể xem dòng nghịch qua diode

$$I = I_o \quad (2)$$

- **Đặc tính mode quang dẫn:**



Hình 2-23. Mạch phân cực photodiode



Hình 2-24. Đặc tính photodiode

- Do $v_d < 0$ nên dòng nghịch qua diode được viết:

$$I_r = -I_o \exp\left[\frac{qv_d}{KT}\right] + I_o + I_p \quad (3)$$

- I_p là dòng điện hiệu ứng quang điện sinh ra:

$$I_p = \frac{q\eta(1-R)\lambda}{h \cdot c} \Phi_o \cdot \exp(-\alpha X) \quad (4)$$

Chú thích:

q : điện tích = $1,6 \times 10^{-19} \text{C}$

c : vận tốc ánh sáng = $3 \times 10^8 \text{ (m/s)}$

η : hệ số giải phóng hạt tải

Φ_o : thông lượng ánh sáng (w)

R : hệ số phản xạ hạt tải

α : hệ số tiếp thụ ánh sáng

λ : bước sóng ánh sáng tới (m)

X : bề dày phiên bán dẫn ánh sáng chiếu qua

h : hằng số plank = $6,6256 \times 10^{-34} \text{ (J.s)}$

Trường hợp v_d khá lớn, số hạng hàm mũ có thể bỏ qua:

$$I_r = I_o + I_p \quad (5)$$

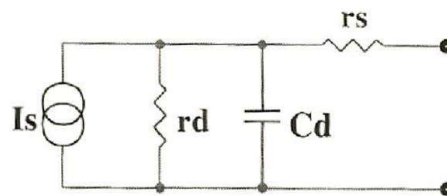
Và trong trường hợp cường độ ánh sáng đủ mạnh:

$$I_r = I_p \quad (6)$$

Từ hình *Hình 2-11*, ta có phương trình tải Δ :

$$I_r = \frac{E_s}{R_m} + \frac{v_d}{R_m} \quad (7)$$

Lưu ý: $V_r = I_r \times R_m$ tỷ lệ tuyến tính với Φ_0 theo I_r



Hình 2-25. Mạch tương đương photodiode

$I_s = I_o + I_p$: nguồn dòng

r_d : điện trở động tiếp xúc phân cực nghịch $\approx 10^{10}$

r_s : điện trở Ω tiếp xúc cỡ vài chục Ω , $r_s \ll R_m$ có thể bỏ qua

C_d : điện dung tiếp xúc, C_d cỡ hàng pF và giảm khi tăng v_d .

2.4.1.2 Led hồng ngoại (IR Led):

Led hồng ngoại (IR Led) là diode phát sóng hồng ngoại, nguyên lý hoạt động như led phát sáng thông thường, như phát ra ánh sáng hồng ngoại.

Cách phân cực: phân cực thuận điện áp $V_F = 1.2 - 1.4$, $I_F \leq 20mA$

Phân cực dòng DC ($I_F = 20mA$)

Phân cực dòng xung ($I_p < 1A$)

* *Ứng dụng cảm biến từ Hall*

Trên thực tế, cảm biến Hall được ứng dụng rất nhiều, điển hình như:

- Dùng để đo tốc độ di chuyển của xe đạp.
- Áp dụng trên nhiều cảm biến ô tô, ví dụ: vị trí trục cơ, trục cam, tốc độ bánh xe, vị trí chân ga,...
- Được sử dụng để phát hiện mức nhiên liệu còn lại trong xe.
- Ứng dụng trong ngành công nghiệp sản xuất để đếm sản phẩm.
- Nhúng trong các thiết bị điện tử kỹ thuật số với đầu dò tuyến tính.
- Lắp vào cánh cửa để phát hiện kẻ gian đột nhập.
- Trong động cơ điện một chiều không chổi than, cảm biến Hall còn được sử dụng để phát hiện vị trí của nam châm vĩnh cửu.

Và còn rất nhiều ứng dụng hữu ích khác.

Kết luận: Tóm lại, cảm biến từ Hall là một công nghệ quan trọng trong lĩnh vực đo lường các lĩnh vực liên quan đến từ trường, và được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng công nghiệp và điện tử. Trong đề tài này sinh viên ứng dụng cảm biến từ Hall đầu ra Analog trong việc dò đường từ cho xe chạy.

2.5 Giao thức mạng

2.5.1 HTTP

HTTP là giao thức truyền tải một chiều dựa theo giao thức TCP. Trong giao thức này, máy khách sẽ gửi yêu cầu và máy chủ gửi phản hồi ngược lại.

Ví dụ, khi người dùng gửi 1 yêu cầu đến máy chủ theo dạng HTTP hoặc HTTPS (HTTP có mức độ bảo mật cao hơn). Sau khi nhận được yêu cầu, máy chủ sẽ gửi phản hồi ngược lại cho máy khách. Khi thực hiện phản hồi xong, kết nối sẽ bị đóng lại.

Vì vậy, mỗi lần gửi yêu cầu HTTP sẽ tạo một kết nối mới giữa máy chủ và máy khách.

Phản hồi HTTP là một tập hợp các thông tin được gửi từ máy chủ đến khách. Phản hồi HTTP bao gồm các thông tin sau:

- Trạng thái: Trạng thái xác định thành công hay thất bại của yêu cầu.
- Tiêu đề: Tiêu đề chứa các thông tin bổ sung về phản hồi.
- Dữ liệu: Dữ liệu là nội dung của tài nguyên được yêu cầu.

- **Trạng thái HTTP**

Trạng thái HTTP là một mã số được sử dụng để xác định thành công hay thất bại của yêu cầu. Các trạng thái HTTP phổ biến bao gồm:

- 200 OK: Yêu cầu thành công.
- 400 Bad Request: Yêu cầu không hợp lệ.
- 401 Unauthorized: Yêu cầu cần xác thực.
- 403 Forbidden: Yêu cầu bị cấm.
- 404 Not Found: Tài nguyên không tồn tại.

- **Tiêu đề HTTP**

Tiêu đề HTTP là một tập hợp các thông tin được gửi cùng với yêu cầu hoặc phản hồi HTTP. Tiêu đề HTTP có thể được sử dụng để cung cấp thông tin bổ sung về yêu cầu hoặc phản hồi, chẳng hạn như loại dữ liệu, kích thước dữ liệu, hoặc thời gian hết hạn.

- **Các loại dữ liệu HTTP**

HTTP có thể được sử dụng để truyền nhiều loại dữ liệu khác nhau, bao gồm:

- Tài liệu văn bản: Tài liệu văn bản là dạng dữ liệu phổ biến nhất được truyền qua HTTP. Tài liệu văn bản có thể được viết bằng nhiều ngôn ngữ khác nhau, chẳng hạn như HTML, CSS, và JavaScript.
- Tập nhị phân: Tập nhị phân là dạng dữ liệu không phải văn bản, chẳng hạn như hình ảnh, âm thanh, và video.
- Dữ liệu ứng dụng: Dữ liệu ứng dụng là dạng dữ liệu được sử dụng bởi các ứng dụng cụ thể.

- **Ứng dụng của HTTP**

HTTP được sử dụng trong nhiều ứng dụng khác nhau, bao gồm:

- World Wide Web: HTTP là giao thức chính được sử dụng để truyền dữ liệu trên World Wide Web.
- Mạng nội bộ: HTTP cũng có thể được sử dụng trong mạng nội bộ để truyền dữ liệu giữa các máy tính.
- Mạng di động: HTTP cũng có thể được sử dụng trong mạng di động để truyền dữ liệu giữa các thiết bị di động.

