

Phát triển xe tự hành chạy theo line và tránh vật cản

Nguyễn Đình Liệu^{1*}, Nguyễn Anh Dũng¹, Phạm Quốc Vương¹, Phún Khoán Vồ¹

¹ Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

*Tác giả liên hệ. Email:

21110528@student.hcmute.edu.vn

21110873@student.hcmute.edu.vn

21110732@student.hcmute.edu.vn

21110942@student.hcmute.edu.vn

THÔNG TIN BÀI BÁO

Ngày nhận bài:

Ngày hoàn thiện:

Ngày chấp nhận đăng:

Ngày đăng:

TỪ KHÓA

Xe tự hành;

Dò line;

Cảm biến;

Hệ thống nhúng.

TÓM TẮT

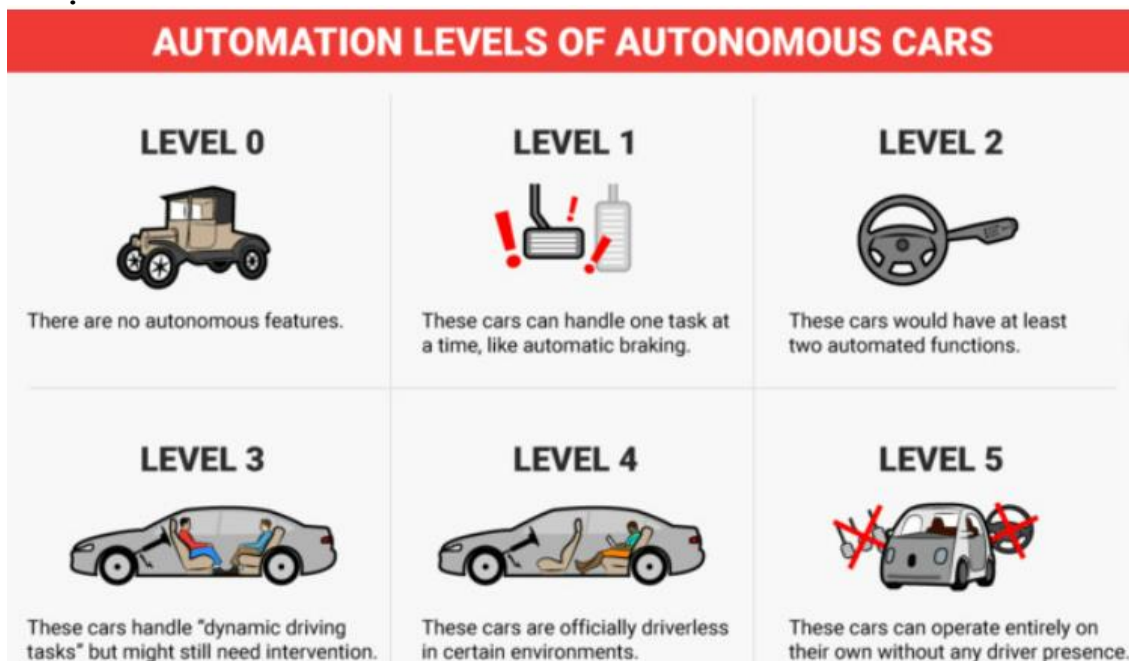
Dự án “Phát triển xe tự hành chạy theo line và tránh vật cản” nhằm tạo ra một mẫu thử xe tự hành tiên tiến có khả năng tự động điều khiển theo đường dẫn và phát hiện vật cản. Dự án sẽ sử dụng sự kết hợp của các kỹ thuật lập trình nhúng, tích hợp cảm biến để thu thập và xử lý dữ liệu, từ đó phát triển một mô hình cho việc nhận diện vật cản. Mục tiêu của dự án không chỉ dừng lại ở việc phát triển một mô hình xe tự hành có khả năng dò line và tránh chướng ngại vật, mà còn nhằm góp phần vào sự phát triển đa dạng và tiến bộ của lĩnh vực xe tự lái trong tương lai. Bằng cách đẩy mạnh công nghệ số, dự án này hứa hẹn mang lại những đột phá vượt bậc, tạo ra những tiện ích mới và góp phần thúc đẩy sự tiến bộ của ngành công nghiệp ô tô và giao thông.

Doi: <https://doi.org/10.54644/jtexxxxxx>

Copyright © JTE. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium for non-commercial purpose, provided the original work is properly cited.

1. Giới thiệu

1.1. Lý do chọn đề tài



Hình 1. 6 cấp độ xe tự hành của ô tô. Nguồn: SAE International

Trong thời đại công nghệ số hiện nay, trí tuệ nhân tạo đã mang lại những cải tiến đột phá trong nhiều lĩnh vực của đời sống xã hội, và ngành công nghiệp ô tô không phải là ngoại lệ. Sự ra đời của xe tự hành đã trở thành một xu hướng mới, cho phép các phương tiện tự động điều khiển mà không cần sự can thiệp của con người, hứa hẹn giảm thiểu tai nạn giao thông đáng kể.

