ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

NGUYỄN THỊ THU HẰNG

THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN MỜ THEO ĐẠI SỐ GIA TỬ CHO ROBOT 2 BẬC TỰ DO

Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa
Mã số:

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

KHOA CHUYÊN MÔN
TRƯỞNG KHOA

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

PGS.TS. LẠI KHẮC LÃI

PHÒNG ĐÀO TẠO

THÁI NGUYÊN 2018

LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: Nguyễn Thị Thu Hằng

Sinh ngày: 25/8/1991

Học viên lớp cao học Khóa 18 – Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa – Trường Đại học kỹ thuật công nghiệp Thái Nguyên

Hiện đang công tác tại: Trường cao đẳng nghề số 1- Bộ Quốc Phòng

Xin cam đoan về luận văn " **Thiết kế bộ điều khiển mờ theo đại số gia tử cho robot 2 bậc tự do"** do thầy giáo *PGS.TS Lại Khắc Lãi* hướng dẫn là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Tất cả các tài liệu tham khảo đều có nguồn gốc, xuất xứ rõ rang.

Tác giả xin cam đoan tất cả những nội dung trong luận văn đúng như nội dung trong đề cương và yêu cầu của thầy giáo hướng dẫn. Nếu có vấn đề gì trong nội dung của luận văn tác giả xin hoàn toàn chịu trách nhiệm với lời cam đoan của mình/.

Thái Nguyên, ngày tháng năm 2018

Học viên

Nguyễn Thị Thu Hằng

LỜI CẢM ƠN

Sau thời gian nghiên cứu, làm việc khẩn trương được sự giúp đỡ, hướng dẫn tận tình của thầy **PGS - TS Lại Khắc Lãi**, luận văn với đề tài **"Thiết kế bộ điều khiển mờ theo đại số gia tử cho robot 2 bậc tự do"** đã được hoàn thành.

Tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến:

Thầy giáo hướng dẫn **PGS - TS Lại Khắc Lãi** đã tận tình chỉ dẫn, giúp đỡ tác giả hoàn thành luận văn này.

Khoa sau đại học, các thầy giáo, cô giáo trong khoa Điện - Trường đại học Kỹ thuật công nghiệp Thái Nguyên đã giúp đỡ tác giả trong suốt quá trình học tập cũng như quá trình nghiên cứu thực hiện luận văn.

Toàn thể các đồng nghiệp, bạn bè, gia đình đã quan tâm động viên, giúp đỡ trong suốt quá trình học tập.

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN ii
LỜI CẢM ƠN iii
MỤC LỤC iv
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ vi
DANH MỤC NHỮNG CHỮ VIẾT TẮT vi
PHẦN MỞ ĐẦU 1
1. Lý do chọn đề tài. 1
2. Mục đích nghiên cứu 2
3. Đối tượng nghiên cứu 2
4. Ý nghĩa khoa học, ý nghĩa thực tiễn của đề tài. 2
4.1. Ý nghĩa khoa học. 2
4.2. Ý nghĩa thực tiễn. 2
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP VÀ TAY MÁY 3
1.1. Lịch sử phát triển. 3
1.2. Robot công nghiệp và các ứng dụng 7
1.3. Cấu trúc cơ bản của robot công nghiệp 7
1.4. Kết cấu tay máy. 8
1.5. Động học robot. 11
1.5.1. Bảng thông số DH. 12
1.5.2. Tính toán ma trận mô tả quan hệ khâu i đối với hệ tọa độ gốc ^{0}Ti 15
1.6. Động lực học robot. 16
1.6.1. Hàm Lagrange. 16
1.6.2. Phương trình động lực học robot 2 bậc tự do. 19
1.6.3. Phương trình động lực học robot 2 bậc tự do. 21
1.7. Kết luận chương 1 24
CHƯƠNG 2. TỔNG QUAN VỀ ĐIỀU KHIỂN MỜ VÀ ĐẠI SỐ GIA TỬ 25