2.5.2 Web Socket

Web Socket là một giao thức truyền tải 2 chiều, được sử dụng trong giao tiếp máy trạm và máy chủ hay client-server. Giao thức WebSocket ra đời nhằm mục đích khắc phục nhược điểm độ trễ khá cao của HTTP – HyperText Transfer Protocol – Giao thức truyền tải siêu văn bản.

- * *Cách hoạt động*

Quy trình truyền dữ liệu qua WebSocket có thể được chia thành các bước sau:

1. Khách khởi tạo kết nối: Khách gửi yêu cầu đến máy chủ web bằng cách sử dụng phương thức HTTP GET với tham số Upgrade có giá trị websocket.
2. Máy chủ chấp nhận kết nối: Máy chủ web chấp nhận kết nối từ khách và gửi phản hồi với mã trạng thái 101 Switching Protocols.
3. Khách và máy chủ bắt đầu truyền dữ liệu: Khách và máy chủ bắt đầu truyền dữ liệu qua kết nối WebSocket.

- **Yêu cầu WebSocket**

Yêu cầu WebSocket là một yêu cầu HTTP bình thường với tham số Upgrade có giá trị websocket. Yêu cầu WebSocket bao gồm các thông tin sau:

- Phương thức: Phương thức GET được sử dụng để khởi tạo kết nối WebSocket.

- Địa chỉ URL: Địa chỉ URL xác định tài nguyên được yêu cầu.
- Tiêu đề: Tiêu đề chứa các thông tin bổ sung về yêu cầu, chẳng hạn như loại dữ liệu, kích thước dữ liệu, hoặc thời gian hết hạn.

- **Phản hồi WebSocket**

Phản hồi WebSocket là một phản hồi HTTP bình thường với mã trạng thái 101 Switching Protocols. Phản hồi WebSocket bao gồm các thông tin sau:

- Trạng thái: Trạng thái 101 Switching Protocols xác định rằng máy chủ đã chấp nhận kết nối WebSocket.
- Tiêu đề: Tiêu đề chứa các thông tin bổ sung về phản hồi, chẳng hạn như loại dữ liệu, kích thước dữ liệu, hoặc thời gian hết hạn.

- **Dữ liệu WebSocket**

Dữ liệu WebSocket được truyền dưới dạng các khung (frame). Mỗi khung WebSocket bao gồm các thông tin sau:

- Loại khung: Loại khung xác định loại dữ liệu được truyền. Các loại khung WebSocket phổ biến bao gồm:
 - Tiêu chuẩn: Khung tiêu chuẩn chứa dữ liệu nhị phân.
 - Chủ: Khung chủ chứa dữ liệu nhị phân được gửi từ máy chủ đến máy khách.
 - Khách: Khung khách chứa dữ liệu nhị phân được gửi từ máy khách đến máy chủ.
 - Dữ liệu: Dữ liệu là nội dung của khung.

- **Ứng dụng của WebSocket**

WebSocket được sử dụng trong nhiều ứng dụng khác nhau, bao gồm:

- Trò chuyện trực tiếp: WebSocket được sử dụng để truyền dữ liệu giữa các người dùng trong một cuộc trò chuyện trực tiếp.
- Trò chơi trực tuyến: WebSocket được sử dụng để truyền dữ liệu giữa các người chơi trong một trò chơi trực tuyến.

CHƯƠNG 3. THIẾT KẾ VÀ THỰC HIỆN PHẦN CỨNG

3.1 Yêu cầu thiết kế

3.1.1 Mục đích sử dụng

Đồ án này phục vụ việc nghiên cứu hệ thống 2 xe tự hành vận chuyển hàng hóa trong nhà kho, mô phỏng quy trình vận chuyển hàng hóa của chúng. Ngoài ra cần phải cho thấy sự tương tác của chúng với các thành phần khác như đường từ được gắn trên sa bàn, web server, 2 kệ hàng giao và 4 kệ hàng nhận. Từ đó tìm ra những phương pháp mới hay những thiếu sót cần phải khắc phục trong quy trình vận hành thực tế.

3.1.2 Các chức năng (Function)

3.1.2.1 Xe tự hành

Xe tự hành có 4 chức năng chính gồm:

Một là, xe có thể thông báo và hiển thị trạng thái của xe lên màn hình hiển thị.

Hai là, xe có thể chạy theo đường từ được thiết lập sẵn và tuân theo tín hiệu điều phối.

Ba là, xe có thể vận chuyển hàng hóa đến đúng vị trí kệ hàng mong muốn.

Bốn là, xe có thể phát hiện và tránh các vật cản trong quá trình di chuyển.

3.1.2.2 Kệ hàng

Chức năng chính của các kệ hàng là gửi thông tin cho xe biết các địa điểm cần giao hàng đến (đối với kệ hàng nhận) và xác nhận là đã nhận hàng (đối với kệ hàng giao).

3.1.2.3 Web Server

Web server có bốn chức năng chính bao gồm:

Một là, web server có thể thông báo và hiển thị trạng thái của các xe tự hành và các kệ hàng.

Hai là, web server có khả năng kiểm soát được số lượng xe đang hoạt động.

Ba là, đây là trung tâm truyền, nhận dữ liệu của các xe tự hành và các kệ hàng.

Bốn là, webserver có thể kiểm soát các xe tự hành trong các trường hợp khẩn cấp.

3.1.2.4 Sa bàn

Sa bàn có chức năng giúp các xe tự hành di chuyển có quy tắc. Ngoài ra còn có thể giúp các xe nhận biết được vị trí của mình đang ở đâu.

3.2 Phân tích thiết kế

Từ những “Yêu cầu thiết kế” đưa ra ở trên ta cần quan tâm đến những vấn đề như: giao thức truyền thông tin, vi điều khiển, chất liệu của xe, driver - động cơ, khối dò đường, khối nhận diện hàng hóa, bộ thu phát điều khiển từ xa.

3.2.1 Lựa chọn vi điều khiển.

Bảng 3-1. Phân tích lựa chọn vi điều khiển

| Yếu tố | STM32F103C8T6 | PIC16F877A | ESP8266 |
|--------------------------|----------------------|-------------------|--|
| Điện áp hoạt động | 3.3V | 5V | 3.3V |
| Số chân I/O | 37 chân | 33 chân | 34 chân |
| ADC | 10 kênh (12 – bit) | 7 kênh (10 – bit) | 18 kênh (12 – bit) 2 kênh (8 – bit) |
| PWM | 15 kênh | 2 kênh | 16 kênh |
| Giao tiếp | UART, SPI, I2C, CAN | UART, SPI, I2C | UART, SPI, I2C, không dây |

| | | | |
|--------------------------|---|--|--|
| Ngắt | Hỗ trợ ngắt ngoài, UART, I2C, TIMER,... | Hỗ trợ ngắt ngoài, UART, I2C, TIMER,... | Hỗ trợ ngắt ngoài, UART, I2C, TIMER,... |
| Tốc độ CPU tối đa | 72 MHz | 20 MHz | 240 MHz |
| Ưu điểm | - Tốc độ xử lý tương đối nhanh - Số lượng chân tương đối vừa đủ cho mỗi chiếc xe tự hành | - Điện áp tham chiếu ADC là 5V | - Tích hợp wifi, giao tiếp không dây - Số lượng chân tương đối vừa đủ. - Tốc độ tối đa cao (240 MHz) |
| Nhược điểm | - Điện áp tham chiếu Analog là 3V3 | - Bị hạn chế số bộ timer - Tốc độ tối đa CPU (20 MHz) - Độ phân giải ADC 10bit kém hơn so với STM (12bit) và ESP (12bit) | - Điện áp tham chiếu Analog là 3V3 |

Kết luận: Từ bảng so sánh trên ta đưa ra lựa chọn như sau:

- Về chọn vi điều khiển cho xe tự hành ta sẽ chọn STM32F103C8T6 vì tốc độ xử lý cao, số lượng chân vừa đủ.
- Về phần giao tiếp với Web Server ta sẽ chọn ESP32 vì có tích hợp sẵn wifi.

