

ĐIỀU KHIỂN ROBOT DÒ ĐƯỜNG THEO VẠCH VỚI BỘ ĐIỀU KHIỂN PID CONTROL LINE FOLLOWING ROBOT WITH PID CONTROL

Trần Đức Quân

Khoa Điện - Đại học Kỹ thuật Công nghiệp

TÓM TẮT

Robot tự hành là một loại xe robot có khả năng tự dịch chuyển, tự vận động (có thể lập trình lại được) dưới sự điều khiển tự động có khả năng hoàn thành công việc được giao. Robot dò đường theo vạch là một loại robot tự hành. Một vấn đề rất được quan tâm khi thiết kế robot là điều khiển làm sao cho robot có thể đi theo một quỹ đạo mong muốn. Bản báo cáo này trình bày phương pháp giải quyết vấn đề đó với bộ điều khiển PID sử dụng Arduino.

ABSTRACT

Self-propelled robot is a robotic vehicle capability of self-moving, self-movement (programmable) under automatic control is able to complete assigned work. The line following robot is a Self-propelled robot. A matter of great interest when designing the robot is driven to do so that the robot can follow a desired orbit. In theory, that problem is resolved with a PID controller.

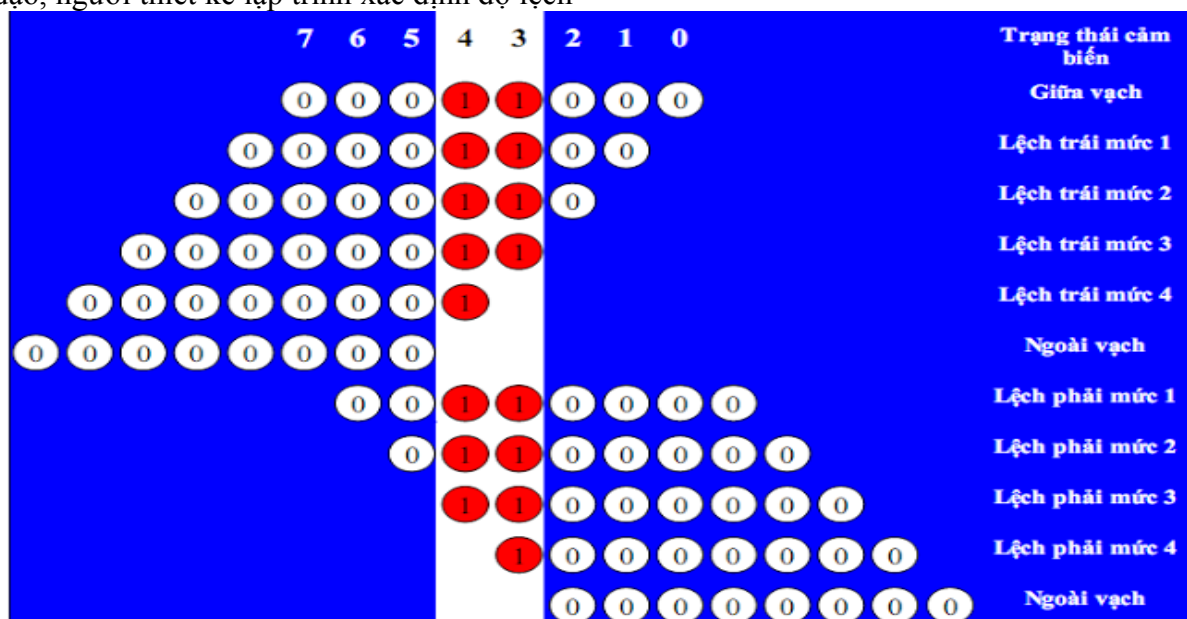
Key word: line following robot, mobile robot, control mobile robot with PID.

1. Mở đầu

Robot tự hành là một thành phần có vai trò quan trọng trong ngành Robot học. Cùng với sự phát triển mạnh mẽ của các hệ thống tự động hóa, robot tự hành ngày một được hoàn thiện và càng cho thấy lợi ích của nó trong công nghiệp và sinh hoạt. Một vấn đề rất được quan tâm khi nghiên cứu về robot tự hành là làm thế nào để robot tự động đi theo một quỹ đạo đã định.

