

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

PHAN VĂN DƯ

**HỆ NƠN MỜ VÀ ỨNG DỤNG CHO ROBOT 5 BẬC
TỰ DO**

Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa

Mã số: 60520216

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Người hướng dẫn khoa học

PGS.TS LẠI KHẮC LÃI

THÁI NGUYÊN - 2017

LỜI MỞ ĐẦU

Trong thời gian thực hiện luận văn, tác giả đã nhận được sự quan tâm rất lớn của nhà trường, các khoa, phòng ban chức năng, các thầy cô giáo và đồng nghiệp.

Tác giả xin chân thành cảm ơn Ban giám hiệu, Khoa sau đại học, các giảng viên đã tạo điều kiện cho tôi hoàn thành luận văn này.

Tác giả xin bày tỏ lời cảm ơn chân thành nhất đến thầy hướng dẫn khoa học PGS.TS Lại Khắc Lãi về những chỉ dẫn khoa học, định hướng nghiên cứu và tận tình hướng dẫn tôi trong suốt quá trình làm luận văn.

Mặc dù đã rất cố gắng, song do trình độ và kinh nghiệm còn hạn chế nên có thể luận văn còn những thiếu sót. Tác giả rất mong nhận được những ý kiến đóng góp từ các thầy cô giáo và các bạn đồng nghiệp để luận văn được hoàn thiện và có ý nghĩa ứng dụng trong thực tế.

Cuối cùng, tôi xin cảm ơn gia đình và bạn bè, những người đã luôn ủng hộ và động viên tôi để tôi yên tâm nghiên cứu luận văn này.

Thái nguyên, tháng 07 năm 2017

Tác giả

Phan Văn Dư

LỜI CAM ĐOAN

Tôi tên là Phan Văn Dư lớp CHK17-TĐH tôi xin cam đoan bản luận văn: "*Hệ neuron mờ và ứng dụng cho robot 5 bậc tự do*" là do tôi tự tổng hợp và nghiên cứu, không sao chép của ai.

Mọi tham khảo trong luận văn đều được trích dẫn rõ ràng tên tác giả, tên công trình, thời gian, địa điểm công bố.

Tôi xin chịu trách nhiệm về những gì tôi khai trước nhà trường và hội đồng khoa học!

Thái nguyên, tháng 07 năm 2017

Tác giả luận văn

Phan Văn Dư

MỤC LỤC

	Trang
Lời mở đầu	ii
Lời cam đoan	iii
Mục lục	iv
Danh mục các ký hiệu, các chữ viết tắt	vi
Danh mục các bảng	vii
Danh mục các hình vẽ, đồ thị	viii
MỞ ĐẦU	1
NỘI DUNG	3
CHƯƠNG 1. XÂY DỰNG MÔ HÌNH TOÁN HỌC ROBOT 5 BẬC TỰ DO	3
1.1. TỔNG QUAN VỀ ROBOT CÔNG NGHIỆP	3
1.1.1. Sơ lược quá trình phát triển của robot công nghiệp	3
1.1.2. Cấu trúc cơ bản của robot công nghiệp	4
1.1.3. Cơ cấu robot 5 bậc tự do toàn khớp quay	5
1.2. ĐỘNG HỌC ROBOT	6
1.2.1. Bảng thông số DH	7
1.2.2. Tính toán ma trận mô tả quan hệ khâu i đối với hệ tọa độ gốc	9
1.3. ĐỘNG LỰC HỌC ROBOT	10
1.3.1. Hàm Lagrange	10
1.3.2. Phương trình động lực học robot	12
1.3.3. Phương trình động lực học robot 5 bậc tự do	14
CHƯƠNG 2. TỔNG QUAN VỀ HỆ NƠON MỜ	24
2.1. ĐẶT VẤN ĐỀ	24
2.2. TỔNG QUAN VỀ ĐIỀU KHIỂN MỜ	24
2.2.1. Giới thiệu	24
2.2.2. Cấu trúc của bộ điều khiển mờ	25