3.2.2 Lựa chọn vật liệu xe.

Bảng 3-2. Phân tích lựa chọn vật liệu xe tự hành

| Yếu tố | Mica | Fomex |
|------------------|---------------|--------------|
| Độ cứng | Cao | Thấp |
| Giá thành | Cao hơn fomex | Thấp |

Kết luận: Từ bảng so sánh trên ta chọn Mica làm vật liệu cấu tạo xe tự hành vì tính cứng cáp và dễ thiết kế.

3.2.3 Lựa chọn động cơ xe tự hành.

Bảng 3-3. Phân tích lựa chọn động cơ xe tự hành

| Yếu tố | Động cơ DC | Động cơ bước |
|---------------------|------------------------|-------------------------|
| Độ chính xác | Độ chính xác tương đối | Độ chính xác cao hơn DC |
| Tốc độ | Tốc độ cao | Tốc độ thấp |
| Kích thước | Nhỏ gọn | Lớn |
| Giá thành | Thấp hơn động cơ bước | Cao hơn động cơ DC |

Kết luận: Từ bảng so sánh trên ta chọn động cơ DC vì đồ án chỉ làm mô hình chứ không phải thực tế nên sẽ ưu tiên sự nhỏ gọn và giá thành rẻ.

3.2.4 Lựa chọn driver điều khiển động cơ xe tự hành.

Bảng 3-4. Phân tích lựa chọn driver điều khiển động cơ xe tự hành

| Yếu tố | TB6612 | L298N |
|---------------|---------------|--------------|
|---------------|---------------|--------------|

| | | |
|-----------------------------------|-----------------|--------------|
| Điện áp điều khiển động cơ | 2.5 – 13.5 VDC | 4.5 – 46 VDC |
| Dòng lái động cơ tối đa | 1.2 A | 2A |
| Kích thước | Nhỏ gọn | Lớn |
| Hiệu suất | 91 – 95 % | 40 – 70% |
| Rơi áp | 0.05 – 0.13 VDC | 1.4 VDC |
| Tiết kiệm năng lượng | Có | Không |

Kết luận: Từ bảng so sánh trên ta chọn driver TB6612. Vì đây cũng là loại dual H-bridge, ngoài ra so về độ rơi áp và hiệu suất thì TB6612 tốt hơn nhiều so với L298N.

3.2.5 Lựa chọn vật liệu dẫn đường và cảm biến dò đường.

Bảng 3-5. Phân tích lựa chọn vật liệu dò đường

| Yếu tố | Đường nam châm | Đường màu |
|---------------------------|--|---|
| Độ chính xác | Có độ chính xác cao | Độ chính xác phụ thuộc và độ rõ nét và đồng nhất của vạch kẻ màu. |
| Độ bền | Độ bền cao và có khả năng sử dụng lâu dài | Độ bền phụ thuộc và điều kiện bảo dưỡng của sa bàn |
| Điều kiện ánh sáng | Hoạt động tốt trong các điều kiện ánh sáng khác nhau | Yêu cầu ánh sáng phải đạt tiêu chuẩn |

| | | |
|--------------------|--|--|
| Độ phức tạp | Cần phải cài đặt và hiệu chỉnh động cơ và cảm biến để làm việc với đường kẻ nam châm | Cài đặt đơn giản, không bị ảnh hưởng bởi động cơ |
| Chi phí | Tương đối cao | Chi phí thấp |

Kết luận: Từ bảng so sánh trên ta chọn đường nam châm để làm vật liệu dẫn đường. Vì độ chính xác và độ bền khá cao, ngoài ra thì nó sẽ không bị ảnh hưởng bởi ánh sáng.

→ Từ đó ta chọn cảm biến dò đường là cảm biến từ trường hall, cụ thể là Hall 49E.

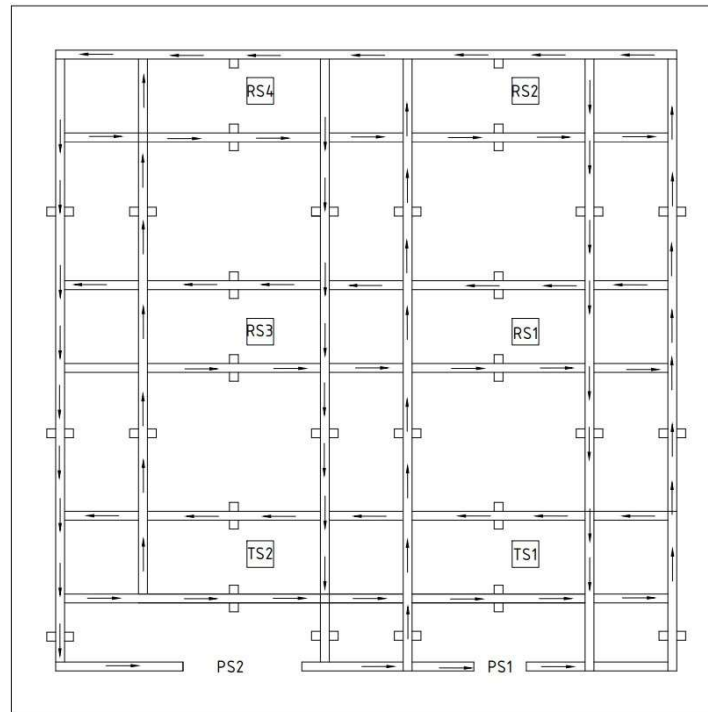
3.2.6 Kết luận phân lựa chọn

Bảng 3-6. Kết luận phân tích lựa chọn

| Khối | Lựa chọn phương án |
|--|-----------------------|
| Vi điều khiển | STM32F103C8T6 – ESP32 |
| Phương thức truyền nhận thông tin | WebSockets |
| Vật liệu cấu tạo xe | Mica |
| Động cơ | DC |
| Driver điều khiển động cơ | TB6612 |
| Vật liệu dẫn đường | Nam châm |
| Cảm biến dò đường | Hall 49E |
| Bộ thu phát điều khiển từ xa | RF |

3.3 Sơ đồ khối nguồn

3.7 Mô tả sa bàn



Hình 3-22. Sa bàn

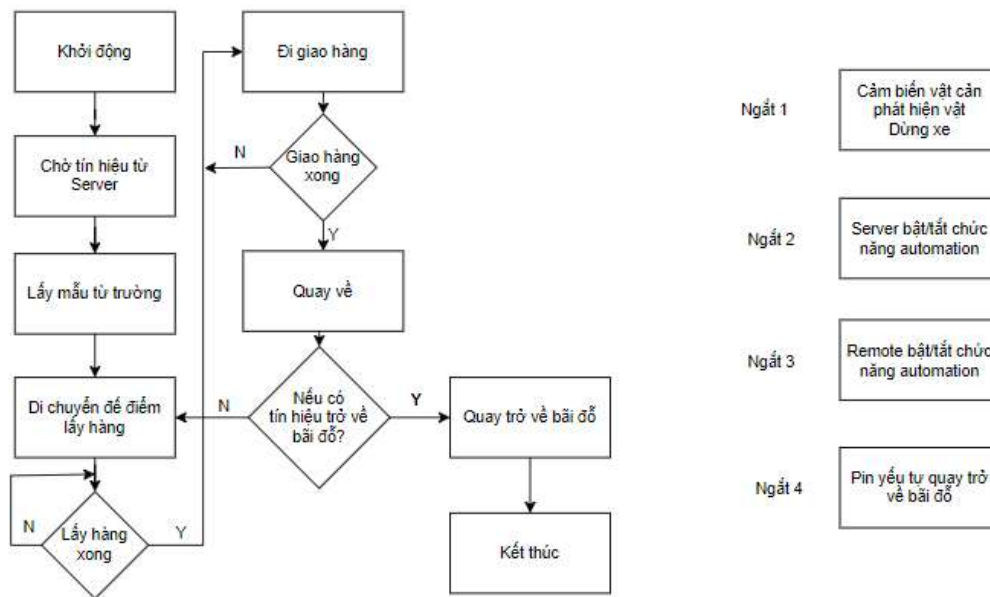
Chú thích:

- RSx (x: 1, 2, 3, 4): vị trí các kệ hàng nhận.
- TSx (x: 1, 2): vị trí các kệ hàng giao.
- Px (x: 1, 2): vị trí các bãi đỗ xe, vị trí ban đầu của xe.
- Mũi tên tượng trưng cho chiều di chuyển của xe.
- Khi xe được khởi động, nếu vị trí ban đầu là P1 thì xe sẽ di chuyển theo đường từ tới TS1. Nếu vị trí ban đầu là P2 thì xe di chuyển theo đường từ tới TS2.

