

ตัวควบคุมชนิดปรับตัวเองสำหรับแขนหุ่นยนต์โดยใช้เทคนิคการ  
คำนวณแรงบิดในรูปของพารามิเตอร์



นาย ศิริพล สุวรรณโรจน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2537

ISBN 974-584-700-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I197716A40

An Adaptive Controller for a Robot Manipulator  
Based on the Parametric Computed Torque Technique

Mr. Siripone Suwanarode

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering  
Department of Electrical Engineering  
Graduate school

Chulalongkorn University

1994

ISBN 974-584-700-3





### กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ อาจารย์ ดร. บุญมี  
อย่างธารา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะในการวิจัย รวมทั้งขอ  
ขอบพระคุณ บิดา และ มารดา ที่ได้ให้ทุนการศึกษาและกำลังใจตลอดมา

นาย ศิริพล สุวรรณโรจน์



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญภาพ .....	ช

### บทที่

1. บทนำ .....	1
2. ทฤษฎีเบื้องต้นของแกนหุ่นยนต์ .....	5
3. การออกแบบระบบควบคุมแกนหุ่นยนต์ .....	16
4. การจำลองเชิงเลขแกนหุ่นยนต์ .....	31
5. การทดสอบการทำงานและเปรียบเทียบสมรรถนะของระบบควบคุม .....	39
6. สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ .....	56
รายการอ้างอิง .....	58
ภาคผนวก ก. หลักของ Hamilton และ สมการของ Lagrange-Euler .....	62
ภาคผนวก ข. การจัดการามิเตอร์สมการ Lagrange-Euler ตามวิธีของ Goldenberg et al. ....	70
ภาคผนวก ค. โปรแกรมจำลองการทำงานของระบบควบคุมแกนหุ่นยนต์ .....	76
ประวัติผู้เขียน .....	92

## สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่

2.1	โครงสร้างของแขนหุ่นยนต์โดยทั่วไป .....	6
2.2	ระบบพิกัด Roll-pitch-yaw .....	8
2.3	แขนหุ่นยนต์แกนพิกัดฉาก .....	9
2.4	แขนหุ่นยนต์แกนพิกัดทรงกระบอก .....	9
2.5	แขนหุ่นยนต์แกนพิกัดทรงกลม .....	10
2.6	แขนหุ่นยนต์แกนหมุน .....	10
3.1	ระบบควบคุมแขนหุ่นยนต์ตามหลักการ Perturbation theory .....	17
3.2	ระบบควบคุมที่เสนอโดย Lee และ Chung .....	18
3.3	ระบบควบคุมที่เสนอโดย Liu และ Lin .....	23
3.4	ระบบควบคุมที่เสนอโดย Goldenberg et al. ....	28
3.5	ระบบควบคุมที่ออกแบบในงานวิจัย .....	29
4.1	แขนหุ่นยนต์ในงานวิจัย .....	33
4.2	แบบจำลองแรงเสียดทาน .....	35
4.3	ตำแหน่งอ้างอิงรูป cycloid .....	38
4.4	ความเร็วอ้างอิงรูป bell-shape .....	38
5.1	การเคลื่อนที่ติดตามตำแหน่งอ้างอิงของข้อที่ 1 .....	40
5.2	การเคลื่อนที่ติดตามตำแหน่งอ้างอิงของข้อที่ 2 .....	41
5.3	ตำแหน่งคลาดเคลื่อนของข้อที่ 1 .....	41
5.4	ตำแหน่งคลาดเคลื่อนของข้อที่ 2 .....	42
5.5	การติดตามความเร็วอ้างอิงของข้อที่ 1 .....	42
5.6	การติดตามความเร็วอ้างอิงของข้อที่ 2 .....	43
5.7	แรงบิดที่ระบุของข้อที่ 1 .....	43
5.8	แรงบิดที่ระบุของข้อที่ 2 .....	44

5.12 การเคลื่อนที่ติดตามตำแหน่งอ้างอิงของข้อที่ 2 .....	46
5.13 ตำแหน่งกลาดเคลื่อนของข้อที่ 1 และ 2 .....	47
5.14 ตำแหน่งกลาดเคลื่อนของข้อที่ 1 .....	48
5.15 ตำแหน่งกลาดเคลื่อนของข้อที่ 2 .....	48
5.16 แรงบิดที่ระบุของข้อที่ 1 .....	49
5.17 แรงบิดที่ระบุของข้อที่ 2 .....	49
5.18 แรงบิดเพื่อชดเชยความคลาดเคลื่อนของข้อที่ 1 และ 2 .....	50
5.19 ตำแหน่งกลาดเคลื่อนของข้อที่ 1 .....	51
5.20 ตำแหน่งกลาดเคลื่อนของข้อที่ 2 .....	51
5.21 ความเร็วกลาดเคลื่อนของข้อที่ 1 .....	52
5.22 ความเร็วกลาดเคลื่อนของข้อที่ 2 .....	52
5.23 ตำแหน่งกลาดเคลื่อนของข้อที่ 1 .....	54
5.24 ตำแหน่งกลาดเคลื่อนของข้อที่ 2 .....	54
5.25 ตำแหน่งกลาดเคลื่อนของข้อที่ 1 .....	55
5.26 ตำแหน่งกลาดเคลื่อนของข้อที่ 2 .....	55