

XÂY DỰNG SƠ ĐỒ KHỐI ĐIỀU KHIỂN ROBOT 6 CHÂN TRÊN MATLAB SIMULINK

Nguyễn Tiến Thịnh, Nguyễn Huy Thế

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

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Robot có cấu trúc chuỗi động học kín hay còn được gọi là robot chuỗi khớp là một dạng robot di chuyển linh hoạt thu hút sự quan tâm, nghiên cứu của các nhà khoa học. Loại robot này có khả năng di chuyển đa hướng và thích nghi với nhiều loại địa hình phức tạp. Được trang bị sáu chân di chuyển, mỗi chân có nhiều khớp do đó loại robot này thể hiện sự nhanh nhẹn khi di chuyển và có khả năng thích ứng đa địa hình. Với cấu trúc khớp di chuyển hiệu quả và ổn định nên loại robot này được nghiên cứu ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như: thăm dò, giám sát hay cứu hộ... Nghiên cứu các thuật toán chuyển động, hệ thống điều khiển và tích hợp thêm các giác quan cho robot vẫn là vấn đề được các nhà khoa học quan tâm nghiên cứu nhằm nâng cao và tối ưu hóa chuyển động của robot giúp robot thích ứng linh hoạt hơn.



Hình 1. Mô hình robot thực tế

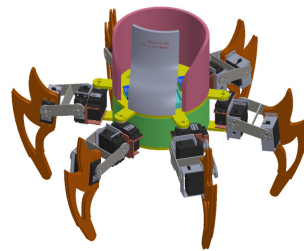
Trong bài viết này nhóm tác giả đưa ra tính toán, phân tích động học trên cơ sở đó xây dựng mô hình điều khiển cho robot. Mục đích chính của bài báo là thiết lập mô hình khối Simulink nhằm khảo sát bước điều khiển tại các khớp theo động học và là cơ sở nghiên

cứu bài toán điều khiển tối ưu cho các chuyển động trên địa hình phức tạp.

Mô hình robot được thiết kế, chế tạo bố trí các chân đều theo thân hình tròn, sáu chân được bố trí đối xứng cho thấy robot có cấu trúc ổn định [1].

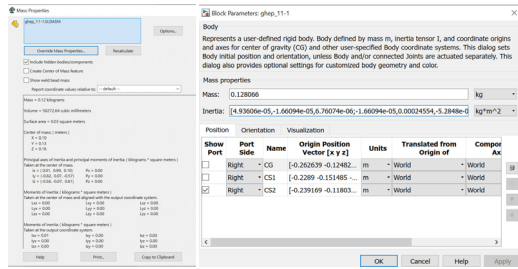
2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Đối với bài toán mô hình hóa robot, đặc biệt với robot có cấu trúc chuỗi động học kín, việc đồng nhất tính chất của đối tượng trên mô hình thực tế và đối tượng mô hình hóa là vấn đề quan trọng đảm bảo tính tin cậy của các kết quả mô phỏng. Để đáp ứng các điều kiện trên, áp dụng vào việc xây dựng sơ đồ khối trong bài toán mô phỏng, trong bài báo này tác giả đã sử dụng phương pháp tạo khối điều khiển từ mô hình thiết kế trên ứng dụng Matlab Simulink Simscape. Simscape trong phần mềm Matlab Simulink cho phép tạo ra các mô hình hệ thống vật lý trong môi trường Simulink nhanh chóng và chính xác đảm bảo các tính chất của đối tượng như vật liệu, ràng buộc vật lý, cơ tính... Ngoài ra phần mềm còn cung cấp nhiều công cụ như: các khối điều khiển, các khối tín hiệu, các khối giả lập trọng trường, các khối vật lý liên kết ràng buộc...



