

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

PHẠM ĐỨC DƯƠNG

THIẾT KẾ, CHẾ TẠO VÀ THỬ NGHIỆM ROBOT
ỔN ĐỊNH THỂ KHÂU CUỐI

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Chuyên ngành: Kỹ thuật Cơ khí

Mã ngành: 8520103

TRƯỞNG KHOA

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

PGS.TS. Phạm Thành Long

Thái Nguyên, tháng 4 năm 2019

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của tôi dưới sự hướng dẫn khoa học của **PGS.TS. Phạm Thành Long**. Các kết quả tính toán, số liệu nêu trong luận văn là trung thực và chưa từng được công bố trong bất kỳ công trình khoa học nào khác.

Tác giả luận văn

Phạm Đức Dương

LỜI CẢM ƠN

Qua thời gian học tập, nghiên cứu chương trình cao học kỹ thuật Cơ khí của trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, đã giúp tác giả nhận thức sâu sắc về cách thức nghiên cứu, phương pháp tiếp cận các đối tượng nghiên cứu và lựa chọn đề tài luận văn tốt nghiệp cao học; đồng thời góp phần nâng cao kiến thức chuyên môn vững vàng, nâng cao năng lực thực hành, khả năng thích ứng cao trước sự phát triển của khoa học, kỹ thuật và kinh tế; có khả năng phát hiện, giải quyết độc lập những vấn đề thuộc chuyên ngành được đào tạo và phục vụ cho công tác được tốt hơn. Việc thực hiện nhiều bài tập nhóm trong thời gian học đã giúp tác giả sớm tiếp cận được cách làm, phương pháp nghiên cứu, tạo tiền đề cho việc độc lập trong nghiên cứu và hoàn thành luận văn này.

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

PGS.TS Phạm Thành Long đã giúp đỡ, hướng dẫn hết sức chu đáo, nhiệt tình trong quá trình thực hiện để tác giả hoàn thành luận văn thạc sĩ này;

Các CBCNV trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp đã tạo điều kiện thuận lợi cho tác giả trong quá trình tiến hành thực nghiệm đề tài và bảo vệ luận văn thạc sĩ;

Gia đình, bạn bè của tác giả đã giúp đỡ, tạo điều kiện về thời gian, động viên tác giả trong quá trình thực hiện và hoàn thành luận văn này;

Tác giả mong muốn tiếp tục nhận được sự chia sẻ, hỗ trợ và tạo điều kiện của Hội đồng Chấm luận văn thạc sĩ, để bản luận văn này hoàn thiện hơn.

Xin trân trọng cảm ơn.

Thái Nguyên, ngày 15 tháng 04 năm 2019

BẢNG THUẬT NGỮ VÀ KÝ HIỆU VIẾT TẮT

STT	Thuật ngữ/ Ký hiệu	Đơn vị	Ý nghĩa luận giải
1	RPY		Bộ góc Roll – Pitch - Yaw
2	DH		Denavit - Hatenberg
3	PCMM		Portable Coodianate Measure Machine
4	P	(mm)	Prismatic
5	R	(rad)	Rotate
6	GRG		General Rduce Gradient
7	MEMS		Micro Electro Mechanical Systems
8	<u>SRS</u>		Cấu trúc chân dẫn động khớp R
9	GY		Gyroscales
10	DC		Direct Curent
11	a	(mm)	Lượng dịch chuyển theo trục x
12	d	(mm)	Lượng dịch chuyển theo trục z
13	θ	(rad)	Góc quay quanh trục z
14	β	(rad)	Góc quay quanh trục x
15	n		Cosin chỉ hướng trục x
16	s		Cosin chỉ hướng trục y
17	p		Véc tơ tọa độ điểm cuối
18	q_i		Tọa độ suy rộng thứ i
19	t_{ij}	(rad)	θ_{ij} góc thứ j của chân thứ i

