

NGHIÊN CỨU THUẬT TOÁN PID TRONG MOBILE ROBOT PHỤC VỤ NHÀ HÀNG

NGUYỄN ĐỨC TÀI *

Email: ductai.mec@gmail.com

Tóm tắt:

Xuất phát từ nhu cầu chế tạo các robot dịch vụ ở địa phương chúng tôi đã tiến hành nghiên cứu thiết kế chế tạo mobile robot phục vụ cho nhà hàng. Đề tài nghiên cứu bao gồm nhiều vấn đề cần phải giải quyết. Trong khuôn khổ của bài viết này chúng tôi sẽ tập trung vào vấn đề ứng dụng thuật toán PID vào Mobile robot phục vụ.

Từ khóa: Mobile Robot, Robot phục vụ, Robot dịch vụ

Ngày nhận bài: 12/01/2021

Ngày phản biện: 15/03/2021

Ngày đăng: Tháng 03/2021

1. Giới thiệu

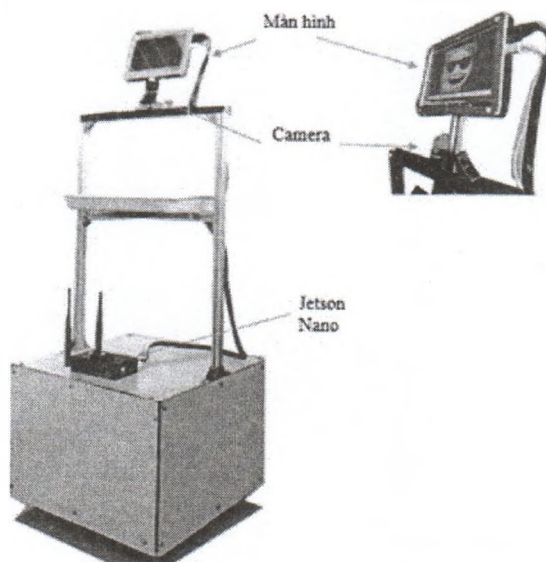
Từ lúc ra đời đến nay, Robot nhanh chóng và phát triển liên tục trong các ngành công nghiệp với nhiều loại và các dụng cụ khác nhau. Trong ba thập niên gần đây, Robot bắt đầu được nghiên cứu và chế tạo đưa vào ứng dụng trong các ngành dịch vụ. Nhằm giảm tải sức lao động của con người và nâng cao hiệu quả cũng như chất lượng sản phẩm trong các lĩnh vực dịch vụ.

Với mục đích đưa các robot vào hỗ trợ cho các ngành dịch vụ. Chúng tôi đã tiến hành nghiên cứu, tính toán, thiết kế ứng dụng mobile Robot trong ngành dịch vụ.

Mobile robot có phạm vi hoạt động lớn hơn các loại robot khác. Mobile robot là loại robot có thể thực hiện các tác vụ ở các địa điểm khác nhau, không ở cố định một vị trí nào. Linh động là đặc tính của robot di động, có thể có được từ các bộ phận chuyển động như bánh xe, chân, tay, cánh quạt... Robot di động “phải biết” định vị và “thu nhận” được thông tin đầy đủ về môi trường xung quanh, sau đó mới có quyết định thực hiện hành động nào cho phù hợp [1].

Mobile robot chúng tôi nghiên cứu tập chung vào robot phục vụ trong lĩnh vực nhà hàng. Đây là một lĩnh vực đang phát triển ở Việt Nam trong thời gian qua.

Ở bài viết này chúng tôi sẽ tập trung nghiên cứu phân tích thuật toán PID điều khiển robot phục vụ nhà hàng và phân tích một số khảo nghiệm thực tế mà chúng tôi đã thực hiện.

2. Kết cấu của robot**Hình 1: Kết cấu robot được chế tạo**

* Nguyễn Đức Tài - Trường Cao Đẳng Nghề An Giang

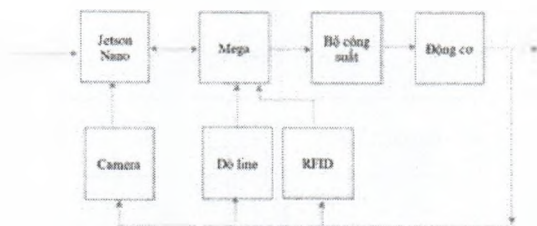
Kết cấu của Robot:

- Phần điều khiển gồm có 2 bộ phận: Hệ xử lý trung tâm và phần vi điều khiển robot.

