

ROBOT TỰ HÀNH VỚI KHẢ NĂNG TRÁNH VẬT CẢN SỬ DỤNG MẠNG NORON

Nguyễn Đức Toàn^{*}, Nguyễn Mạnh Hùng^{**}

TÓM TẮT

Ngày nay việc sử dụng Robot để thay thế cho con người làm việc và di chuyển trong các môi trường khác nhau là một vấn đề cấp thiết. Vấn đề đặt ra là chế tạo và làm ra Robot có khả năng di chuyển tránh vật cản di động sử dụng trong môi trường với mô hình động học của robot và trường nhân tạo được thực hiện bởi hai nhiệm vụ: Xác định một véc tơ khoảng cách (đến vật cản) và một véc tơ khoảng cách đến điểm đích để từ đó tính toán để điều khiển vận tốc. Để khảo sát Robot tự hành với khả năng tránh vật cản sử dụng mạng Noron được thực hiện thông qua chương trình Matlab và Simulink, được trình bày kèm theo kết quả thực nghiệm.

AUTOMATIC ROBOT WITH THE POSSIBILITY OF USING AVOID OBSTACLES NEURAL NETWORKS

SUMMARY

Today the use of robots to replace humans working and moving in different environments is a matter of urgency. The problem is made and the ability to move the robot avoid obstacles used in mobile environments with dynamic models of robots and artificial fields made by two tasks. Define a vector distance (the barrier) and a vector distance to the destination point from which to calculate the speed controller. To examine the self-robot with propelled the ability to avoid obstacles using neural networks is done through the program Matlab and Simulink, and are presented together with experimental results.

1. Giới Thiệu

Robot công nghiệp có thể di chuyển trong môi trường từ một vị trí (điểm xuất phát) đến một vị trí khác (điểm đích) và tránh vật cản trong quá trình di chuyển. Những phương pháp tránh vật cản có thể chia làm hai loại:

- Kỹ thuật vạch đường đi
- Kỹ thuật tránh vật cản

Để điều khiển được robot công nghiệp người ta thường sử dụng các phương pháp điều khiển PI, phương pháp điều khiển PID, điều khiển thích nghi...

Trong bài này sử dụng phương pháp điều khiển dựa trên mạng noron. Phương pháp điều

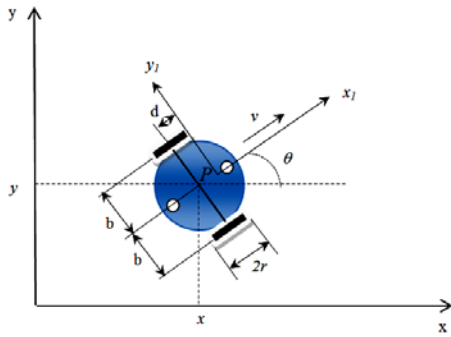
khiển mạng Noron trong phần này sử dụng tín hiệu từ cảm biến đưa về để điều khiển bánh xe robot trong thực nghiệm và sử dụng phương pháp điều khiển.

2. Mô tả đối tượng

Robot có 2 bánh xe truyền động được gắn đồng trục và 2 bánh xe tự do được gắn lần lượt phía trước và sau robot. Vị trí của robot di động trong khung toàn cục (global frame) $\{x, O, y\}$ có thể được xác định bởi vị trí của trọng tâm của robot di động, được biểu thị bằng chữ P và góc giữa khung cục bộ $\{x_I, P, y_I\}$ và khung toàn cục là θ .

^{*} ThS. Khoa Điện, trường Đại học Công nghiệp thành phố HCM

^{**} TS. Trường Đại học Công nghiệp thành phố HCM



Trong đó, P là điểm cố định trên mặt phẳng của robot mà vị trí được đại diện bởi tọa độ (x, y) trong tọa độ toàn cục $\{0, x, y\}$ phương trình $\{P, x_1, y_1\}$.