Xe tự hành có khả năng xử lý các tình huống giao thông từ đơn giản đến phức tạp, giảm thiểu nguy cơ tai nạn và tăng cường an toàn giao thông. Sự phát triển của công nghệ này mở ra một tương lai tươi sáng, nơi các phương tiện giao thông có thể hoạt động an toàn và hiệu quả hơn.

Tuy nhiên, việc phát triển xe tự hành không chỉ đơn thuần là sự kết hợp giữa trí tuệ nhân tạo và công nghệ số. Nó yêu cầu tích hợp kỹ thuật lập trình nhúng và cảm biến thông minh để thu thập và xử lý dữ liệu, cho phép xe nhận diện và phản ứng chính xác với môi trường xung quanh.

Không chỉ mang lại cơ hội và tiềm năng mới cho ngành công nghiệp ô tô, việc phát triển xe tự hành còn lan tỏa vào lĩnh vực giáo dục. Các hoạt động công nghệ thường xuyên được tổ chức trên toàn quốc nhằm khuyến khích sự sáng tạo của các sinh viên đam mê xe tự hành, cung cấp cho họ cơ hội áp dụng kiến thức và công nghệ vào việc xây dựng mô hình xe tự hành, phục vụ cho mục đích nghiên cứu và học tập.

Phát triển mô hình xe tự hành có khả năng chạy theo line, nhận diện biển báo và vật cản đòi hỏi sự kết hợp của nhiều kiến thức và công nghệ. Đây là một đề tài hiện đại và có tính ứng dụng cao, khuyến khích sinh viên phát triển các kỹ năng sáng tạo, tư duy logic và khả năng áp dụng kiến thức vào thực tế.

Tham gia vào dự án này, sinh viên có thể rèn luyện kỹ năng lập trình nhúng, xử lý dữ liệu, và phát triển các thuật toán nhận diện. Đồng thời, họ sẽ được tìm hiểu về các công nghệ tiên tiến như trí tuệ nhân tạo và học máy, đóng góp vào sự phát triển của ngành công nghiệp ô tô và công nghệ thông tin.

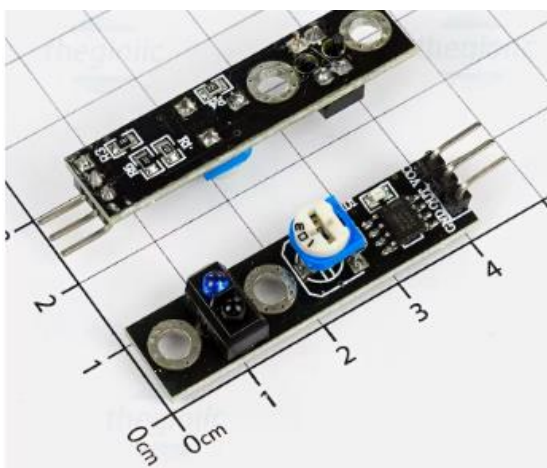
Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu trong lĩnh vực này, phát triển xe tự hành vẫn là một đề tài đầy thách thức và hấp dẫn đối với sinh viên. Đề tài "Phát triển xe tự hành chạy theo line và vật cản" được chọn nhằm khám phá và đóng góp vào lĩnh vực này, hứa hẹn mang lại những tiến bộ quan trọng và thực tế.

1.2. Mục tiêu nghiên cứu

Mục tiêu của đề tài phát triển một mẫu thử về xe tự hành có khả năng chạy theo line, khi gặp vật cản trên đường đi thì xe tự điều khiển tránh khỏi vật cản.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp nhận diện line bằng cảm biến hồng ngoại



Hình 2. KY-033 Cảm Biến Dò Line Khoảng Cách 1-8mm Ngõ Ra TTL

Cảm Biến Dò Line KY-033 sử dụng cảm biến phản xạ hồng ngoại TCRT5000 với khoảng cách phát hiện từ 1 - 8mm có thể dùng để phát hiện line trắng và đen. Nó cung cấp cho rô bốt của bạn khả năng phát hiện các đường hoặc các vật thể gần đó.

Cảm biến hoạt động bằng cách phát hiện ánh sáng phản xạ đến từ đèn LED hồng ngoại của chính nó. Bằng cách đo lượng ánh sáng hồng ngoại phản xạ, nó có thể phát hiện sự chuyển đổi từ sáng sang tối (đường nét) hoặc thậm chí các vật thể ngay trước mặt nó.

