

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

ก

กิตติกรรมประกาศ

ข

สารบัญ

ง

สารบัญตาราง

ฉ

สารบัญภาพ

ช

บทที่ 1 บทนำ

1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

1

1.2 วัตถุประสงค์

1

1.3 ขอบเขตของโครงการ

2

1.4 ประโยชน์ของโครงการ

2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการเบื้องต้นของหุ่นยนต์

3

2.2 ประเภทของหุ่นยนต์

4

2.3 การแบ่งชนิดของ

หุ่นยนต์

4

2.4

สมการการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ (Dynamic Equations for Robot)

8

2.5 มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric

ง

Motor)	15
2.6 เอนโค้ดเดอร์ (Encoder)	
26	2.7 เฟือง (Gears)
	30
2.8 ตลับลูกปืน (Bearing)	
32	
2.9 อลูมิเนียม (Aluminum)	
38	
2.10 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)	
40	
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
43	
บทที่ 3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	
	3.1 ขั้นตอนในการดำเนินการ
	46
	3.2 วิธีการดำเนินงาน
48	

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 การควบคุมตำแหน่งของแขนกลทีละแกน

77

4.2 การควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์

81

4.3 การควบคุมตำแหน่งด้วยวิธี Forward Kinematics

83

4.4 การทดสอบการรับโหลดของแขนหุ่นยนต์น้ำหนักเบา

6 แกน เคลื่อนที่อิสระ 86

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลของโครงงาน

89

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

89

5.3 ข้อเสนอแนะ

90

บรรณานุกรม

ภาคผนวก ก

การออกแบบโครงสร้างแขนหุ่นยนต์

93

ภาคผนวก ข

โค้ดโปรแกรมควบคุมของไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM 7

101

ภาคผนวก ค

โค้ดโปรแกรมควบคุมของ C#

122

ประวัติผู้จัดทำ

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

2-1 ชนิดของข้อต่อของหุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่หมุน และเคลื่อนที่
เชิงเส้น 4

2-2 การแบ่งชนิดของหุ่นยนต์ตามแกนต่าง ๆ

5

2-3	ค่า D-H parameters	12
2-4	คุณลักษณะทั่วไป	39
2-5	คุณสมบัติทางฟิสิกส์	39
2-6	คุณสมบัติทางกล	40
3-1	ค่า D-H Parameters ของแขนกล 6 แกน	62
3-2	ระยะเวลาการทำงาน	76
4-1	องศาการเคลื่อนที่แขนหุ่นยนต์แกน 1	77
4-2	องศาการเคลื่อนที่แขนหุ่นยนต์แกน 2	78
4-3	องศาการเคลื่อนที่แขนหุ่นยนต์แกน 3	78
4-4	องศาการเคลื่อนที่แขนหุ่นยนต์แกน 4	79
4-5	องศาการเคลื่อนที่แขนหุ่นยนต์แกน 5	79

4-6	องค์การเคลื่อนที่แขนหุ่นยนต์แกน 6	
80		
4-7	การควบคุมตำแหน่งที่ 1	
81		
4-8	การควบคุมตำแหน่งที่ 2	
81		
4-9	การควบคุมตำแหน่งที่ 3	
82		
4-10	การควบคุมตำแหน่งที่ 4	
82		
4-11	การควบคุมตำแหน่งที่ 5	
83		
4-12	การควบคุมตำแหน่งแนวแกน X	
84		
4-13	การควบคุมตำแหน่งแนวแกน Y	
84		
4-14	การควบคุมตำแหน่งแนวแกน Z	
85		
4-15	เปรียบเทียบน้ำหนักตัวแขนหุ่นยนต์/การรับโหลด	
86		