Để điều khiển điều khiển robot theo quỹ đạo, người thiết kế lập trình xác định độ lệch

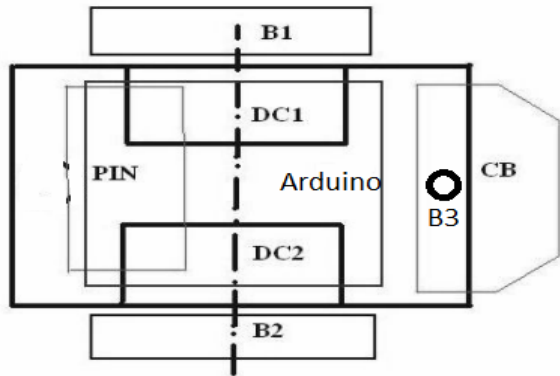
tương đối giữa quỹ đạo của robot và quỹ đạo mong muốn, sau đó so sánh độ lệch đó thành các mức và điều khiển lái robot quay về quỹ đạo như hình 1. Phương pháp này có ưu điểm đơn giản nhưng robot chạy không ổn định, lúc rất nhanh, lúc lại chậm, tính ổn định phụ thuộc nhiều vào động cơ và kết cấu cơ khí của robot. Trong nghiên cứu này tập trung vào khắc phục nhược điểm đó bằng cách áp dụng bộ điều khiển PID điều khiển vị trí robot.



Hình 1: Điều khiển vị trí robot theo mức

2. Phương pháp điều khiển robot theo quỹ đạo với bộ điều khiển PID

2.1. Cấu tạo của robot



Hình 2: Các thành phần của robot

B1, B2, B3: 3 bánh xe của robot, B3 là bánh tự lựa hướng của robot.

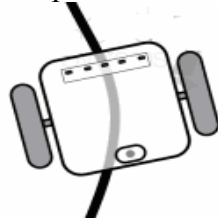
DC1: Động cơ gắn bánh xe bên trái B1.

DC2: Động cơ gắn bánh xe bên phải B2.

CB: Khối cảm biến nhận biết quỹ đạo xe.

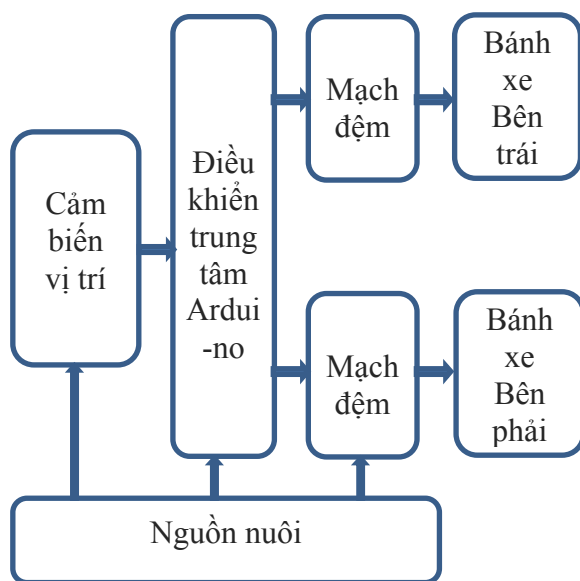
Arduino: Điều khiển trung tâm của robot.

Pin: Nguồn cấp cho robot hoạt động.



