สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญรูป	ฌ
สารบัญตาราง	ฒ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หัวข้อโครงงาน	1
1.2 หลักการ ทฤษฎี เหตุผล หรือสมมุติฐาน	1
1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา	2
1.5 แผนการดำเนินงาน ขอบเขตและวิธีการวิจัย	2
1.6 สถานที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยและรวบรวมข้อมูล	2
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย	3
1.8 รายละเอียดของงบประมาณโครงการ	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	4
2.1 นิยามของหุ่นยนต์	4
2.1.1 นิยามของหุ่นยนต์จากสถาบันหุ่นยนต์ของสหรัฐอเมริกา	4
2.1.2 นิยามของหุ่นยนต์จากองค์การหุ่นยนต์อุตสาหกรรมญี่ปุ่น	4
2.1.3 นิยามของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมตามมาตรฐาน VDI 2861 Blatt1	5
2.2 ระบบการทำงานของหุ่นยนต์	5
2.2.1 การเปรียบเทียบสรีระของมนุษย์กับหุ่นยนต์	5
2.2.2 องค์ประกอบของหุ่นยนต์(Robot Workcell)	6
2.2.3 สัญลักษณ์โครงสร้างของหุ่นยนต์	7
2.2.4 คำนิยามพื้นฐาน	8
2.2.5 โครงสร้างของหุ่นยนต์	11

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.6 การประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์ชนิดต่าง ๆ 19

2.2.7 ส่วนประกอบของหุ่นยนต์และหน้าที่การทำงาน 20

2.3 โปรแกรมการเคลื่อนที่ 40

2.3.1 ระบบพิกัดของหุ่นยนต์ 41

2.3.2 P-T-P motion 47

2.3.3 Continuous - path motions 48

2.3.4 Motion with approximate positioning 56

2.3.5 การเคลื่อนที่แบบ Absolute และ Relative 61

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 64

3.1 ศึกษาระบบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot - KR125 64

3.2 ศึกษาระบบควบคุมและสั่งงานหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot - KR125 64

3.3 ศึกษาการใช้โปรแกรมช่วยในการเขียนแบบและช่วยในการผลิต(CAD/CAM) 65

3.4 ศึกษาการเชื่อมต่อข้อมูลระบบพิกัดตำแหน่งจากโปรแกรม CAD/CAM เข้าสู่ระบบ ควบคุมและสั่งงานหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot - KR125 65

3.5 ทดสอบการเชื่อมต่อข้อมูลพิกัดตำแหน่ง และแก้ไขปรับปรุงข้อผิดพลาด 65

3.6 สรุปผลการดำเนินงานและเสนอผลงาน 65

บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย

4.1 ศึกษาระบบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot - KR125 66

4.2 ศึกษาระบบควบคุมและสั่งงานหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot - KR125 71

4.3 ศึกษาการใช้โปรแกรมช่วยในการเขียนแบบและช่วยในการผลิต(CAD/CAM) 75

4.4 การเชื่อมต่อข้อมูลระบบพิกัดตำแหน่งจากโปรแกรม CAD/CAM เข้าสู่ระบบควบคุมและสั่งงานหุ่นยนต์อุตสาหกรรม KUKA Robot - KR125 และผลการทดสอบการเชื่อมต่อข้อมูลพิกัดตำแหน่ง 93

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย	
5.1 วิเคราะห์ผลการวิจัย	102
5.2 สรุปผลการวิจัย	103
5.3 ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการวิจัย	105
5.4 ข้อเสนอแนะ	105
บรรณานุกรม	106
ภาคผนวก ก ขั้นตอน set หน่วยและการวาดแบบ 3 มิติของชิ้นงาน	107
ภาคผนวก ข โปรแกรม Microsoft Visual Basic 6.0 ช่วยในการเขียน โปรแกรมแปลง CL file Data	113
ประวัติผู้เขียน	122

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบสรีระของมนุษย์กับหุ่นยนต์ 5

รูปที่ 2.2 สัญลักษณ์โครงสร้างของหุ่นยนต์ตามมาตรฐาน VDI 2861 7

รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการเขียนสัญลักษณ์ kinematic โดยสอดคล้องกับโครงสร้างของหุ่นยนต์จริง 8