2.2. Phương pháp nhận biết vật cản bằng cảm biến siêu âm



Hình 3. Cảm biến siêu âm HC-SR04

Cảm biến siêu âm HC-SR04 (Ultrasonic Sensor) là một loại cảm biến xác định khoảng cách bằng cách sử dụng sóng siêu âm trong phạm vi 2-300 cm. Cảm biến hoạt động theo nguyên lý phản xạ sóng siêu âm, khi có vật cản trên đường đi, sóng siêu âm phát ra từ module phát sóng với tần số 40kHz sẽ phản xạ lại và các động mạch module nhận sóng, từ đó giúp xác định được khoảng cách đến vật cản để có phương thức xử lý phù hợp.

2.3 Phần cứng

2.3.1 Arduino Uno R3

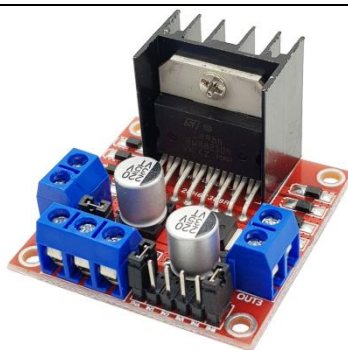


Hình 3: Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 là một board phát triển dựa trên vi điều khiển ATmega328P. Nó là phiên bản cải tiến của Arduino Uno, với nhiều tính năng và cải tiến mới, giúp làm cho việc phát triển dự án điện tử trở nên dễ dàng và linh hoạt hơn.

- Chip Điều Khiển Chính: ATmega328
- Nguồn Nuôi Mạch: 5VDC từ cổng USB
- Nguồn ngoài (cắm từ jack tròn DC): Khuyến dùng 7-9VDC để đảm bảo mạch hoạt động tốt.
- Lưu ý: Sử dụng nguồn 12V có thể gây hỏng mạch do IC ổn áp dễ bị hỏng.
- Số Chân Digital: 14 (hỗ trợ 6 chân PWM)
- Số Chân Analog: 6
- Dòng Ra Trên Chân Digital: Tối đa 40 mA
- Dòng Ra Trên Chân 3.3V: 50 mA
- Dung Lượng Bộ Nhớ Flash: 32 KB (ATmega328), trong đó 0.5 KB được sử dụng bởi bootloader.
- SRAM: 2 KB (ATmega328)
- EEPROM: 1 KB (ATmega328) [1]

2.3.2 Module điều khiển L298N



Hình 4: Module điều khiển L298N

Thông số kỹ thuật:

- Driver: L298N tích hợp hai mạch cầu H
- Điện áp điều khiển: +5V ~ +12 V
- Dòng tối đa cho mỗi cầu H là: 2A
- Điện áp của tín hiệu điều khiển: +5 V ~ +7 V
- Dòng của tín hiệu điều khiển: 0 ~ 36mA
- Công suất hao phí : 20W (khi nhiệt độ T = 75 °C)
- Nhiệt độ bảo quản: -25°C ~ +130 °C^[2]

2.3.3 Cảm biến siêu âm HC-SR04



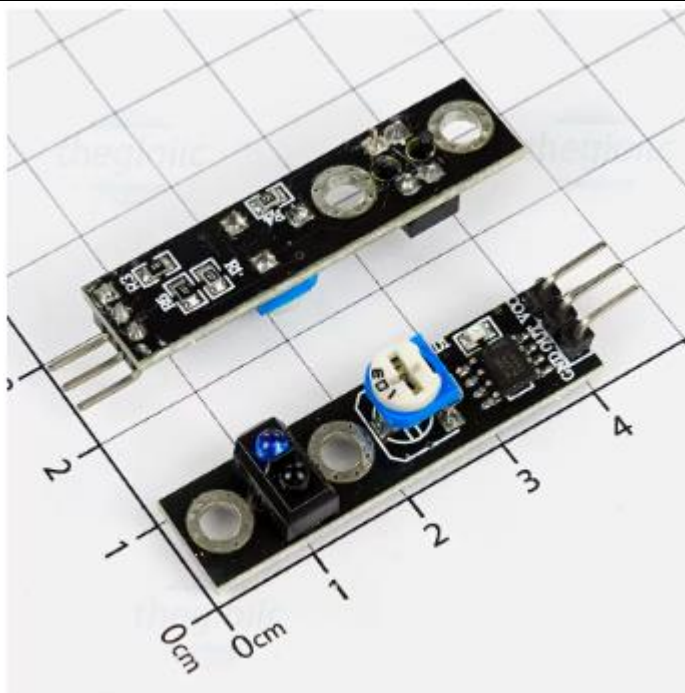
Hình 5: Cảm biến siêu âm HC-SR04

Cảm biến khoảng cách siêu âm HC-SR04 sử dụng nguyên lý sóng siêu âm để đo khoảng cách từ cảm biến đến đối tượng; được sử dụng rất phổ biến để xác định khoảng cách vì rẻ và chính xác.