CHƯƠNG 4. THIẾT KẾ VÀ THỰC HIỆN PHẦN MỀM

4.1 Lưu đồ giải thuật tổng quát

4.1.1 Xe tự hành



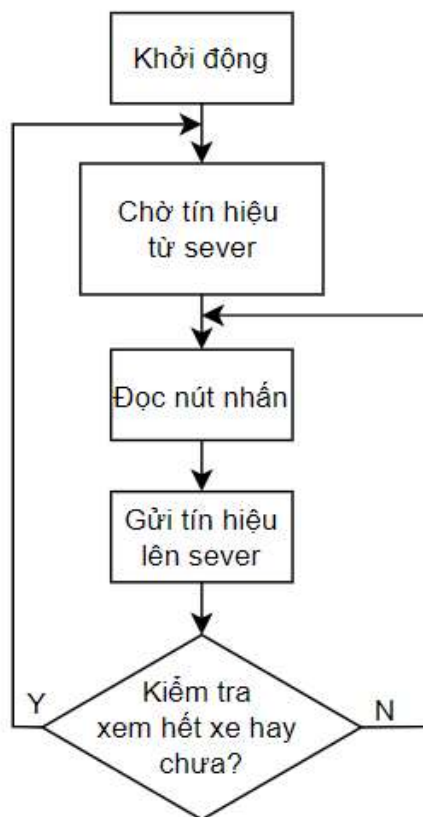
Hình 4-1. Lưu đồ trạng thái hoạt động của xe AGV

Giải thích:

- Chờ tín hiệu từ Server: Giao diện server sẽ có 1 check box, dùng để điều khiển xe ra khỏi bãi đỗ và điều xe trở về bãi đỗ;
- Lấy mẫu từ trường: Là lấy mẫu từ trường ở không gian xe đang đậu;
- Di chuyển đến điểm lấy hàng: sau khi lấy mẫu từ trường thành công, xe sẽ đi đến điểm lấy hàng mặc định. Khi này xe sẽ gửi thông điệp lên server rằng xe đang ở vị trí kệ hàng nào, theo cú pháp: <ID của xe><Thông điệp><ID của trạm>.
- Chờ tín hiệu lấy hàng xong: sau khi robot bỏ hàng lên xe thành công và xác định được vị trí đích đến, sẽ gửi lên server tín hiệu và server sẽ gửi tín hiệu đó về cho xe;

- Giao hàng: xe sẽ đi đến lần lượt các địa điểm cần giao hàng. Khi tới các vị trí giao hàng xe cũng sẽ gửi lên server vị trí kệ hàng mà xe đang ở theo cú pháp tương tự khi tới các kệ hàng nhận.
- Sau khi giao xong, xe sẽ kiểm tra xem có tín hiệu quay về bãi đỗ hay không, nếu có sẽ quay về bãi đỗ, nếu không xe sẽ quay về điểm lấy hàng. Quá trình sẽ lặp lại cho đến khi có tín hiệu quay về bãi đỗ xe.
- Có 4 ngắt: khi cảm biến vật cản phát hiện vật cản thì dừng xe; Tín hiệu bật tắt trạng thái automation, khi tắt đi xe sẽ được điều khiển qua webserver và Remote; Vi điều khiển đọc ADC giá trị điện áp của pin, nếu pin yếu sẽ tự động quay trở về.

4.1.2 Kệ hàng giao

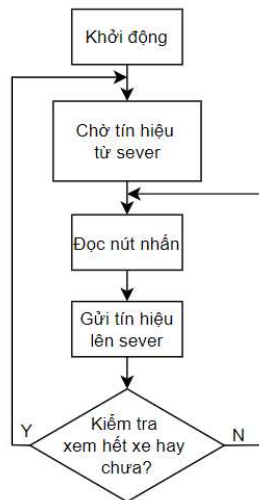


Hình 4-2. Lưu đồ trạng thái hoạt động của kệ hàng giao

Giải thích:

- Chờ nhận tín hiệu từ server: Khi này trạm sẽ chờ một tín hiệu với bộ mã như sau <ID của trạm><Thông điệp><ID của xe>. Ví dụ: '4D1', '4' là id của trạm, 'D' là thông điệp thông báo xe đến trạm, '1' là ID của xe vào trạm.
- Đọc nút nhấn: Gồm 4 nút nhấn tương ứng với điểm đến mong muốn của hàng hóa.
- Gửi lại vị trí kệ hàng mong muốn: tín hiệu này bao gồm vị trí hàng hóa mong muốn gửi đi, số lượng hàng hóa còn lại của kệ hàng. Cú pháp gửi vị trí mong muốn gửi đi <ID xe><Thông điệp><Vị trí>.
-

4.1.3 Kệ hàng nhận



Hình 4-3. Lưu đồ trạng thái hoạt động của kệ hàng nhận

Giải thích:

- Cơ bản lưu đồ trạng thái hoạt động của kệ hàng giao và kệ hàng nhận là tương tự nhau.
- Các tín hiệu mà kệ hàng gửi lên server: số lượng hàng hóa hiện có, xác nhận đã giao hàng xong.

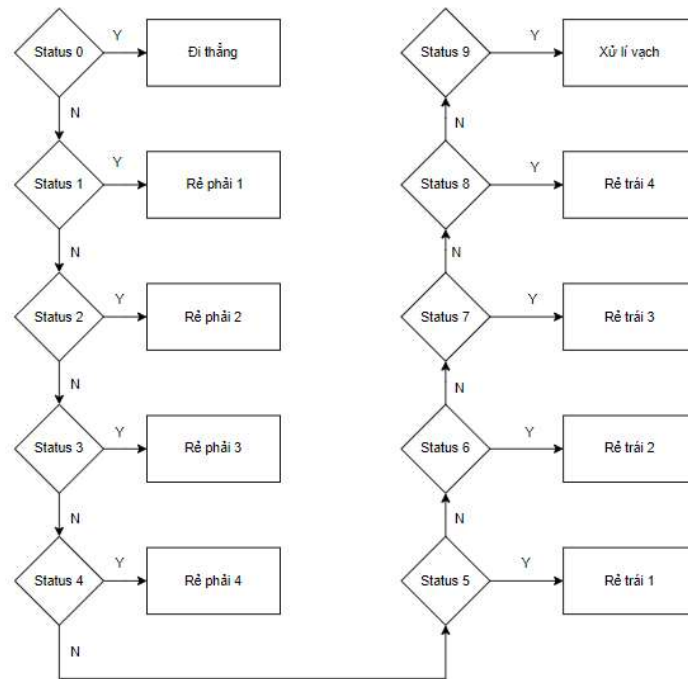
4.2 Lưu đồ giải thuật chi tiết

4.2.1 Xe tự hành

Ở xe tự hành có các hàm chính như sau:

