

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI  
VIỆN CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG

————— \* —————

# BÀI TẬP LỚN

HỆ NHÚNG

## ĐỀ TÀI ROBOT DÒ ĐƯỜNG

**Sinh viên thực hiện**

Nguyễn Trọng Hải

Phạm Minh Hiệp

Trần Đức Ngọc

**Mã sinh viên**

20183730

20183738

20183806

Lớp

: **Kỹ thuật máy tính – Khóa 63**

Giảng viên hướng dẫn

: TS. Ngô Lam Trung

*Hà Nội, tháng 9 năm 2021*

# MỤC LỤC

<b>DANH SÁCH HÌNH ẢNH.....</b>	<b>4</b>
<b>DANH SÁCH BẢNG BIỂU .....</b>	<b>4</b>
<b>CHƯƠNG 1. MÔ TẢ ĐỀ TÀI.....</b>	<b>5</b>
<b>I. Mô tả bài toán.....</b>	<b>5</b>
1. Kết quả cần đạt được .....	5
2. Các yêu cầu cần đạt được.....	5
<b>II. Phân công công việc.....</b>	<b>5</b>
<b>III. Thành viên nhóm.....</b>	<b>6</b>
<b>CHƯƠNG 2. MÔ TẢ HỆ THỐNG .....</b>	<b>7</b>
<b>I. Mô hình hóa hệ thống .....</b>	<b>7</b>
1. Vi xử lý Arduino UNO R3 .....	7
2. Module điều khiển L298N .....	7
3. Cảm biến dò line 4 đèn LED (HW-096-A).....	8
4. Cơ cấu chấp hành .....	9
5. Nguồn + pin.....	9
6. Các thành phần khác.....	10
<b>II. Nguyên lý hoạt động .....</b>	<b>11</b>
1. Sơ đồ đấu nối mạch .....	11
2. Hoạt động của cảm biến hồng ngoại IR .....	11
3. Cách thức hoạt động.....	12
4. Bảng thiết kế chi tiết các đấu nối .....	12
<b>CHƯƠNG 3. PHẦN MỀM NHÚNG .....</b>	<b>14</b>

<b>I. Các hàm điều khiển động cơ .....</b>	<b>14</b>
1. Hàm forward() .....	14
2. Hàm backward() .....	14
3. Hàm turn_right().....	15
4. Hàm turn_left().....	15
5. Hàm process_white_line().....	15
<b>II. Các trường hợp điều khiển .....</b>	<b>16</b>
1. Đọc tín hiệu từ cảm biến hồng ngoại .....	16
2. Trường hợp đi thẳng.....	16
3. Trường hợp lệch trái.....	16
4. Trường hợp lệch phải .....	16
5. Trường hợp ngoại lệ .....	16
6. Các trường hợp khác .....	17
<b>CHƯƠNG 4. KẾT QUẢ THỰC HIỆN.....</b>	<b>18</b>
<b>I. Kết quả demo .....</b>	<b>18</b>
1. Xe sau khi hoàn thiện .....	18
2. Video demo .....	19
<b>CHƯƠNG 5. KẾT LUẬN.....</b>	<b>20</b>
<b>I. Khó khăn và bài học.....</b>	<b>20</b>
<b>II. Kết luận.....</b>	<b>20</b>
<b>III. Hướng phát triển.....</b>	<b>20</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</b>	<b>21</b>

## DANH SÁCH HÌNH ẢNH

<i>Hình 1: Vi xử lý UNO R3 và dây nối USB .....</i>	<i>7</i>
<i>Hình 2: Module điều khiển động cơ L298N.....</i>	<i>8</i>
<i>Hình 3: Cảm biến dò line 4 LED (HW-096-A) .....</i>	<i>9</i>
<i>Hình 4: Hình ảnh 2 cặp motor, servo và bánh xe .....</i>	<i>9</i>
<i>Hình 5: Sạc dự phòng, 4 viên pin và đế 4 pin .....</i>	<i>10</i>
<i>Hình 6: Sơ đồ đấu nối mạch (chưa thể hiện sạc dự phòng nối ngoài) .....</i>	<i>11</i>
<i>Hình 7: Nguyên lý hoạt động của cảm biến hồng ngoại.....</i>	<i>12</i>
<i>Hình 8: Hình ảnh xe của Phạm Minh Hiệp và Trần Đức Ngọc .....</i>	<i>18</i>
<i>Hình 9: Hình ảnh xe của Nguyễn Trọng Hải .....</i>	<i>18</i>