2.1. Suy luận xấp xỉ dựa trên tập mờ. 25
2.1.1. Khái niệm 25
2.1.2. Mô hình mờ đa điều kiện 26
2.2. Điều khiển mờ 28
2.2.1. Cấu trúc của bộ điều khiển mờ 28
2.2.2. Phương pháp thiết kế bộ điều khiển mờ dựa trên luật. 29
2.3. Suy luận xấp xỉ dựa trên đại số gia tử 31
2.3.1. Một số kiến thức cơ bản về đại số gia tử 32
2.3.2. Ứng dụng đại số gia tử giải bài toán suy luận sấp xỉ. 42
2.4. Bộ điều khiển sử dụng đại số gia tử 47
2.5. Kết luận chương 2 48
CHƯƠNG 3 : THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN MỜ TRÊN NỀN 50
ĐẠI SỐ GIA TỬ CHO TAY MÁY HAI BẬC TỰ DO 50
3.1. Sơ đồ khối hệ thống điều khiển tay máy 2 bậc tự do 50
3.2. Tổng hợp độ điều chỉnh PID cho động cơ điện một chiều 52
3.2.1. Mô Hình toán của động cơ điện 1 chiều kích từ độc lập 52
3.2.2. Tổng hợp mạch vòng dòng điện 53
3.2.3. Tổng hợp mạch vòng tốc độ 55
3.3. Xây dựng mô hình mô phỏng tay máy 2 bậc tự do 58
3.4. Thiết kế bộ điều khiển mờ cho tay máy hai bậc tự do 59
3.4.1. Định nghĩa các tập mờ đầu vào và đầu ra 60
3.4.2. Xây dựng luật điều khiển 61
3.4.3. Chọn luật hợp thành và phương pháp giải mờ 62
3.4.4. Kết quả mô phỏng 63
3.5. Xây dựng bộ điều khiển trên nền đại số gia tử 64
3.6. Kết luận chương 3 68
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ 69
TÀI LIỆU THAM KHẢO 71

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Tay máy kiểu tọa độ Đề các..... 8

Hình 1.2. Tay máy kiểu tọa độ trụ..... 9

Hình 1.3. Tay máy kiểu tọa độ cầu..... 9

Hình 1.4. Tay máy kiểu tọa độ góc..... 10

Hình 1.5. Tay máy kiểu SCARA 10

Hình 1.6. Sơ đồ khối đơn giản của động học robot..... 11

Hình 1.7. Minh họa phương pháp DH..... 11

Hình 1.8. Khảo sát tốc độ của vi khối lượng dm..... 16

Hình 1.9. Hệ tọa độ robot 2 bậc tự do..... 16

Hình 2.1. Phép “and” được thực hiện theo công thức min..... 26

Hình 2.2. Sơ đồ cấu trúc của bộ điều khiển mờ..... 27

Hình 2.3. Sơ đồ hệ thống với bộ điều khiển mờ..... 29

Hình 2.4. Độ đo tính mờ của các phần tử sinh..... 36

Hình 2.5. Độ đi tính mờ của một số hạng từ ngữ..... 37

Hình 2.6. Sự sắp xếp của các $x \in X$, $h_j \in H$, $c \in G$..... 38

Hình 2.7. Hàm ánh xạ ngữ nghĩa định lượng..... 39

Hình 2.8. Mô hình của bộ suy luận xấp xỉ dựa trên đại số gia tử..... 43

Hình 2.9. Sơ đồ bộ điều khiển theo tiếp cận đại số gia tử..... 45

Hình 3.1. Sơ đồ khối hệ điều khiển tay máy 2 bậc tự do..... 48

Hình 3.2. Cấu trúc khối động cơ khớp 1..... 49

Hình 3.3. Sơ đồ cấu trúc động cơ điện một chiều..... 51

Hình 3.4. Sơ đồ cấu trúc của mạch vòng dòng điện..... 51

Hình 3.5. Sơ đồ thu gọn của mạch vòng điện..... 52

Hình 3.6. Sơ đồ mạch vòng tốc độ động cơ điện một chiều..... 53

Hình 3.7. Sơ đồ thu gọn của mạch vòng tốc độ..... 54

Hình 3.8. Sơ đồ cấu trúc hệ điều khiển tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập..... 55
Hình 3.9. Mô Hình mô phỏng tay máy hai bậc tự do..... 56
Hình 3.10. Sơ đồ mô phỏng khớp 1 của tay máy..... 56
Hình 3.11. Sơ đồ mô phỏng khớp 2 của tay máy..... 57
Hình 3. 12. Cấu trúc của bộ điều khiển mờ..... 57
Hình 3. 13. Các hàm liên thuộc đầu vào 1..... 58
Hình 3. 14. Các hàm liên thuộc đầu vào 2 (sau khi hiệu chỉnh)..... 58
Hình 3. 15. Các hàm liên thuộc đầu ra..... 59
Hình 3.16. Tác động của luật điều khiển ứng với một cặp giá trị đầu vào.. 60
Hình 3.17. Quan hệ Vào – ra của bộ điều khiển mờ..... 61
Hình 3.18. Sơ đồ mô phỏng hệ điều khiển tay máy bằng điều khiển mờ.... 61
Hình 3.19. Đường cong quĩ đạo các khớp khi sử dụng bộ điều khiển mờ 62
Hình 3.20. Cấu trúc hệ thống điều khiển sử dụng đại số gia tử..... 62
Hình 3.21. Sơ đồ mô phỏng hệ thống điều khiển tay máy sử dụng đại số gia tử..... 65
Hình 3.22. Đáp ứng quá độ của tay máy khi điều khiển bằng đai số gia tử..... 65
Hình 3.23. So sánh đáp ứng quá độ của hệ thống đối với bộ điều khiển mờ và bộ điều khiển đại số gia tử..... 66

DANH MỤC NHỮNG CHỮ VIẾT TẮT

1. SISO: Single in put -Single output
2. MISO: Mult input – Single output
3. MIMO: Mult input – Mult output
4. ĐSGT: Đại số gia tử
5. FAM : Fuzzy Associate Memory
6. HAC: Hệ thống điều khiển sử dụng đại số gia tử

PHẦN MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài.