Thông số kỹ thuật:

- Điện áp hoạt động: 5V DC
- Dòng điện chờ: nhỏ hơn 2mA
- Dòng điện khi hoạt động: 15mA
- Góc hoạt động: nhỏ hơn 15°
- Khoảng cách: 2cm – 400 cm hoặc 1" - 13ft
- Độ phân giải: lên tới 0.3 cm
- Kích thước: 45.3 x 20.4 x 15.4mm (không bao gồm header 4 chân)^[3]

2.3.4 KY-033 Cảm Biến Dò Line Khoảng Cách 1-8mm Ngõ Ra TTL



Hình 6: KY-033 Cảm Biến Dò Line Khoảng Cách 1-8mm Ngõ Ra TTL

Cảm Biến Dò Line KY-033 sử dụng cảm biến phản xạ hồng ngoại TCRT5000 với khoảng cách phát hiện từ 1 - 8mm có thể dùng để phát hiện line trắng và đen. Nó cung cấp cho rô bốt của bạn khả năng phát hiện các đường hoặc các vật thể gần đó.

Thông số kỹ thuật:

Khoảng cách phát hiện: 1mm ~ 8 mm áp dụng khoảng cách tiêu cự 2,5mm

Với một chiết áp điều chỉnh độ nhạy chính xác

Điện áp làm việc 3,3V-5V

Định dạng đầu ra: đầu ra chuyển mạch kỹ thuật số (0 và 1)

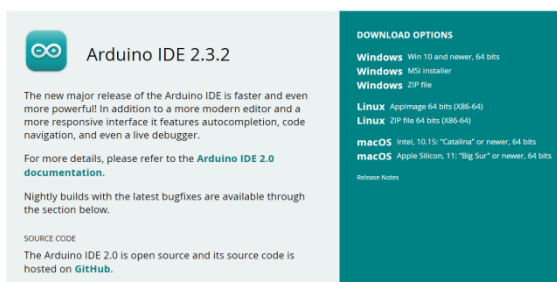
Kích thước: 3,2cm x 1,4cm

Sử dụng bộ so sánh LM393 điện áp rộng

2.3.5 Các loại phần cứng khác:

- 2 Pin ncr18650a (3.7V / 4.2V6800mAh) (Không nên dùng pin 2A nguồn yếu xe chạy yếu)
- 4 Động cơ DC giảm tốc có bánh xe
- 1 Khung xe, 4 bánh xe, 1 Gá đỡ Camera
- Dây nối, ốc và các phụ tùng cần thiết