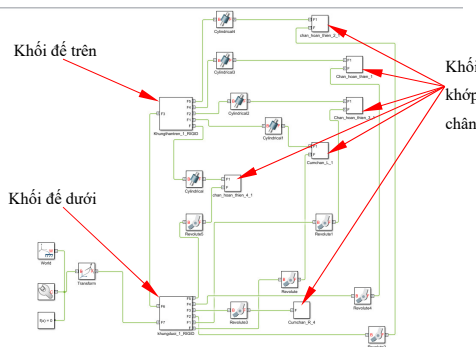
Hình 2. Mô hình robot thiết kế

Robot được thiết kế như hình 2 trên phần mềm Solidworks, để mô hình hóa khối mô phỏng robot cần lắp ráp robot theo đúng điều kiện liên kết khớp, gán vật liệu cho các khâu.



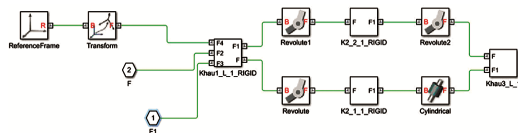
Hình 3. Đặc tính của khâu trên Matlab và trên Solidworks

Mô hình sau khi được mô hình hóa mang đầy đủ đặc tính của khâu thực tế như các yếu tố về trọng lực, vật liệu, vị trí khối tâm...



Hình 4. Sơ đồ khối điều khiển

Sơ đồ khối điều khiển robot 6 chân được xây dựng trên Matlab Simulink Simscape như hình 4 gồm các khối khớp chân được liên kết với đề trên và đề dưới robot qua các khớp xoay và khớp bản lề.

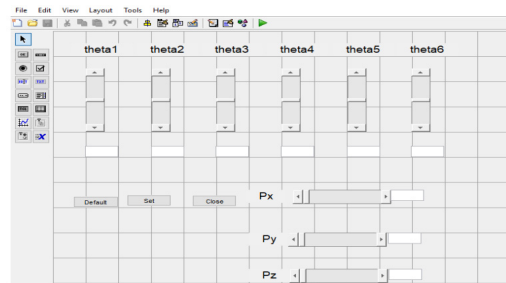


Hình 5. Mô hình hóa 1 khớp chân

Khối khớp chân được xây dựng bởi các khâu liên kết với nhau qua các khớp xoay (Hình 5).

Với robot 6 chân cấu trúc động học kín mô hình hóa xây dựng được với 6 khối khớp chân được đánh số từ 1÷6, tọa độ trọng tâm của các khâu được tính toán tự động trên công cụ Simulink Simscape theo hệ tọa độ cố định đặt tại thân trên robot gọi là hệ tọa độ word.

Với mô hình robot xây dựng được, để xét tính đồng nhất của mô hình robot xây dựng với mô hình thực tế ta xét bài toán điều khiển động học cho robot khi xét di chuyển trọng tâm robot theo phương pháp di chuyển Tripod [2] trên sơ đồ khối xây dựng trên phần mềm Matlab Simulink và bài toán động học tính toán. Áp dụng kết quả nghiên cứu động học robot 6 chân [4] với điều kiện đầu vào là các biến khớp tại các chân được xây dựng trên giao diện Guide trong Matlab:



Hình 6. Giao diện Guide điều khiển robot 6 chân

trong đó:

Theta1: Là biến khớp θ_{1i} của chân 1, 3, 5

Theta 2: Là biến khớp θ_{2i} của chân 1, 3, 5

Theta 3: Là biến khớp θ_{3i} của chân 1, 3, 5

Theta 4: Là biến khớp θ_{4i} của chân 2, 4, 6

Theta 5: Là biến khớp θ_{5i} của chân 2, 4, 6

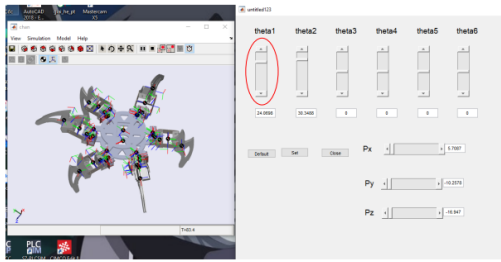
Theta 6: Là biến khớp θ_{6i} của chân 2, 4, 6

Px, Py, Pz : là tọa độ Đề các đặt tại tâm của thân robot.