## DANH SÁCH BẢNG BIỂU

<i>Bảng 1: Bảng đấu nối điều khiển động cơ.....</i>	<i>12</i>
<i>Bảng 2: Bảng đấu nối Module cảm biến hồng ngoại .....</i>	<i>12</i>
<i>Bảng 3: Bảng đấu nối nguồn điện cho xe .....</i>	<i>13</i>

# CHƯƠNG 1. MÔ TẢ ĐỀ TÀI

## I. Mô tả bài toán

### 1. Kết quả cần đạt được

Hoàn thiện một sản phẩm robo dò đường theo một bản đồ có sẵn.

### 2. Các yêu cầu cần đạt được

Xe di chuyển ổn định, chạy mượt, hạn chế tắc lư, ít đánh võng.

Di chuyển theo đúng bản đồ có sẵn, không được văng ra ngoài đường.

Di chuyển với tốc độ đảm bảo hoàn thành bản đồ trong thời gian cho phép.

## II. Phân công công việc

Nhiệm vụ	Người tham gia
Tìm hiểu, xây dựng sơ đồ mạch	Nguyễn Trọng Hải
Xử lý tín hiệu nhận được từ cảm biến	Phạm Minh Hiệp
Module điều khiển động cơ L298N	Trần Đức Ngọc
Mua và lắp xe (chiếc thứ nhất)	Phạm Minh Hiệp Trần Đức Ngọc
Mua và lắp xe (chiếc thứ hai)	Nguyễn Trọng Hải
Phát triển phần mềm điều khiển	Nguyễn Trọng Hải Phạm Minh Hiệp Trần Đức Ngọc
Demo + Quay video	Nguyễn Trọng Hải Phạm Minh Hiệp Trần Đức Ngọc
Làm Báo cáo	Nguyễn Trọng Hải Phạm Minh Hiệp
Làm Slide	Trần Đức Ngọc

**III. Thành viên nhóm**

Họ và tên	MSSV	Email
Nguyễn Trọng Hải	20183730	<a href="mailto:hai.nt183730@sis.hust.edu.vn">hai.nt183730@sis.hust.edu.vn</a>
Phạm Minh Hiệp	20183738	<a href="mailto:hiiep.pm183738@sis.hust.edu.vn">hiiep.pm183738@sis.hust.edu.vn</a>
Trần Đức Ngọc	20183806	<a href="mailto:ngoc.td183806@sis.hust.edu.vn">ngoc.td183806@sis.hust.edu.vn</a>

## CHƯƠNG 2. MÔ TẢ HỆ THỐNG

### I. Mô hình hóa hệ thống

Hệ thống gồm 5 thành phần chính:

- + Vi xử lý Arduino Uno R3
- + Module điều khiển L298N
- + Các cảm biến dò line 4 đèn led (HW-096-A)
- + Cơ cấu chấp hành
- + Nguồn điện

#### 1. Vi xử lý Arduino UNO R3

Arduino UNO R3 là một vi xử lý phổ biến và dễ sử dụng. Nhiệm vụ chính trong robot dò đường là nơi nhận tín hiệu từ cảm biến, xử lý tín hiệu theo code đã nạp sẵn (nơi chứa code), gửi tín hiệu ra cho module L298N điều khiển động cơ.



