

ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP.HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ
-----o0o-----



BÁO CÁO BÀI TẬP LỚN
MÔN: LẬP TRÌNH HỆ THỐNG NHÚNG
ĐỀ TÀI: XE TỰ HÀNH

GVHD: Nguyễn Phan Hải Phú
SVTH: Nguyễn Long Gia Khánh
Nguyễn Lương Thế Vĩ
MSSV: 2111492
2012435

TP. HỒ CHÍ MINH, THÁNG 11 NĂM 2024

MỤC LỤC

1.	GIỚI THIỆU	1
1.1	Tổng quan.....	1
1.2	Nhiệm vụ đề tài	1
1.3	Phân chia công việc	1
2.	LÝ THUYẾT	2
3.	THIẾT KẾ VÀ THỰC HIỆN PHẦN CỨNG	5
4.	THIẾT KẾ VÀ THỰC HIỆN PHẦN MỀM	4
5.	KẾT QUẢ THỰC HIỆN	6
6.	TỔNG KẾT	9
7.	TÀI LIỆU THAM KHẢO	10

1. GIỚI THIỆU

1.1 Tổng quan

Xe tự hành có tên tiếng Anh đầy đủ là Automation Guided Vehicle, là loại xe sử dụng công nghệ dẫn đường để tự động di chuyển nhằm mục đích vận chuyển hàng hóa, nguyên vật liệu đến những địa điểm đã được đánh dấu sẵn mà không cần sự can thiệp của con người. Xe tự hành được sử dụng trong các ứng dụng công nghiệp, như nhà kho thông minh (Smart Warehouse), dây chuyền sản xuất, bệnh viện và các cơ sở sản xuất khác.

Xe tự hành thường được trang bị các cảm biến và công nghệ điều khiển tự động để đảm bảo an toàn trong quá trình di chuyển và thực hiện các tác vụ. Các cảm biến này bao gồm laser, máy ảnh, radar, và các cảm biến khác để phát hiện và tránh các vật cản trên đường đi.

1.2 Nhiệm vụ đề tài

Tìm hiểu cơ sở lý thuyết, nguyên lý hoạt động của xe tự hành - dò line cơ bản. Thiết kế, lắp ráp một mô hình xe tự hành - dò line đơn giản.

1.3 Phân chia công việc

Họ tên thành viên	Nhiệm vụ	Tiến độ
Nguyễn Long Gia Khánh	Tìm hiểu cơ sở lý thuyết, nguyên lý hoạt động, tìm hiểu code, làm báo cáo	100%
Nguyễn Lương Thế Vĩ	Tìm hiểu cấu tạo phần cứng, tìm hiểu code, làm slide thuyết trình	100%

2. LÝ THUYẾT

Cơ ở lý thuyết:

Xe tự hành - dò line, còn được gọi là robot dò line, là một loại robot tự hành có khả năng di chuyển theo một đường kẻ được định trước trên bề mặt. Đường kẻ này thường là một vạch màu đen hoặc trắng trên nền tương phản, giúp robot dễ dàng nhận diện và theo dõi.

Các đặc điểm chính của xe:

- Tự hành: Xe dò line có khả năng tự di chuyển mà không cần sự điều khiển trực tiếp từ con người, nhờ vào hệ thống cảm biến và bộ vi xử lý.
- Cảm biến quang học: Để phát hiện và theo dõi đường kẻ, xe dò line sử dụng các cảm biến quang học, thường là cảm biến hồng ngoại. Các cảm biến này có thể nhận biết sự khác biệt về độ phản xạ giữa đường kẻ và bề mặt xung quanh.
- Hệ thống điều khiển: Bộ vi xử lý (microcontroller) đóng vai trò quan trọng trong việc xử lý dữ liệu từ các cảm biến và điều khiển động cơ để duy trì hướng di chuyển của robot.
- Động cơ: Xe dò line thường được trang bị hai động cơ DC để điều khiển các bánh xe. Sự điều chỉnh tốc độ và hướng quay của các động cơ này giúp robot duy trì trên đường kẻ.
- Thuật toán điều khiển: Các thuật toán điều khiển, như điều khiển tỷ lệ (P) hoặc PID (Proportional-Integral-Derivative), được sử dụng để điều chỉnh động cơ một cách mượt mà và hiệu quả, giúp robot bám theo đường kẻ một cách chính xác.

Ứng dụng của xe dò line:

- Giáo dục: Xe dò line thường được sử dụng trong các khóa học về robot và kỹ thuật điều khiển, giúp học sinh và sinh viên hiểu rõ về nguyên lý hoạt động của các hệ thống tự động.

