

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
รายการตาราง	ฅ
รายการรูปประกอบ	ฉ
รายการสัญลักษณ์	ค
ประมวลศัพท์และคำย่อ	ท

บทที่

1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของวิทยานิพนธ์	1
1.1.1 สถานการณ์การค้าสินค้าอัญมณีและเครื่องประดับปี 2552 (ม.ค.-ต.ค)	1
1.1.2 ปัญหาและอุปสรรค จากการประชุมหารือร่วมกันระหว่างภาครัฐ/เอกชน	3
1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์	4
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.5 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์	5
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	13
3.1 บทนำ	13
3.2 กลไกก้านโยงแบบ FiveBar Linkages	16
3.2.1 ประเภทของก้านโยงแบบขนาน (Parallel Linkages)	17
3.2.2 Coupler Curves	18

3.2.3	Degree of freedom (Mobility) In Planar Mechanisms	18
3.3	จลศาสตร์หุ่นยนต์ (Robot Kinematics)	19
3.3.1	ตำแหน่งจุดหมุนและเมตริกซ์การหมุน (Position, Orientation matrix)	19
3.3.2	การหมุนแบบ YPR (yaw, pitch, roll)	23
3.3.3	การเปลี่ยนระบบพิกัด	24
3.3.4	Transformation operators	25
3.3.5	Denavit - Hardenberg parameters	26
3.3.6	Homogeneous Transform	28
3.3.7	จลศาสตร์ไปข้างหน้า (Forward Kinematics)	28
3.3.8	จลศาสตร์ผกผัน (Inverse Kinematics)	29
3.3.9	จาโคเบียนของแขนกลหุ่นยนต์ (Robot Manipulator Jacobian)	29
3.3.10	Frenet-Serret Formula and Frame	33
3.3.11	Helix Smooth Space Curve	35
3.4	จลศาสตร์ของแขนกลแบบกลไกขนาน	37
3.4.1	การวิเคราะห์จลศาสตร์ผกผันของแขนกลแบบกลไกขนาน	37
3.4.2	การวิเคราะห์จลศาสตร์ความเร็วผกผัน	48
3.4.3	การวิเคราะห์ Singularity ของแขนกลแบบ 5R	49
3.4.4	การวิเคราะห์ อินเวอร์ส จาโคเบียน	52
4.	การออกแบบกลไกและหุ่นยนต์	53
4.1	บทนำ	53
4.2	แนวคิดและวิธีการออกแบบ	56
4.2.1	แรงบันดาลใจ	56
4.2.2	วัตถุประสงค์	59
4.2.3	รายละเอียดของเครื่องจักร	60
4.2.4	หน้าที่และส่วนประกอบของโครงสร้าง	61
4.2.5	กลไกการทำงาน	63

4.2.6	โครงสร้าง	84
5.	การติดตั้งอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์การออกแบบโปรแกรม	91
5.1	บทนำ	91
5.2	อุปกรณ์รับส่งข้อมูล	91
5.3	มอเตอร์ Servo (Robotis AX-12)	92
5.4	อุปกรณ์ต่างๆ การปรับปรุงอุปกรณ์ควบคุม และการเชื่อมต่ออุปกรณ์	92
5.5	การออกแบบโปรแกรม	97
5.5.1	การเขียนโปรแกรมควบคุม	99
5.5.2	การเขียนโปรแกรมเชื่อมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	106
6.	การทดลองและผลการทดลอง	109
6.1	บทนำ	109
6.2	การทดลอง	109
6.2.1	ทดลองแนวคิดด้วยการจำลองสถานการณ์	109
6.2.2	การทดลองด้วยหุ่นยนต์ต้นแบบ	117
6.2.3	การปรับปรุงผลการทดลอง	134
6.2.4	การประยุกต์ใช้หลักการ อินเวอร์ส จาโคเบียน เพื่อการลด Error ปลายแขนกล	150
6.3	บทสรุป	155
7.	สรุปข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา	157
7.1	สรุปผล	157
7.2	สำหรับข้อเสนอแนะและแนวทางการปรับปรุงและพัฒนา มีรายละเอียดดังนี้	157
7.3	แนวทางในการพัฒนา	158
7.3.1	ปรับปรุงโครงสร้างทางกล	158
7.4	รายละเอียดการพัฒนา	164
7.4.1	การออกแบบหุ่นยนต์ใหม่	164
	เอกสารอ้างอิง	166

ภาคผนวก	169
ก. การออกแบบหุ่นยนต์แบบขนานใหม่	169
ประวัติผู้วิจัย	176