

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

-----o0o-----

**LUẬN VĂN THẠC SỸ KỸ THUẬT
NGÀNH: TỰ ĐỘNG HÓA**

**NGHIÊN CỨU GIẢI THUẬT DI TRUYỀN ĐỂ TỐI ƯU HOÁ
THAM SỐ BỘ ĐIỀU KHIỂN LQR TRONG ĐIỀU KHIỂN HỆ
CHUYỂN ĐỘNG**

KHƯƠNG TRỌNG NGHĨA

THÁI NGUYÊN 2011

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

LUẬN VĂN THẠC SỸ KỸ THUẬT

NGÀNH: TỰ ĐỘNG HÓA

**NGHIÊN CỨU GIẢI THUẬT DI TRUYỀN ĐỂ TỐI ƯU
HOÁ THAM SỐ BỘ ĐIỀU KHIỂN LQR TRONG ĐIỀU KHIỂN
HỆ CHUYỂN ĐỘNG**

Học viên : Khương Trọng Nghĩa

Người HD Khoa Học: TS Đỗ Trung Hải

THÁI NGUYÊN 2011

THUYẾT MINH
LUẬN VĂN THẠC SỸ KỸ THUẬT

**ĐỀ TÀI: NGHIÊN CỨU GIẢI THUẬT DI TRUYỀN ĐỂ TỐI ƯU
HOÁ THAM SỐ BỘ ĐIỀU KHIỂN LQR TRONG ĐIỀU KHIỂN
HỆ CHUYỂN ĐỘNG**

Học viên : **Khương Trọng Nghĩa**
Lớp : CH-K12
Chuyên ngành : Tự động hoá
Người hướng dẫn : **TS Đỗ Trung Hải**
Ngày giao đề tài : 2/2011
Ngày hoàn thành đề tài : 8/2011

KHOA ĐT SAU ĐẠI HỌC

NGƯỜI HƯỚNG DẪN

BAN GIÁM HIỆU

TS Đỗ Trung Hải

HỌC VIÊN

Khương Trọng Nghĩa

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Các số liệu, kết quả trong luận văn là hoàn toàn trung thực theo tài liệu tham khảo và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Thái Nguyên, ngày 30 tháng 9 năm 2011

Tác giả luận văn

Khương Trọng Nghĩa

LỜI CẢM ƠN

Trong quá trình làm luận văn, tôi đã nhận được nhiều ý kiến đóng góp từ các thầy, cô giáo, các anh chị và các bạn đồng nghiệp.

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn đến TS Đỗ Trung Hải, Người đã tận tình hướng dẫn tôi hoàn thành luận văn này, đến Khoa Sau Đại học - Trường Đại học Kỹ thuật công nghiệp đã tạo điều kiện để tôi hoàn thành khóa học.

Tôi xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, Phòng Hành chính Tài vụ, Trung tâm thí nghiệm đã tạo những điều kiện để tôi hoàn thành khóa học.

Tôi xin chân thành cảm ơn các thầy hiệu trưởng, ban giám hiệu, cùng với các đồng nghiệp nhà trường TCN Hermann Gmainer Việt Trì, cùng với gia đình, các bạn bè, đã giúp đỡ và tạo những điều kiện thuận lợi nhất về mọi mặt để tôi hoàn thành khóa học.

Tác giả luận văn

Khương Trọng Nghĩa

MỤC LỤC

Mục lục	1
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT	4
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ	4
MỞ ĐẦU	5
1. Tính cấp thiết của đề tài	5
2. Mục đích nghiên cứu	5
3. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu	5
4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài	6
5. Kết cấu luận văn	6
CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN VỀ ĐIỀU KHIỂN TỐI ƯU, ĐIỀU KHIỂN LQR	7
1.1 CHẤT LƯỢNG TỐI ƯU	7
1.1.1 Đặc điểm của bài toán tối ưu	7
1.1.1.1. Khái niệm	7
1.1.1.2. Điều kiện thành lập bài toán tối ưu	9
1.1.1.3. Tối ưu hoá tĩnh và động	9
1.1.2. Xây dựng bài toán tối ưu	10
1.1.2.1. Tối ưu hóa không có điều kiện ràng buộc	10
1.1.2.2. Tối ưu hóa với các điều kiện ràng buộc	11
1.2 CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN TỐI ƯU	16
1.2.1. Phương pháp biến phân cổ điển Euler_Lagrange	16
1.2.1.1. Giới thiệu	16
1.2.2. Phương pháp quy hoạch động Bellman	21
1.2.2.1. Giới thiệu	21
1.2.2.2. Hệ rời rạc	21