Hình 1: Vi xử lý UNO R3 và dây nối USB

#### 2. Module điều khiển L298N

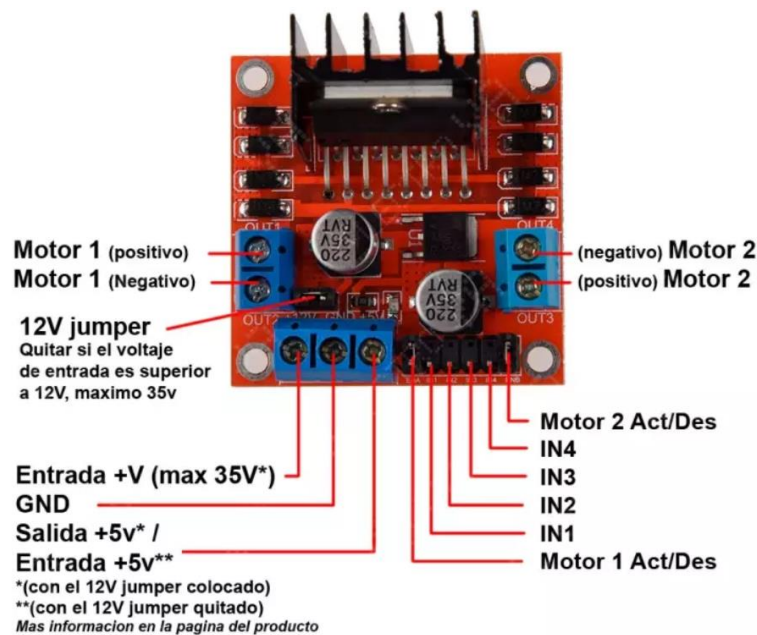
Module có 2 chân điện áp dương (một chân 12V và một chân 5V), ở giữa 2 chân điện áp dương là chân nối đất (GND). Chân 12V sẽ được nối với nguồn pin, chân 5V có thể nối với chân 5V của Arduino nếu nguồn pin đủ mạch (sẽ cấp nguồn cho cả Arduino hoạt động).

Các chân IN1, IN2 là nơi nhận tín hiệu cao (HIGH) hoặc thấp (LOW) để điều khiển motor1.

Các chân IN3, IN4 là nơi nhận tín hiệu cao (HIGH) hoặc thấp (LOW) để điều khiển motor2.

Module có 2 motor để điều khiển động cơ. Mỗi motor có 2 cực, chỉ cần đổi chiều dòng điện đi qua 2 cực này là động cơ sẽ đảo chiều. Một cách khác là có thể thay đổi LOGIC các chân tín hiệu IN1, IN2, IN3, IN4 tương ứng để xe chạy theo chiều mong muốn.

2 chân ENA và ENB nối tương ứng với 2 chân của Arduino để cho phép chuyển tín hiệu vào các chân IN1, IN2, IN3, IN4.



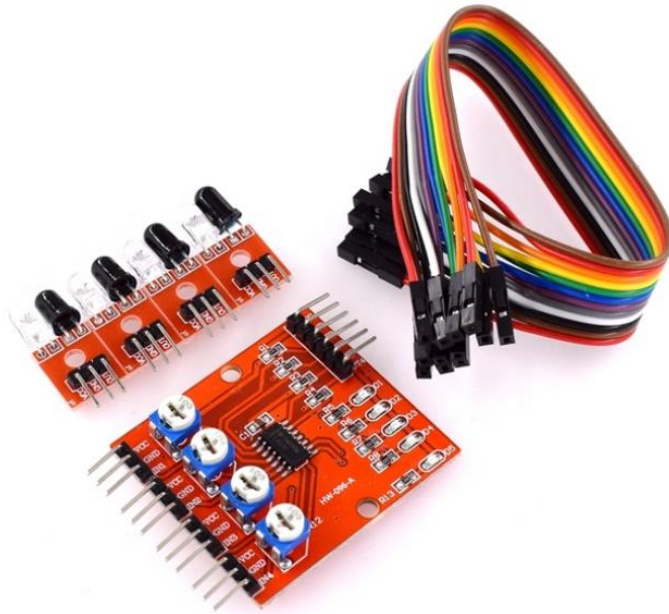
Hình 2: Module điều khiển động cơ L298N

### 3. Cảm biến dò line 4 đèn LED (HW-096-A)

4 chiếc đèn LED hồng ngoại (IR) riêng biệt, mỗi chiếc LED đều có biến trở điều chỉnh độ nhạy riêng. Một LED có một chân tín hiệu, một chân điện áp và một chân nối đất.

4 chiếc đèn LED được nối chung với một mạch so sánh để biết được trạng thái hiện tại của đèn hồng ngoại. Mạch này có thành phần 6 chân gồm 1 chân điện áp, 1 chân nối đất và 4 chân nối với Arduino để gửi tín hiệu về Arduino.





Hình 3: Cảm biến dò line 4 LED (HW-096-A)

#### 4. Cơ cấu chấp hành

Một bộ ba motor, servo và bánh xe sẽ được nối với một cặp cực motor của module điều khiển L298N.



Hình 4: Hình ảnh 2 cặp motor, servo và bánh xe

#### 5. Nguồn + pin

Sạc dự phòng được dùng để cấp nguồn trực tiếp cho Arduino UNO R3 và cả cảm biến hồng ngoại 4 LED (HW-096-A).