Với sơ đồ khối xây dựng được, tiến hành đặt tọa độ trọng tâm thân trên robot cần di chuyển tới tại khung giá trị Px, Py, Pz và xét kết quả tại các giá trị biến khớp trên cơ sở đó so sánh với giá trị điều khiển thực tế robot.

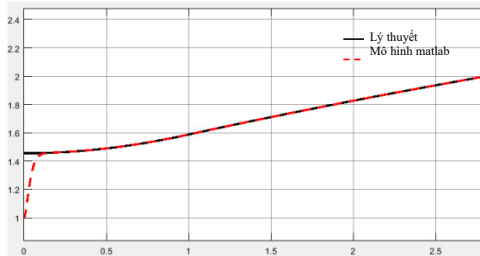
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Với các tham số điều khiển dựa trên phần mềm Matlab Simulink xây dựng sơ đồ khối điều khiển robot 6 chân (Hình 4) và cho kết quả mô phỏng trực quan (Hình 7):

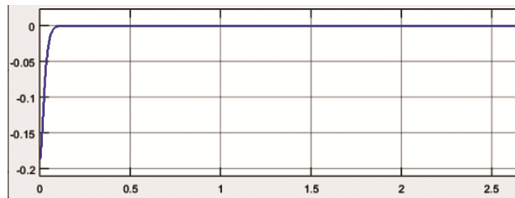


Hình 7. Trạng thái robot khi mô phỏng điều khiển với giao diện Guide

Kết quả nhận được vị trí của tọa độ trọng tâm robot khi thay đổi các góc biến khớp theta.



Hình 8. Đáp ứng vị trí trọng tâm thân theo thời gian của mô hình Matlab với lý thuyết



Hình 9. Sai lệch vị trí trọng tâm thân theo thời gian

Từ kết quả đáp ứng vị trí trọng tâm (Hình 8) và đồ thị sai lệch vị trí trọng tâm của thân robot (Hình 9) cho thấy mô hình phù hợp với kết quả bài toán động học thuận và động học

ngược cho robot 6 chân đáng nhện [4]. Sai lệch đáp ứng vị trí của robot trong điều kiện nghiên cứu nằm trong giới hạn đáp ứng bài toán điều khiển thực tế [3], do đó mô hình xây dựng được đáng tin cậy cho việc sử dụng để mô phỏng các bài toán động lực học của robot.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã tập trung trình bày được các vấn đề:

- Phân tích, lựa chọn phương pháp mô hình hóa đối tượng dạng sơ đồ khối điều khiển.
- Phân tích, đánh giá tính tin cậy của bài toán mô hình hóa trên Matlab Simulink và mô hình tính toán.
- Xây dựng giao diện Guide điều khiển robot 6 chân, trên cơ sở đó kiểm chứng tính đồng nhất của sơ đồ khối mô hình Matlab với lý thuyết tính toán.

Trong bài báo này nhóm tác giả đang giới hạn nghiên cứu vấn đề ở bài toán xây dựng sơ đồ khối mô phỏng với các thay đổi vị trí. Kết quả nghiên cứu là cơ sở cho các bài toán mô phỏng theo quỹ đạo, lực, yếu tố thay đổi của bề mặt tiếp xúc... Đây là các bài toán tương đối phức tạp với robot cấu trúc chuỗi động học kín, tuy nhiên các nghiên cứu đó sẽ mở ra các thuật toán điều khiển giúp robot di chuyển ổn định hơn và ngày càng trở nên thông minh hơn.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] T. Karakurt, A. Durdu, N. Yilmaz, 2004 "Design of Six Legged Spider Robot and
- [2] Evolving Walking Algorithms", International Journal of Machine Learning and Computing, Vol.5, No.2, p96-100.
- [3] Dan Thilderkvist and Sebastian Svensson, 2005, "Motion Control of Hexapod Robot Using Model-Based Design", printed in Sweden by Media - Tryck, pp17-19.
- [4] Nguyen Huy The, Nguyen Tien Thinh, Nguyen Tuan Anh, 2022 "Tính toán động học, động học ngược robot nhện 6 chân" HNTN_2022, pp. 53.