

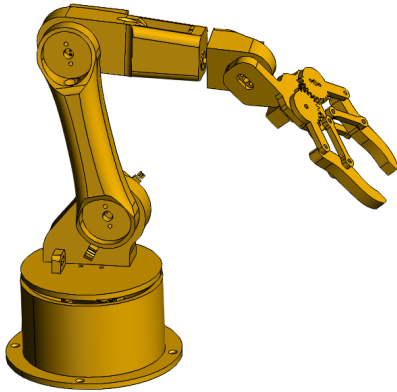
ĐIỀU KHIỂN CÁN H TAY ROBOT THEO VỊ TRÍ TÍNH TOÁN BẰNG ĐIỆN THOẠI THÔNG MINH

Triệu Thị Minh Thu

Trường Đại học Thủy lợi, email: thutrieu@tlu.edu.vn

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Hình 1 là một mô hình cánh tay Robot năm bậc tự do được thiết kế 3D bằng phần mềm Solidworks. Ba khớp quay đầu tiên bắt đầu từ đế được kích hoạt chuyển động bằng động cơ servo MG996R, hai khớp xoay cổ tay và bước nghiêng cổ tay được kích hoạt bằng động cơ micro-servo nhỏ hơn đó là SG90. Tay nắm của kẹp gấp cũng được điều khiển bởi một servo SG90. Mô hình được chế tạo bằng công nghệ in 3D. Robot được điều khiển bằng điện thoại thông minh thông qua kết nối sóng bluetooth, sử dụng Arduino Uno R3 làm bo mạch điều khiển trung tâm. Robot có chức năng gấp vật và chuyển động theo quỹ đạo được định sẵn. Một mô hình cánh tay robot như vậy có chi phí thấp và có thể được sử dụng cho nhiều ứng dụng giáo dục. Nó cho phép chúng ta hiểu các vấn đề chính về chuyển động của cánh tay robot, cũng như các ứng dụng của cánh tay Robot trong công nghiệp.



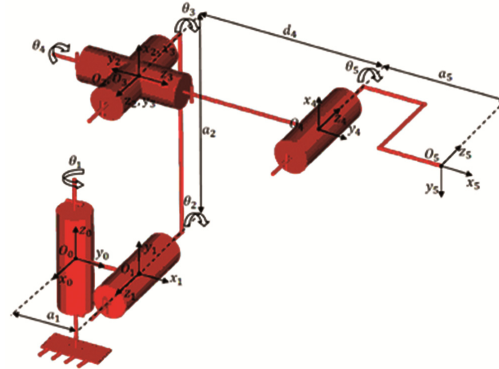
Hình 1. Mô hình robot năm bậc tự do

Bài báo này tập trung trình bày nghiên cứu vận dụng kết quả bài toán động học thuận robot để xây dựng chương trình điều khiển robot theo vị trí mong muốn, trình bày cách xây dựng giao diện điều khiển robot. Phần mềm lập trình điều khiển là Arduino IDE, phần mềm xây dựng giao diện điều khiển trên điện thoại là Mit app inventor. Mô hình robot này được kỳ vọng ứng dụng trong các bài toán như: đặt hoặc nhặt đồ vật cách xa người dùng, nhặt và đặt đồ vật ở môi trường nguy hiểm một cách nhanh nhất và dễ dàng nhất.

2. ĐIỀU KHIỂN ROBOT

2.1. Động học thuận robot

Bài toán thuận động học nhằm xác định vị trí và hướng của phần công tác robot khi cho trước các biến khớp. Sơ đồ động và bảng thông số DH (Denavit-Hartenberg) của robot cho thấy như hình vẽ và bảng bên dưới:



Hình 2. Trục tọa độ và khâu của robot

Bảng thông số Denavit-Hartenberg				
Khâu	a_i	α_i	d_i	θ_i
1	1.374	90	0	[0, 180]
2	12	0	0	[0, 170]
3	0	90	0	[0, 135]
4	0	90	11.965	[0,180]
5	9.887	0	0	[0, 180]