- Công nghiệp: Trong các nhà máy, xe dò line có thể được sử dụng để vận chuyển hàng hóa theo các tuyến đường cố định mà không cần sự can thiệp của con người.
- Nghiên cứu và phát triển: Xe dò line là một nền tảng phổ biến cho các nghiên cứu về robot di động và hệ thống điều khiển tự động.

Lợi ích của xe dò line:

- Đơn giản và hiệu quả: Xe dò line có thiết kế và nguyên lý hoạt động tương đối đơn giản, giúp dễ dàng chế tạo và vận hành.
- Tính ứng dụng cao: Có thể áp dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau, từ giáo dục đến công nghiệp.
- Chi phí thấp: So với các loại robot phức tạp hơn, xe dò line thường có chi phí sản xuất và bảo trì thấp.

Hạn chế của xe dò line:

- Giới hạn đường di chuyển: Xe chỉ có thể di chuyển theo đường kẻ đã định trước, không thể tự do điều hướng trong môi trường không xác định.
- Phụ thuộc vào chất lượng đường kẻ: Hiệu quả hoạt động của xe phụ thuộc nhiều vào chất lượng và độ rõ ràng của đường kẻ trên bề mặt.

Tóm lại, xe dò line là một công cụ hữu ích và phổ biến trong nhiều lĩnh vực, từ giáo dục, nghiên cứu đến ứng dụng công nghiệp, nhờ vào khả năng tự hành dựa trên các nguyên lý điều khiển và cảm biến đơn giản.

Nguyên lý hoạt động của xe tự hành - dò line:

Nguyên lý hoạt động của xe dò line dựa trên việc sử dụng các cảm biến để phát hiện và theo dõi đường kẻ, từ đó điều khiển động cơ để giữ xe di chuyển đúng theo đường đã định. Nguyên lý hoạt động của xe dò line bao gồm:

-
- Cảm biến quang học phát hiện vị trí của đường kẻ.
 - Bộ vi xử lý đọc tín hiệu từ các cảm biến và xác định vị trí tương đối của xe so với đường kẻ.
 - Bộ vi xử lý tính toán điều chỉnh cần thiết và gửi tín hiệu đến các động cơ.
 - Động cơ điều chỉnh tốc độ và hướng quay của các bánh xe để duy trì xe trên đường kẻ.

Quá trình này lặp đi lặp lại liên tục khi xe di chuyển, đảm bảo xe luôn bám theo đường kẻ. Nhờ vào nguyên lý hoạt động này, xe dò line có thể tự động di chuyển theo một đường dẫn định trước mà không cần sự can thiệp trực tiếp từ con người.

3. THIẾT KẾ VÀ THỰC HIỆN PHẦN CỨNG

Yêu cầu thiết kế:

Xe chạy trên mặt phẳng ngang, đi theo đường line có sẵn, ôm cua tại các vị trí nhất định

Thiết kế:

- Các phương án đề xuất:

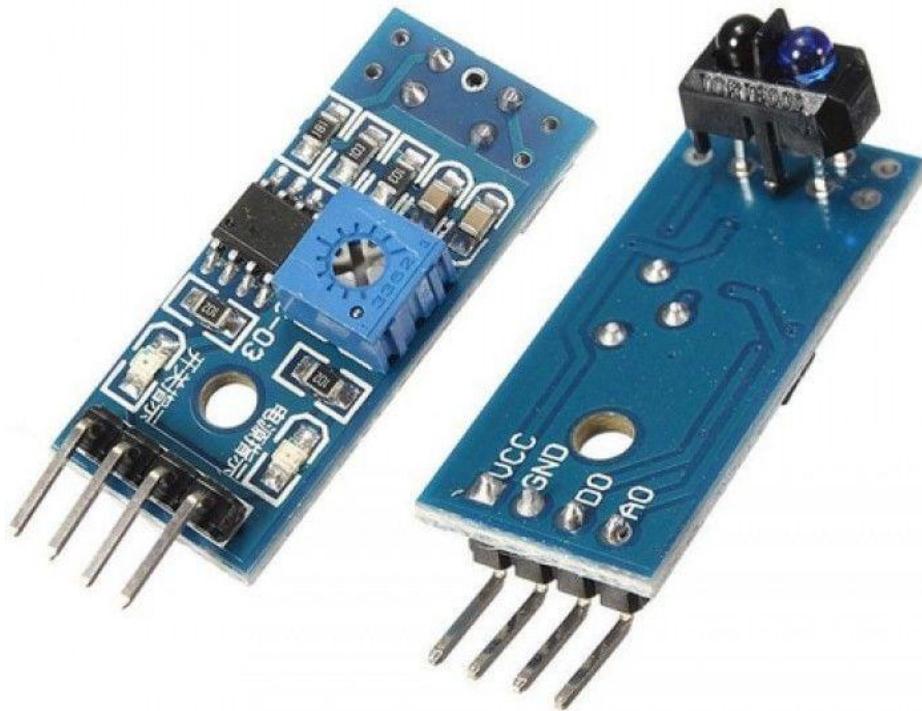
Phương án	Ưu điểm	Nhược điểm
Xe hai bánh	Linh hoạt, dễ thiết kế, lắp ráp	Khó giữ cân bằng, khó kiểm soát khi di chuyển với tốc độ cao
Xe ba bánh	Có khả năng cân bằng tốt, ôm cua tốt, thiết kế và lắp ráp không quá phức tạp	Dễ bị lật khi ôm cua nếu phân bố trọng lượng không đều