θ là góc hướng của hệ tọa độ robot $\{P, x_1, y_1\}$ với tọa độ toàn cục $\{0, x, y\}$ được xác định từ trục x với x_1 . Tư thế của robot được mô tả một cách đầy đủ bởi véc tơ $\xi(x \ y \ \theta)^T$. Ma trận xoay trục chuẩn sử dụng để vạch ra tọa độ toàn cục vào tọa độ của robot $R(\theta)$, và ngược lại $R^T(\theta)$ được cho bởi:

$$R(\theta) = \begin{pmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (3.1)$$

Hệ thống robot di động bằng bánh xe có n chiều cấu hình trong không gian C với tọa độ tổng quát n $q(q_1, \dots, q_n)$ và chủ thể đến động học hai bên (bilateral kinematic) có thể được biểu diễn dưới dạng sau:

$$A(q)\dot{q} = 0 \quad (3.2)$$

Ở đây, $A(q) \in R^{m \times n}$ là ma trận kết hợp với đối tượng. Với $N(A)$ là không gian rỗng của $A(T)$. Sau đó, bằng cách bắt cầu (A) chúng ta có thể định nghĩa 1 tập trường véc tơ độc lập nhẵn và tuyến tính $V_1(T), \dots, V_{n-m}(T)$. Nếu chúng ta cho $S(T)$ là một ma trận đầy đủ

bao gồm véc tơ $S(T) = [V_1(T), \dots, V_{n-m}(T)]$. Nó luôn có thể xác định n - m tốc độ vào $v(t) = [V_1, V_2, \dots, V_{n-m}]^T$, ở đây $v(t) \in R^{n-m}$ được gọi là hệ chuyển hướng hoặc véc tơ tốc độ phụ của xe, như vậy ta có :

$$\dot{q} = \dot{S}(q)v(t) \quad (3.3)$$

Ở đây, $v(t)$ là véc tơ vận tốc ngõ vào được chọn trước cho mô hình động học.

Ở đây, bánh trước là bánh xe tự do không tham gia vào mô hình động học này. Động học này cưỡng bức robot phải di chuyển theo hướng trục có thể được viết như sau:

$$\dot{y} \cos \theta - \dot{x} \sin \theta - d \dot{\theta} = 0 \quad (3.4)$$

Và việc lăn của bánh xe cưỡng bức lái các bánh xe không trượt có thể được viết như sau:

$$\begin{aligned} \dot{x} \cos \theta - \dot{y} \sin \theta - b \dot{\theta} &= r \dot{\phi}_r \\ \dot{x} \cos \theta - \dot{y} \sin \theta - b \dot{\theta} &= r \dot{\phi}_l \end{aligned} \quad (3.5)$$

Ở đây, $\dot{\phi}_r$ và $\dot{\phi}_l$ là vận tốc tương ứng của bánh xe phải và trái

r là bán kính của bánh xe

d là khoảng cách của dương từ mỗi trục bánh xe đến truyền động đến trục P

b là khoảng cách từ mỗi trục bánh xe đến trục x_1

$\dot{\theta}$ là vận tốc góc của khung robot (robot frame).

Việc định nghĩa véc tơ tọa độ tổng quát là $T = (x \ y \ \theta \ \phi_r \ \phi_l)^T$ và véc tơ vận tốc tổng quát là $\dot{q} = (\dot{x} \ \dot{y} \ \dot{\theta} \ \dot{\phi}_r \ \dot{\phi}_l)^T$, chúng ta có thể viết lại dưới dạng $A(T)\dot{T} = 0$

Ở đây,

$$A(q)\dot{q} = \begin{bmatrix} -\sin \theta & \cos \theta & -d & 0 & 0 \\ -\cos \theta & -\sin \theta & -b & r & 0 \\ -\cos \theta & -\sin \theta & b & 0 & r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \\ \dot{\phi}_r \\ \dot{\phi}_l \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

Sau đó, thay vì tìm một giải pháp cho S(T) cho hệ thống được cho trong phương trình (3.6) bằng cách chọn vận tốc của bánh xe như trong hệ bánh lái $v(t) = \begin{bmatrix} \dot{\phi}_r & \dot{\phi}_l \end{bmatrix}^T$, chúng ta có thể tìm 1 tập của trường véc tơ độc lập nhẵn và tuyến tính cho S(T) mà nó di chuyển trong không gian của A(T) khi nó được nhận hệ thống lái n – m là:

$$v(t) = \begin{bmatrix} v_1 & v_2 \end{bmatrix}^T = \begin{bmatrix} \dot{x}_1 & \dot{\theta} \end{bmatrix}^T = \begin{bmatrix} v & \omega \end{bmatrix}^T$$