Pin được dùng để cấp nguồn cho module L298N và cơ cấu chấp hành hoạt động.



Hình 5: Sạc dự phòng, 4 viên pin và đế 4 pin

## 6. Các thành phần khác

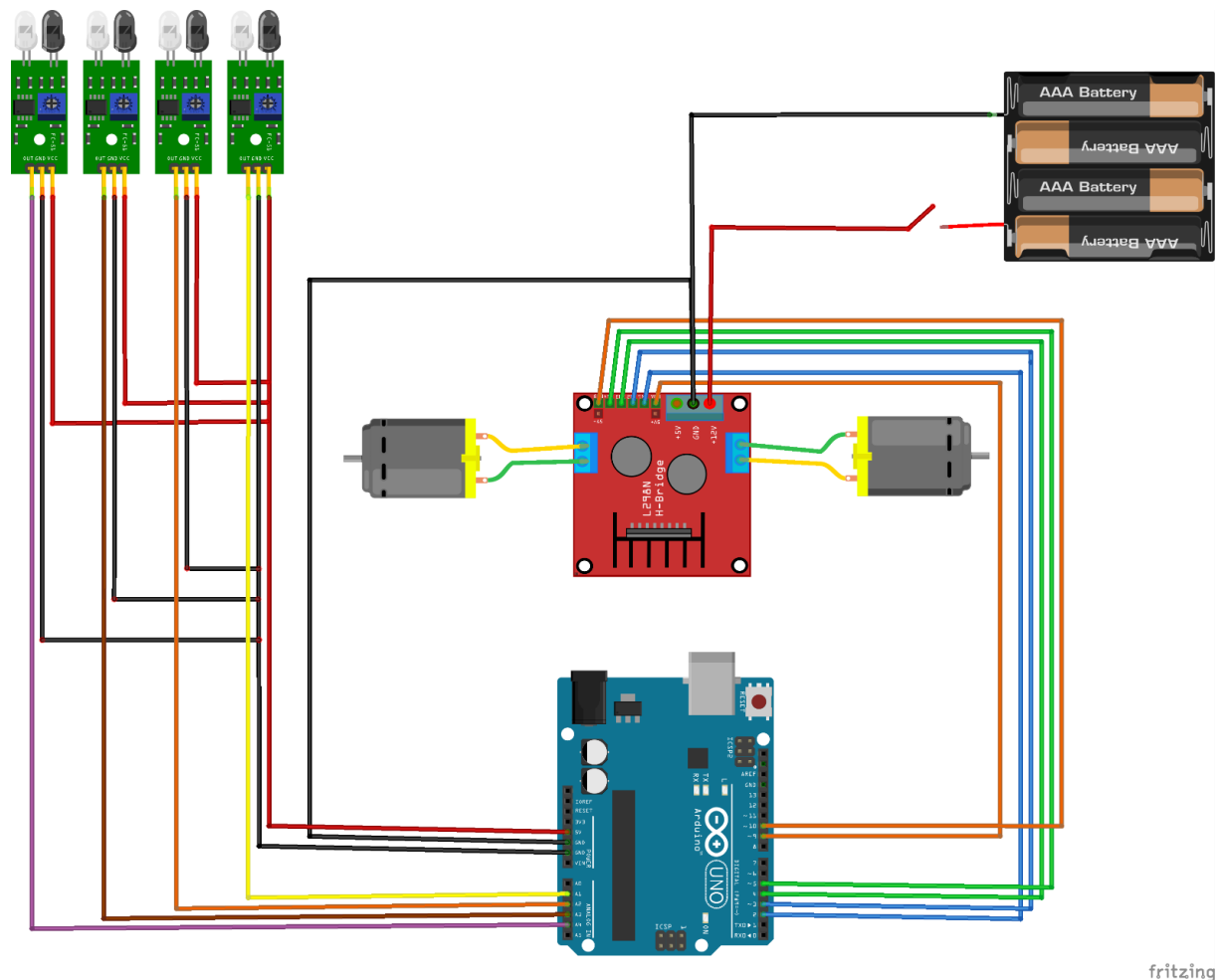
Board để gắn cố định các thành phần lên trên.

Dây nối để kết nối các thành phần trên với nhau.

Một bánh phụ để thăng bằng và điều hướng xe.

