สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แขนกลเล่นหมากรุก

CHESS PLAYING ROBOT

นางสาวณัฐนันท์ ดวงศิริ
MS. NATTANAN DUANGSIRI
นายฤทธิพงศ์ อังคนาวราพันธุ์
MR.RITTIPONG ANKANAWARAPAN
นางสาววารีรัตน์ เสมสูงเนิน
MS.WAREERAT SEMSUNGNOEN
นางสาวศรัณย่า กระโห้ทอง
MS.SARANYA KRAHOTHONG

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119341
วัน,เดือน,ปี - 7 ส.ค. 2554

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CHESS PLAYING ROBOT

MS. NATTANAN DUANGSIRI

MR. RITTIPONG ANKANAWARAPAN

MS. WAREERAT SEMSUNGNOEN

MS. SARANYA KRAHOTHONG

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ แขนกลเล่นหมากรุก

Chess Playing Robot

นักศึกษา			
	นางสาวณัฐนันท์ ดวงศิริ	รหัสประจำตัว	49012141
	นายฤทธิพงศ์ อังคนาวราพันธุ์	รหัสประจำตัว	50011329
	นางสาววารีรัตน์ เสมสูงเนิน	รหัสประจำตัว	50011450
	นางสาวศรัณย่า กระโห้ทอง	รหัสประจำตัว	50011531

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

(ดร. อุดม จันทร์จรัสสุข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	แขนกลเล่นหมากรุก
นักศึกษา	นางสาวณัฐนันท์ ดวงศิริ
	นายฤทธิพงศ์ อังคนาวราพันธ์
	นางสาววารีรัตน์ เสมสูงเนิน
	นางสาวศรัญญ่า กระโห้ทอง
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2553
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ดร.อุดม จันทร์จรัสสุข

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เสนอการออกแบบและสร้างแขนกลเล่นหมากรุก โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อศึกษาหลักการทำงานของระบบอัตโนมัติที่สามารถตอบสนองภายใต้สถานการณ์ไม่สามารถคาดเดาได้ แขนกลเล่นหมากรุกประกอบด้วย 1) กระดานหมากรุกที่ใช้รีดสวิตช์เป็นเซ็นเซอร์ในการตรวจจับตัวหมากที่มีแม่เหล็กติดอยู่ 2) ส่วนควบคุมซึ่งประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และคอมพิวเตอร์ โดยที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของเซนเซอร์ และจ่ายสัญญาณขับให้กับส่วนขับ ส่วนคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่วิเคราะห์ค่าที่ได้จากเซ็นเซอร์เพื่อใช้ในการปรับสถานะของเกมส์ และประมวลผลเพื่อตัดสินใจในการเดินหมาก ตลอดจนคำนวณหาวิธีขับอุปกรณ์ 3) ส่วนขับประกอบไปด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าและวงจรขับที่ใช้ในการเคลื่อนแขนกล แขนกลมีโครงสร้างแบบสการ์ลาที่มี 3 ข้อต่อแบบหมุน (revolute joint) และมี 3 องศาอิสระ ส่วนขับใช้สเตปมอเตอร์ 2 ตัวในการควบคุมการเคลื่อนที่บนกระดานในระนาบ x y และใช้เซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัวในการควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวแกน z ผลการทดสอบใช้งานจริงแสดงว่าแขนกลสามารถเล่นหมากรุกโต้ตอบกับมนุษย์ได้โดยอัตโนมัติ หลักการในปริญญานิพนธ์นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบในอุตสาหกรรมการผลิตเช่น ระบบคลังสินค้าที่เก็บและนำสินค้าออกมาอย่างอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Chess Playing Robot
Student	Ms. Nattanan Duangsiri
	Mr. Rittipong Ankanawarapan
	Ms. Wareerat Semsungnoen
	Ms. Saranya Krahothong
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2010
Thesis Advisor	Dr. Udom Janjarassuk

ABSTRACT

This thesis involves designing and construction of a chess playing robot. The objective is to study an automatic system that functions according to unpredictable inputs. The robot consists of 3 elements including: 1) the sensor which is an electronic chess board to which reed switches are installed to detect magnetic chess pieces; 2) control units of the system which are a microcontroller and a personal computer; the microcontroller is responsible for controlling the sensors and driving the motors, while the computer is responsible for analyzing the information sent from the sensor to update the status of the game, for processing the data to determine the robot's move, and for determining how the actuators will be driven to achieve a move; 3) actuators including 2 step motors for controlling motion on the x-y plane and 2 servo motors for controlling motion along the z axis. The robot has a scalar structure with 3 revolute joints which allows 3 degrees of freedom. The final result demonstrates that the robot can interactively and automatically play chess with humans. As an industrial application, the principle can be adapted to material handling system of a warehouse where various types of items are automatically stored and retrieved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง แขนกเล่นหมากรุกสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี กลุ่มผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคลทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องส่งผลให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ดร. อุดม จันทร์จรัสสุข สำหรับการให้โอกาสในการศึกษาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ รวมไปถึงความรู้ คำ แนะนำ และความเอาใจตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สำหรับคำแนะนำ และความช่วยเหลือทุกๆ ด้าน ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอคุณเพื่อนทุกคนสำหรับความช่วยเหลือ และคอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