Ở đây, $Y_1 = \dot{x}_1 = Y$ là vận tốc dài của robot tại điểm P và $v_2 = \dot{\theta} = \omega$ là vận tốc góc của khung robot

Sau đó, $T = S(T)v(t)$ có thể viết lại

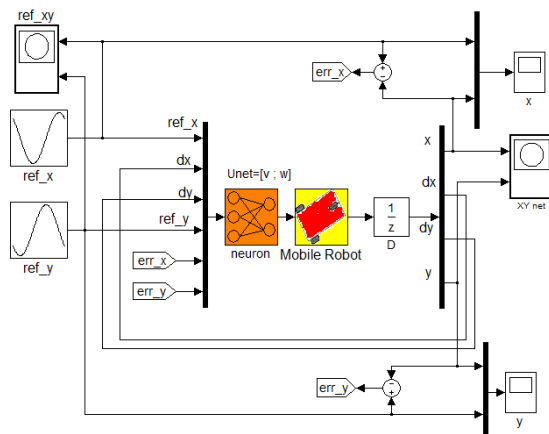
$$\text{là: } \begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \\ \dot{\phi}_r \\ \dot{\phi}_l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -d \sin \theta \\ \sin \theta & d \cos \theta \\ 0 & 1 \\ \frac{1}{r} & \frac{b}{r} \\ \frac{1}{r} & -\frac{b}{r} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v \\ \omega \end{bmatrix} \quad (3.7)$$

Với phương trình (3.7) chúng ta có thể tính được vận tốc đầy đủ tại không gian làm việc $\begin{bmatrix} \dot{x} & \dot{y} & \dot{\theta} \end{bmatrix}$ và tại không gian khớp nối $\begin{bmatrix} \dot{\phi}_r & \dot{\phi}_l \end{bmatrix}^T$ theo hướng vận vận tốc dài v của điểm P và vận tốc góc w của khung robot, ở đây hệ thống bánh

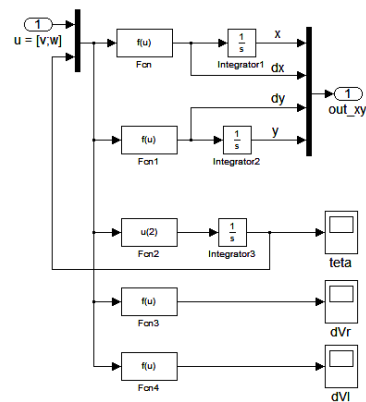
lái $v(t) = \begin{bmatrix} v & \omega \end{bmatrix}^T$ là ngõ vào của mô hình động học của Robot.