Hình 3: Robot bám theo quỹ đạo

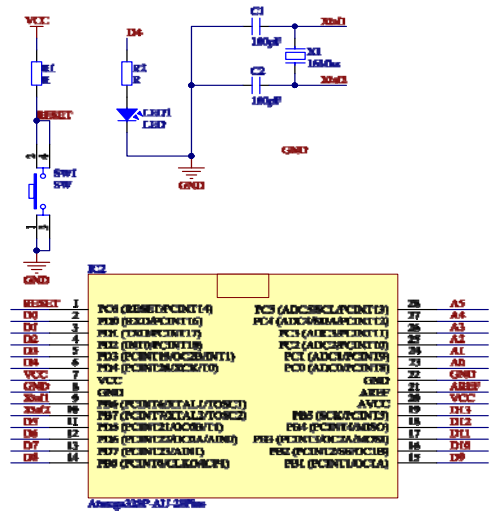
2.1.1. Sơ đồ khối



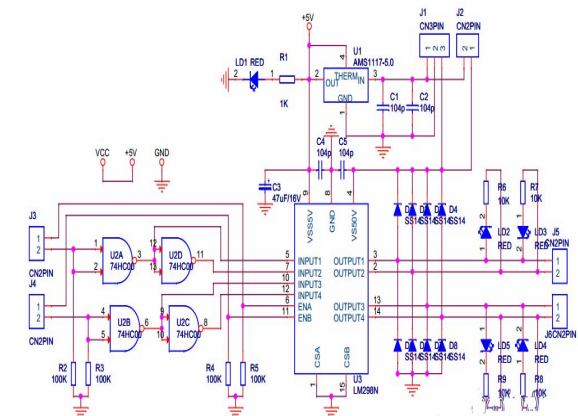
Hình 4: Sơ đồ khối robot

2.1.2. Sơ đồ nguyên lý các khối

- Khối điều khiển trung tâm

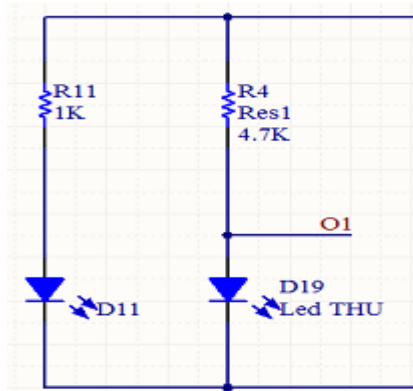


Hình 5: Sơ đồ mạch Arduino
Khối mạch đệm



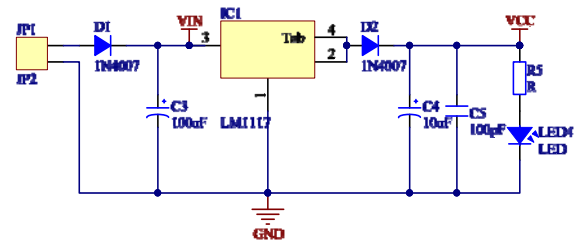
Hình 6: Sơ đồ mạch đệm

Khối cảm biến: Khối cảm biến gồm 8 cặp thu phát hồng ngoại. Khi led phát chiếu xuống sàn (màu trắng) và vạch (màu đen) thì lượng ánh sáng hồng ngoại phản xạ lại và led thu thu được khác nhau nên giá trị V_{out} khác nhau.



Hình 7: Sơ đồ mạch cảm biến

Khối nguồn nuôi



Hình 8: Sơ đồ mạch nguồn nuôi

2.2. Bo mạch Arduino

2.1. Bo mạch Arduino

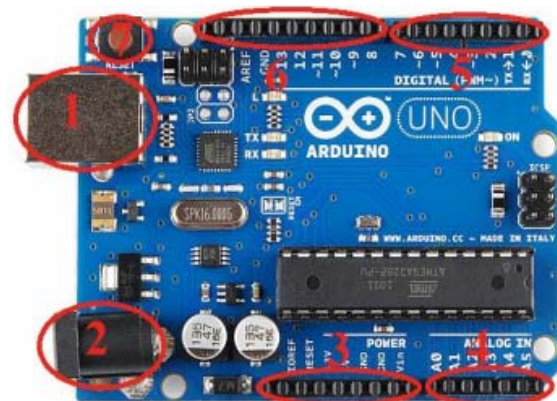
Các bo mạch **Arduino** thật ra là bo mạch vi xử lý được dùng để lập trình tương tác với các thiết bị phần cứng như cảm biến, động cơ, đèn hoặc các thiết bị khác. Đặc điểm nổi bật của Arduino là môi trường phát triển ứng dụng cực kỳ dễ sử dụng, với một ngôn ngữ lập trình có thể học một cách nhanh chóng ngay cả với người ít am hiểu về điện tử và lập trình. Và điều làm nên hiện tượng Arduino chính là mức giá rất thấp và tính chất nguồn mở từ phần cứng tới phần mềm. Bo mạch ArduinoUNO là bo mạch thông dụng nhất.