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1. 1 Hệ Cơ điện tử với phản hồi tín hiệu.....	2
Hình 1. 2 Hệ servo với phản hồi công suất.....	3
Hình 1. 3 Cấu trúc phản hồi công suất của truyền dẫn một bậc tự do.....	3
Hình 1. 4 Sơ đồ động học của cơ cấu cổ tay cầu ba bậc tự do thiết kế theo lý thuyết dòng năng lượng khép kín [1].....	4
Hình 1. 5 Các tọa độ suy rộng của tay máy trước và sau biến dạng.....	5
Hình 1. 6 Thuật toán bù kép để điều khiển động học robot mềm.....	6
Hình 1. 7 Tổ hợp bàn tay lên robot không dùng nguồn độc lập.....	6
Hình 1. 8 Chu kỳ làm việc của bàn tay giữa hai trạm.....	7
Hình 1. 9 Các trạng thái khác nhau của bộ khóa cơ.....	8
Hình 1. 10 Tay robot không sử dụng nguồn dẫn động độc lập.....	8
Hình 1. 11 Tay đo PCMM cấu hình robot hai khâu.....	9
Hình 1. 12 Dữ liệu đo một contour trước và sau khi xử lý qua phần mềm.....	10
Hình 1. 13 Vật thể đo sau khi xử lý smoothness trên Catia.....	10
Hình 1. 14 Sơ đồ khai triển bước xoắn trên mặt trụ dùng thiết kế máy đo.....	11
Hình 1. 15 Cấu trúc của máy đo dạng robot sử dụng đầu đo tiếp xúc.....	11
Hình 1. 16 Biểu diễn tương quan độ chính xác các thành phần (T2, Q1).....	12
Hình 1. 17 Thử nghiệm máy đo thực tế tại Disoco.....	13
Hình 1. 18 Cơ cấu persian Joint 6 bậc tự do.....	13
Hình 1. 19 Đồ thị quan hệ vận tốc ngõ vào/ ngõ ra của cơ cấu persian joint ...	14
Hình 2. 1 Quan hệ giữa giá O_0 và đích P ở robot công nghiệp.....	16
Hình 2. 2 Ổn định pháo một góc không đổi ở vị trí “Home” khi di chuyển.....	17
Hình 2. 3 Ví dụ về khóa mục tiêu tĩnh khi di chuyển.....	17
Hình 2. 4 Ổn định hướng bình chứa.....	18
Hình 2. 5 Ổn định con lắc ngược.....	18
Hình 2. 6 Bay theo đội hình, bài toán hai yếu tố động.....	19
Hình 2. 7 Camera checking vị trí của vật di động (hãng cognex).....	19
Hình 2. 8 Con quay hồi chuyển.....	20

Hình 2. 9 Chip L3G4200DH với chức năng nhận biết góc quay	21
Hình 2. 10 Cơ cấu ổn định hướng cơ khí.....	22
Hình 2. 11 Mô tả phép quay roll-pitch-yaw.....	23
Hình 2. 12 Quan hệ giữa phép quay RPY với các chuyển động của bàn tay khi phương trục khớp khác nhau	23
Hình 2. 13 Sơ đồ quan hệ giữa hai hệ quy chiếu O_{i-1} và O_i theo DH	25
Hình 2. 14 Tay robot với vai trò đồ gá có chức năng ổn định thế của vật gá....	26
Hình 3. 1 Đồ gá cấu hình robot 3 bậc tự do	35
Hình 3. 2 Đồ thị đặc tính các biến khớp	39
Hình 3. 3 Đối giá một robot song song.....	39
Hình 3. 4 Khai triển chi tiết một chân cấu trúc SRS đã đối giá	40
Hình 3. 5 Minh họa lời giải tại một vị trí điều khiển	42
Hình 3. 6 Quỹ đạo tâm giá O_0 trong hệ quy chiếu O_1 theo yêu cầu	43
Hình 3. 7 Đồ thị biến khớp từ t_{21} đến t_{26}	47
Hình 3. 8 Cảm biến Mpu 6050 và Arduino Uno	48
Hình 3. 9 Sơ đồ kết cấu điều khiển một bậc tự do	49
Hình 3. 10 Bộ thí nghiệm ba bậc tự do chạy dẫn động servo.....	51
Hình 3. 11 Thử nghiệm với mạch thực theo thiết kế.....	51

DANH MỤC BẢNG

Bảng 2. 1 Các bước biến đổi DH.....	24
Bảng 3. 1 <i>Tọa độ điểm keypoint quy đổi khi biểu diễn trong hệ quy chiếu O và O_3.....</i>	36
Bảng 3. 2 <i>Lời giải động học ngược tại các điểm keypoint khi giữ vị trí so với mô tả ở ma trận thế 13, đồng thời di chuyển gốc O theo đường $x^2+z^2=45^2$, $y = 120$.....</i>	37
Bảng 3. 3 <i>Chuyển đổi tọa độ điểm quỹ đạo giữa hai giá.....</i>	43
Bảng 3. 4 <i>Biến khớp tại 8 vị trí tính toán khi giá (O_0) di động và O_1 đứng yên.....</i>	45
Bảng 3. 5 <i>Quy ước chân cảm biến MPU 6050</i>	49