- Lựa chọn: Xe ba bánh

Các thành phần phần cứng:***Cảm biến:***

Tên: Cảm Biến Dò Line Đơn TCRT5000

Số lượng: 3

**Thông số kỹ thuật:**

- Điện áp sử dụng: 3.3~5vDC
- Nhận biết màu sắc như trắng và đen bằng ánh sáng hồng ngoại.
- Ngõ ra: Digital TTL hoặc Analog
- Tích hợp biến trở chỉnh khoảng cách.
- Kích thước: 3.2 x 1.4cm

Động cơ:

Tên: Động Cơ DC Giảm Tốc V1 Dual Shaft Plastic Geared TT Motor

Số lượng: 2



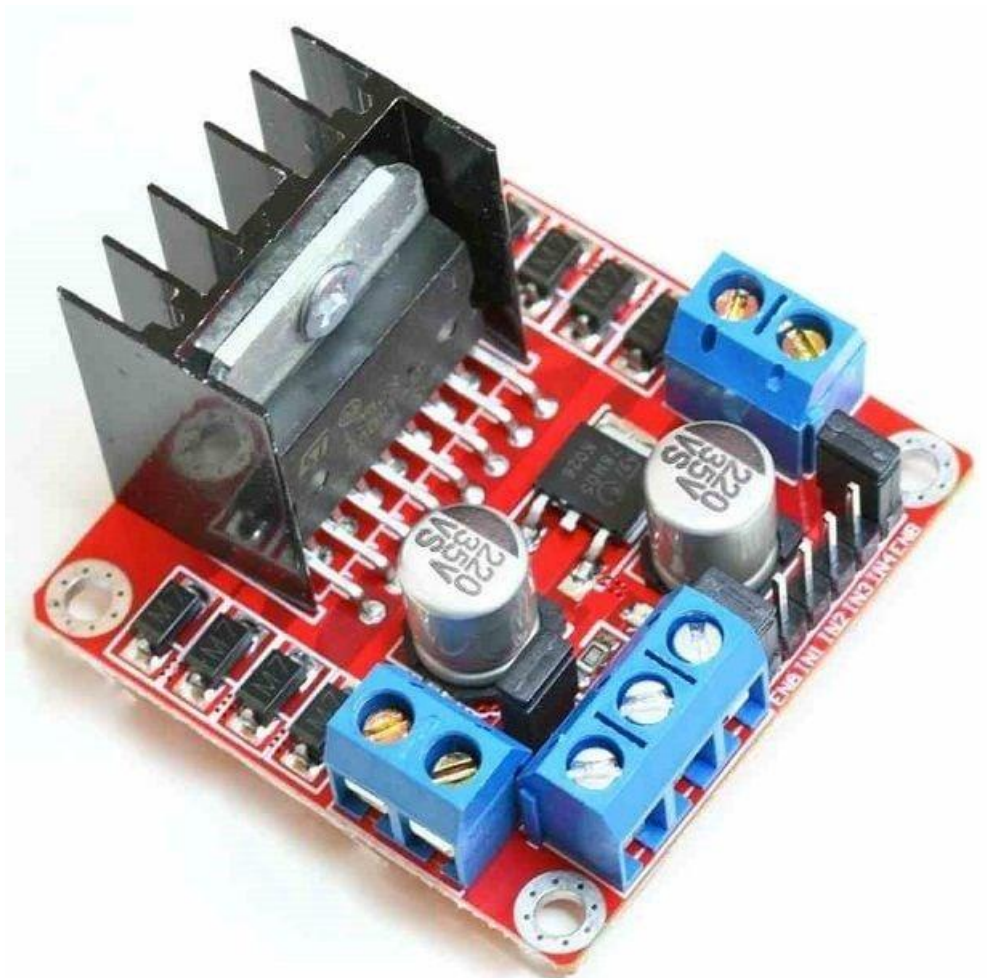
Thông số kỹ thuật:

- Điện áp hoạt động : 3~9VDC
- Dòng điện tiêu thụ: 110~140mA
- Tỉ số truyền 1:48
 - + 125 vòng/ 1 phút tại 3VDC.
 - + 208 vòng/ 1 phút tại 5VDC.
 - + Moment: 0.5KG.CM
- Tỉ số truyền 1:120
 - + 50 vòng/ 1 phút tại 3VDC.
 - + 83 vòng/ 1 phút tại 5VDC.
 - + Moment: 1.0KG.CM

Mạch điều khiển động cơ:

Tên: Mạch Điều Khiển Động Cơ L298 DC Motor Driver

Số lượng: 1



Thông số kỹ thuật:

- IC chính: L298
- Điện áp hoạt động: 5~30VDC
- Công suất tối đa: 25W 1 cầu (lưu ý công suất = dòng điện x điện áp nên áp cấp vào càng cao, dòng càng nhỏ, công suất có định 25W).
- Dòng tối đa cho mỗi cầu H là: 2A
- Mức điện áp logic: Low -0.3V~1.5V, High: 2.3V~Vss
- Kích thước: 43x43x27mm

Nguồn:

Tên: Pin Sạc 18650 Li-Ion Rechargeable Battery 3.7V 1200mAh 2C

Số lượng: 2

**Thông số kỹ thuật:**

- Kiểu pin: 18650 Li-ion rechargeable battery.
- Điện áp trung bình 3.7VDC, sạc đầy 4.2VDC.
- Dung lượng: 1200mAh.
- Dòng xả tối đa liên tục: Max 2.4A (2C x 1200mAh).
- Nội trở trung bình: khoảng 40mΩ
- Kích thước: 18x65mm.

Mạch giảm áp

Tên: Mạch giảm áp DC-DC Buck LM2596 3A

Số lượng: 1



Thông số kỹ thuật:

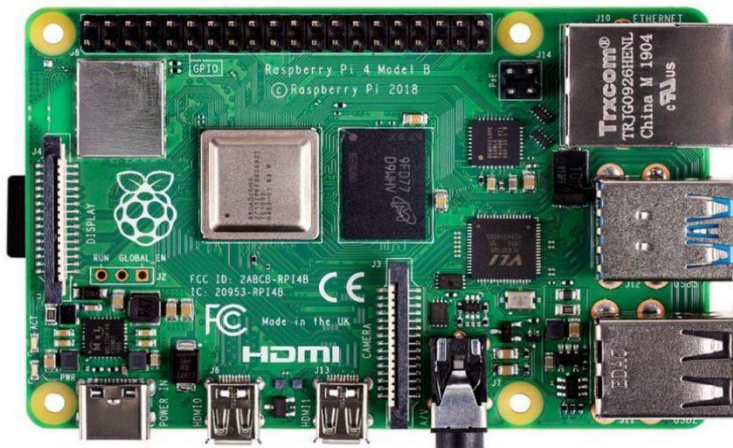
- Dùng IC LM2596 với tần số lên đến 150Khz.
- Có nút nhấn chuyển chế độ hiển thị ngõ ra/vào.
- Điện áp đầu vào: Từ 4~30VDC
- Điện áp đầu ra: Điều chỉnh được trong khoảng 1.5~29VDC
- Dòng ngõ ra tối đa là 3A.
- Công suất : 15W
- Kích thước: 66 x 35mm.

Vì điều khiển:

Tên: Raspberry Pi 4 Model B - 4GB

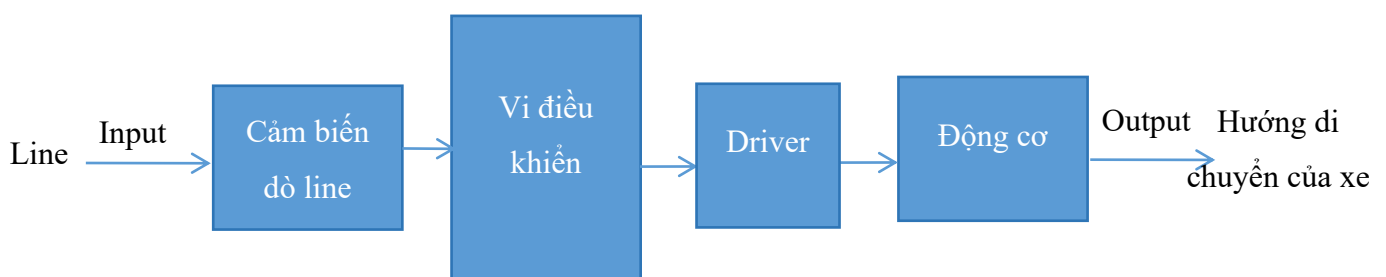
Số lượng: 1

4 GB

**Thông số kỹ thuật:**

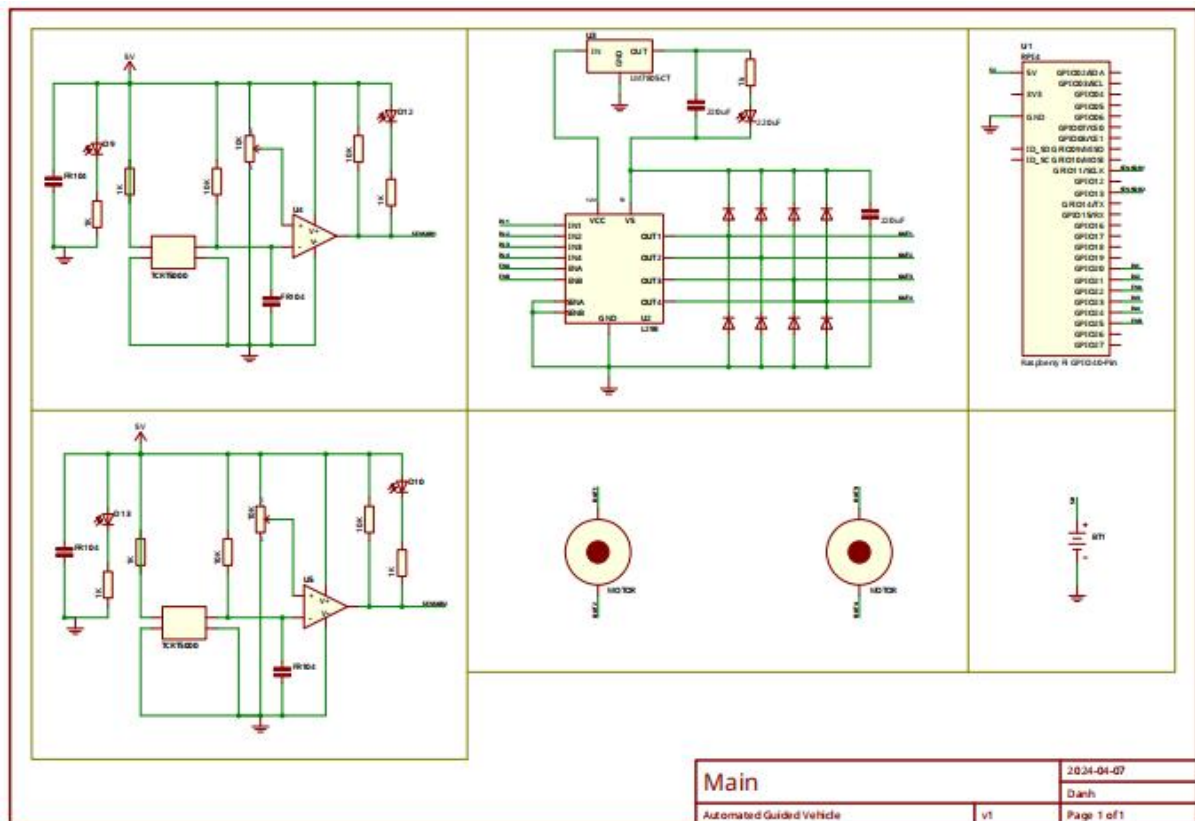
- Broadcom BCM2711, Quad core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.5GHz
- RAM: 4GB
- Wifi chuẩn 2.4 GHz và 5.0 GHz IEEE 802.11ac. Bluetooth 5.0, BLE
- Cổng mạng Gigabit Ethernet
- 2 cổng USB 3.0 và 2 cổng USB 2.0
- Chuẩn 40 chân GPIO, tương thích với các phiên bản trước
- Hỗ trợ 2 cổng ra màn hình chuẩn Micro HDMI với độ phân giải lên tới 4K

- Cổng MIPI DSI
- Cổng MIPI CSI
- Cổng AV 4 chân
- H.265 (4kp60 decode), H264 (1080p60 decode, 1080p30 encode)
- OpenGL ES 3.0 graphics
- Khe cắm Micro-SD cho hệ điều hành và lưu trữ
- Nguồn điện DC 5V – 3A DC chuẩn USB-C
- 5V DC via GPIO header (minimum 3A*)
- Hỗ trợ Power over Ethernet (PoE) (yêu cầu có PoE HAT)

Sơ đồ khối:

- Khối cảm biến dò line: dò line và truyền tín hiệu về vi điều khiển.
- Khối vi điều khiển: tiếp nhận và xử lý tín hiệu từ cảm biến truyền về.
- Khối driver: điều khiển, thay đổi tốc độ động cơ dựa trên tín hiệu vi điều khiển gửi tới.
- Khối động cơ: đóng vai trò di chuyển như đi thẳng, rẽ trái hoặc phải của xe.