+ Hệ thống xử lý trung tâm là một máy tính có tích hợp các camera dùng để xử lý hình ảnh.

+ Phần vi điều khiển dùng để điều khiển và xử lý các thông tin liên kết từ hệ thống xử lý trung tâm. Các số liệu tính toán sẽ được gửi về vi điều khiển để kết nối với các phần công suất và cơ khí của robot.

Hình 2: Sơ đồ khối kết nối



Trong bài viết này chúng tôi sẽ tập trung vào thuật toán PID của robot chúng tôi chế tạo

3. Mô hình động học mobile robot

Động học là bài toán về chuyển động mà không xét tới sự tác động của lực tới chuyển động của robot, nó bao gồm các yếu tố hình học xác định vị trí của robot. Nó thể hiện mối quan hệ giữa các thông số điều khiển và các thông số trạng thái của hệ thống trong không gian. Trước tiên, để xác định vị trí của robot trong mặt phẳng, ta xây dựng quan hệ giữa tọa độ tham chiếu toàn cục của mặt phẳng và hệ tọa độ tham chiếu cục bộ của robot [5]. Trục x, y xác định tọa độ của điểm bất kỳ trong hệ tọa độ toàn cục. Điểm ICC gọi là tâm quay của robot trong quá trình chuyển động. Các thông số hình học của robot bao gồm:

$V_r(t)$ – vận tốc dài bánh phải.

$V_t(t)$ – vận tốc dài bánh trái.

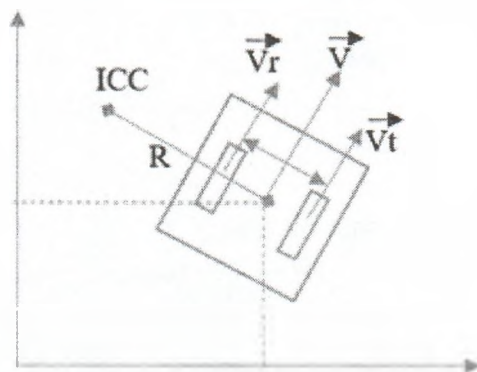
$\omega_r(t)$ – vận tốc góc bánh phải.

$\omega_t(t)$ – vận tốc góc bánh trái.

L – khoảng cách 2 bánh dẫn.

R – Khoảng cách từ tâm quay đến tâm robot.

Hình 3: Động lực học robot



ICC là tâm quay của robot có tọa độ:

$$\begin{cases} x_{ICC} = x_0 - \cos\theta * R \\ y_{ICC} = y_0 - \sin\theta * R \end{cases} \quad (3.1)$$

Vận tốc chuyển động của robot trên mặt phẳng được chia thành vận tốc quay và vận tốc thẳng. Vận tốc quay của robot được xác định:

$$\begin{aligned} \omega(t) &= \frac{V_r(t)}{R+L/2} \\ \omega(t) &= \frac{V_l(t)}{R-L/2} \\ \omega(t) &= \frac{V_r(t) - V_l(t)}{L} \end{aligned} \quad (3.2)$$

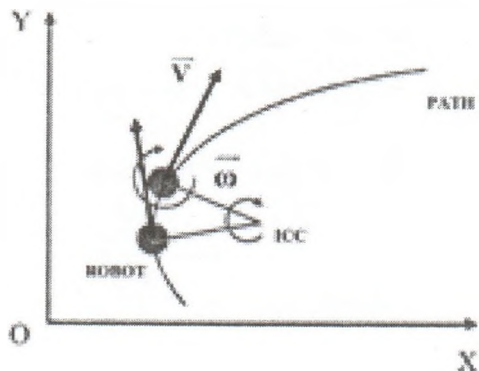
Trong đó bán kính quay của robot xung quanh tâm ICC được tính bằng:

$$R = \frac{L(V_l(t) + V_r(t))}{2 * (V_l(t) + V_r(t))} \quad (3.2)$$

Vận tốc thẳng $V(t)$ được tính :

$$V(t) = \omega(t) * R = \frac{V_r(t) + V_l(t)}{2} \quad (3.3)$$

Hình 4. Phân tích thành phần chuyển động của robot trên mặt phẳng



Từ phương trình :

$$\dot{x}(t) = V(t) * \cos\theta(t)$$

$$\dot{y}(t) = V(t) * \sin\theta(t)$$

$$\dot{\theta}(t) = \omega(t)$$

Vị trí của Robot được tính:

$$x(t) = \int_0^t V(\sigma) * \cos(\theta(\sigma)) * d(\sigma)$$

$$y(t) = \int_0^t V(\sigma) * \sin(\theta(\sigma)) * d(\sigma)$$

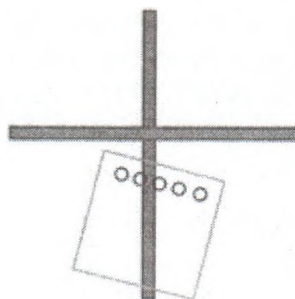
$$\theta(t) = \int_0^t \omega(\sigma) d\sigma$$

4. Thuật toán pid

Bộ điều khiển vi tích phân tỉ lệ là giải thuật điều khiển phản hồi vòng kín, còn gọi là giải thuật PID, được ứng dụng rất rộng rãi trong các hệ thống điều khiển tự động. Giải thuật này cố gắng chỉnh sửa các sai số giữa những giá trị đo đạc thực tế và giá trị mong muốn bằng việc tính toán và xuất ra giá trị sửa lỗi từ đó hiệu chỉnh hệ thống vận hành theo yêu cầu đặt ra. Việc sử dụng giải thuật PID giúp cho việc điều khiển đạt được hiệu quả như mong muốn với thời gian đáp ứng nhanh và độ ổn định cao. Vì vậy, việc áp dụng giải thuật PID kết hợp với phương pháp PWM vào

trong điều khiển robot sẽ giúp robot dò đường mịn màng hơn và di chuyển tốc độ nhanh hơn so với giải thuật điều khiển vòng hở [4]. Điều này sẽ được chứng minh trong các phần tiếp theo.

Hình 5: Hoạt động của robot khi di chuyển theo line



Bảng 1: Bảng lỗi

Error	1	2	3	4	5
3	1	1	1	1	0
2	1	1	1	0	0
1	1	1	0	0	1
0	1	0	0	0	1
-1	1	0	0	1	1
-2	0	0	1	1	1
-3	0	1	1	1	1

P = error;

I = I + error;

D = error – previous_error;

PID_value = (Kp*P) + (Ki*I) + (Kd*D);

Previous_error = error;

5. Khảo nghiệm

a. Kiểm tra độ lệch của robot khi di chuyển thẳng

Chúng tôi kiểm tra quá trình di chuyển của robot trong quá trình thực hiện.

Robot được thực nghiệm chạy trên một đường thẳng trong thời gian là 20s. thời gian lấy mẫu là 0,5s.

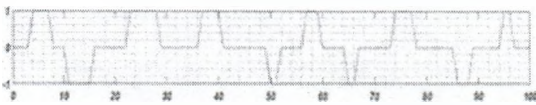
Các thông số được lưu lại và đánh giá là giá trị các cảm biến dò line.

- Trường hợp 1: Robot được đặt ngay

Hình 6: Bố trí robot trên đường line chạy thẳng



Hình 7: Biểu đồ độ lệch khi di chuyển



Kết luận: chúng ta thấy rằng lúc mới khởi động di chuyển robot hơi lệch line tuy nhiên khi di chuyển một đoạn robot sẽ di chuyển thẳng lại. Điều trên do độ lệch tốc độ của hai bánh.

Trường hợp lệch tốc độ của hai bánh được xác định bởi các nguyên nhân:

+ Các động cơ bị lệch nhau về tốc độ. Đây là một sai số hệ thống, việc này chúng tôi có một hệ số cân bằng trong công thức tính tốc độ của hai bánh.