นางสาวณัฐนันท์ ดวงศิริ
นายฤทธิพงศ์ อังคนาวราพันธุ์
นางสาววารีรัตน์ เสมสูงเนิน
นางสาวศรัณย่า กระโห้ทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูป ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โครงสร้างทางกายภาพ 3

2.2 นิยามของหุ่นยนต์ (Robotics definition) 3

2.3 การแบ่งชนิดของหุ่นยนต์ 3

2.4 เซอร์โวมอเตอร์ 7

2.4.1 ชนิดของ Servo motor 7

2.4.2 เซอร์โวมอเตอร์มีโครงสร้างและหลักการทำงาน 7

2.5 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor) 8

2.5.1 หลักการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ 9

2.5.2 วิธีการขับสเตปปิ้งมอเตอร์ให้หมุนโดยการกระตุ้นเฟส 10

2.6 พาวเวอร์ซัพพลาย (Power Supply) 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 12

2.8 รีดสวิตช์ (Reed switch) 13

2.8.1 ส่วนประกอบของรีดสวิตช์ 14

2.8.2 การทำงานของ Reed switch 14

2.8.3 ประเภทของรีดสวิตช์ 14

2.9 การส่งข้อมูลผ่าน RS-232 15

2.10 องค์ประกอบอื่นๆที่เกี่ยวข้อง 16

บทที่ 3 การออกแบบ และการสร้างแขนกล

3.1 ระบบในภาพรวม 25

3.1.1 เซนเซอร์ (Sensor) 25

3.1.2 ไมโครคอนโทรเลอร์ (Microcontroller) 25

3.1.3 หน่วยประมวลผล (Processor) 25

3.1.4 ระบบขับ (Actuators) 25

3.2 กลศาสตร์แขนกล (Mechanical Part) 26

3.2.1 ข้อคำนึงในการออกแบบรูปแบบและขนาดของหุ่นยนต์ 26

3.2.2 แขนกลที่ออกแบบ 26

3.2.3 จลศาสตร์ (Kinematic) ของแต่ละส่วน 26

3.2.4 ระบบขับและส่งกำลัง (Drive and Transmission) 31

3.3 ส่วนการออกแบบทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics Part) 36

3.3.1 เซนเซอร์ (Sensor) : วงจรกระดานหมากรุก 36

3.3.2 วงจรขับสเตปมอเตอร์ 42

3.3.3 การเลือกใช้มอเตอร์ 42

3.3.4 ไมโครคอนโทรเลอร์ (Microcontroller) และSerial communication 45

3.4 การออกแบบและเขียนโปรแกรม 47

3.4.1 ภาพรวมการทำงานร่วมกันของโปรแกรมต่างๆ 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 โปรแกรมของโปรเซสเซอร์ในการปรับสถานะของกระดานหมากรุก 51

3.4.3. โปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนขับมอเตอร์ 55

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดสอบฟังก์ชันการสแกน ของตารางหมากรุก 57

4.2 การทดสอบการปรับสถานะของกระดานหมากรุกตามตาเดินของผู้เล่น 57

4.3 การทดสอบการเคลื่อนที่ของแขนกลใน Manual mode 57

4.4 ความสามารถของระบบเชิงกล 58

4. 5 การสอนให้แขนกลจดจำตำแหน่ง 59

4.6 การเดินหมากในโหมดกึ่งอัตโนมัติ 59

4.7 การทดสอบการเล่นหมากรุก 59

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 60

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข 60

5.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงงาน 61

5.4 แนวทางการพัฒนา 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.3 ก. แสดงการแบ่งชนิดหุ่นยนต์อุตสาหกรรมในขั้นพื้นฐาน 4