2.4 Phần mềm

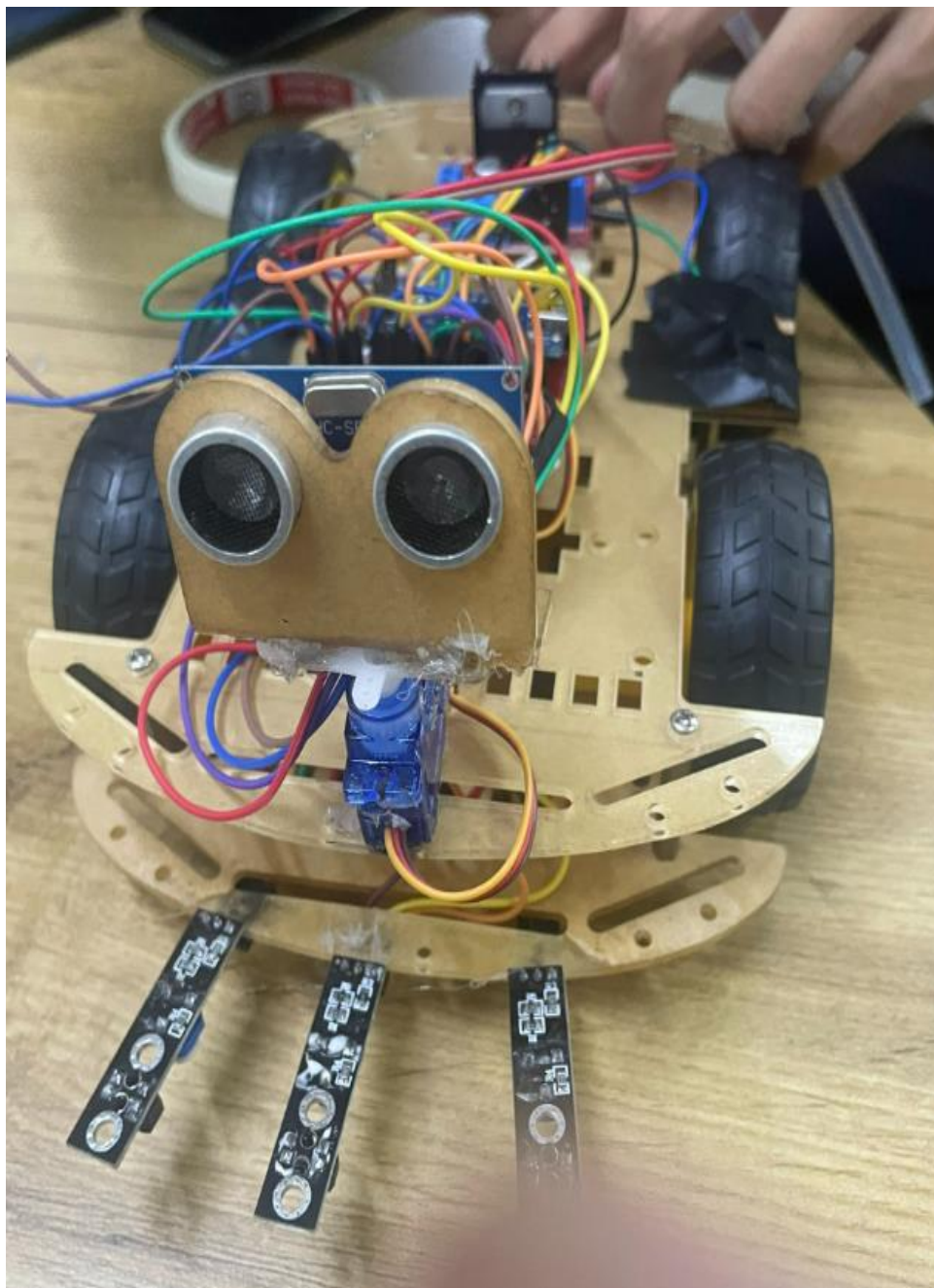


Hình 7: Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) là một phần mềm miễn phí được thiết kế đặc biệt để lập trình và nạp chương trình cho các board phát triển dựa trên nền tảng Arduino. Được phát triển

bởi Arduino.cc, IDE này là một công cụ phổ biến và mạnh mẽ cho các nhà phát triển, sinh viên và người tinkerer muốn tạo ra các dự án điện tử từ cơ bản đến phức tạp.^[5]