สารบัญภาพ

ภาพที่
หน้า

2-1 ลักษณะของหุ่นยนต์ชนิดคาร์ทีเซียน

5

2-2 การทำงานของหุ่นยนต์ชนิดทรงกระบอก

6

2-3 การทำงานของหุ่นยนต์ชนิดสเฟียโรคอล

7

2-4 การทำงานของหุ่นยนต์ชนิดสการ่า

7

2-5 การทำงานของหุ่นยนต์ชนิดอาทิกูเลท

8

2-6 แกนที่ติดกับเฟรมของแขนกลรูปทรงคล้ายข้อศอก

9

2-7 การตั้งเฟรมตามวิธีเดนาวิต-ฮาร์เทนเบอร์ก

10

2-8 ระบบพิกัดสำหรับแกนหมุนทั้ง 6 แกนแขนหุ่นยนต์

11

2-9 การคำนวณหาค่าจลนศาสตร์ผกผัน

13

2-10	โครงสร้างของมอเตอร์และภาพตัดหน้าตัดของเพลลา	16
2-11	โครงสร้างและการจัดตำแหน่งฟันที่สเตเตอร์ของสเต็ปป์มอ เตอร์แม่เหล็กถาวร	16
2-12	สัญลักษณ์และโครงสร้างภายในของของสเต็ปป์มอเตอร์	17
2-13	สัญลักษณ์ โครงสร้าง และวงจรขับที่ใช้กับ Unipolar Motor	17
2-14	สัญลักษณ์ โครงสร้าง และวงจรขับที่ใช้กับ Bipolar Motor	18
2-15	หลักการทำงานของ Bifilar Motor	18
2-16	โครงสร้างและการจัดตำแหน่งฟันที่โรเตอร์	19
2-17	โครงสร้างภายนอกและโครงสร้างภายในมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรง	19
2-18	วงจรการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบ อนุกรม	20
2-19	วงจรการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน	20

2-20 วงจรมอเตอร์กระแสตรงแบบผสม

21

2-21 กราฟแสดงการเปรียบเทียบคุณลักษณะความเร็วและ
ทอร์คของดีซีมอเตอร์ 3 ชนิด 21

2-22 ชิงโครนัสมอเตอร์

22

2-23 โครงสร้างชิงโครนัสมอเตอร์ แบบ 3 เฟส

22

2-24 โครงสร้างของมอเตอร์อะซิงโครนัส

22

2-25 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบเหนี่ยวนำ 1 เฟส

23

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่

หน้า

2-26 โครงสร้างมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบเหนี่ยวนำ 3 เฟส

23

2-27 ส่วนประกอบของมอเตอร์และ Universal มอเตอร์ สำหรับ
เครื่องดูดฝุ่น 24

2-28 ชุดเอซีเซอร์โวมอเตอร์ Driver

25

2-29	Labeling Machine	26
2-30	ระบบเซอร์โว	26
2-31	เอนโค้ดเดอร์ (Encoder)	27
2-32	โครงสร้างเทคโนโลยีเซนเซอร์	27
2-33	รีโซลเวอร์	28
2-34	เอนโค้ดเดอร์แบบเพิ่มค่า	28
2-35	เอนโค้ดเดอร์แบบสมบูรณ์	28
2-36	Circular Graduations Of Incremental Rotary เอน โค้ดเดอร์	29
2-37	โรตารีเอนโค้ดเดอร์สำหรับติดตั้งบนมอเตอร์	29
2-38	โรตารีเอนโค้ดเดอร์สำหรับติดตั้งในมอเตอร์	29

2-39 เฟืองตรง

30

2-40 เฟืองภายใน

30

2-41 เฟืองเฉียง

31

2-42 เฟืองก้างปลา

31

2-43 เฟืองดอกจอก

31

2-44 เฟืองหนอน

32

2-45 เฟืองสะพาน

32

2-46 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของตลับลูกปืน

32

2-47 เม็ดลูกปืนชนิดต่าง ๆ

33

2-48 การรับแรงของตลับลูกปืนลูกกลิ้งกลม

33

2-49 การรับแรงของตลับลูกปืนลูกกลิ้งทรงกระบอก

34

2-50 การรับแรงของตลับลูกปืนกลิ้งเรียบ

34

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่

หน้า

2-51 การรับแรงของตลับลูกปืนลูกกลิ้งผิวโค้ง

34

2-52 การรับแรงของตลับลูกปืนลูกกลิ้งเข็ม

35

2-53 การแบ่งตลับลูกปืนตามลักษณะการรับแรง

35

2-54 ตลับลูกปืนแถวเดี่ยวร่องลึก

36

2-55 ตลับลูกปืนสองแถวร่องลึก

36

2-56 ตลับลูกปืนแถวเดี่ยวรับแรงแนวเอียง

36

2-57 ตลับลูกปืนรับแรงแนวเอียง

37

2-58 ตลับลูกปืนลูกกลิ้งทรงกระบอก

37

2-59 ตลับลูกปืนลูกกลิ้งเรียว

37

2-60 ตลับลูกปืนลูกกลิ้งผิวโค้งทรงกระบอก

38

2-61 ตลับลูกปืนลูกกลิ้งเข็ม

38

2-62 ARM7TDMI-S เบอร์ LPC2103

42

3-1 บล็อกไดอะแกรมการดำเนินงาน

47

3-2 บล็อกไดอะแกรมการดำเนินงาน (ต่อ)