Sơ đồ mạch:



4. THIẾT KẾ VÀ THỰC HIỆN PHẦN MỀM

Yêu cầu đặt ra cho phần mềm:

Dò line, đi thẳng, vào cua.

Hướng giải quyết:

Input: Cảm biến dò line, 0 là quét được line, 1 là không quét được, x là tùy ý

Output: Động cơ trái, phải

Các trạng thái:

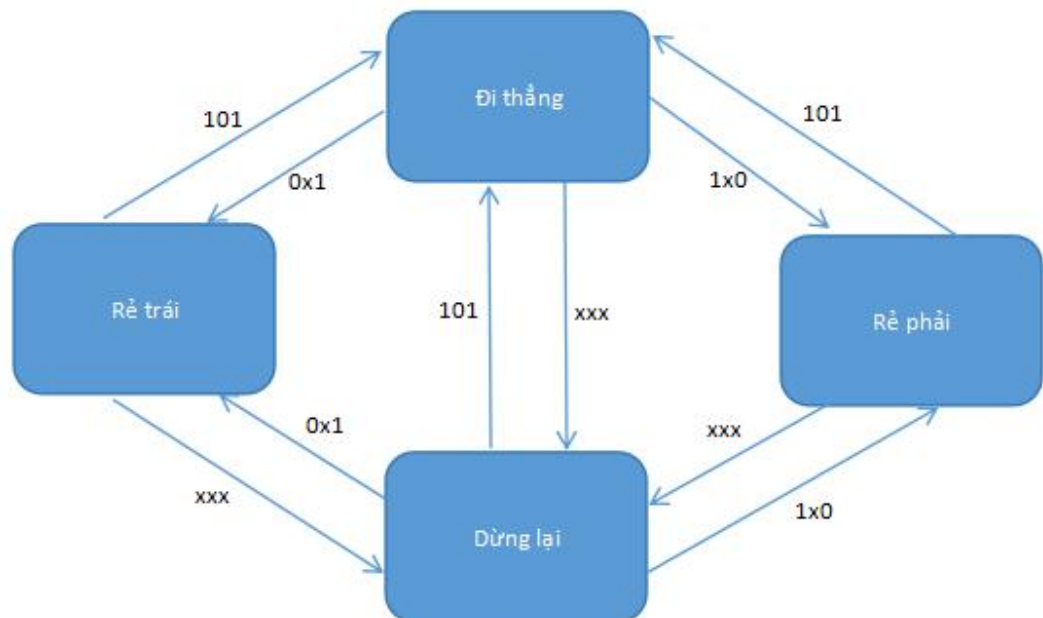
- Đi thẳng
- Rẽ phải
- Rẽ trái
- Dừng lại

Khi dò line, các trường hợp sau có thể xảy ra:

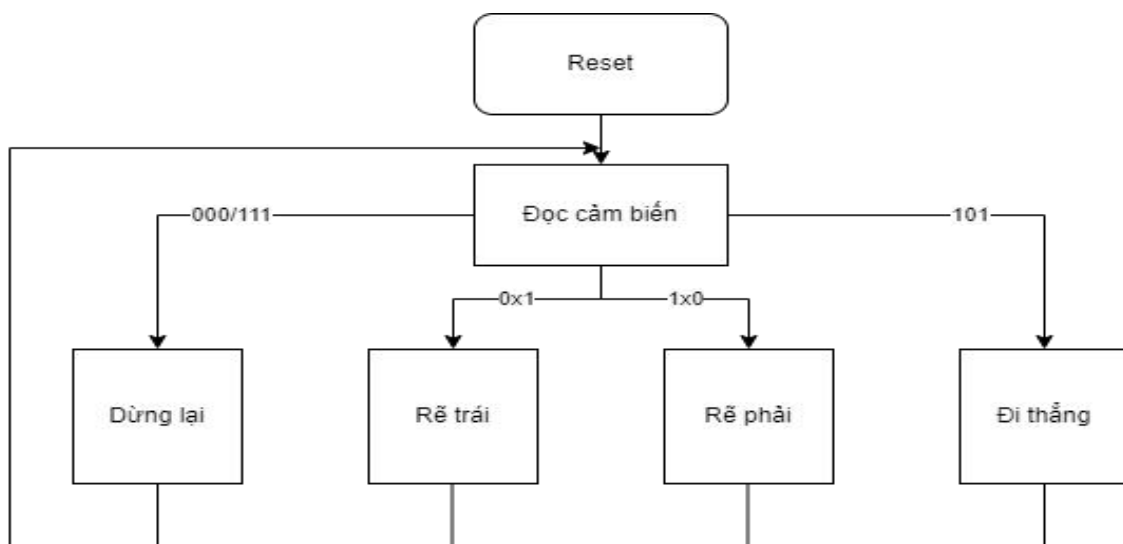
Cảm biến trái	Cảm biến giữa	Cảm biến phải	Trạng thái
1	0	1	Đi thẳng
1	x	0	Rẽ phải
0	x	1	Rẽ trái
x	x	x	Dừng lại