+ Các động cơ bị lệch sau khi đặt vật. Đây là một sai số ngẫu nhiên. Robot sẽ tự học trong qua trình di chuyển mang vật.

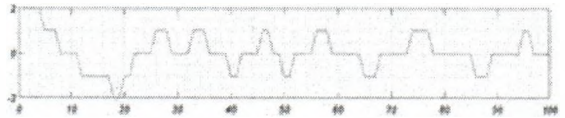
- Trường hợp 2: Robot được đặt lệch

Chúng tôi đặt robot lệch 1 góc 40 độ so với line.

Hình 8: Bố trí robot trên đường line chạy thẳng - đặt lệch



Hình 9: Biểu đồ độ lệch khi di chuyển

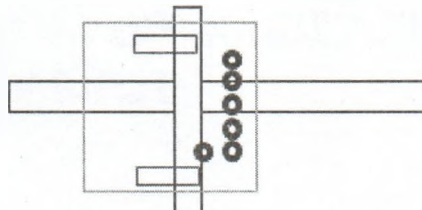


Kết luận: So với đặt thẳng thì sự dao động lớn hơn nhưng khi di chuyển một đoạn thì cũng ổn định lại giống trường hợp một. Để đảm bảo robot di chuyển tốt bên cạnh đó chúng tôi sử dụng một hàm tự hiệu chỉnh góc trước khi di chuyển theo đường thẳng.

b. Kiểm tra độ lệch của robot khi xoay

Chúng tôi bố trí robot ngay vị trí góc xoay.

Hình 10: Bố trí robot kiểm tra góc xoay



Bảng 2: Kết quả khảo nghiệm xoay

TT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Góc lệch	21°	22°	22°	21°	21°	20°	21°	21°	22°	21°

Kết luận: Do chúng tôi có thêm một cảm biến phụ để đếm line và góc quay nên độ lệch góc khi xoay không lớn. Chúng tôi thiết kế cảm biến phụ để đảm bảo độ lệch khi xoay nhỏ hơn trường hợp lệch trong thí nghiệm 3.3. Bên cạnh đó chúng tôi sử dụng một hàm tự hiệu chỉnh góc trước khi di chuyển theo đường thẳng tiếp.

6. Kết luận

Robot do nhóm chế tạo đã đáp ứng được các yêu cầu cơ bản khi hoạt động trong nhà hàng. Robot đang được quầy bar của trường sử dụng.

Chúng tôi đang phát triển một số tính năng cho robot để tăng cường khả năng phán đoán xu hướng di chuyển của người để có quyết định về tốc độ tốt hơn.

Các tính năng giao tiếp của robot đang được phát triển hoàn chỉnh



Tài liệu tham khảo

[1]. U. o. Lincoln, "Thorvald mobile robot to support agri-tech," [Online]. Available: <https://thelincolnite.co.uk/2019/06/worlds-first-robot-farming-centre-opening-in-lincoln>.

[2]. [Developer.nvidia.com/embedded/jetson-nano-developer-kit](https://developer.nvidia.com/embedded/jetson-nano-developer-kit), xem 20/4/2020

[3]. *Line Following Robot Control by Using PID Algorithm Combined with PWM Metho*

[4]. Tran Quoc Cuong, Tran Thanh Phong, (May 2012), *Speed Control of Dc Motor By PWM Method Using Microcontroller. Faculty of Industrial Engineering, Tien Giang University, ISSN: 1859 - 4530.*

[5]. WAN ROBAAH BINTI W AHMAD, (November 2008), *A DC Motor Controller Using PID Algorithm Implementation on PIC, Faculty of Electrical & Electronics Engineering, University Malaysia Pahang.*

RESEARCH PID ALGORITHM IN MOBILE ROBOT SERVING RESTAURANT

Nguyen Duc Tai *

Email: ductai.mec@gmail.com

Abstract:

Due to the need to manufacture service robots locally, we have researched to design and manufacture mobile robots for restaurants. Research topics include many problems that need to be solved. In the framework of this article, we will focus on the application of PID algorithm to Mobile service robot.

Keywords: Mobile Robot, Service robot, Service robot

* Nguyen Duc Tai - An Giang Vocational College