## II. Nguyên lý hoạt động

### 1. Sơ đồ đấu nối mạch



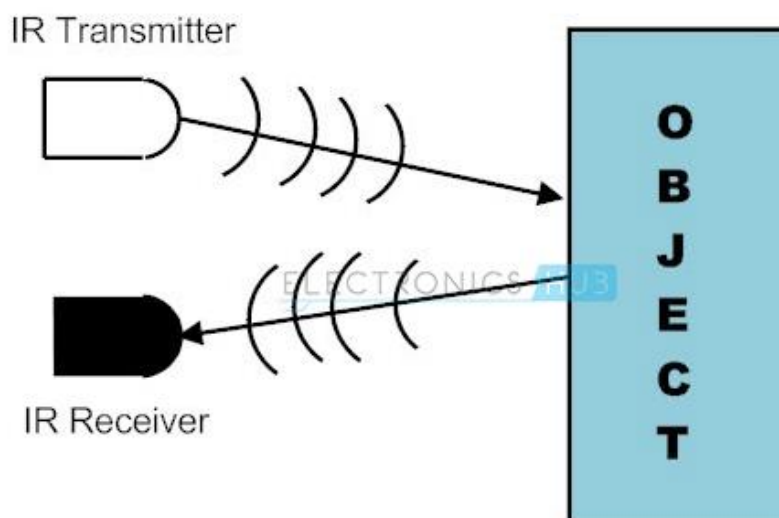
Hình 6: Sơ đồ đấu nối mạch (chưa thể hiện sạc dự phòng nối ngoài)

### 2. Hoạt động của cảm biến hồng ngoại IR

Cảm biến hồng ngoại dựa trên nguyên lý hấp thụ của sóng hồng ngoại. Cảm biến gồm một cặp đèn thu và phát tín hiệu hồng ngoại.

Khi tín hiệu hồng ngoại gặp vật thể hấp thụ tốt (line đen) thì tín hiệu sẽ bị hấp thụ và trả về giá trị thấp (LOW) (mức logic 0).

Khi tín hiệu hồng ngoại gặp vật thể hấp thụ ít (line trắng) thì tín hiệu sẽ mang giá trị lớn hơn và trả về giá trị cao (HIGH) (mức logic 1).



Hình 7: Nguyên lý hoạt động của cảm biến hồng ngoại

### 3. Cách thức hoạt động

Tín hiệu từ cảm biến hồng ngoại sẽ được xử lý liên tục và gửi về 4 chân tương ứng của Arduino. Arduino nhận tín hiệu, căn cứ vào code đã nạp sẵn sẽ đưa ra các mức điện áp tương ứng với các chân IN1, IN2, IN3, IN4 của module điều khiển L298N với tốc độ xung PWM được đặt ở 2 chân ENA và ENB tương ứng. Cơ cấu chấp hành gồm bộ ba motor, servo và bánh xe sẽ quay theo chiều dòng điện đi qua 2 cặp cực của motor trên L298N.

### 4. Bảng thiết kế chi tiết các đầu nối

Bảng 1: Bảng đầu nối điều khiển động cơ

Động cơ	L298N	Arduino	L298N
Phải	Out 1	2	In 1
Phải	Out 2	3	In 2
Trái	Out 3	4	In 3
Trái	Out 4	5	In 4
		10	ENA
		11	ENB

Bảng 2: Bảng đầu nối Module cảm biến hồng ngoại

Cảm biến hồng ngoại	Arduino
---------------------	---------

S1	A1
S2	A2
S3	A3
S4	A4
Vcc	3.3V
GND	GND

**Bảng 3: Bảng đấu nối nguồn điện cho xe**

Arduino	L298N	Pin
	12V	Vcc
GND	GND	GND
Vin		5V

## CHƯƠNG 3. PHẦN MỀM NHÚNG

### *\*Phần mềm code cho Arduino UNO R3*

Thực tế nhóm chỉ dùng 3 đèn, tương ứng với 3 chân tín hiệu như sau:

sensor2	A0
sensor3	A1
sensor4	A2

## I. Các hàm điều khiển động cơ

### 1. Hàm forward()

```
void forward() {
    analogWrite(ENA, 80);
    analogWrite(ENB, 80);
    digitalWrite(inA1, LOW);
    digitalWrite(inA2, HIGH);
    digitalWrite(inB1, LOW);
    digitalWrite(inB2, HIGH);
}
```

Hàm **forward()** đi tiến thực hiện bằng cách set module L298N hai chân in2(inA2) và in4(inB2) giá trị HIGH còn hai chân in1(inA1) và in3(inB1) giá trị LOW.