รูปที่ 2.4 แสดงข้อต่อแบบหมุนและแบบเลื่อนในแนวเส้นตรง 8

รูปที่ 2.5 แสดงแกนทั้ง 6 แกนของหุ่นยนต์ 9

รูปที่ 2.6 แสดงหุ่นยนต์ที่มี Degree of Freedom เท่ากับ 5 9

รูปที่ 2.7 แสดง Gripper ชนิดการเปิด/ปิดแบบ Swing 10

รูปที่ 2.8 แสดง Tool ที่ใช้ในงาน Cutting 10

รูปที่ 2.9 แสดง Work Envelope ของหุ่นยนต์ 11

รูปที่ 2.10 แสดงหุ่นยนต์ชนิด Gantry 12

รูปที่ 2.11 แสดงหุ่นยนต์ชนิด Cylindrical และ Work Envelope 13

รูปที่ 2.12 แสดงหุ่นยนต์ชนิด Spherical และ Work Enverlope 14

รูปที่ 2.13 แสดงหุ่นยนต์ชนิด Revolute และ work Envelope 15

รูปที่ 2.14 แสดงหุ่นยนต์ชนิด SCARA และ Work Envelope 17

รูปที่ 2.15 แสดงหุ่นยนต์แบบเคลื่อนที่ได้ (Mobile Robot) 18

รูปที่ 2.16 แสดงส่วนประกอบทางกลของหุ่นยนต์ 20

รูปที่ 2.17 แสดงระบบเบรกทางกล 21

รูปที่ 2.18 แสดงตัวอย่างวงจรที่ควบคุมการทำงานของ Brake Shoe 22

รูปที่ 2.19 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของ Planetary Gear 22

รูปที่ 2.20 แสดง Planetary Gear โดยมี Holder Carrier 23

รูปที่ 2.21 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของ Harmonic Drive 24

รูปที่ 2.22 แสดงลำดับการทำงานของ Harmonic Drive 25

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.23 การแบ่งประเภทของมอเตอร์ไฟฟ้า 27

รูปที่ 2.24 การแบ่งประเภทของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 27

รูปที่ 2.25 แสดงโครงสร้างมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับเหนี่ยวนำแบบกรงกระรอก 29

รูปที่ 2.26 แสดงตัวอย่าง Optical Rotary Encoder 33

รูปที่ 2.27 แสดง Emergency Stop ที่ Teach Pendant 33

รูปที่ 2.28 แสดงตัวอย่างของ Emergency Stop ที่อาจติดตั้งภายนอก workcell 34

รูปที่ 2.29 แสดงตัวอย่างของวงจร Emergency Stop 34

รูปที่ 2.30 แสดงส่วนประกอบภายในของ Control Unit 35

รูปที่ 2.31 แสดงองค์ประกอบของ Workcll และ Application 36

รูปที่ 2.32 แสดงองค์ประกอบของการควบคุม 37

รูปที่ 2.33 แสดง Block Diagram ของระบบการควบคุมแบบเปิด 38

รูปที่ 2.34 แสดง Block Diagram ของระบบการควบคุมแบบปิด 38

รูปที่ 2.35 แสดง Block Diagram ของการควบคุมตำแหน่งของหุ่นยนต์ 39

รูปที่ 2.36 แสดงการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในทิศทาง + และ – ในระบบพิกัดแบบ Joint 41

รูปที่ 2.37 แสดงจุดกำเนิดและทิศทางการวางตัวของแกนคาร์ทีเซียน XYZ ในระบบพิกัดแบบ World 42

รูปที่ 2.38 แสดงการควบคุมทิศทางการวางตัวของ End Effector ตามแกนของคาร์ทีเซียน XYZ A,B และ C คือการหมุนหรือ Orientation รอบแกน Z,Y และY ตามลำดับ 43

รูปที่ 2.39 แสดงระบบ Tool Coordinate System 44

รูปที่ 2.40 แสดงการเคลื่อนที่ใน Tool Coordinate system 45

รูปที่ 2.41 แสดงการเคลื่อนที่ใน $BASE Coordinate system 46

รูปที่ 2.42 Velocity profile สำหรับการเคลื่อนที่แบบ Synchronous P-T-P 47

รูปที่ 2.43 แสดงความเร็วของ higher motion profile 48

รูปที่ 2.44 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ Orientation ใน linear motion ($ORI_TYPE=#VAR) 50

รูปที่ 2.45 Constant-path related Orientation Control 51

รูปที่ 2.46 Variable path-related Orientation Control 51

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.47 Constant space-related Orientation Control 52

รูปที่ 2.48 Variable space-related Orientation Control 52

รูปที่ 2.49 Approximate positioning ที่จุดกึ่งกลาง 53

รูปที่ 2.50 Example of LIN-LIN approximate positioning 57

รูปที่ 2.51 แสดงการเคลื่อนที่ PTP แบบ Absolute และ Relative 62

รูปที่ 2.52 แสดงความแตกต่างของการเคลื่อนที่แบบ Absolute และ Relative 63

รูปที่ 4.1 แสดง Key บน Teach Pendant ที่ใช้งานในการเคลื่อนที่หุ่นยนต์ 66

รูปที่ 4.2 แสดงผลการทดลองการเคลื่อนที่ในทิศทาง + และ – ตั้งแต่แกนที่ 1ถึง 6 67

รูปที่ 4.3 แสดงตำแหน่งพิกัด 0,0,0 ของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม 69