3. Giải pháp điều khiển và mô phỏng

3.1 Sơ đồ Simulink của hệ thống

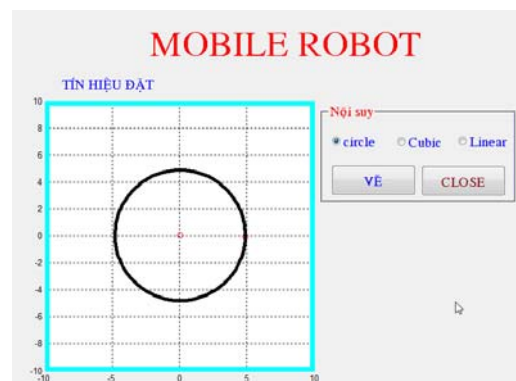


Hình 1.1. Hệ thống điều khiển robot di động

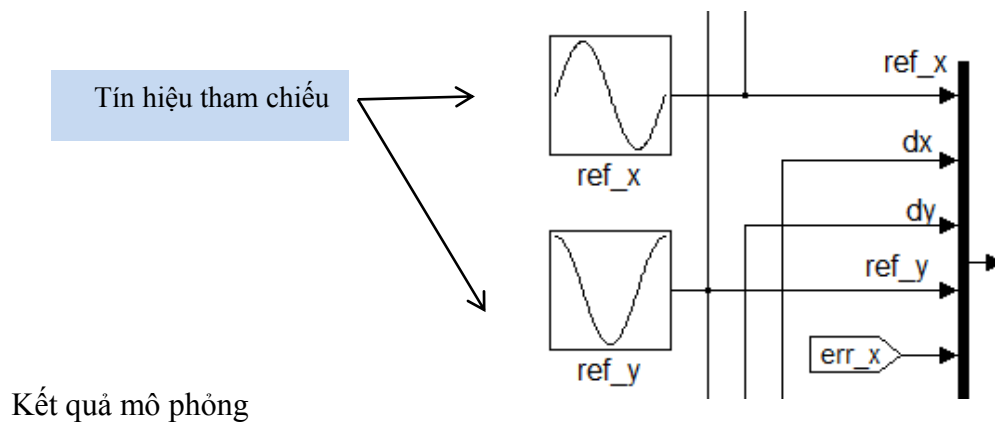


Hình 1.2. Mô hình toán của robot di động

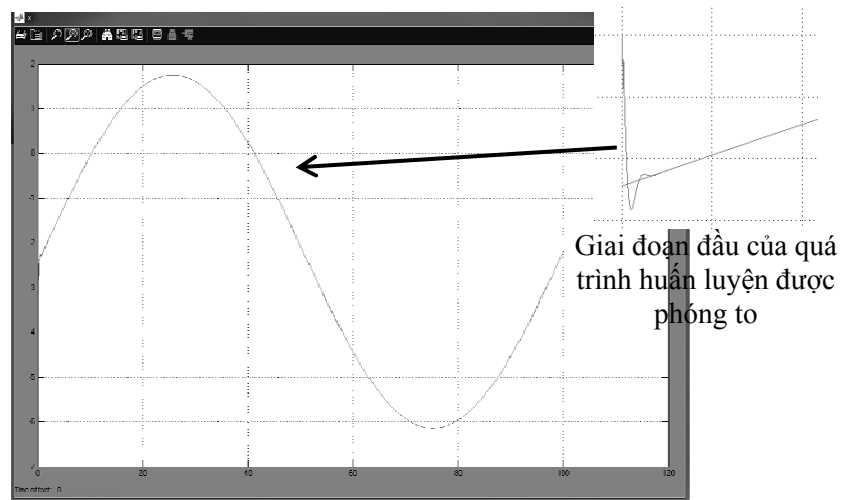
Thiết lập tín hiệu đặt:



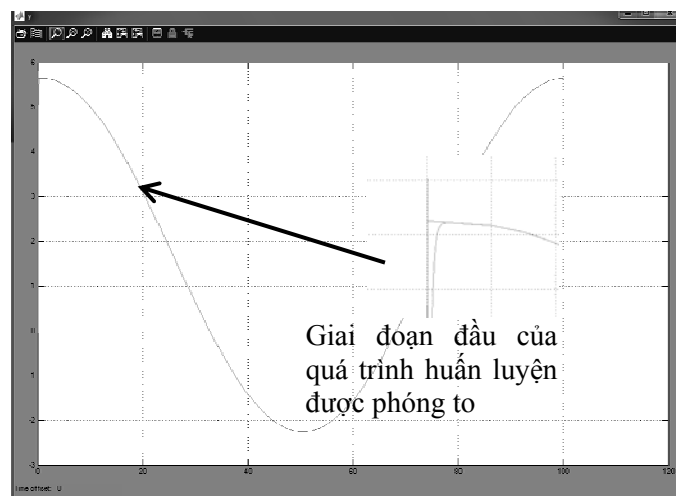
Hình 1.3. Tín hiệu đặt



Kết quả mô phỏng



Hình 1.4. Tín hiệu ngõ ra đối với trục x

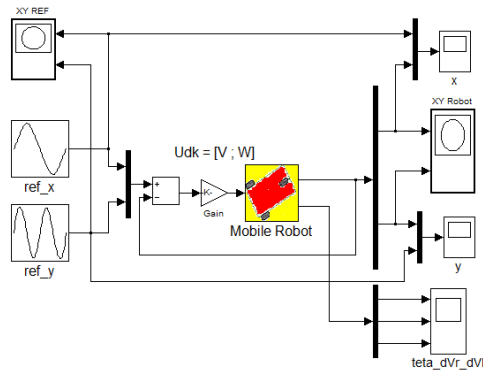


Hình 1.5. Tín hiệu ngõ ra đối với trục y

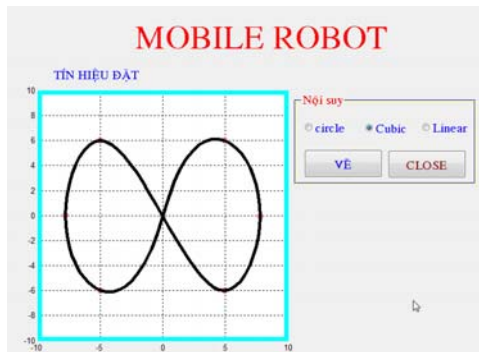
Nhận xét: tín hiệu ra bám theo tín hiệu đặt