ArduinoUno sử dụng chip Atmega328. có 14 chân vào/ra số, 6 chân vào tương tự, thạch anh dao động 16Mhz.

Một số thông số kỹ thuật như sau:

Vi điều khiển	Atmega328
Điện áp hoạt động	5V
Nguồn cấp	7-12V
Số đầu vào/ra số	14 (6PWM)
Đầu vào tương tự	6
Dòng điện vào/ra số	40 mA
Bộ nhớ chương trình	32 KB
Xung nhịp	16 MHz

Sơ đồ chân ArduinoUNO:



Hình 9: Bo mạch ArduinoUNO

- USB (1): Arduino sử dụng cáp USB để giao tiếp với máy tính. Thông qua cáp USB chúng ta có thể Upload chương trình cho Arduino hoạt động, ngoài ra USB còn là nguồn cho Arduino.

- Nguồn cấp một chiều cho Arduino UNO (2,3), 7÷12V

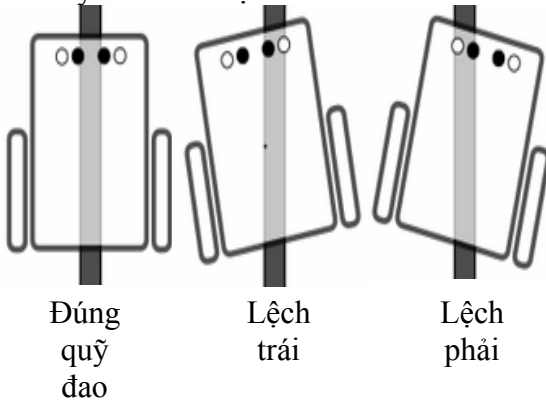
- Đầu vào tương tự (4), A0÷A5.

- Đầu vào/ra số (5,6), D0÷D13.

2.3. Bộ điều khiển PID điều khiển robot

2.3.1. Sơ cấu trúc điều khiển

Nguyên tắc điều khiển robot theo quỹ đạo: Khởi cảm biến nhận biết robot đi theo hay lệch khỏi quỹ đạo và gửi tín hiệu về điều khiển trung tâm Arduino. Arduino tính toán điều khiển tốc hai bánh xe robot để điều khiển hướng di chuyển của robot. Cụ thể, để rẽ trái tốc độ bánh xe bên phải robot nhanh hơn bên trái, ngược lại để rẽ phải tốc độ bánh xe bên trái nhanh hơn tốc độ bên phải, để đi thẳng tốc độ hai bánh xe đều nhau. Khi robot đi thẳng thì tốc độ di chuyển của robot lớn nhất, khi robot lệch khỏi quỹ đạo tốc độ di chuyển robot chậm dần.



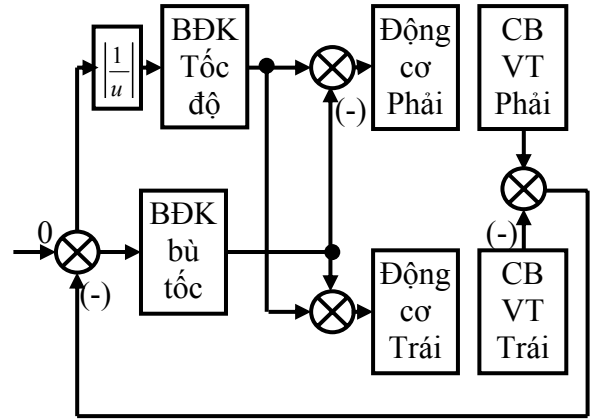
Đúng
quỹ
đạo

Lệch
trái

Lệch
phải

Hình 10:

Sơ đồ cấu trúc điều khiển



Hình 11: Sơ đồ cấu trúc điều khiển robot

Bộ điều khiển tốc độ: Tính toán tốc độ di chuyển của robot theo trị tuyệt đối nghịch đảo độ lệch của robot theo quỹ đạo.