Vị trí và hướng của khâu thao tác của cánh tay rô-bốt 5 DOF được thể hiện dưới dạng ma trận đồng nhất 4×4 (T_5^0), là kết quả của phép nhân các ma trận như phương trình (1):

$$T_5^0 = T_1^0 \cdot T_2^0 \cdot T_3^0 \cdot T_4^0 \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & P_x \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & P_y \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & P_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

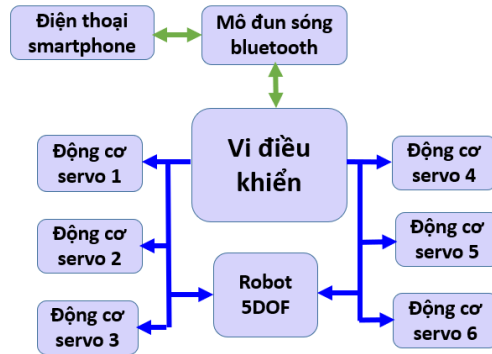
Các số hạng $r_{11}, r_{12}, r_{13}, r_{21}, r_{22}, r_{23}, r_{31}, r_{32}, r_{33}$ là các phần tử mô tả hướng khâu thao tác của robot, còn (P_x, P_y, P_z) là tọa độ của khâu thao tác, được tính trong phương trình (2):

$$\begin{cases} P_x = a5C4C5(C1C2C3 - C1S2S3) + a5C4C5S1 + (a5S5 + d4(C1C2S3 + C1S2C3)) + (a2C1C2 + a1C1) \\ P_y = a5C4C5(S1C2C3 - S1S2S3) - a5C4C5.C1 + (a5S5 + d4(S1C2S3 + S1C2C3)) + (a2S1C2 + a1S1) \\ P_z = a5C4C5(S2C3 + C2S3) + (a5S5 + d4(S2S3 - C2C3)) + a2S2 \end{cases} \quad (2)$$

2.2. Hệ thống điều khiển Robot

Hệ thống điều khiển của robot bao gồm bo mạch Arduino Uno R3 với vi điều khiển Atmega328p, ba động cơ servo MG996R, ba động cơ servo SG90, một mô đun bluetooth HC05. Máy tính kết nối với bo mạch điều khiển Arduino để nạp chương trình điều khiển. Mô hình robot được điều khiển thông qua ứng dụng trên điện thoại smartphone. Để điều khiển chuyển động của robot, arduino kết hợp với 5 động cơ servo làm nguồn dẫn động được gắn trên các khớp của robot để tạo chuyển động quay, một động cơ servo tạo chuyển động cho tay kẹp. Các chân điều

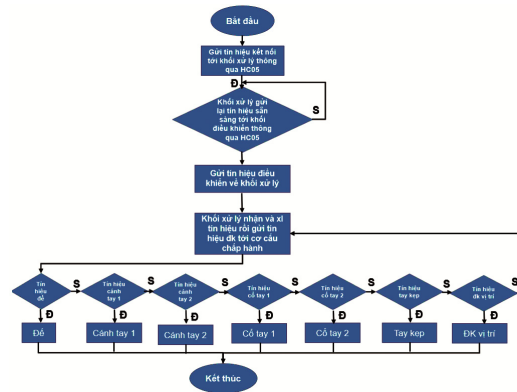
khiển của sáu động cơ servo được kết nối với sáu chân kỹ thuật số của bo mạch arduino. Để cấp nguồn cho các động cơ servo, chúng ta cần nguồn điện 5V và sử dụng nguồn điện từ bên ngoài bo mạch điều khiển. Mô đun Bluetooth HC-05 có chức năng kết nối để vi điều khiển giao tiếp không dây với điện thoại thông minh. Hình 3 là sơ đồ khối hệ thống điều khiển của mô hình robot.