รูปที่ 4.4 แสดงการนำแผ่นบันทึกโปรแกรมใส่เข้าไปใน Robot Control 72

รูปที่ 4.5 แสดงการเคลื่อนที่ปลาย tool ของ Robot มาที่ safety point 72

รูปที่ 4.6 แสดงการเคลื่อนที่ปลาย tool ของ Robot มาที่ Point 1 73

รูปที่ 4.7 แสดงการเคลื่อนที่ปลาย tool ของ Robot ไปยัง Point 2 73

รูปที่ 4.8 แสดงหน้าจอของโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม 74

รูปที่ 4.9 แสดงระยะต่างๆของพื้นโต๊ะชิ้นงานเมื่อวัดจากฐาน Robot 75

รูปที่ 4.10 แสดงตำแหน่งและขนาดของโต๊ะชิ้นงานเมื่อเทียบกับจุดเริ่มต้นของหุ่นยนต์ 76

รูปที่ 4.11 แสดงในส่วนของหน้าตาโปรแกรม Proengineer2000i2 77

รูปที่ 4.12 การ Create New file 77

รูปที่ 4.13 แสดงขั้นตอนการเขียน Drawing 78

รูปที่ 4.14 มุมมองการเลือก Plan 79

รูปที่ 4.15 แสดงการ Sketch 80

รูปที่ 4.16 ตำแหน่งของ Robot กับ โต๊ะ 81

รูปที่ 4.17 พิกัดของโต๊ะ 82

รูปที่ 4.18 แสดงการขึ้นรูปสี่เหลี่ยม 83

รูปที่ 4.19 แสดงขนาดและรูปร่างของตัวอย่างชิ้นงาน 83

รูปที่ 4.20 New file Manufacturing NC Part 84

รูปที่ 4.21 Open file เลือกชื่อ file 84

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.22 Menu Popup สร้าง (a) , (b) Model , (c) แสดงการเลือกผิว 85

รูปที่ 4.23 Operation Setup 86

รูปที่ 4.24 Machine Tool Setup 86

รูปที่ 4.25 (a),(b) แสดงการ Set โคออดิเนต 87

รูปที่ 4.26 รูปแสดงตำแหน่งของ Robot ในการ Set Coordinate กับชิ้นงาน 88

รูปที่ 4.27 (a),(b),(c),(d) แสดงขั้นตอนการก่อนเข้า Set Tool 89

รูปที่ 4.28 Tool setup 89

รูปที่ 4.29 (a) Set (b) Param Tree 90

รูปที่ 4.30 Set ค่าระยะของ Tool และ การเลือกผิว 90

รูปที่ 4.31 CL Data Play Path 91

รูปที่ 4.32 แสดงการจำลองการเคลื่อนที่ของ Tool 91

รูปที่ 4.33 แสดงหน้าจอของโปรแกรมแปลงข้อมูล 92

รูปที่ 4.34 แสดงการใส่แผ่นบันทึกโปรแกรม เข้าสู่ชุดควบคุม 96

รูปที่ 4.35 (a), (b) แสดง tool ของ Robot ขณะกำลังเคลื่อนที่บนชิ้นงาน 98

รูปที่ 4.36 (a), (b) แสดง Robot ขณะกำลังเคลื่อนที่บนชิ้นงาน 98

รูปที่ 4.37 (a), (b) แสดง Robot ขณะกำลังเคลื่อนกลับสู่ Home 99

รูปที่ 4.38 (a), (b) แสดง Robot ขณะกำลังเคลื่อนกลับสู่ Home 99

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงการประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์ชนิดต่างๆ 19

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติการเคลื่อนที่ของ Planetary Gear 23

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบชนิดของ Actuator 26

ตารางที่ 2.4 แสดงความสัมพันธ์กับสเตปในการหมุนแบบทวนเข็มนาฬิกา 31

ตารางที่ 2.5 แสดงความสัมพันธ์กับสเตปในการหมุนแบบตามเข็มนาฬิกา 31

ตารางที่ 2.6 แสดงความสัมพันธ์กับสเตปในการหมุนแบบครึ่งสเตป 32

ตารางที่ 2.7 แสดง Cartesian Coordinated แบบต่างๆ 44

ตารางที่ 2.8 แสดง System Variable สำหรับความเร็วและอัตราเร่งของ CP 49

ตารางที่ 2.9 Default Setting of $ORI_TYPE and $ CIRC_TYPE 53

ตารางที่ 2.10 System variable ที่ใช้ในการเริ่มต้นทำ Approximate 56

ตารางที่ 4.1 แสดงค่ามุมองศาที่เคลื่อนที่ได้ในทิศทาง + และ – ทั้ง 6แกน 68

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าที่ Monitor ในระบบ Cartesian 69

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าที่ Monitor ในระบบ Joint 70

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าที่ Monitor ในระบบ Incremental 70

ตารางที่ 4.5 แสดงขนาดที่วัดจาก Monitorในระบบ Cartesian 71