- Hàm dò đường từ: giúp xe bám đường từ;
- Hàm nhận hàng: giúp xe lên danh sách những địa điểm cần giao hàng;
- Hàm giao hàng: giúp xe đi đến những điểm giao hàng, ở đây sẽ tối ưu lộ trình di chuyển;

4.2.1.1 Hàm dò đường từ:



Hình 4-4. Lưu đồ chi tiết hàm dò từ

Giải thích:

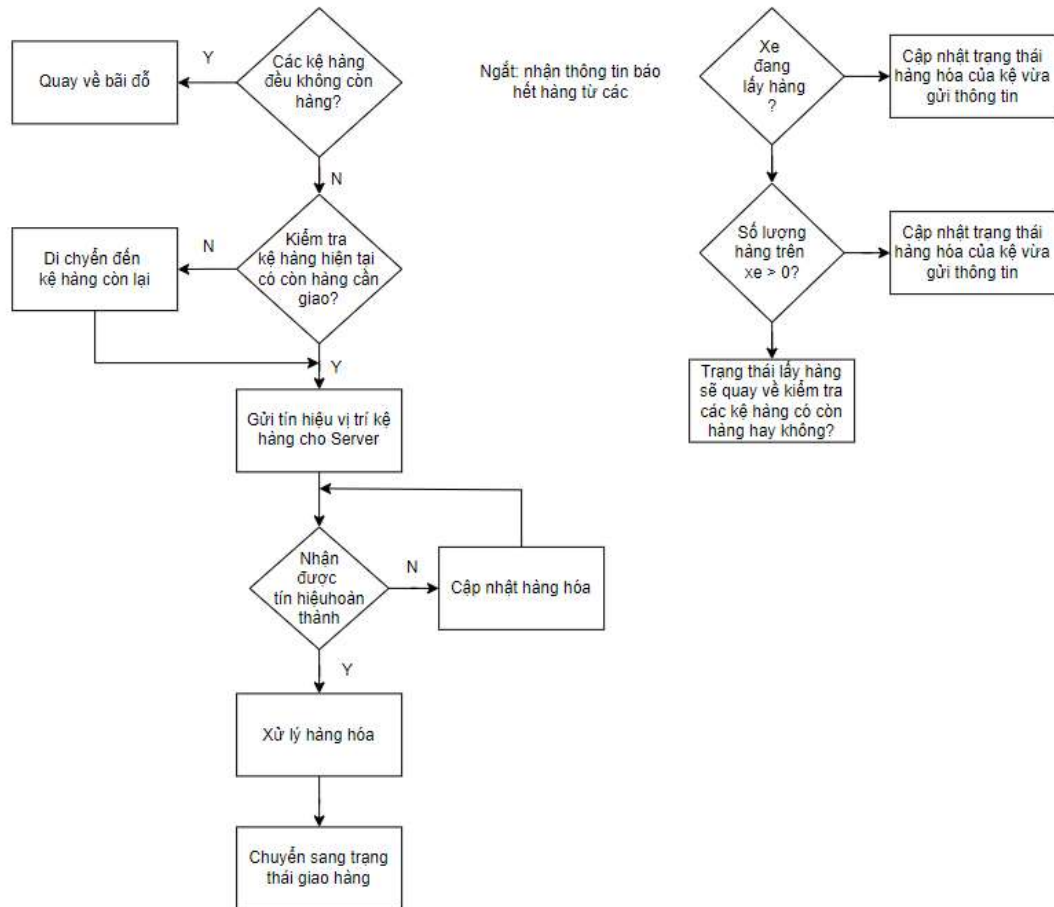
- Rẽ trái, rẽ phải có mức độ: mức độ 1 (10 độ), mức độ 2 (30 độ), mức độ 3 (70 độ).

- Xử lý vạch: khi xe gặp vạch xe sẽ xử lý các quá trình như giao hàng, trả hàng, kiểm tra tín hiệu giao thông, rẽ trái, rẽ phải, đi thẳng,...
- Có 5 cảm biến, quy ước cảm biến ở trong đường tư là “1”, ngược lại là “0”, ta có bảng sau:

Bảng 4-1. Bảng trạng thái vị trí cảm biến

| Trạng thái cảm biến | status |
|---------------------|--------|
| 01110 | 0 |
| 00110 | 1 |
| 00111 | 2 |
| 00011 | 3 |
| 00001 | 4 |
| 01100 | 5 |
| 11100 | 6 |
| 11000 | 7 |
| 10000 | 8 |
| 01111 | 9 |
| 11110 | 9 |
| 11111 | 9 |

4.2.1.2 Hàm nhận hàng:



Hình 4-5. Lưu đồ chi tiết hàm nhận hàng

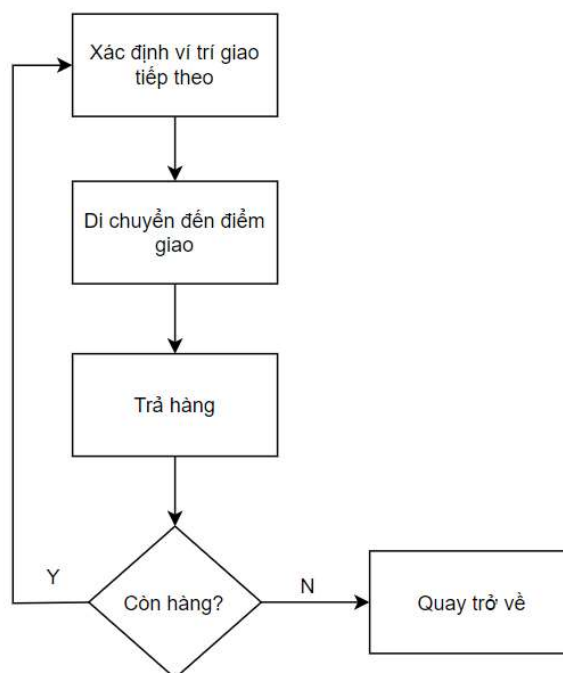
Giải thích:

- Ban đầu xe sẽ kiểm tra xem tất cả các kệ hàng giao có hết hàng hay chưa, nếu rồi sẽ quay về bãi đỗ, nếu chưa sẽ kiểm tra kệ hàng nào còn và di chuyển tới kệ hàng đó.
- Gửi tín hiệu lên server: khi đến nơi nhận hàng, xe sẽ gửi tín hiệu lên server vị trí mà mình lấy hàng, theo chuẩn như sau: <ID của xe><Dấu hiệu xe đến><ID của

trạm>. Khi này nếu kệ hàng hết hàng sẽ gửi lại thông tin hết hàng cho xe, và xe sẽ thực hiện trình xử lý ngắt nhận thông tin hết hàng.

- Xe sẽ cập nhật danh sách hàng hóa cho tới khi nhận được tín hiệu đã hoàn thành việc nhận hàng.
- Xử lý hàng hóa: xóa đi những hàng hóa lặp lại điểm giao, xác định tọa độ của các vị trí giao.