Xe được set up tốc độ bằng cách cấp xung có giá trị  $80/255 = 31\%$  để xe chạy vừa phải không bị nhanh quá.

### 2. Hàm backward()

```
void backward() {
    analogWrite(ENA, 80);
    analogWrite(ENB, 80);
    digitalWrite(inA1, HIGH);
    digitalWrite(inA2, LOW);
    digitalWrite(inB1, HIGH);
    digitalWrite(inB2, LOW);
}
```

Hàm **backward()** đi lùi thực hiện bằng cách set module L298N hai chân in1(inA1) và in3(inB1) giá trị HIGH còn hai chân in2(inA2) và in4(inB2) giá trị LOW.

Xe được set up tốc độ bằng cách cấp xung có giá trị  $80/255 = 31\%$  để xe chạy vừa phải không bị nhanh quá.

### 3. Hàm `turn_right()`

```
void turn_right() {  
    analogWrite(ENA, 80);  
    analogWrite(ENB, 80);  
    digitalWrite(inA1, LOW);  
    digitalWrite(inA2, HIGH);  
    digitalWrite(inB1, LOW);  
    digitalWrite(inB2, LOW);  
}
```

Hàm `turn_right()` rẽ phải thực hiện bằng cách set module L298N chân in2(inA2) giá trị HIGH còn ba chân in1(inA1), in3(inB1) và in4(inB2) giá trị LOW.

Xe được set up tốc độ bằng cách cấp xung có giá trị  $80/255 = 31\%$  để xe chạy vừa phải không bị nhanh quá.

### 4. Hàm `turn_left()`

```
void turn_left() {  
    analogWrite(ENA, 80);  
    analogWrite(ENB, 80);  
    digitalWrite(inA1, LOW);  
    digitalWrite(inA2, LOW);  
    digitalWrite(inB1, LOW);  
    digitalWrite(inB2, HIGH);  
}
```

Hàm `turn_left()` rẽ trái thực hiện bằng cách set module L298N chân in4(inB2) giá trị HIGH còn ba chân in1(inA1), in2(inA2) và in3(inB1) giá trị LOW.

Xe được set up tốc độ bằng cách cấp xung có giá trị  $80/255 = 31\%$  để xe chạy vừa phải không bị nhanh quá.

### 5. Hàm `process_white_line()`

```
void process_white_line() {  
    analogWrite(ENA, 80);  
    analogWrite(ENB, 80);  
    digitalWrite(inA1, LOW);  
    digitalWrite(inA2, LOW);  
    digitalWrite(inB1, LOW);  
    digitalWrite(inB2, LOW);  
}
```

Hàm `process_white_line()` thực hiện bằng cách set module L298N tất cả các chân in1(inA1), in2(inA2), in3(inB1) và in4(inB2) giá trị LOW để xe dừng lại.

## II. Các trường hợp điều khiển

### 1. Đọc tín hiệu từ cảm biến hồng ngoại

```
// 1: black line
// 0: white line
x2 = digitalRead(sensor2);
x3 = digitalRead(sensor3);
x4 = digitalRead(sensor4);
```

Các biến  $x2$ ,  $x3$ ,  $x4$  được sử dụng để đọc từ các cảm biến *sensor2*, *sensor3*, *sensor4* tương ứng với các đèn LED *S2*, *S3*, *S4*.

### 2. Trường hợp đi thẳng

```
// forward
if((x2 == 1 && x3 == 0 && x4 == 1) || (x2 == 1 && x3 == 1 && x4 == 1)){
    forward();
}
```

Khi xe ở các trạng thái chính giữa line đen ( $x2 = 1$ ,  $x3 = 0$ ,  $x4 = 1$ ) và không nhìn thấy một line đen nào cả ( $x2 = 1$ ,  $x3 = 1$ ,  $x4 = 1$ ) thì sẽ đi thẳng bằng hàm *forward()*.