3. Kết quả:



Hình 4. Mô hình xe tự hành hoàn chỉnh

3.1. Xe chạy theo line

3.1.1. Mô tả thuật toán

```
#include <Servo.h>
#include <EEPROM.h>
Servo myservo;
int pos = 0;
#define trig 7
#define echo 4
#define BUTTON 0
int enbA=3;
int in1 = 5;
int in2 = 6;
int in3 = 9;
int in4 = 10;
int enbB=11;
int dongcoservo = 8;
int gioihan = 25;
int i;
int x = 0;
unsigned long thoigian;
int khoangcach;
int khoangcachtrai, khoangcachphai;
int maxspeed=30;
int mode;

const int L_S = 12;
const int S_S = 13;
const int R_S = 2;
int left_sensor_state;// biến lưu cảm biến hồng ngoại line
trái
int s_sensor_state; // biến lưu cảm biến hồng ngoại line
giữa
int right_sensor_state;// biến lưu cảm biến hồng ngoại line
phải
void distance();

class robot
{
```

```
public:
void forward_fast()
{
    analogWrite(enbA, 200);
    analogWrite(enbB, 200);
    digitalWrite(in1, 0);
    digitalWrite(in2, 1);
    digitalWrite(in3, 0);
    digitalWrite(in4, 1);
}

    void forward_slow()
{
    analogWrite(enbA, 140);
    analogWrite(enbB, 140);
    digitalWrite(in1, 0);
    digitalWrite(in2, 1);
    digitalWrite(in3, 0);
    digitalWrite(in4, 1);
}

void stop(){
    analogWrite(enbA, 0);
    analogWrite(enbB, 0);
    digitalWrite(in1, 0);
    digitalWrite(in2, 0);
    digitalWrite(in3, 0);
    digitalWrite(in4, 0);
}

void left()
{
    analogWrite(enbA, 255);
    analogWrite(enbB, 255);
    digitalWrite(in1, 0);
    digitalWrite(in2, 1);
    digitalWrite(in3, 1);
    digitalWrite(in4, 0);
}
```



```
}  
void right()  
{  
    analogWrite(enbA, 255);  
    analogWrite(enbB, 255);  
    digitalWrite(in1, 1);  
    digitalWrite(in2, 0);  
    digitalWrite(in3, 0);  
    digitalWrite(in4, 1);  
  
}  
  
void back()  
{  
    analogWrite(enbA, 200);  
    analogWrite(enbB, 200);  
    digitalWrite(in1, 1);  
    digitalWrite(in2, 0);  
    digitalWrite(in3, 1);  
    digitalWrite(in4, 0);  
}  
};  
  
class servo  
{  
    public:  
    void left()  
    {  
        myservo.write(150);           // tell servo to go to  
position in variable 'pos'  
        delay(1000);  
        distance();  
        myservo.write(90);           // tell servo to go to  
position in variable 'pos'  
    }  
    void right()  
    {
```

```
    myservo.write(30);                // tell servo to go to
position in variable 'pos'
    delay(1000);
    distance();
    myservo.write(90);                // tell servo to go to
position in variable 'pos'
}
void reset()
{
    myservo.write(90);
}
};

robot robot;
servo servo;

void setup() {
    myservo.attach(dongcoservo);
    pinMode(L_S, INPUT); // chân cảm biến khai báo là đầu vào
    pinMode(R_S, INPUT);
    pinMode(S_S, INPUT);
    pinMode(trig, OUTPUT);
    pinMode(echo, INPUT);
    pinMode(in1, OUTPUT);
    pinMode(in2, OUTPUT);
    pinMode(in3, OUTPUT);
    pinMode(in4, OUTPUT);
    pinMode(enbA, OUTPUT);
    pinMode(enbB, OUTPUT);
    pinMode(BUTTON, INPUT_PULLUP); // sử dụng điện trở kéo lên
cho chân số 2, ngắt 0
    digitalWrite(in1, LOW);
    digitalWrite(in2, LOW);
    digitalWrite(in3, LOW);
```

```
digitalWrite(in4, LOW);
digitalWrite(enbA, LOW);
digitalWrite(enbB, LOW);
// attachInterrupt(0, state_button, LOW); // gọi hàm tatled
liên tục khi còn nhấn nút
servo.reset();
delay(500);
Serial.begin(9600);
// EEPROM.begin(1);
mode = EEPROM.read(0);

}

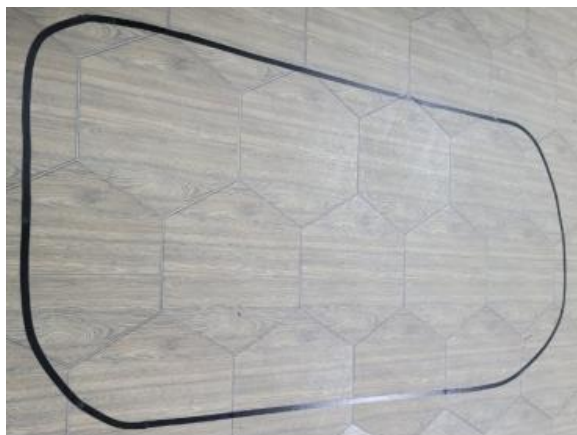
void loop(){
left_sensor_state = digitalRead(L_S);
s_sensor_state = digitalRead(S_S);
right_sensor_state = digitalRead(R_S);
if ((digitalRead(L_S) == 0) && (digitalRead(S_S) == 0) &&
(digitalRead(R_S) == 0)) {
    robot.forward_slow();
}
if ((digitalRead(L_S) == 0) && (digitalRead(S_S) == 1) &&
(digitalRead(R_S) == 0)) {
    robot.forward_slow();
}

if ((digitalRead(L_S) == 1) && (digitalRead(S_S) == 1) &&
(digitalRead(R_S) == 0)) {
    robot.left();
}
if ((digitalRead(L_S) == 1) && (digitalRead(S_S) == 0) &&
(digitalRead(R_S) == 0)) {
    robot.left();
}

if ((digitalRead(L_S) == 0) && (digitalRead(S_S) == 1) &&
(digitalRead(R_S) == 1)) {
```

```
robot.right();  
}  
if ((digitalRead(L_S) == 0) && (digitalRead(S_S) == 0) &&  
(digitalRead(R_S) == 1)) {  
    robot.right();  
}  
  
if ((digitalRead(L_S) == 1) && (digitalRead(S_S) == 1) &&  
(digitalRead(R_S) == 1)) {  
    robot.stop(); // stop  
}  
  
}
```

Sử dụng 2 biến để lưu trữ dữ liệu trả về của 2 cảm biến dò line. Giá trị trả về của các cảm biến sẽ thay đổi khi chúng nhận được line (trả về LOW nếu như chúng không nhận được line và trả về HIGH nếu như chúng nhận được line). Sau đó, sử dụng các biến được trả về để gọi các biến điều khiển xe.

