

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

Đoãn Thế Công

ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI HỆ THỐNG BEAM AND BALL

Chuyên ngành: Kỹ thuật Điều khiển và Tự động hóa

Mã số: 520216

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

THÁI NGUYÊN, 2014

LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: **Doãn Thế Công**

Sinh ngày 26 tháng 11 năm 1983

Học viên lớp cao học khoá 14 CH.TĐH - Trường đại học kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên.

Hiện đang công tác tại : Trường Cao đẳng nghề Yên Bái

Tôi xin cam đoan luận văn “**Điều khiển thích nghi hệ thống Ball and Beam**” do thầy giáo **TS. Nguyễn Văn Chí** hướng dẫn là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Tất cả các tài liệu tham khảo đều có nguồn gốc, xuất xứ rõ ràng.

Tôi 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, tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm với lời cam đoan của mình.

Thái Nguyên, ngày 2 tháng 03 năm 2014

Học viên

Doãn Thế Công

LỜI CẢM ƠN

Sau thời gian nghiên cứu, làm việc khẩn trương và được sự hướng dẫn tận tình giúp đỡ của thầy giáo *TS. Nguyễn Văn Chí*, luận văn với đề tài “**Điều khiển thích nghi hệ thống Ball and Beam**” đã được hoàn thành.

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

Thầy giáo hướng dẫn *TS. Nguyễn Văn Chí* đã tận tình chỉ dẫn, giúp đỡ tác giả hoàn thành luận văn.

Các thầy cô giáo Trường Đại học kỹ thuật công nghiệp Thái Nguyên và một số đồng nghiệp, đã quan tâm động viên, giúp đỡ tác giả trong suốt quá trình học tập để hoàn thành luận văn này.

Mặc dù đã cố gắng hết sức, tuy nhiên do điều kiện thời gian và kinh nghiệm thực tế của bản thân còn ít, cho nên đề tài không thể tránh khỏi thiếu sót. Vì vậy, tác giả mong nhận được sự đóng góp ý kiến của các thầy giáo, cô giáo và các bạn bè đồng nghiệp.

Tôi xin chân thành cảm ơn!

Thái Nguyên, ngày 2 .tháng 03 năm 2014

Học viên

Doãn Thế Công

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	iv
MỤC LỤC	v
DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT	vii
DANH MỤC CÁC SƠ ĐỒ, HÌNH VẼ	viii
LỜI NÓI ĐẦU	1
1. Nội dung của luận văn	1
2. Mục tiêu đạt được của luận văn	1
3. Tính cấp thiết của đề tài.....	2
Chương 1. XÂY DỰNG MÔ HÌNH HỆ THỐNG “BALL AND BEAM”	3
1.1. Mô tả hệ thống “Ball and Beam”	3
1.1.1. Đặt vấn đề	3
1.1.2. Một số hệ thống B&B trong thực tế.....	5
1.1.3. Mô hình hệ thống B&B tại phòng thí nghiệm bộ môn đo lường điều khiển ..	10
1.1.4. Sơ đồ kết nối giữa máy tính và mô hình hệ thống B&B.....	13
1.1.5. Card NI USB 6008 giao tiếp từ máy tính với mô hình B&B [8].....	15
1.1.6. Các yếu tố ảnh hưởng đến hệ thống Ball and beam.....	17
1.2. Xây dựng mô hình toán học của hệ thống B&B	19
1.3. Xác định các tham số của hệ thống.....	21
1.3.1. Mô hình toán động cơ 1 chiều:	21
1.3.2. Xác định điện trở phản ứng R_a :.....	23
1.3.3. Xác định hằng số K_b	23
1.3.4. Xác định J_m qua tính toán. (file: iden_ J_m).....	25
1.4. Kết luận chương 1.	26
Chương 2. THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN PHẢN HỒI TRẠNG THÁI LQR CHO HỆ THỐNG PHẢN HỒI B&B.....	28
2.1. Tuyến tính hoá hệ thống B&B tại điểm làm việc:	28
2.2. Thiết kế bộ điều khiển phản hồi trạng thái LQR.....	30

2.3. Kết quả chạy thực nghiệm.....	33
Kết luận chương 2.....	40
Chương 3. THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN LQR KẾT HỢP KHÂU THÍCH NGHI BÙ NHIỀU CHO HỆ THỐNG B&B.....	41
3.1. Nguyên lý của khâu thích nghi bù nhiễu.....	41
3.2. Thiết kế khâu thích nghi bù nhiễu cho hệ thống B&B.	44
3.3. Kết quả chạy thực nghiệm.....	45
3.3.1. Sơ đồ khối hệ thống trên Matlab/Simulink:	45
3.3.2. Mô hình đối tượng đã bao gồm bộ điều khiển LQR.....	46
3.3.3. Mô hình mẫu của hệ thống.....	46
3.3.4. Sơ đồ khối khâu thích nghi bù nhiễu	47
3.3.5. Kết quả sau khi chạy thực nghiệm	47
3.4. Kết luận chương 3.	50
Chương 4. KẾT LUẬN CHUNG.....	51
TÀI LIỆU THAM KHẢO.	52

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

Từ viết tắt	Tên tiếng Anh	Tên tiếng Việt
LQG	Linear Quadratic Gaussian	Tuyến tính toàn phương Gaussian
LQR	Linear Quadratic Regulator	Bộ điều chỉnh toàn phương tuyến tính
FFC	Leaning Feed – Forward Control	Bộ điều khiển học truyền thẳng
PID	Proportional- Intergral- Derivative	Tỷ lệ – Tích phân- Đạo hàm
B&B	Ball and Beam	Bóng và thanh