Điều khiển robot di động bằng cách điều chỉnh hệ số K_p thông qua giải thuật di truyền. Trong phần này đã sử dụng giải thuật di truyền để xác định giá trị hệ số K_p . Với giá trị $K_p = [20 \ 20]$.

Sơ đồ simulink



Hình 1.6. Hệ thống điều khiển robot di động
Thiết lập tín hiệu đặt:



Hình 1.7. Tín hiệu đặt là hình số 8

3. Thực nghiệm

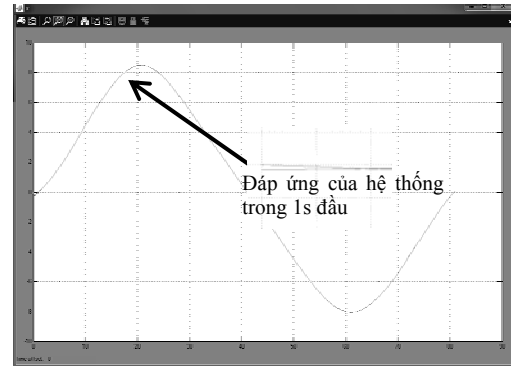
Làm ra được mô hình Robot tránh được vật cản. Sản phẩm sau khi thực hiện:



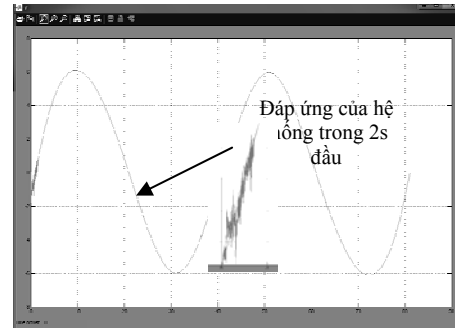
4. Nhận xét

Nghiên cứu này đã sử dụng một bộ điều khiển trên công nghệ mạng nơron dùng điều khiển robot tự hành theo tín hiệu đặt. Các kết quả mô phỏng cho thấy robot đã bám theo một đường đã được đặt trước và cũng thể hiện được

Kết quả mô phỏng



Hình 1.8. Tín hiệu ngõ ra đối với trục x



Hình 1.9. Tín hiệu ngõ ra đối với trục y

tính thích nghi cao qua các trường hợp mô phỏng và thực nghiệm. Từ những kết quả đạt được bộ điều khiển của mạng nơron và tín hiệu đặt robot sẽ di chuyển theo một đường đi đã được định trước. Kết quả thực nghiệm cho thấy robot đã tránh được những vật cản cố định.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ngô Cao Cường, Hồ Đắc Lộc, Trần Thu Hà. Adaptive control of nonlinear dynamics system based on RBF network. ICMIT 2003 Kore, December 4-6, 2003
- [2] Diễn đàn Pic Việt Nam. PICVIETNAM.COM
- [3]. Adaptive Neural Network Control for a Class of MIMO Nonlinear Systems With Disturbances in *Discrete-Time* - Shuzhi Sam Ge, Senior Member, IEEE, Jin Zhang, and Tong Heng Lee, Member, IEEE
- [4]. Tracking control based on neural network strategy for robot manipulator – Rong. Jong Wai Department of Electrical Engineering, Yuan Ze University, Chung Li 320, Taiwan
- [5]. Stable Multi-Input Multi-Output Adaptive Fuzzy/ Neural Control. Raul Ordonez and Kevin M. Passino
- [6]. Nguyễn Thị Phương Hà , “ *Lý thuyết điều khiển hiện đại*”, Nhà xuất bản Đại học quốc gia Tp.HCM.
- [7]. Huỳnh Thái Hoàng , “ *Điều khiển thông minh*”, Nhà xuất bản đại học quốc gia Tp.HCM.