Hình 3. Hệ thống điều khiển robot

2.3. Lưu đồ thuật toán hệ thống

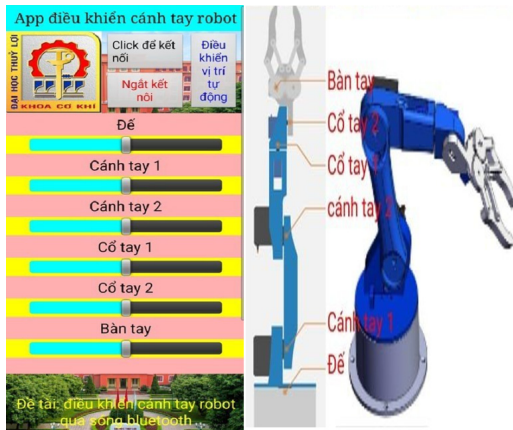
Phần mềm để viết chương trình điều khiển robot là Arduino IDE, ngôn ngữ C++. Từ kết quả của bài toán động học thuận robot ta có thể điều khiển các khớp robot quay theo góc mong muốn và xác định được tọa độ của khâu thao tác của robot. Các góc quay và tọa độ có thể được thay đổi trong chương trình điều khiển. Hình 4 dưới đây là sơ đồ khối thuật toán chính của hệ thống.



Hình 4. Lưu đồ thuật toán điều khiển robot

2.4. Xây dựng giao diện điều khiển Robot

Giao diện điều khiển Robot trên điện thoại smartphone được sử dụng ứng dụng trực tuyến MIT App Inventor để xây dựng. Sau khi thiết kế được giao diện như mong muốn, ta viết chương trình ứng dụng theo phương pháp lập trình khối đồ họa. Giao diện điều khiển robot sau khi được thiết kế và lập trình hoàn thiện được thể hiện ở hình 5. Ta có hai nút để kết nối và ngắt kết nối điện thoại thông minh với mô-đun Bluetooth HC-05, một nút nhấn để điều khiển các khớp của Robot đến vị trí đã được lập trình cho cánh tay robot chạy tự động từ điểm A sang điểm B để thực hiện chức năng gấp vật. Phía bên phải là hình ảnh của cánh tay robot và ở phía bên có sáu thanh trượt để điều khiển sáu động cơ servo. Mỗi thanh trượt có một giá trị ban đầu, tối thiểu và tối đa khác nhau phù hợp với các khớp của cánh tay robot.



Hình 5. Giao diện điều khiển robot trên điện thoại thông minh

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Hình 6 trình bày sản phẩm robot năm bậc tự do được chế tạo bằng công nghệ in 3D đang được điều khiển bằng điện thoại thông minh. Người sử dụng điều khiển robot thông qua lựa chọn nút và thanh trượt trên giao diện màn hình điện thoại.



Hình 6. Mô hình robot được chế tạo cùng với giao diện và mạch điều khiển

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày bài toán động học thuận cánh tay robot năm bậc tự do, từ kết quả đó giải được bài toán lập trình điều khiển robot theo vị trí mong muốn. Trình bày các bước xây dựng chương trình điều khiển và giao diện điều khiển của robot bằng các phần mềm Arduino IDE, MIT app inventor.

Tác giả đã xây dựng hệ thống điều khiển cho robot với bo mạch điều khiển là Arduino Uno R3 và sử dụng mô-đun HC05 nhằm mục đích điều khiển các động cơ servo thông qua sóng bluetooth. Người sử dụng có thể dễ dàng điều khiển robot bằng giao diện điều khiển trên điện thoại thông minh. Kết quả bài báo hy vọng giúp ích trong lĩnh vực thiết kế, chế tạo và điều khiển thông minh các cánh tay robot dưới dạng mô hình giáo dục và công nghiệp.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Mạnh Tiến (2006): Điều khiển Robot công nghiệp. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- [2] Phạm Quang Huy, Lê Cảnh Trung (2016): Lập trình điều khiển với Arduino. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- [3] R. Dayana, Gunaseelan P, Microcontroller Based X-Y Plotter, International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering, Vol. 3, Special Issue 3, April 2014.