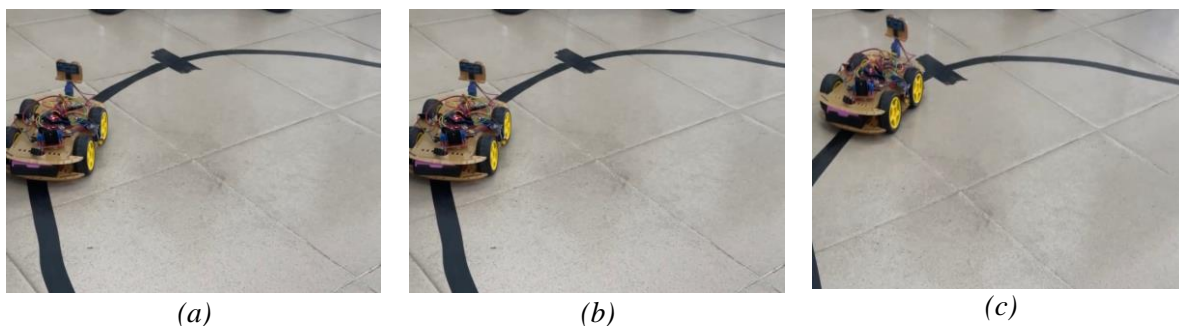


Bố trí line trên một mặt phẳng, line phải có màu nổi bật hơn so với màu nền, nên sử dụng line màu đen.

Hình 5. Mô phỏng line

3.1.2. Chuẩn bị

3.1.3. Ghi nhận kết quả



Hình 6. Xe xử lý chạy theo line (a): chạy theo đường thẳng; (b): chạy qua khúc cua; (c): tiếp tục chạy theo line

3.2. Xe chạy tránh vật cản

3.2.1. Mô tả thuật toán

```
Void loop(){
    khoangcach = 0;
    distance();
    Serial.println(khoangcach);
    if (khoangcach > gioihan || khoangcach == 0)
    {
        robot.forward_fast();
        Serial.println("Di toi");
    }
    else
    {
        robot.stop();delay(300);
        servo.left();
        distance();
        Serial.println(khoangcach);
        khoangcachtrai = khoangcach;
        servo.right();
        distance();
        Serial.println(khoangcach);
        khoangcachphai = khoangcach;
        if (khoangcachphai < 15 && khoangcachtrai < 15) {
            robot.back();delay(500);robot.stop();delay(500);
            Serial.println("Di lui");
        }
    }
}
```



```

    }
    else
    {
        if (khoangcachphai >= khoangcachtrai)
        {
            robot.back();delay(500);robot.stop();delay(400);
            robot.right();
            Serial.println("Di sang phai");
            delay(700);robot.stop();delay(300);
        }
        if (khoangcachphai < khoangcachtrai)
        { robot.back();delay(500);robot.stop();delay(300);
          robot.left();
          Serial.println("Di sang trai");
          delay(700);robot.stop();delay(300);
        }
    }
}

void distance()
{
    digitalWrite(trig, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(trig, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trig, LOW);
    thoigian = pulseIn(echo, HIGH);
    khoangcach = thoigian / 2 / 29.412;
}

```

Sử dụng một cảm biến siêu âm để tính toán khoảng cách đối với vật cản và lưu vào biến forward_distance. Xe sẽ chạy thẳng khi khoảng cách giữa xe và vật cản lớn hơn 20cm hoặc khoảng cách trả về bằng 0 (tức là không cảm nhận được vật cản). Nếu như giá trị trả về khác, tiếp tục sử dụng một servo quay sang trái và phải để đo khoảng cách với vật cản ở cả 2 hướng và để đưa ra lựa chọn đi lùi, đi sang trái hoặc đi sang phải.