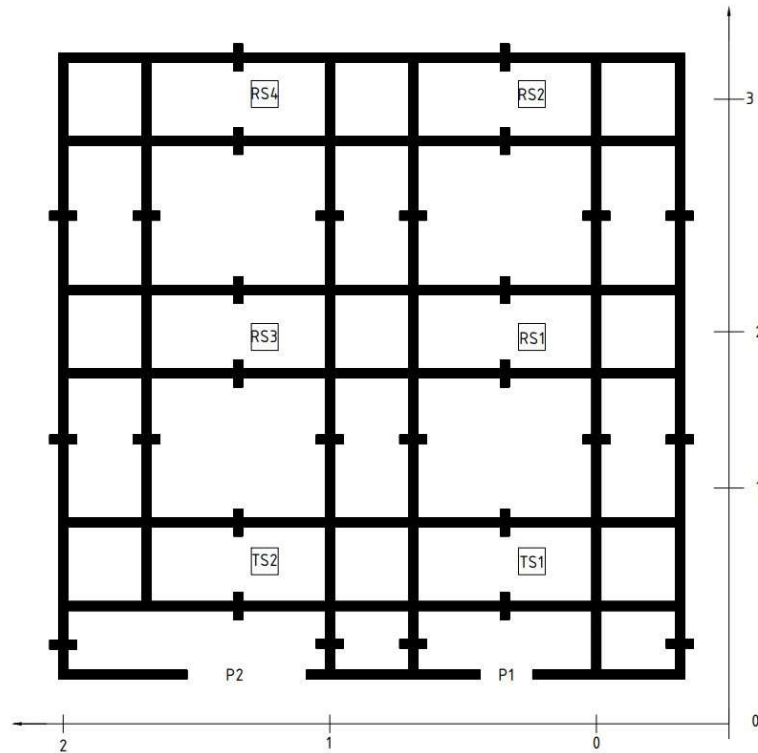
4.2.1.3 Hàm giao hàng:



Hình 4-6. Lưu đồ hàm giao hàng

Giải thích:

- Sau đây là hình ảnh sa bàn sau khi được mô hình hóa.



Hình 4-7. Sa bàn sau khi được mô hình hóa.

- Ta có kết quả như sau

$$\begin{bmatrix} P1 & P2 \\ TS1 & TS2 \\ RS1 & RS3 \\ RS2 & RS4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 000 & 100 \\ 001 & 101 \\ 010 & 110 \\ 011 & 111 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 4 \\ 1 & 5 \\ 2 & 6 \\ 3 & 7 \end{bmatrix}$$

Hàm giao hàng sẽ chia làm 2 giai đoạn: tối ưu thứ tự giao và tối ưu cách di chuyển.

* *Tối ưu thứ tự giao*

Tối ưu thứ tự giao bằng cách, ta sẽ tính khoảng cách từ vị trí hiện tại của xe tới lần lượt các điểm giao hàng, khoảng cách ngắn nhất chính là địa điểm giao tiếp theo.

Công thức tính khoảng cách như sau:

$$D = \sqrt{(P_c \times 3 \pm 1 - P_g \times 3)^2 + (S_c \times 6 \pm 4 - S_g \times 6)^2} \quad (8)$$

Chú thích:

- P_c, P_g : là position của xe, hàng hóa.
- S_c, S_g : là side của xe, hàng hóa.
- Vì trong thiết kế chiều dài của side gấp ~ 2 lần hàng hóa, dấu ‘ \pm ’ là thể hiện hướng hiện tại của xe, nếu xe đang hướng sang phải thì là dấu ‘-’, hướng sang trái là dấu ‘+’.

Ví dụ: Khi xe đang ở vị trí TS1, hướng sang trái, và các điểm đến là RS1, RS2, RS3, RS4. Xe sẽ xác định điểm giao tiếp theo như sau: $P_c = 1, S_c = 0$.

$$D_{RS1} = \sqrt{(1 \times 3 + 1 - 2 \times 3)^2 + (0 \times 6 + 4 - 0 \times 6)^2} = 4.5$$

$$D_{RS2} = \sqrt{(1 \times 3 + 1 - 3 \times 3)^2 + (0 \times 6 + 4 - 0 \times 6)^2} = 6.4$$

$$D_{RS3} = \sqrt{(1 \times 3 + 1 - 2 \times 3)^2 + (0 \times 6 + 4 - 1 \times 6)^2} = 2.8$$

$$D_{RS4} = \sqrt{(1 \times 3 + 1 - 3 \times 3)^2 + (0 \times 6 + 4 - 1 \times 6)^2} = 5.3$$

D_{RS3} là nhỏ nhất nên xe sẽ giao cho RS3 trước, khi tới RS3 thì xe cũng sẽ tính toán lại khoảng cách dựa vào P_c, S_c lúc đó của xe và P_g, S_g của các vị trí giao và xác định địa điểm giao tiếp theo

* *Tối ưu cách di chuyển*

Tùy thuộc vào vị trí và hướng của xe, điểm đến mà khi gặp vạch xử lý xe sẽ dừng lại, đi thẳng, rẽ trái hoặc rẽ phải.

- Khi xe đang hướng thẳng: sau khi thực hiện xong P_c sẽ tăng một đơn vị

+ $(P_g - P_c) > 1$: xe sẽ đi thẳng.

+ $(P_g - P_c) \leq 1$ và $(S_g \geq S_c)$: xe sẽ rẽ trái.

+ Các trường hợp còn lại xe sẽ rẽ phải.

- Khi xe đang hướng xuống dưới: sau khi thực hiện xong P_c sẽ giảm một đơn vị

+ $(P_c - P_g) > 2$ và (xe đang đi về bãi đỗ): xe sẽ đi thẳng.

+ $(P_c - P_g) > 1$ và (xe đang đi về bãi đỗ) và $(S_c - P_g) > 1$: xe sẽ rẽ trái.

+ $(P_c - P_g) > 1$ và (xe đang đi về bãi đỗ) và $(S_c = P_g)$: xe sẽ rẽ phải.

+ $(P_c - P_g) > 1$ và (xe đang không đi về bãi đỗ): xe sẽ đi thẳng.

+ $(P_g - P_c) \leq 1$ và $(S_g \geq S_c)$: xe sẽ rẽ phải.

+ Các trường hợp còn lại xe sẽ rẽ trái.

- Khi xe đang hướng sang trái: sau khi thực hiện xong S_c sẽ tăng một đơn vị

+ $(P_g = P_c)$ và $(S_g > S_c)$: xe sẽ đi thẳng.

+ $(P_g = P_c)$ hoặc $(S_g \neq S_c)$: xe sẽ quay đầu.

+ $(P_g < P_c)$ và (xe đang đi về bãi đỗ) và $(S_g < S_c)$ và $(P_c = 1)$: xe sẽ quay đầu.

+ $(P_g < P_c)$ và (xe đang không đi về bãi đỗ): xe sẽ rẽ trái.

+ $(P_g > P_c)$ và $(S_g > S_c)$ và đi giao đến 2 điểm cùng một hàng: xe sẽ đi thẳng

+ Các trường hợp còn lại xe sẽ rẽ phải.

- Khi xe đang hướng sang phải: sau khi thực hiện xong S_c sẽ giảm một đơn vị

+ $(P_g = P_c)$ và $(S_g < S_c)$: xe sẽ đi thẳng.

- + $(Pg = Pc)$ hoặc $(Sg \neq Sc)$: xe sẽ quay đầu.
- + $(Pg < Pc)$ và (xe đang đi về bãi đỗ) và $(Sc - Sg) \leq 1$ và $(Pc = 1)$: xe sẽ quay đầu.
- + $(Pg < Pc)$ và (xe đang không đi về bãi đỗ): xe sẽ rẽ phải.
- + $(Pg > Pc)$ và $(Sg - Sc) > 1$ và đi giao đến 2 điểm cùng một hàng: xe sẽ đi thẳng.
- + Các trường hợp còn lại xe sẽ rẽ trái.

Chú thích:

- Pc, Pg : là position của xe và position của điểm đến.
- Sc, Sg : là side của xe và side của điểm đến.
- Sau khi đi thẳng nếu $Pg = Pc$ và nếu xe đang giao hàng sẽ chuyển sang trạng thái trả hàng, nếu không sẽ chuyển sang trạng thái nhận hàng ở vạch tiếp theo.
- Sau khi rẽ trái, nếu $Pg = Pc$ và nếu xe đang hướng sang trái và $Sg = Sc$ thì tương tự ở trên. Nếu $Pg = Pc$ và nếu đang hướng sang phải $Sg + 1 = Sc$, thì cũng như vậy.
- Sau khi rẽ phải, thì cũng tương tự sau khi rẽ trái, xe sẽ chuyển sang trạng thái trả/nhận hàng nếu thỏa điều kiện.