ตารางที่ 2.3 ข. แสดงการแบ่งชนิดของหุ่นยนต์ 4

ตารางที่ 2.5.2 วิธีการขับสเต็ปมอเตอร์ให้หมุนโดยการกระตุ้นเฟส 10

ตารางที่ 3.4 แสดงค่าตัวแปรต่างๆของการเดินหมาก 52

ตารางที่ 3.4.1 สรุปตัวแปรสถานะในกรณีต่างๆที่เกิดขึ้น 54

ตารางที่ 4.4 การทดสอบหาระยะสูงสุดของการทำงาน 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 การทำงานของหุ่นยนต์เปรียบเทียบแขนมนุษย์ 3
รูปที่ 2.3.1Cartesian (gantry) Robot 4
รูปที่ 2.3.2 Cylindrical Robot 5
รูปที่ 2.3.4 SCARA ROBOT 5
รูปที่ 2.3.3 Spherical Robot (Polar) 6
รูปที่ 2.3.5 Articulated Arm (Revolute) 6
รูปที่ 2.4.2 โครงสร้างเซอร์โวมอเตอร์ 8
รูปที่ 2.4.2.1 การทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ 8
รูป 2.5.1 ก. เมื่อ เฟส 1 ถูกกระตุ้น 9
รูปที่ 2.5.1 ข. เมื่อ เฟส 2 ถูกกระตุ้น 9
รูปที่ 2.6 พาวเวอร์ซัพพลาย (Power Supply) 11
รูปที่ 2.7 ก. โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรเลอร์ 12
รูปที่ 2.7 ข. การจัดขาของไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล PIC16F877 13
รูปที่ 2.8.2 ส่วนประกอบของ Reed switch 14
รูปที่ 2.9 ก. DB9-maleตัวผู้ และDB9-female ตัวเมีย 15
รูปที่ 2.9 ข. การทำงานแบบสองทางพร้อมกัน (Full-duplex) 15
รูปที่ 2.9 ค. การเชื่อมต่อ RS-232 16
รูปที่ 2.10.1 ก. การส่งกำลังด้วยเพลาส่งกำลัง 16
รูปที่ 2.10.1 ข. ลักษณะการใช้งานเพลารองรับภาระ 17
รูปที่ 2.10.2 ก. ลักษณะการใช้งานของสายพานแบน 17
รูปที่ 2.10.4 ก. ลักษณะการใช้งานของสายพานแบน 18
รูปที่ 2.10.4 ข. ลักษณะการใช้งานของสายพานลิ่ม 18
รูปที่ 2.10.4 ค. ลักษณะการใช้งานของสายพานฟันเฟือง 18
รูปที่ 2.10.4 ง. ลักษณะการใช้งานของสายพานหน้ากว้าง 20
รูปที่ 2.10.5 ก. แบริ่งกาบ 21
รูปที่ 2.10.5 ข. แบริ่งลูกปืน 21
รูปที่ 3.1 แสดงระบบในภาพรวม 25
รูปที่3.2.2 แสดงโครงสร้างของแขนกล 26
รูปที่3.2.3 ก .แสดงแกนหมุนและขอบเขตการเคลื่อนที่ของแขนกลส่วนที่ 1 27
รูปที่ 3.2.3 ข. แกนหมุนและขอบเขตการเคลื่อนที่ของแขนกลส่วนที่ 2 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.2.3 ค . แสดงการเคลื่อนที่ของแขนกลที่สามารถเข้าถึงได้ทุกพื้นที่บนกระดาน 27
รูปที่ 3.2.3 ง. แสดงพื้นที่แรเงาเป็นบริเวณที่แขนไม่สามารถเข้าถึงได้ 28
รูปที่ 3.2.3 จ. แสดงการรักษาระดับของมือจับให้คงที่ขณะวางหมากของ Parallel Link เทียบกับ Single Link 28
รูปที่ 3.2.3 ฉ. แสดงการรักษาตำแหน่งมือจับในแนวระดับ 29
รูปที่3.2.3 ช. แสดงพารามิเตอร์ต่างๆสำหรับช่วยในการกำหนดความสูงของ Link1, H 29
รูปที่ 3.2.3 ซ. แสดงขีดจำกัดต่ำสุดของ ค่า H ซึ่งขึ้นอยู่กับความสูง h ของตัวหมาก 29
รูปที่ 3.2.3 ฌ. แสดงลักษณะของมือจับ (Gripper) 30
รูปที่ 3.2.3 ซ. แสดงรัศมีกางสูงสุดของมือจับ 30
รูปที่ 3.2.4 ก. แสดงการติดตั้งสเตปมอเตอร์ 31
รูปที่ 3.2.4 ข. แสดงการติดตั้งสเต็ปมอเตอร์ 32
รูปที่ 3.2.4 ค. แสดงการส่งกำลังด้วยสายพาน 32
รูปที่ 3.2.4 ค. แสดงตำแหน่งการกดของลูกเบี้ยว 33
รูปที่ 3.2.4 ง. แสดงมุมที่แกนParallel ทำกับแนวระดับ เป็นมุมที่สูงที่สุดที่สามารถยกแกน Parallel 34
รูปที่ 3.2.4 จ. แสดงแนวแรงที่กระทำ 34