Bộ điều khiển bù tốc độ: Tính toán tốc độ bù cho hai bánh xe để lái robot theo quỹ đạo.

Hai bộ điều khiển này được thực hiện theo luật PID.

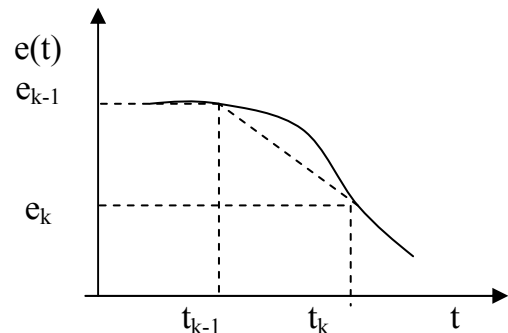
Cảm biến vị trí trái và phải: nhận tín hiệu độ lệch khỏi quỹ đạo của robot sang bên trái và bên phải.

2.3.2. Thực hiện thuật toán điều khiển trên Arduino

Sử dụng chức năng định thời của Arduino để tạo thời gian trích mẫu 1ms. Mỗi 1ms thực hiện tính toán giá trị điều khiển một lần.

Biểu thức tính luật điều khiển PID:

$$u_{dk} = K_p e(t) + K_I \int_0^t e(t) dt + K_D \frac{de(t)}{dt} \quad (1)$$



Hình 12: Đồ thị sai lệch theo thời gian

Biểu thức tính gần đúng luật điều khiển PID:

$$u_{dk}(k) = P(k) + I(k) + D(k) \quad (2)$$

$$P(k) = K_p e(k) \quad (3)$$

$$I(k) = I(k-1) + K_i \frac{e(k-1) + e(k)}{2} T \quad (4)$$

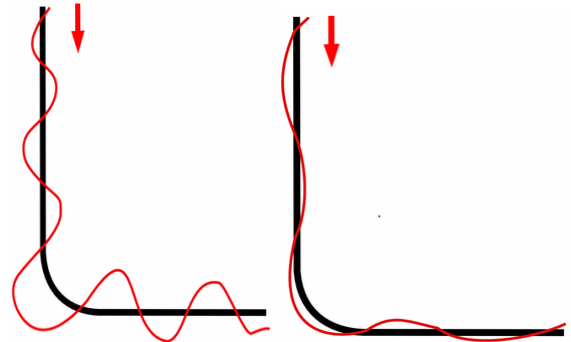
$$T = t(k) - t(k-1) = 1ms \quad (5)$$

Thuật toán tính giá trị điều khiển tốc độ hai bánh xe:

- Đọc độ lệch trái, độ lệch phải và tính độ lệch của robot so với quỹ đạo.
- Tính tốc độ di chuyển robot.
- Tính giá trị bù tốc độ cho hai bánh xe.
- Tính tốc độ từng bánh xe.

Hiệu chỉnh tham số bộ điều khiển PID.

Trong quá trình thực nghiệm điều khiển cần hiệu chỉnh tham số bộ điều khiển để điều khiển robot theo đúng quỹ đạo.



Hình 13: Quỹ đạo robot trước và sau khi hiệu chỉnh tham số bộ điều khiển

3. Kết quả nghiên cứu



Hình 7: Kết quả nghiên cứu

Sau quá trình nghiên cứu, đề tài đã đạt được kết quả sau:

- Nghiên cứu cấu trúc và nguyên lý hoạt động của robot.
- Thiết kế và chế tạo mô hình robot chạy theo quỹ đạo cho trước.
- Tìm hiểu bo mạch Arduino.
- Xây dựng cấu trúc điều khiển, thuật toán và lập trình trên bo mạch Arduino điều khiển robot.
- Quỹ đạo di chuyển của robot luôn theo quỹ đạo cho trước.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trần Thế San, *Cơ sở Nghiên Cứu & Sáng tạo robot*, NXB Thống Kê,, 2005.
- [2] Arduino, <http://arduino.cc>
- [3] Dientuvietnam, <http://dientuvietnam.net>