Ví dụ: Ban đầu xe ở TS1, hướng sang trái và xe cần giao là RS1 và RS2.

- B1: Xác định vị trí giao tiếp theo.
Lấy kết quả ở ví dụ ở trên ta có $D_{RS1} = 4.5$, $D_{RS2} = 6.4 \rightarrow$ Giao cho RS1 trước
- B2: Di chuyển đến RS1. $Sc = 0$, $Pc = 1$, $Sg = 0$, $Pg = 2$
 - + Chiếu lên các trường hợp ở khi xe hướng sang trái. Không có trường hợp nào thỏa \rightarrow Xe sẽ rẽ phải ở ngã giao tiếp theo, $Sc = 1$, $Pc = 1$, xe đang hướng thẳng.
 - + Chiếu lên các trường hợp khi xe hướng thẳng, $Pg > Pc$ không có trường hợp nào thỏa \rightarrow Xe sẽ rẽ phải ở ngã giao tiếp theo, $Sc = 1$, $Pc = 2$, xe đang hướng sang phải
 - + Ở đây $Pc = Pg = 2$, xe đang hướng sang phải và $Sg + 1 = Sc \rightarrow$ Xe chuyển trạng thái trả hàng ở RS1.

- B3: xác định vị trí giao tiếp theo. Vì chỉ còn mỗi RS2 nên hiển nhiên khoảng cách từ RS1 tới RS2 là nhỏ nhất \rightarrow Vị trí giao tiếp theo là RS2.
- B4: Di chuyển đến RS2. $S_g = 0$, $P_g = 3$, $S_c = 1$, $P_c = 2$ và xe đang hướng sang phải.
 - + Chiếu lên các trường hợp khi xe hướng sang phải. $P_g > P_c$ và chỉ giao cho 1 kệ trong 1 hàng nên không thỏa điều kiện nào ở trên \rightarrow xe sẽ rẽ trái ở ngã giao tiếp theo, $S_c = 0$, $P_c = 2$, xe đang hướng lên.
 - + Chiếu lên các trường hợp khi xe hướng lên. $P_g - P_c = 1$, $S_c = S_g \rightarrow$ Xe sẽ rẽ trái ở ngã giao tiếp theo, $S_c = 0$, $P_c = 3$, xe đang hướng sang trái.
 - + Ở đây $P_c = P_g = 3$, xe đang hướng sang trái và $S_g = S_c \rightarrow$ Xe chuyển trạng thái trả hàng ở RS2.
 - + Kết thúc việc giao hàng. Xe chuyển sang trạng thái quay về kệ hàng giao.

* *Xác định việc tiếp theo sau khi giao hàng xong*

- Khi giao hàng xong xe quay về bãi đỗ nếu có tín hiệu quay về bãi đỗ hoặc tất cả kệ hàng giao đều hết hàng, vị trí di chuyển tiếp theo là PS1 ($S_g = 0$, $P_g = 0$)/PS2 ($S_g = 1$, $P_g = 0$) tùy thuộc vào xe tự hành 1 hay 2.
- Nếu tất cả kệ hàng giao đều còn hàng thì xe sẽ quay về vị trí lấy hàng theo nguyên tắc tiện nhất như sau:
 - + Nếu $S_c = 1$ và xe hướng sang phải thì xe sẽ quay về TS1.
 - + Các trường hợp còn lại xe sẽ quay về TS2.
- Nếu chỉ có 1 kệ hàng còn hàng thì xe sẽ quay về vị trí kệ hàng đó để lấy hàng.

- Type: nhập số lượng hàng hóa ban đầu của kệ hoặc có thể tự cập nhật lại số lượng hàng hóa nếu cần thiết.

5.2 Kết quả và phân tích

5.2.1 Kết quả xe vận chuyển hàng

Dưới đây là bảng tổng hợp kết quả vận chuyển hàng hóa khi xe tự hành 1 di chuyển một mình

Bảng 5-2. Kết quả vận chuyển hàng của xe tự hành 1

| Điểm đến | Thời gian giao | Số lần thử nghiệm | Tỷ lệ thành công |
|-------------|----------------|-------------------|------------------|
| RS1 | 8s | 100 | 98% |
| RS2 | 14s | 90 | 95% |
| RS3 | 12s | 100 | 95% |
| RS4 | 18s | 95 | 98% |
| RS1 RS2 | 18s | 95 | 90% |
| RS1 RS3 | 15s | 90 | 95% |
| RS1 RS4 | 20s | 95 | 98% |
| RS2 RS3 | 20s | 100 | 98% |
| RS3 RS4 | 20s | 100 | 96% |
| RS1 RS2 RS3 | 20s | 80 | 95% |
| RS1 RS2 RS4 | 22s | 85 | 96% |

| | | | |
|-----------------|-----|-----|-----|
| RS2 RS3 RS4 | 30 | 100 | 97% |
| RS1 RS3 RS4 | 30 | 90 | 98% |
| RS1 RS2 RS3 RS4 | 30s | 90 | 98% |

Đánh giá kết quả:

Nhìn chung xe đã có thể nhận biết được đường đi và các kệ hàng cần đến. Tuy nhiên tỷ lệ thành công vẫn chưa đạt 100%, do vẫn còn một số lỗi nhỏ. Ví dụ như bánh xe trước bị kẹt dẫn đến xe quay không chính xác, hay web server bị quá tải khiến xe nhận sai thông tin.

Dưới đây là bảng tổng hợp kết quả vận chuyển hàng hóa khi xe tự hành 2 đi chuyển một mình

Bảng 5-3. Kết quả vận chuyển hàng của xe tự hành 2

| Điểm đến | Thời gian giao | Số lần thử nghiệm | Tỷ lệ thành công |
|----------|----------------|-------------------|------------------|
| RS1 | 12s | 100 | 95% |
| RS2 | 15s | 85 | 97% |
| RS3 | 10s | 80 | 98% |
| RS4 | 17s | 90 | 99% |
| RS1 RS2 | 20s | 95 | 95% |
| RS1 RS3 | 23s | 100 | 99% |
| RS1 RS4 | 25s | 100 | 98% |
| RS2 RS3 | 23s | 90 | 98% |

| | | | |
|-----------------|-----|-----|-----|
| RS3 RS4 | 20s | 100 | 95% |
| RS1 RS2 RS3 | 23s | 95 | 98% |
| RS1 RS2 RS4 | 26s | 90 | 96% |
| RS2 RS3 RS4 | 36s | 80 | 96% |
| RS1 RS3 RS4 | 36s | 100 | 94% |
| RS1 RS2 RS3 RS4 | 36s | 90 | 98% |

Đánh giá kết quả:

Kết quả của xe tự hành 2 cũng như xe tự hành một, xác định đúng được đường đi, mắc một số lỗi nhỏ dẫn đến quá trình di chuyển gặp sự cố. Tuy nhiên thời gian giao sẽ chậm hơn bởi vì tốc độ của xe tự hành 2 nhỏ hơn xe tự hành một ($17\text{cm/s} < 21\text{ cm/s}$).