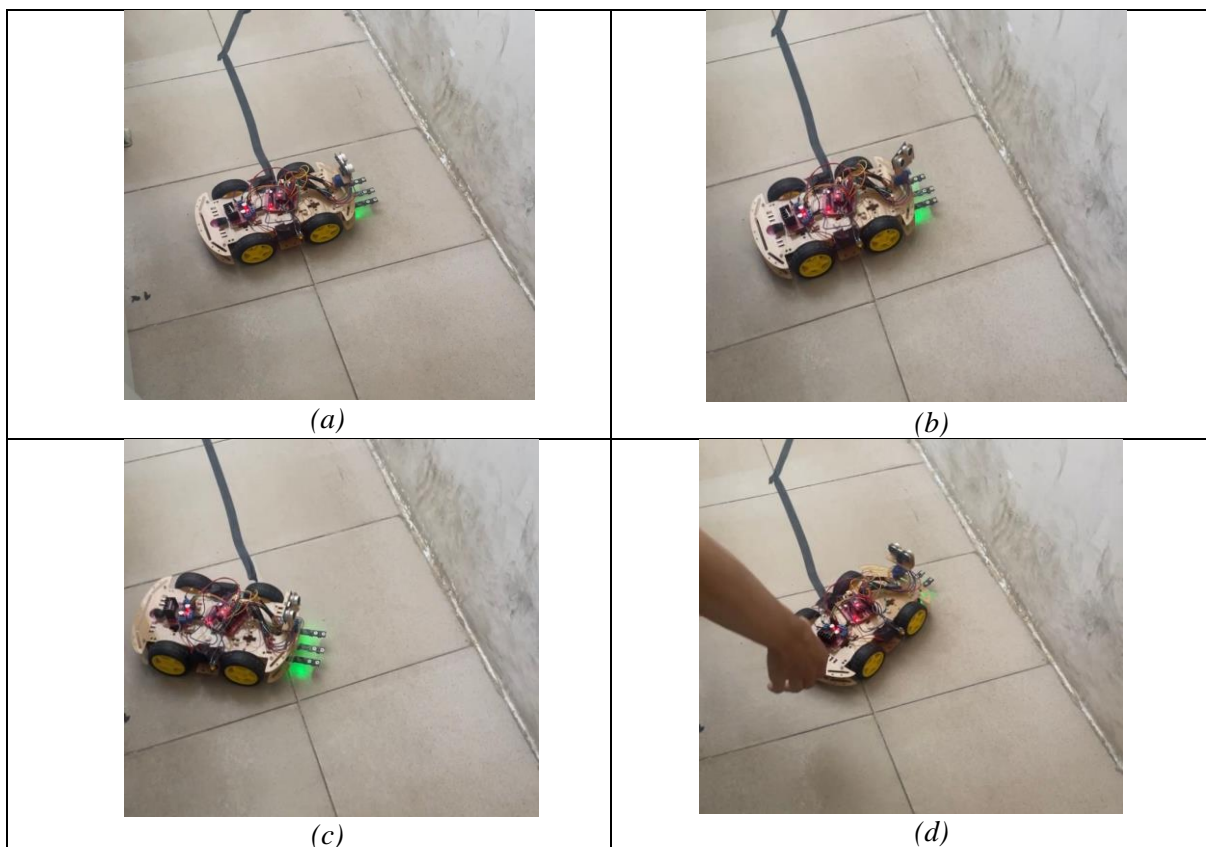
3.2.2. Chuẩn bị



Hình 7. Mô phỏng vật cản

Đặt vật cản nằm trên đường đi hoặc cầm vật cản đưa trước mặt xe, nên chọn vật cản vừa phải, không quá to, không quá nhỏ

3.2.3. Ghi nhận kết quả



Hình 8. Xe xử lý tránh vật cản (a): xe đang chạy; (b): xe phát hiện vật cản; (c): xe chạy vòng qua vật cản; (d): xe tiếp tục chạy

4. Kết luận

Sau khi lắp ráp và cài đặt, xe đã có thể nhận diện line và di chuyển theo một cách chính xác. Xe đã nhận diện được các vật cản và tự động tránh né hiệu quả. Mặc dù trong quá trình triển khai gặp rất nhiều khó khăn, tuy nhiên mức độ hoàn thiện của dự án vẫn đạt được như kỳ vọng của nhóm. H vọng phát triển: Nhóm dự định sẽ nâng cấp xe tự hành lên mức độ cao hơn bằng cách cải thiện thiết kế, thêm camera và nâng cấp code giúp xe nhận diện được biển báo và sử dụng thêm cảm biến khác như cảm biến nhiệt độ và độ ẩm để có thể ứng dụng trong thực tế và vận hành linh hoạt trong các điều kiện môi trường khác nhau.

Contribution form

Group members

1. Nguyễn Đình Liệu
2. Nguyễn Anh Dũng
3. Phạm Quốc Vương
4. Phún Khoán Vô

Member contributions

Full in Name	Tasks	Quality of work (1-5)	Timeline ss (1-5)	Collaboration	Note
Nguyễn Đình Liệu	Phản Cứng, Viết Báo Cáo	5	5		
Nguyễn Anh Dũng	Phản mềm, Viết Báo Cáo	5	5		
Phạm Quốc Vương	Phản cứng, Viết Báo Cáo	5	5		
Phún Khoán Vô	Phản mềm, Viết Báo Cáo	5	5		

HCM city, date: 15/05/2024

Nguyễn Đình Liệu

Nguyễn Anh Dũng

Phạm Quốc Vương

Phún Khoán Vô