2.2.3. Thiết kế bộ điều khiển mờ	26
2.3. TỔNG QUAN VỀ MẠNG NƠRON	28
2.3.1. Mạng nơron sinh học	28
2.3.2. Mạng nơron nhân tạo	29
2.3.3. Cấu trúc mạng	35
2.4. HỆ NƠRON MỜ	39
2.4.1. Sự kết hợp giữa logic mờ và mạng nơron	39
2.4.2. Cấu trúc chung của hệ mờ và mạng nơron	41
2.4.3. Huấn luyện mạng nơron mờ	46
CHƯƠNG 3. ỨNG DỤNG NƠRON MỜ ĐIỀU KHIỂN TAY MÁY 5 DOF	52
3.1. MÔ PHỎNG ĐỐI TƯỢNG ĐIỀU KHIỂN	52
3.1.1. Cơ cấu robot 5 DOF	52
3.1.2. Mô hình cơ cấu chấp hành	53
3.2. THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN PID ĐIỀU KHIỂN ĐỐI TƯỢNG	55
3.2.1. Tổng hợp vòng điều chỉnh động cơ	55
3.2.2. Thiết kế bộ điều khiển PID điều khiển đối tượng	58
3.2.3. Kết quả mô phỏng dùng PID	61
3.3. BỘ ĐIỀU KHIỂN NƠRON MỜ ĐIỀU KHIỂN ROBOT 5 DOF	62
3.3.1. Thu thập bộ dữ liệu để huấn luyện mạng	63
3.3.2. Cấu trúc hệ nơron mờ	65
3.3.3. Huấn luyện mạng nơron mờ	67
3.3.4. Kết quả mô phỏng dùng NEFCON	68
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	71
TÀI LIỆU THAM KHẢO	72

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT

Ký hiệu	Tiếng Anh	Tiếng Việt	Trang
NEFCON	Neural Fuzzy Controller	Bộ điều khiển nơron mờ	1
DOF	Degree of Freedom	Bậc tự do	6
DH	Denavit Hartenberg		7
Tr	Trace	Vết ma trận	16
SISO	Single Input Single Output	Một vào một ra	47
DC	Direct current	Động cơ một chiều	53
PID	Proportional Integral Derivative	Bộ điều khiển tỷ lệ vi tích phân	58
FIS	Fuzzy Inference System	Hệ thống suy diễn mờ	65

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng	Tên hình	Trang
Bảng 1.1	Bảng thông số DH	8
Bảng 1.2	Thông số DH của robot 5 DOF	15
Bảng 2.1	Tiêu chí so sánh giữa logic mờ và mạng nơron	40
Bảng 3.1	Tham số và giá trị của động cơ DC	59
Bảng 3.2	Bảng thông số DH của robot 5 DOF chọn mô phỏng	59
Bảng 3.3	Kết quả đạt được dùng PID	61
Bảng 3.4	Tập dữ liệu huấn luyện	63
Bảng 3.5	Kết quả đạt được dùng NEFCON	69
Bảng 3.6	So sánh kết quả của bộ PID và NEFCON	69

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ

Hình	Tên hình	Trang
Hình 1.1	Các thành phần chính của hệ thống robot	4
Hình 1.2	Sơ đồ kết cấu tay máy	4
Hình 1.3	Sơ đồ tay máy robot 5 DOF	6
Hình 1.4	Sơ đồ khối động học	6
Hình 1.5	Minh họa phương pháp DH	7
Hình 1.6	Khảo sát tốc độ của vi khối lượng dm	11
Hình 1.7	Hệ tọa độ của robot 5 DOF	14
Hình 2.1	Các khối chức năng của bộ Điều khiển mờ	26
Hình 2.2	Cấu trúc tổng quát một hệ mờ	27
Hình 2.3	Mô hình 2 nơron sinh học	28
Hình 2.4	Mô hình một nơron	30
Hình 2.5	Mạng nơron 3 lớp	30
Hình 2.6	Cấu trúc huấn luyện mạng nơron	31
Hình 2.7	Mô hình nơron đơn giản	32
Hình 2.8	Một số dạng hàm chuyển của mạng nơron	33
Hình 2.9	Nơron với R đầu vào	34
Hình 2.10	Ký hiệu nơron với R đầu vào	34
Hình 2.11	Cấu trúc mạng nơron 1 lớp	35
Hình 2.12	Ký hiệu mạng R đầu vào và S nơron	36
Hình 2.13	Ký hiệu một lớp mạng	37
Hình 2.14	Cấu trúc mạng nơron 3 lớp	38
Hình 2.15	Ký hiệu tắt của mạng nơron 3 lớp	39
Hình 2.16	Mô hình hệ mờ - nơron	41