Đánh giá chung kết quả:

Nhìn chung cả hai xe đều có thể vận chuyển được hàng hóa từ điểm nhận hàng tới điểm nhận hàng tương đối chính xác. Nhưng trong quá trình vận chuyển vẫn xảy ra một số sự cố ngoài ý muốn. Tuy nhiên trong quá trình thử nghiệm, em cũng đã tìm ra được hầu hết các lỗi dẫn đến xảy ra các sự cố đó. Các lỗi chủ yếu là do ốc vít lỏng (đã khắc phục), khi hoạt động sai và tiến hành thử nghiệm lần tiếp theo không reset lại các kệ hàng dẫn đến các kệ hàng vẫn còn lưu lại thông tin của xe (đã khắc phục), nguồn cấp cho cảm biến bị dao động dẫn đến giá trị trả về cho vi xử lý cũng bị dao động theo (đã khắc phục).

5.2.2 Kết quả xe tránh vật cản

Dưới đây là bảng tổng hợp kết quả tránh vật cản của xe tự hành 1

Bảng 5-4. Kết quả tránh vật cản của xe tự hành 1

| Tình huống | Khoảng cách phát hiện | Số lần thử nghiệm | Tỷ lệ thành công |
|---|-----------------------|-------------------|------------------|
| AGV1 theo đuôi xe AGV2 | 10 cm | 20 | 100% |
| AGV1 và AGV2 cắt nhau 90 độ | < 10 cm | 20 | 95% |
| AGV1 rẽ vào trạm trong khi AGV2 đang ở trong trạm | 3 cm | 20 | 90% |

Đánh giá kết quả:

Nhìn chung xe đã nhận biết được các vật cản và xe tự hành khác để dừng lại và chờ cho đến khi không có vật cản nữa thì xe mới di chuyển. Tỷ lệ 90% một phần là do phần cứng như bánh xe bị kẹt nên lúc quay bị chệch hướng tông phải xe khác. Hay do sa bàn quá nhỏ dẫn đến khoảng cách từ ngã tư đến trạm khá nhỏ nên dễ dẫn đến tình trạng va chạm nếu có xe muốn rẽ vào trạm đang có xe. Ngoài ra khi xe cắt nhau 90 độ đôi khi các xe sẽ không thể nhận biết được nhau vì các xe chỉ có thể nhận biết được vật cản ở phía trước.

Dưới đây là bảng tổng hợp kết quả tránh vật cản của xe tự hành 2

Bảng 5-5. Kết quả tránh vật cản của xe tự hành 2

| Tình huống | Khoảng cách phát hiện | Số lần thử nghiệm | Tỷ lệ thành công |
|-----------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| AGV2 theo đuôi xe AGV1 | 10 cm | 20 | 100% |
| AGV2 và AGV1 cắt nhau 90 độ | < 10 cm | 20 | 95% |

| | | | |
|---|------|----|-----|
| AGV2 rẽ vào trạm trong khi AGV1 đang ở trong trạm | 3 cm | 20 | 95% |
|---|------|----|-----|

Đánh giá kết quả:

Kết quả tránh vật cản của xe tự hành 2 cũng tương tự xe tự hành một, nhưng vì độ ổn định của xe tự hành 2 cao hơn xe tự hành một nên ở tình huống “AGV2 rẽ vào trạm trong khi AGV1 đang ở trong trạm” tỷ lệ thành công sẽ cao hơn xe tự hành 1 ($95\% > 90\%$).

5.2.3 Kết quả các kệ hàng xử lý việc nhiều xe vào trạm của mình cùng một lúc

Dưới đây là bảng tổng hợp kết quả xử lý việc từng kệ hàng xử lý việc nhiều xe vào trạm của mình cùng một lúc.

Bảng 5-6. Kết quả xử lý việc nhiều xe vào trạm cùng một lúc của từng kệ hàng

| Kệ hàng | TS1 | TS2 | RS1 | RS2 | RS3 | RS4 |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Số lần thử nghiệm | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Tỷ lệ thành công | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Đánh giá kết quả:

Kết quả xử lý việc nhiều xe vào trạm cùng một lúc của các kệ hàng rất tốt, tất cả đều hoạt động chính xác trong 30 lần thử nghiệm.

5.2.4 Kết quả kiểm soát hệ thống của web server**5.2.4.1 Bảng thông tin giám sát xe**

CHƯƠNG 6. KẾT LUẬN

6.1 Kết luận chung

Sau khi hoàn thành đồ án này em đã tiếp thu được một số kiến thức mới như lập trình web bằng các ngôn ngữ HTML/CSS/Java Script. Hoàn thành hơn về kỹ năng sử dụng ngôn ngữ C để lập trình vi điều khiển. Ngoài ra còn nâng cao được kỹ năng thiết kế mạch, làm mạch thủ công.

Về kết quả, nhìn chung đồ án đã giải quyết được hết nhiệm vụ ban đầu như đã thiết kế được 2 xe tự hành có khả năng tự vận chuyển hàng hóa đến các điểm cần giao với đường đi ngắn nhất, sa bàn đã giúp các xe nhận biết được vị trí của mình để thực hiện được điều trên. Đồng thời xe đã có thể nhận biết được vật cản ở phía trước và dừng lại, tránh va chạm. Nhưng hiệu quả chỉ ở mức tương đối, như ở phần xe di chuyển vẫn xảy ra một số tình huống ngoài ý muốn do các lỗi phần cứng; việc phát hiện vật cản chỉ phát hiện được vật cản ở phía trước nên đôi khi vẫn xảy ra va chạm. Các lỗi này hầu hết có thể được kiểm soát thông qua web server hoặc điều khiển từ xa.

Ở phần các kệ hàng, kệ hàng xử lý tương đối tốt việc gửi thông tin giao/nhận hàng cho xe, gần như không xảy ra lỗi trong quá trình vận hành.

Ở phần Web Server những thông tin cập nhật tự động tuy có chậm trễ, nhưng ở các mục can thiệp vào xe ở các trường hợp khẩn cấp hoạt động rất hiệu quả.

6.2 Hướng phát triển

Ở đồ án này hiện tại chỉ đang dừng lại ở việc nghiên cứu về trình vận hành của xe tự hành và web server, chưa có cánh tay robot phụ trách việc gấp hàng lên xe và bỏ hàng vào kệ. Ngoài ra việc tự đảm bảo an toàn, tránh va chạm trong quá trình vận chuyển của các xe chỉ đang phụ thuộc vào cảm biến vật cản đặt ở phía trước xe.

Chính vì thế em xin đưa ra các hướng phát triển như sau:

1. Thiết kế thêm cánh tay robot để phụ trách việc gấp hàng lên xe và bỏ hàng vào kệ.
2. Thêm công cụ điều tiết giao thông như đèn tín hiệu để xe có thể tự di chuyển an toàn hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lư Phú, *Giáo trình Điện tử ứng dụng*.
- [2]. Schulze, L., Behling, S., & Buhrs, S. “Automated Guided Vehicle Systems: a driver for increased business performance”. In *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists* (2008).
- [3]. N. Hong Thai, L. Trinh, and L. Quoc Dzung, “Roadmap, routing and obstacle avoidance of AGV robot in the static environment of the flexible manufacturing system with matrix devices layout”, *Science and Technology Development Journal*, vol. 24, no. 3, pp. 2091-2099, Sep. 2021.
- [4]. M. Sperling, B. Schulz, C. Enke, D. Giebels and K. Furmans, "Classified AGV Material Flow and Layout Data Set for Multidisciplinary Investigation," in *IEEE Access*, vol. 11, pp. 94992-95007, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3308216.
- [5]. S. Winkler, N. Weidensager, J. Brade, S. Knopp, G. Jahn and P. Klimant, “Use of an automated guided vehicle as a telepresence system with measurement support”, *2022 IEEE 9th International Conference on Computational Intelligence and Virtual Environments for Measurement Systems and Applications (CIVEMSA)*, Chemnitz, Germany, 2022, pp. 1-6, doi: 10.1109/CIVEMSA53371.2022.9853678.