DANH MỤC CÁC SƠ ĐỒ, HÌNH VẼ

Hình 1-1	Mô hình Ball and beam dạng 1.....	4
Hình 1-2	Mô hình Ball and beam dạng 2.....	4
Hình 1-3	Mô hình Ball and Beam tại trường ĐHKT Hong kong.....	5
Hình 1-4	Mô hình Ball and Beam tại công ty Megachem.	7
Hình 1-5	Mô hình Ball and Beam ĐH Bắc Florida.....	7
Hình 1-6	Mô hình Ball and Beam ĐHKT Australia.....	8
Hình 1-7	Wedcam on board ĐHKT Australia	9
Hình 1-8	Hình ảnh bộ thí nghiệm	10
Hình 1-9	Khối GAIN.....	11
Hình 1-10	Khối LEVEL CONVERTER.....	11
Hình 1-11	Khối POWER AMPLIFIER	12
Hình 1-12	Khối BALL POSITION	12
Hình 1-13	Lấy tín hiệu góc quay của thanh.....	13
Hình 1-14	Sơ đồ cấu trúc điều khiển hệ thống B&B.	13
Hình 1-16	Hình ảnh bộ Card NI USB 6008	15
Hình 1-17.	Nhiều quá trình và nhiều đo lường	18
Hình 1-18.	Mô tả toán học B&B.....	19
Hình 1-20.	Đồ thị điện áp trên biến trở quay.....	24
Hình 1-21.	Đồ thị $E_{(t)}$ khi động cơ bị ngắt nguồn.....	25
Hình 2. 1	Nguyên tắc phản hồi trạng thái	31
Hình 2. 2	Sơ đồ cấu trúc điều khiển thực hiện trong Matlab/simulink.	33
Hình 2. 3	Sơ đồ cấu trúc đầu ra điều khiển hệ thống B&B	33
Hình 2. 4	Sơ đồ khối đo các tín hiệu của hệ thống B&B	34
Hình 2. 5	Đáp ứng đầu ra r của hệ thống B&B với $r_d = 0,21$	34
Hình 2. 6	Góc của thanh ngang φ	35
Hình 2. 7	Đồ thị vận tốc của viên bi \dot{r}	35
Hình 2. 8	Vận tốc góc của thanh ngang $\dot{\varphi}$	36

Hình 2. 9 Đáp ứng đầu ra r của hệ thống B&B khi	37
tín hiệu đặt có dạng xung	37
Hình 2. 10 Đồ thị vận tốc của viên bi \dot{r}	37
Hình 2. 11 Góc của thanh ngang φ	38
Hình 2. 12 Vận tốc góc của thanh ngang $\dot{\varphi}$	38
Hình 2. 13 Kết quả thử nghiệm tổng hợp	39
Hình 3. 1 Điều khiển bù nhiễu đối tượng bất định tuyến tính có ma trận hệ thống là ma trận bền	43
Hình 3. 2 Sơ đồ cấu trúc điều khiển thích nghi mô hình B&B thực hiện trong Matlab	45
Hình 3. 3 Mô hình đối tượng bao gồm bộ điều khiển LQR	46
Hình 3. 4 Sơ đồ cấu trúc mô hình mẫu	46
Hình 3. 6 Kết quả thử nghiệm tổng hợp với giá trị $r_d = 0.1m$	47
Hình 3. 7 Kết quả thử nghiệm tổng hợp với giá trị $r_d = -0.1m$	48
Hình 3. 8 Kết quả thử nghiệm tổng hợp với vị trí đặt dạng xung	49

LỜI NÓI ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Mô hình “ Ball and Beam”(mô hình bóng và tay đòn), viết tắt là B&B là một trong số các mô hình trong phòng thí nghiệm của trường đại học công nghiệp Thái Nguyên. Đây là mô hình này chuyên dùng để cho các học viên học tập và nghiên cứu khoa học trong quá trình cài đặt các thuật toán điều khiển. Khi tìm hiểu và nghiên cứu bộ thí nghiệm điều khiển B&B không còn hiện trạng như ban đầu và hoàn toàn không chạy được. Cụ thể là các thông tin về sản phẩm, phần mềm điều khiển cũng như máy tính chuyên dụng đều không còn nữa. Mặt khác các linh kiện đã lâu năm nên một số không còn chính xác nữa. Đây chính là khó khăn không nhỏ trong việc nghiên cứu mô hình thí nghiệm này.

Để khắc phục cũng như những tồn tại trên tôi đã tiến hành đo và nhận dạng lại các thành phần của hệ thống như: Động cơ servo, điện trở, biến trở, các khớp truyền động, thay thế khối giao tiếp máy tính bằng card NI USB6008, kết nối hệ thống với phần mềm Matlab/simulink để cài đặt các thuật toán điều khiển. Khi đã khắc phục và đã có đầy đủ các thông số của mô hình, Tôi tiến hành nghiên cứu theo đề tài đăng ký làm luận văn thạc sỹ là ”**Điều Khiển Thích Nghi Hệ Thống Ball And Beam**”, sử dụng bộ điều khiển LQR và đề xuất thêm khâu bù nhiễu nhằm nâng cao chất lượng ổn định của hệ thống khi vị trí viên bi cách xa về hai phía. Đây là một đề tài điển hình về kỹ thuật điều khiển và được hầu hết các trường đại học kỹ thuật nghiên cứu và thí nghiệm. Mô hình được ứng dụng nhiều trong thực tế như hệ thống cân bằng máy bay theo phương nằm ngang khi hạ cánh dưới ảnh hưởng của các dòng khí chuyển động hỗn loạn, điều khiển cân bằng trong ô tô v.v.

2. Mục tiêu đạt được của luận văn

Xác định được các thông số vật lý thực của hệ thống Ball and Beam thông qua nhận dạng, đo đạc và tính toán