

รายการตาราง

ตาราง	หน้า	
1.1	มูลค่าการส่งออกสินค้าอัญมณีและเครื่องประดับ (1)	2
1.2	มูลค่าการนำเข้าสินค้าอัญมณีและเครื่องประดับ	3
2.1	เปรียบเทียบคุณลักษณะต่างๆ ระหว่าง 5-R, PRRRP	9
3.1	พารามิเตอร์ต่างๆ	39
3.2	พารามิเตอร์ต่างๆ	40
4.1	คุณลักษณะที่ต้องการของหุ่นยนต์เมื่อ เปรียบเทียบกับ รูปแบบต่างๆ ของหุ่นยนต์	54
4.2	รายละเอียดวัตถุประสงค์	59
4.3	รายละเอียดเครื่องจักร	61
4.4	แบ่งแยกส่วนประกอบที่จำเป็นตามหน้าที่	61
4.5	แสดงข้อได้เปรียบของ Parallel Robot Arm ในงานประกอบเครื่องประดับเทียม	63
4.6	แสดงจุดพึงระวังของ หุ่นยนต์รูปแบบ แบบ Double Layer Twin Arm	64
4.7	การทดลองเพื่อหา ความยาว ก้าน โยง 3,4 ที่เหมาะสม	67
4.8	ตารางระยะ Singularity ในแกน X และ Y	78
4.9	ผลการวิเคราะห์ Finite Element	89
6.1	ผลลัพธ์ของการทดลอง	111
6.2	สรุปค่า Error เฉลี่ยจากการจำลองสถานการณ์ของสมการจลนศาสตร์เชิงมุม และตำแหน่ง	113
6.3	ตำแหน่งเป้าหมายทั้ง 8 รอบจุดเริ่มต้น	118
6.4	ค่าการจัดเก็บระยะของปลายแขนหุ่นยนต์ ในแนวแกน X,Y ทั้ง 8 ตำแหน่ง จำนวน 20 ครั้ง	119
6.5	ตารางแสดง Error แนวแกน X จำนวน 20 ครั้ง	119
6.6	ตารางแสดง Error แนวแกน Y จำนวน 20 ครั้ง	121
6.7	สรุปค่า Error เฉลี่ยในแกน x,y	122
6.8	ค่า Repeatability ปลายแขนหุ่นยนต์ ในระนาบ X,Y	123
6.9	ตำแหน่งเป้าหมายเชิงมุมทั้ง 12 จุดรอบแกน x และ y	124
6.10	ค่าการจัดเก็บมุมของปลายแขนหุ่นยนต์ ในแนวรอบแกน X , Y ทั้ง 12 ตำแหน่ง จำนวน 20 ครั้ง (1)	125

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
6.11 ตารางแสดง Error รอบแกน X จำนวน 20 ครั้ง	129
6.12 ตารางแสดง Error รอบแกน Y จำนวน 20 ครั้ง	130
6.13 ค่าเฉลี่ย Error ปลายแกนแขนหุ่นยนต์ ในระนาบรอบแกน X และแกน Y	131
6.14 ค่า Repeatability ปลายแกนแขนหุ่นยนต์ ในระนาบมุมรอบแกน X และ แกน Y	133
6.15 ค่าการจัดเก็บระยะของปลายแขนหุ่นยนต์ ในแนวแกน X,Y ทั้ง 8 ตำแหน่ง จำนวน 20 ครั้ง หลังปรับปรุง	135
6.16 ตารางแสดง Error แนวแกน X หลังปรับปรุงการควบคุม มอเตอร์ จำนวน 20 ครั้ง	136
6.17 ตารางแสดง Error แนวแกน Y หลังปรับปรุงการควบคุม มอเตอร์ จำนวน 20 ครั้ง	138
6.18 ค่า Error สัมบูรณ์แนวแกน x,y	139
6.19 ค่าความสามารถในการทำงานซ้ำเฉลี่ย (Repeatability) ในแต่ละตำแหน่ง หลังปรับปรุงตำแหน่ง	140
6.20 ค่าการจัดเก็บมุมของปลายแขนหุ่นยนต์ ในแนวรอบแกน X ,Y ทั้ง 12 ตำแหน่ง หลังปรับปรุง	142
6.21 ตารางแสดง Error รอบแกน X หลังจากปรับปรุง จำนวน 20 ครั้ง	144
6.22 ตารางแสดง Error รอบแกน Y หลังจากปรับปรุง จำนวน 20 ครั้ง	145
6.23 ค่าเฉลี่ย Error ปลายแกนแขนหุ่นยนต์หลังปรับปรุง ในระนาบรอบแกน X และแกน Y	147
6.24 ค่า Repeatability ปลายแกนแขนหุ่นยนต์ ในระนาบมุมรอบแกน X และ แกน Y หลังปรับปรุง	148
6.25 เปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ย Error สัมบูรณ์ ก่อนและหลังการเปลี่ยน Controller Board	149
6.26 เปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ย Repeatability ก่อนและหลังการเปลี่ยน Controller Board	150
6.27 แสดงจังหวะการเคลื่อนที่ของแต่ละรอบการ Run อินเวอร์ส จาโคเบียน	153
6.28 ค่า Error และหลังการใช้ อินเวอร์ส จาโคเบียน ที่ตำแหน่งเป้าหมาย ตำแหน่ง X = 180,Y = 10	154
7.1 ตารางแสดง Error แนวแกน X จำนวน 20 ครั้ง	163