### 3. Trường hợp lệch trái

```
// left deviation
else if((x2 == 1 && x3 == 0 && x4 == 0) || (x2 == 1 && x3 == 1 && x4 == 0)){
    turn_right();
}
```

Khi xe ở các trạng thái lệch trái line đen ( $x2 = 1$ ,  $x3 = 0$ ,  $x4 = 0$ ) ( $x2 = 1$ ,  $x3 = 1$ ,  $x4 = 0$ ) thì sẽ rẽ phải bằng hàm *turn\_right()*.

### 4. Trường hợp lệch phải

```
// right deviation
else if((x2 == 0 && x3 == 0 && x4 == 1) || (x2 == 0 && x3 == 1 && x4 == 1)){
    turn_left();
}
```

Khi xe ở các trạng thái lệch phải line đen ( $x2 = 0$ ,  $x3 = 0$ ,  $x4 = 1$ ) ( $x2 = 0$ ,  $x3 = 1$ ,  $x4 = 1$ ) thì sẽ rẽ trái bằng hàm *turn\_left()*.

### 5. Trường hợp ngoại lệ

```
// exception
else if (x2 == 0 && x3 == 0 && x4 == 0) {
    process_white_line();
}
```



Khi xe ở các trạng thái 3 đèn đều nhận line đen ( $x2 = 0$ ,  $x3 = 0$ ,  $x4 = 0$ ) sẽ dừng lại bằng hàm *process\_white\_line()*.

## 6. Các trường hợp khác

```
// other case
else{
    forward();
}
```

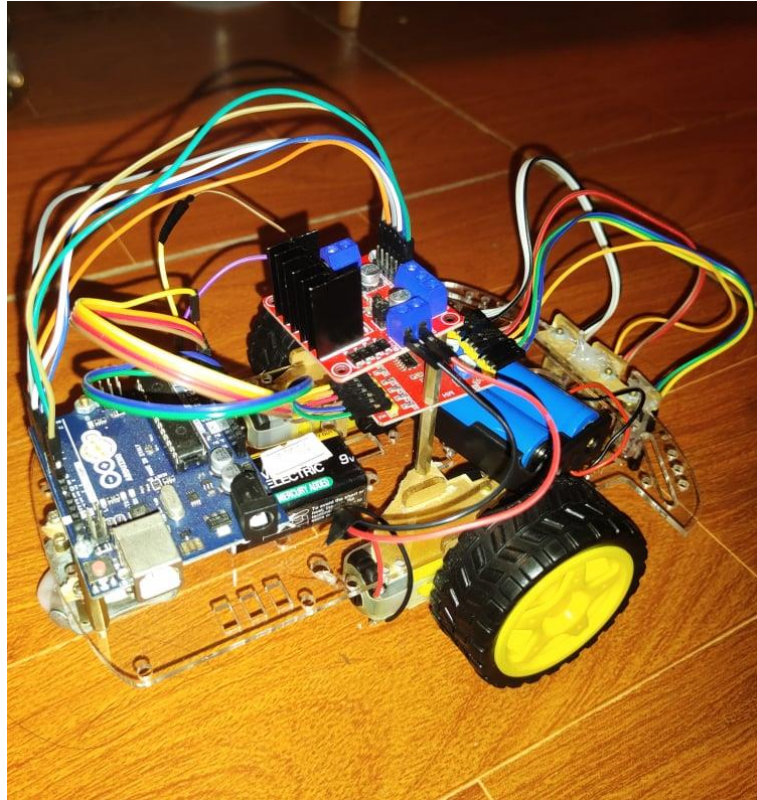
Khi xe rơi vào csac trạng thái khác thì rất khó xảy ra, nếu có xảy ra thì xe vẫn đi thẳng bằng hàm *forward()*.