1.2.2.3. Phương pháp điều khiển số.....	22
1.2.3. Nguyên lý cực tiểu Pontryagin _ Hamilton.....	25
1.2.3.1. Nguyên lý cực tiểu của Pontryagin.	25
1.2.3.2. Điều khiển Bang-Bang	26
1.2.4 Kết luận	30
1.3 ĐIỀU KHIỂN TỐI ƯU CÁC HỆ TUYẾN TÍNH VỚI PHIÊM HÀM DẠNG TOÀN PHƯƠNG LQR.....	31
1.3.1 Ổn định Lyapunov đối với hệ thống tuyến tính.....	31
1.3.2 Điều khiển tối ưu hệ tuyến tính với chỉ tiêu chất lượng dạng toàn phương _ Phương trình Riccati đối với hệ liên tục.....	32
1.3.3 Phương trình Riccati đối với hệ rời rạc.....	35
1.3.4 Các bước giải bài toán toàn phương tuyến tính.....	36
1.3.5 Kết luận.....	37
CHƯƠNG 2. THUẬT TOÁN DI TRUYỀN (GA) VÀ ỨNG DỤNG TRONG VIỆC XÁC ĐỊNH THAM SỐ TỐI ƯU BỘ ĐIỀU KHIỂN. LQR.....	38
2.1 KHÁI QUÁT.....	38
2.2 CÁC NGUYÊN LÝ TRONG THUẬT GIẢI DI TRUYỀN.....	41
2.2.1 Nguyên lý về xác định cấu trúc dữ liệu.	41
2.2.1.1. Mảng byte.....	42
2.2.1.2 Mảng byte nén.....	43
2.2.1.3. Mảng INTEGER nén để tối ưu truy xuất.....	47
2.2.1.4. Biểu diễn số thực bằng chuỗi nhị phân.....	48
2.2.2. Biểu diễn gen bằng chuỗi số thực	49
2.2.3. Cấu trúc cây.....	50
2.2.4. Độ thích nghi tiêu chuẩn.....	51

2.2.5. Độ thích nghi xếp hạng (rank method)	51
2.3. CÁC PHÉP TOÁN CỦA THUẬT TOÁN DI TRUYỀN.....	52
2.3.1. Tái sinh (Reproduction)	52
2.3.2. Lai ghép (Crossover)	53
2.3.3. Đột biến (Mutation)	54
2.4 CẤU TRÚC CỦA THUẬT TOÁN DI TRUYỀN TÔNG QUÁT...	55
2.5 Ứng dụng của GA trong thiết kế bộ điều khiển LQR.....	54
2.6 Kết luận.....	58
CHƯƠNG 3. MÔ PHỎNG KIỂM CHỨNG BẰNG PHẦN MỀM MATLAB- SIMULINK	59
3.1. Mô hình động của hệ thống con lắc ngược	59
3.2. Mô phỏng	60
3.2.1. Cấu trúc điều khiển	61
3.2.2 Kết quả mô phỏng	62
KẾT LUẬN.....	65
Tài liệu tham khảo.....	66
Phụ lục.....	67

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT	
LQR	Tuyến tính bậc hai (Linear quadratic legulator)
GA	Giải thuật di truyền (Gentic Algorithm)
IPS	Hệ thống con lắc ngược (Inverted Pendulum system)
CTDL	Cấu trúc dữ liệu

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ

Hình 1.1 Sơ đồ hệ thống điều khiển.....	8
Hình 1.2 Tối ưu cục bộ và tối ưu toàn cục.....	9
Hình 1.3 Hàm chuyển đổi mẫu và bộ điều khiển tối ưu.....	30
Hình 2.1 Sơ đồ tổng quát của thuật giải di truyền.....	42
Hình 2.2 Thông số có trong gen trong hệ nhiễm sắc thể.....	56
Hình 3.1 (a) Hệ thống con lắc ngược; (b) Sơ đồ tách rời của hệ thống.....	59
Hình 3.2 Sơ đồ cấu trúc điều khiển LQR dùng Matlab-simulink.....	61
Hình 3.3: Sơ đồ cấu trúc cho con lắc ngược dùng matlab-simulink.....	62
Hình 3.4 Đồ thị sai lệch góc của con lắc.....	63
Hình 3.5 Đồ thị sai lệch vị trí của xe đẩy	63

Mở Đầu

1. Tính cấp thiết của đề tài

Việc nghiên cứu và ứng dụng lý thuyết điều khiển thông minh vào thực tế với mục đích giải phóng sức lao động, tăng năng suất và hạ giá thành sản phẩm; đồng thời sản phẩm tạo ra đáp ứng được các yêu cầu ngày càng cao (chất lượng, hình thức, ...) của xã hội là việc làm cần thiết.

Bộ điều khiển tối ưu tuyến tính dạng toàn phương LQR (Linear Quadratic regulator) là thuật toán điều khiển được xây dựng dựa trên cơ sở nguyên lý phản hồi trạng thái. Tham số của bộ điều khiển được xác định nhờ việc giải phương trình RICATI khi biết mô hình toán tuyến tính của đối tượng. Khi không có được mô hình toán tuyến tính của đối tượng thì không thể có lời giải cho bài toán điều khiển tối ưu LQR theo các biểu thức giải tích thông thường. Trong trường hợp này ta có thể dùng thuật toán di truyền để tìm lời giải tối ưu và đây cũng là hướng nghiên cứu chính của bản luận văn.

2. Mục đích nghiên cứu

Việc điều khiển hệ chuyển động theo mong muốn là vấn đề tồn tại thực tế cần nghiên cứu giải quyết. Hiện nay phương tiện lý thuyết và thực nghiệm cho phép thực hiện được các bài toán phức tạp để tìm được thông số điều khiển tối ưu nhằm nâng cao được các chỉ tiêu chất lượng của hệ.

Mục tiêu của luận văn là nghiên cứu điều khiển tối ưu, điều khiển LQR, thuật toán di truyền và ứng dụng để xác định tham số tối ưu của bộ điều khiển LQR trong điều khiển hệ chuyển động.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu:

- Xây dựng được thuật toán di truyền để xác định tham số tối ưu của bộ điều khiển LQR. Ứng dụng kết quả cho một hệ chuyển động thực tế.