48

3-3 ขั้นตอนการออกแบบโครงสร้าง

49

3-4 ภาพรวมของแขนหุ่นยนต์ที่ออกแบบ

50

3-5 แบบแขนหุ่นยนต์ Link 1

50

3-6 แบบแขนหุ่นยนต์ Link 2	
51	
3-7 แบบแขนหุ่นยนต์ Link 3	
51	
3-8 แบบแขนหุ่นยนต์ Link 4	
52	
3-9 แบบแขนหุ่นยนต์ Link 5	
52	
3-10 แบบแขนหุ่นยนต์ Link 6	
53	
3-11 ขอบเขตการทำงานของแขนหุ่นยนต์	
53	
3-12 ขอบเขตการทำงาน	
54	
3-13 ขั้นตอนการจัดซื้ออุปกรณ์ Drive Servo Motor	55

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	
หน้า	
3-14 ชุด Drive Servo Motor	
56	

3-15 ชุด Drive Servo ทั้ง 6 ตัว	
56	
3-16 หน้าต่างโปรแกรม Sigma Win	
56	
3-17 Servo Drive ที่เชื่อมต่ออยู่ด้วย RS-232	
57	
3-18 การทดสอบให้มอเตอร์หมุนทางซ้าย-ทางขวา	
57	
3-19 การใส่ค่าความเร็วในช่อง Jog Speed	
58	
3-20 การสั่งให้มอเตอร์หมุนซ้าย-ขวา	
58	
3-21 ขั้นตอนการออกแบบลายวงจร	
59	
3-22 ลายวงจรแปลงสัญญาณ RS-232 เป็น สัญญาณ RS-485	
59	
3-23 ชิ้นงานจริงวงจรแปลงสัญญาณ RS-232 เป็น สัญญาณ RS-485	
60	
3-24 ลายวงจรแยกกราวด์ระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับ เซอร์โวไดร์	
60	

3-25	ชิ้นงานจริงวงจรแยกกราวด์ระหว่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์กับเซอร์โวไดร	60
3-26	ลายวงจรไฟเลี้ยง 5 โวลต์เลี้ยงคอนโทรลเลอร์	61
3-27	ชิ้นงานจริงวงจรไฟเลี้ยง 5 โวลต์เลี้ยงคอนโทรลเลอร์	61
3-28	ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมควบคุม	61
3-29	ระบบพิกัดสำหรับแกนหมุนทั้ง 6 แกนแขนหุ่นยนต์	62
3-30	บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมการเคลื่อนที่	66
3-31	โครงสร้างของการควบคุมแขนหุ่นยนต์	66
3-32	พลวัชาร์ทโปรแกรมควบคุม	68
3-33	พลวัชาร์ทโปรแกรมควบคุม	69
3-34	หน้าตาโปรแกรม	70
3-35	การเลือกการทำงาน	70

3.36 การเลือก Manual Mode

71

3.37 การเลือก Auto Mode

72

3.38 ขั้นตอนประกอบอุปกรณ์เข้าด้วยกัน

72

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่
หน้า

3.39 การติดตั้งมอเตอร์ Join1 กับ แมคคานิกส์ Join 2

73

3.40 การติดตั้งมอเตอร์กับแมคคานิกส์ Join 2

73

3.41 การติดตั้ง Join1, Join 2, Join 3, Join 4 เข้าด้วยกัน

74

3.42 การติดตั้งมอเตอร์และ Join4, Join 5, Join 6, เข้า ด้วยกัน

74

3.43 แขนหุ่นยนต์ที่ประกอบเสร็จแล้ว

75

3-44 การจัดวางตำแหน่งชุดอุปกรณ์ควบคุมแขนหุ่นยนต์

75

3.45 ชุดอุปกรณ์ควบคุมแขนหุ่นยนต์

76

3.46 แขนหุ่นยนต์

76

4-1 การควบคุมตำแหน่งแนวแกน X

85

4-2 การควบคุมตำแหน่งแนวแกน Y

86

4-3 การควบคุมตำแหน่งแนวแกน Z

86

4-4 น้ำหนักโหลด

87

4-5 ตำแหน่งแขนหุ่นยนต์ยกโหลดในตำแหน่งยึด

88

4-6 ตำแหน่งแขนหุ่นยนต์ยกโหลดไปทางขวา

88

4-7 ตำแหน่งแขนหุ่นยนต์ยกโหลดไปทางซ้าย

89

4-8 ตำแหน่งแขนหุ่นยนต์ยกโหลดเข้าใกล้ฐาน

89