Trong sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước, vấn đề tự động hóa sản xuất có vai trò đặc biệt quan trọng. Một trong những phương pháp giúp cho vấn đề tự động hóa đạt hiệu quả cao là sử dụng robot công nghiệp vào quá trình sản xuất.

Mục tiêu ứng dụng kỹ thuật robot trong công nghiệp là nhằm nâng cao năng suất dây chuyền công nghệ, nâng cao chất lượng, giảm giá thành sản phẩm, đồng thời cải thiện điều kiện lao động. Sự cạnh tranh hàng hóa đặt ra cho chúng ta vấn đề thời sự là làm sao để hệ thống tự động hóa sản xuất phải có tính linh hoạt cao nhằm đáp ứng với sự biến động thường xuyên của thị trường hàng hóa cạnh tranh. Robot công nghiệp là một bộ phận không thể thiếu trong việc tạo ra những hệ thống tự động sản xuất linh hoạt đó.

Việc nâng cao chất lượng điều khiển tay máy luôn là vấn đề cấp thiết được nhiều nhà khoa học trong và ngoài nước quan tâm. Các hệ thống điều khiển tay máy hiện nay chủ yếu dùng phương pháp kinh điển và được thiết kế theo phương pháp tuyến tính hóa gần đúng. Khi thông số của hệ thống thay đổi thì thông số của bộ điều khiển giữ nguyên dẫn đến làm giảm độ chính xác điều khiển ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm.

Với sự ra đời của lý thuyết điều khiển hiện đại (điều khiển thích nghi, điều khiển mờ, mạng nơron,…) đã tạo điều kiện cho việc xây dựng các bộ điều khiển thông minh đáp ứng yêu cầu công nghệ ngày càng cao của nền sản xuất hiện đại. Trong mấy năm gần đây đã có rất nhiều đề tài nghiên cứu ứng dụng hệ mờ để điều khiển đối tượng phi tuyến. Trong đề tài này, tác giả nghiên cứu về: “Thiết kế bộ điều khiển mờ theo đại số gia tử cho robot 2 bậc tự do”. Sau đề tài nghiên cứu này, sẽ thiết kế được một bộ điều khiển để điều khiển robot

2 bậc tự do theo dạng điều khiển hiện đại, tính toán và thiết kế bộ điều khiển trên nền đại số gia tử cho robot 2 bậc tự do, đảm bảo điều khiển các chuyển động của robot một cách chính xác.

Trên đây là lý do tác giả chọn đề tài: **"Thiết kế bộ điều khiển mờ theo đại số gia tử cho robot 2 bậc tự do".**

2. Mục đích nghiên cứu

- Tính toán thiết kế bộ điều khiển mờ trên nền đại số gia tử cho robot 2 bậc tự do; kiểm tra kết quả thông qua mô phỏng và thực nghiệm..

3. Đối tượng nghiên cứu.

- Điều khiển cánh tay robot hai bậc tự do theo mờ trên nền đại số gia tử.

4. Ý nghĩa khoa học, ý nghĩa thực tiễn của đề tài.

4.1. Ý nghĩa khoa học.

Bộ điều khiển mờ trên nền đại số gia tử giống như một công cụ điều khiển các hệ thống phi tuyến với các thông số chưa xác định. Điều này có ý nghĩa rất lớn về mặt khoa học trong việc điều khiển các đối tượng phi tuyến.

Đề tài này đề cập đến ứng dụng mờ trên nền đại số gia tử trong việc điều khiển đối tượng phi tuyết đặc biệt là điều khiển robot.

4.2. Ý nghĩa thực tiễn.

Việc điều khiển canh tay robot được áp dụng mờ trên nền đại số gia tử có ý nghĩa thực tiễn lớn. Bời vì, robot được áp dụng ngày một rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau, chúng phải làm việc ở những môi trường có điều kiện khắc nghiêt và luôn thay đổi để thay thế cho con người. Việc nâng cao chất lượng điều khiển robot sẽ góp phần nâng cao chất lượng sản phẩm, nâng cao năng suất và hiệu quả lao động.