Hình 2.17	Cấu trúc chung của hệ mờ - neuron	41
Hình 2.18	Rời rạc hóa hàm liên thuộc	44
Hình 2.19	Hàm liên thuộc các tập mờ vào và ra	44
Hình 3.1	Sơ đồ khối mô hình robot 5 DOF trong Simulink	52
Hình 3.2	Sơ đồ động cơ một chiều	53
Hình 3.3	Sơ đồ cấu trúc của động cơ một chiều kích thích độc lập	54
Hình 3.4	Mô hình SIMULINK của động cơ một chiều kích thích độc lập	55
Hình 3.5	Sơ đồ hệ thống điều khiển vòng kín	55
Hình 3.6	Sơ đồ hệ chấp hành có điều khiển	56
Hình 3.7	Vòng điều chỉnh dòng của động cơ một chiều	56
Hình 3.8	Sơ đồ khâu điều chỉnh dòng phản ứng	57
Hình 3.9	Cấu trúc hệ thống điều chỉnh tốc độ quay của động cơ một chiều	58
Hình 3.10	Sơ đồ điều khiển độc lập một khớp nối	58
Hình 3.11	Sơ đồ mô phỏng hệ điều khiển robot 5 DOF bằng PID	60
Hình 3.12	Đặc tính quá độ của các khớp khi điều khiển bằng PID	61
Hình 3.13	Sơ đồ mô phỏng hệ thống điều khiển tay máy bằng neuron mờ	62
Hình 3.14	Tải dữ liệu huấn luyện	65
Hình 3.15	Lựa chọn số lượng và dạng hàm liên thuộc đầu vào, ra	66
Hình 3.16	Sơ đồ cấu trúc bộ điều khiển neuron mờ	66
Hình 3.17	Sai số giữa tập mẫu và sau 30 kỳ huấn luyện	67
Hình 3.18	Dữ liệu vào ra của ANFIS sau huấn luyện	68
Hình 3.19	Đặc tính quá độ của các khớp khi điều khiển bằng NEFCON	68
Hình 3.20	So sánh chất lượng bộ điều khiển PID và NEFCON	69

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Cùng với sự phát triển mạnh mẽ lý thuyết điều khiển hiện đại và thông minh; hệ mờ và mạng nơ ron ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực. Hệ mờ dựa trên logic của con người, với ưu điểm đơn giản và xử lý chính xác những thông tin không chắc chắn và mạng nơ ron có khả năng tự học hỏi, tự chỉnh định cho phù hợp với sự thay đổi của đối tượng điều khiển; sự kết hợp giữa hệ mờ và mạng nơ ron nhân tạo đã đem lại nhiều hiệu quả đáng kể trong lĩnh vực điều khiển và tự động hóa. Trong những năm gần đây đã có nhiều đề tài nghiên cứu ứng dụng hệ nơ ron mờ để điều khiển các đối tượng phi tuyến [6], [7], [10] và cũng đã thu được một số kết quả nhất định. Việc nghiên cứu thiết kế bộ điều khiển cho robot đảm bảo các yêu cầu chất lượng là rất cần thiết và có ý nghĩa. Trong đề tài này tác giả trình bày ứng dụng mạng nơ ron nhân tạo và hệ điều khiển mờ để thiết kế bộ điều khiển nâng cao chất lượng điều khiển cánh tay máy.

Xuất phát từ tính cấp thiết nâng cao chất lượng điều khiển robot và mong muốn áp dụng hệ điều khiển nơ ron mờ (NEFCON) vào thực tiễn là đối tượng robot 5 bậc tự do nên bản thân tôi chọn đề tài : **“Hệ nơ ron mờ và ứng dụng cho robot 5 bậc tự do”**

2. Mục đích nghiên cứu

Xây dựng bộ điều khiển nơ ron mờ cho cánh tay robot đảm bảo các yêu cầu chất lượng, kiểm tra kết quả thông qua mô phỏng và thực nghiệm.

3. Đối tượng nghiên cứu

Điều khiển tay robot theo hệ nơ ron mờ

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

a) Ý nghĩa khoa học

Hệ thống nơ ron mờ đang nổi lên như một công cụ điều khiển các hệ thống phi tuyến với các thông số chưa xác định. Việc kết hợp giữa phương pháp nơ ron và phương pháp mờ đem lại khả năng tuyệt vời cho sự linh hoạt và học theo thao tác của con người. Điều này có ý nghĩa rất lớn về mặt khoa học trong việc điều khiển các đối tượng phi tuyến.