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
BẢNG THUẬT NGỮ VÀ KÝ HIỆU VIẾT TẮT.....	iii
DANH MỤC HÌNH VẼ.....	iv
DANH MỤC BẢNG.....	v
MỞ ĐẦU.....	1
CHƯƠNG 1: Tổng quan về một số tay robot đặc biệt	2
1.1 Các tay máy phản hồi công suất.....	2
1.2 Các tay máy mềm	5
1.3 Tay robot không dùng nguồn dẫn động độc lập.....	6
1.4 Tay đo PCMM.....	9
1.5 Máy đo góc nghiêng bánh răng trụ.....	10
1.6 Cấu trúc truyền động đẳng tốc không gian kiểu robot hệt dẫn động.	13
1.7 Đồ gá ổn định thể cấu hình robot	14
Kết luận chương 1	15
CHƯƠNG 2: Cơ sở thiết kế động học của đồ gá ổn định thể cấu hình robot	16
2.1 Giới thiệu đồ gá ổn định thể.....	16
2.1.1 Vòng kín có một yếu tố động	16
2.1.2 Vòng kín có hai yếu tố động.....	18
2.1.3 Ổn định thể bằng con quay hồi chuyển	20
2.2 Phương trình động học robot	22
2.3 Tính tương đối của một chuyển động/ phép đổi giá.....	26
2.4 Mô hình toán của đồ gá tổng quát cấu hình robot.....	27
2.5 Phương pháp và công cụ giải bài toán động học robot.....	28
2.5.1 Chuyển đổi bài toán động học thành bài toán tối ưu.....	28
2.5.2 Phương pháp GRG giải bài toán tối ưu	32
2.5.3 Xác định vùng đáp ứng ổn định thể.....	33
Kết luận chương 2	33

CHƯƠNG 3: Thiết kế, chế tạo và kiểm nghiệm gá ổn định thế.....	35
3.1 Xây dựng dữ liệu điều khiển thông qua tính toán trên mô hình	35
3.1.1 Cấu trúc chuỗi	35
3.1.2 Cấu trúc song song.....	39
3.2 Xác định chuyển động dẫn bằng cảm biến gia tốc MPU 6050.....	48
3.3 Kết cấu và điều khiển một bậc tự do quay.....	49
3.4 Cấu trúc điều khiển hệ ba bậc tự do với một cảm biến MPU6050.....	50
3.5 Thử nghiệm ổn định trên phương tiện	51
Kết luận chương 3	52
Kết luận của luận văn.....	52
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	53
PHỤ LỤC	56
1. Chương trình vẽ đồ thị matlab bằng mfile:	56
2. Các bản vẽ chế tạo gá ổn định thế ba bậc tự do.....	67

MỞ ĐẦU

Robot là thiết bị khả trình, khi tác vụ thay đổi một thiết bị cơ điện tử kiểu robot do chức năng quy định bởi phần mềm nên hoàn toàn có khả năng lập trình để đáp ứng tác vụ mới. Vì lý do đó có thể thấy phần lớn robot có tính vạn năng, nhưng bên cạnh đó vẫn cần có các robot đặc biệt nhằm thích ứng với các điều kiện làm việc rất đặc thù.

Các robot đặc biệt này có thể cần đến các phương pháp mô tả, các công cụ tính toán và các phương pháp đặc biệt tương ứng để giải quyết các vấn đề kỹ thuật phát sinh do tính đặc biệt của nó.

Hệ thống phương pháp, công cụ dùng để giải quyết các vấn đề thiết kế, chế tạo các robot đặc biệt này cùng với các phương pháp lý luận đã biết sẽ hoàn thiện các hiểu biết về robot.

Với tham vọng như trên, trong bản luận án này sẽ xây dựng một hệ thống lý luận làm cơ sở cho việc tính toán, thiết kế một đồ gá ổn định thế của vật mang trong bàn tay với hai cấu trúc robot chuỗi và robot song song.

Đồ gá này định hướng ứng dụng ổn định máy quay trong điều kiện di động, nâng cao chất lượng hình ảnh, giảm rung giật nâng cao chất lượng khung hình. Ứng dụng ổn định hướng ngắm của súng, pháo gắn trên phương tiện như xe, tàu chiến trong trường hợp cần mở rộng góc công tác hơn so với hệ thống dẫn động điện – thủy lực hiện có, hoặc cần ổn định đồng thời cả vị trí và hướng thay vì chỉ ổn định hướng như sử dụng trong hệ thống Meteor. Đặc biệt là luận văn đề cập đến các cơ cấu gá ổn định hướng có cấu trúc song song, đây là các cơ cấu cho khả năng mang tải nặng, tuy nhiên nó có độ phức tạp cao về động học, động lực học.

Để minh họa cho ý tưởng của luận văn, một mô hình ổn định thế tự động khởi tạo dữ liệu từ các cảm biến gia tốc được thiết kế và chế tạo để kiểm chứng các tính toán mà tác giả đề xuất.

Tác giả xin chân thành cảm ơn PGS.TS Phạm Thành Long đã tận tình hướng dẫn em hoàn thành luận văn này.

Thái Nguyên, tháng 4 năm 2019