Dựa vào những trường hợp trên, ta có thể xây dựng được lưu đồ máy trạng thái và lưu đồ giải thuật dành cho xe tự hành - dò line đơn giản.

Lưu đồ máy trạng thái:

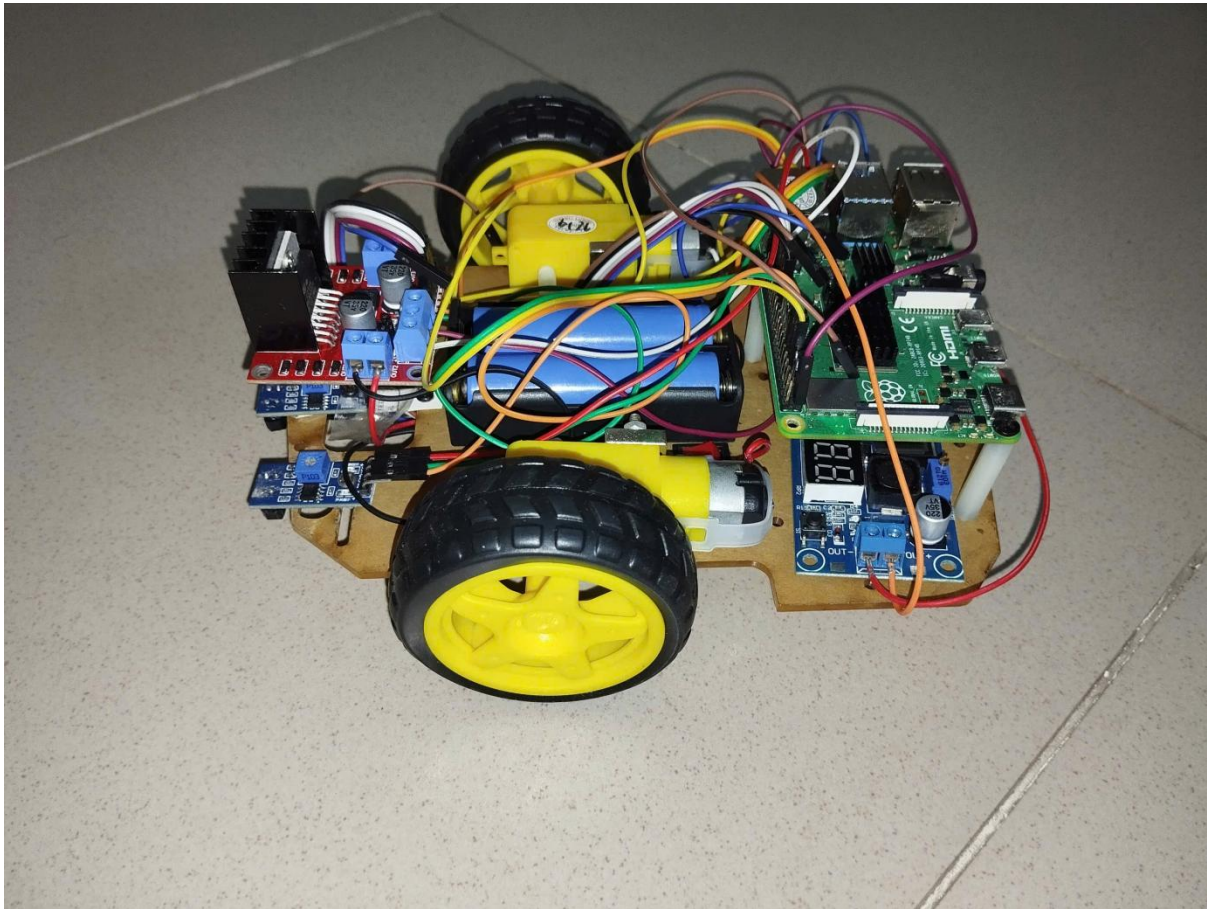


Lưu đồ giải thuật:



5. KẾT QUẢ THỰC HIỆN

Sản phẩm:



Các kích thước của xe:

- Nặng: 450g
- Dài: 20.30 cm
- Rộng: 17.8 cm
- Cao: 8.10 cm

Code:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <wiringPi.h>

#define ENA 4 // maps to GPIO23
#define ENB 5 // maps to GPIO24
#define IN1 21 // maps to GPIO5
#define IN2 22 // maps to GPIO6
#define IN3 23 // maps to GPIO13
#define IN4 24 // maps to GPIO19

#define LEFT_SENSOR_PIN 1 // maps to GPIO17
#define CENTER_SENSOR_PIN 2 // maps to GPIO27
#define RIGHT_SENSOR_PIN 3 // maps to GPIO22

// Initialize GPIO pins
void setup() {
    wiringPiSetup();
    pinMode(LEFT_SENSOR_PIN, INPUT);
    pinMode(CENTER_SENSOR_PIN, INPUT);
    pinMode(RIGHT_SENSOR_PIN, INPUT);
    pinMode(ENA, PWM_OUTPUT);
    pinMode(ENB, PWM_OUTPUT);
    pinMode(IN1, OUTPUT);
    pinMode(IN2, OUTPUT);
    pinMode(IN3, OUTPUT);
    pinMode(IN4, OUTPUT);

    pwmSetMode(PWM_MODE_MS);
    pwmSetRange(1024);
    pwmSetClock(32);
}

void setMotorSpeed(int speed) {
    pwmWrite(ENA, speed);
    pwmWrite(ENB, speed);
}

void controlRobot(char direction) {
    int speed = 512; // 50% speed

    setMotorSpeed(speed);

    switch (direction) {
        case 'S': // Move straight
            digitalWrite(IN1, HIGH);
            digitalWrite(IN2, LOW);
            digitalWrite(IN3, HIGH);
            digitalWrite(IN4, LOW);
            break;
        case 'L': // Turn left
            digitalWrite(IN1, LOW);
            digitalWrite(IN2, HIGH);
```

```
        digitalWrite(IN3, HIGH);
        digitalWrite(IN4, LOW);
        break;
    case 'R': // Turn right
        digitalWrite(IN1, HIGH);
        digitalWrite(IN2, LOW);
        digitalWrite(IN3, LOW);
        digitalWrite(IN4, HIGH);
        break;
    case 'X':
        // Stop
        digitalWrite(IN1, LOW);
        digitalWrite(IN2, LOW);
        digitalWrite(IN3, LOW);
        digitalWrite(IN4, LOW);
        setMotorSpeed(0);
        break;
    }
}

char readSensors() {
    int left = digitalRead(LEFT_SENSOR_PIN);
    int center = digitalRead(CENTER_SENSOR_PIN);
    int right = digitalRead(RIGHT_SENSOR_PIN);

    if ((left == HIGH && center == HIGH && right == HIGH) ||
        (left == LOW && center == LOW && right == LOW )) {
        return 'X';
    }

    if (center == HIGH && right == LOW && left == LOW) {
        return 'S'; // Line detected in the center
    } else if (left == LOW && right == HIGH) {
        return 'R'; // Line detected on the left
    } else if (right == LOW && left == HIGH) {
        return 'L'; // Line detected on the right
    } else {
        return 'X';
    }
}

int main() {
    setup();
    while (1) {
        char direction = readSensors();
        controlRobot(direction);
        delay(50);
    }

    return 0;
}
```

6. TỔNG KẾT

Thông qua việc thực hiện đề tài về xe tự hành, chúng em đã căn bản nắm được cơ sở lí thuyết, nguyên lí hoạt động của xe. Tiến hành lắp ráp một mô hình xe tự hành - dò line đơn giản, từ đó hiểu được cách lắp ráp, giải quyết các khó khăn gặp phải trong quá trình thực hiện. Xây dựng được một thuật toán đơn giản, giải quyết các vấn đề phát sinh nhằm đáp ứng các yêu cầu đề ra ban đầu.

7. TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Huỳnh Thảo Nhi (2020), *Cài Đặt Hệ Điều Hành cho Raspberry Pi 4*, website: iostream.co
2. Lê Văn Phúc (2016), *Cài đặt wiringPi cho Raspberry Pi*, website: raspberrypi.vn
3. Siddharth Chandrasekaran (2013), *Programming a Line Follower Robot*, website: embedjournal.com
4. STMicroelectronics (2022), *L298 Dual Full-Bridge Driver Datasheet*, website: st.com
5. Vishay Intertechnology (2022), *TCRT5000 Reflective Optical Sensor Datasheet*, website: vishay.com