## CHƯƠNG 4. KẾT QUẢ THỰC HIỆN

### I. Kết quả demo

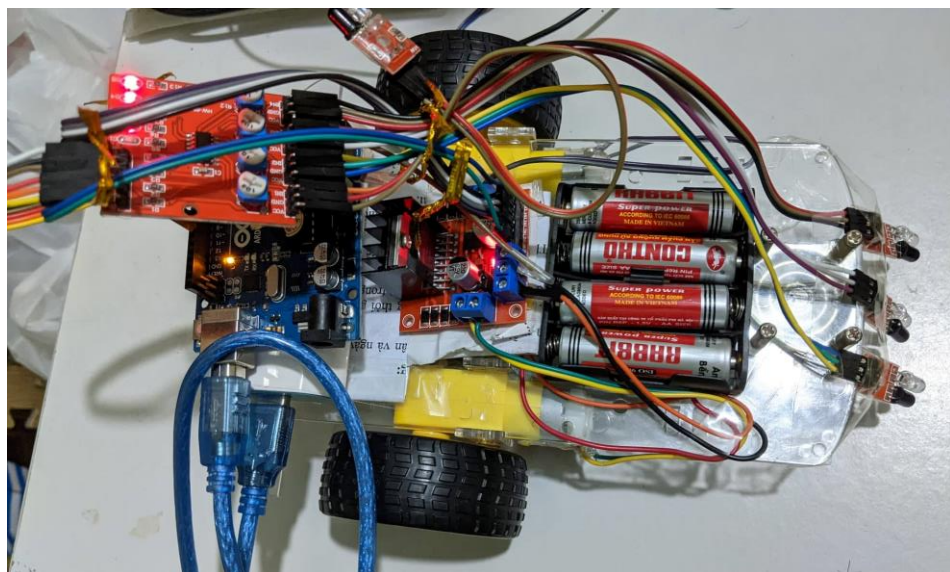
#### 1. Xe sau khi hoàn thiện

##### 1.1 Hình ảnh xe thứ nhất



Hình 8: Hình ảnh xe của Phạm Minh Hiệp và Trần Đức Ngọc

##### 1.2 Hình ảnh xe thứ hai



Hình 9: Hình ảnh xe của Nguyễn Trọng Hải

## **2. Video demo**

### **2.1 Demo xe của Phạm Minh Hiệp và Trần Đức Ngọc**

**<https://drive.google.com/file/d/1CBwWcN1TsEjVeaypbL5jUY6BMjoHRS3c/view?usp=sharing>**

### **2.2 Demo xe của Nguyễn Trọng Hải**

**<https://drive.google.com/file/d/1Js6VcVKPxPSLO-8s8pgfTPckfCs7Ix2h/view?usp=sharing>**

## CHƯƠNG 5. KẾT LUẬN

### I. Khó khăn và bài học

Do dịch bệnh Covid-19 vẫn đang diễn ra hết sức phức tạp nên việc gặp mặt trực tiếp các thành viên là rất khó khăn (chỉ được khoảng 2, 3 lần) nên hầu hết những buổi trao đổi đều diễn ra Online thông qua mạng xã hội Facebook và phần mềm MS Teams. May mắn là đã chuẩn bị, mua đồ từ trước và gửi cho các bạn vẫn đang ở Hà Nội.

Dịch bệnh ngày càng phức tạp nên vấn đề về nguồn pin không được đảm bảo, đến ngày demo thì pin đã khá yếu. Nguồn pin không thay đổi được để đáp ứng dòng cao và ổn định hơn.

Cảm biến bị hỏng, không nhạy nên chỉ dùng được 3 trong 4 LED. Các motor quay không đều khi đặt tần số xung PWM bằng nhau nên xe di chuyển không quá mượt mà.

### II. Kết luận

Xe chạy tương đối ổn định, tuy nhiên vẫn có xảy ra việc đi lệch đường nếu di chuyển qua đoạn có line trắng ở giữa 2 line đen nhưng tỉ lệ không nhiều.

Tốc độ xe trung bình, không quá nhanh do cảm biến không nhạy và nguồn cấp không đủ đáp ứng tốc độ cao.

### III. Hướng phát triển

Đã thử thuật toán PID nhưng chưa đủ nhiều để điều chỉnh các tham số đến mức hợp lý, tương lai nhóm sẽ áp dụng thuật toán PID để thay cho những câu lệnh if-else thông thường.

Tích hợp thêm các cảm biến khác như cảm biến khoảng cách để tránh vật cản, các cảm biến không khí để đo chất lượng không khí.

Điều khiển xe từ xa bằng các thiết bị thông minh như Smartphone thông qua Bluetooth.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Bài giảng học phần Hệ nhúng – TS. Ngô Lam Trung.

[2] Hoạt động của L298:

[https://www.youtube.com/watch?v=PECsADORR\\_g](https://www.youtube.com/watch?v=PECsADORR_g)

[3] Cơ chế băm xung PWM:

<https://www.youtube.com/watch?v=3s9a70Ff7to&t=536s>

[4] Sơ đồ tham khảo:

<http://arduino.vn/bai-viet/995-phan-4-tiep-noi-du-robot-do-line>