รูปที่ 3.2.4 ฉ. แสดงการติดมอเตอร์เพื่อเอาไว้ช่วยในการม้วนเก็บสายเอ็น 35
รูปที่ 3.3 Schematic diagram แสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 35
รูปที่ 3.3.1 ก. Schematic diagram แสดงวงจรกระดานหมากรุก 37
รูปที่ 3.3.1 ข. Schematic diagram สำหรับ 2x2 ช่องตารางหมากรุก 38
รูปที่ 3.3.1 ค. ลายวงจร สำหรับ 2x2 ช่องตารางหมากรุก 38
รูปที่ 3.3.1 ง. วงจรของเมทริกซ์แป้นพิมพ์ 39
รูปที่ 3.3.1 จ. แสดงหลักการทำงานของวงจร เมทริกซ์แป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ 39
รูปที่ 3.3.1 ฉ.แสดงปัญหาเมื่อมีหมาก ที่ตำแหน่ง C ถูกตรวจจับไปด้วย 39
รูปที่ 3.3.1 ช. แสดงการแก้ปัญหาด้วยการใช้ไดโอด 39
รูปที่ 3.3.1 ซ. ระยะการวางรีดสวิตช์ที่ออกแบบ 41
รูปที่ 3.3.1ฌ. แผ่นPCBที่ผ่านการกัดลายวงจร 41
รูปที่ 3.3.1 ญ. วงจรกระดานหมากรุกที่สมบูรณ์ 41
รูปที่ 3.3.2 ก. Schematic diagram วงจรขับสเต็ปมอเตอร์ 42
รูปที่ 3.3.2 ข. Schematic diagram วงจรขับสเต็ปมอเตอร์ 42
รูปที่ 3.3.3 ก. วงจรสำหรับ IC MAX 232 46
รูปที่ 3.3.3 ข. ET BASE PIC 46
รูปที่ 3.4.1ระบบในภาพรวม 47
รูปที่ 3.4.1 ข. แนวคิดการใช้โปรแกรมMakruk1.0 ร่วมกับองค์ประกอบอื่นในระบบ 48
รูปที่ 3.4.1 ก. แสดงการทำงานร่วมกันของโปรแกรม 49
รูปที่ 3.4.1 ค. แสดงหน้า user interface ของโปรแกรม makruk 1.0 49
รูปที่ 3.4.1 ง. แผนภาพแสดงขั้นตอนการสแกนบนตารางหมากรุก 49
รูปที่ 3.4.1 จ.แสดงการกำหนดไบนารีอินพุทแสดงสถานะกระดานจากการปิดเปิดรีดสวิตช์ 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4.1 ฉ. แสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูลตำแหน่งหมากรุกจากการสแกนหลักหนึ่งๆ 50
รูปที่ 3.4.1 ช. รูปอ้างอิงในการเก็บข้อมูลในArray ตามขาไมโครคอนโทรลเลอร์และสัญลักษณ์อ้างอิงช่องหมากรุก 51
รูปที่ 3.4.2 ก. แสดงรูปแบบการเดินหมาก 51
รูปที่ 3.4.2 แผนผังแสดงหลักการทำงานของโปรแกรมปรับสถานะของกระดาน 51
รูปที่ 3.4.2 ข.แผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรม 52
รูปที่ 3.4.3 แผนผังแสดงการสั่งขับ Actuator ของไมโครคอนโทรลเลอร์ 56
รูปที่ 4.4 การทดสอบการเคลื่อนที่ของแขนกลบนกระดานหมากรุก 58
รูปที่ 4.7 ก. การติดตั้งและเชื่อมต่ออุปกรณ์ 59
รูปที่ 4.7 ข. แขนกลเล่นหมากรุก 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในอุตสาหกรรมมีการนำเครื่องจักรอัตโนมัติที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ระบบการผลิตประกอบรวมกันเป็นโรงงานผลิตที่ทันสมัยเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มมากขึ้น แต่ปัญหาอย่างหนึ่งคือ ความซับซ้อนในการลำเลียงที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการผลิตที่เปลี่ยนแปลงตามรูปแบบของสินค้า เส้นทางการลำเลียงในขบวนการผลิตจึงต้องปรับเปลี่ยนอยู่เสมออย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งถ้าระบบลำเลียงไม่สามารถเปลี่ยนแปลงเส้นทางลำเลียงได้อย่างคล่องตัว ความล่าช้าในการผลิตก็จะเกิดขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตควบคุมได้ยาก

ปัจจุบันจึงได้มีการพัฒนาระบบลำเลียงขนถ่ายวัสดุที่ใช้สายสะพานและลูกกลิ้งไปสู่ระบบการลำเลียงแบบอัตโนมัติที่มักจะใช้ระบบรถขนส่งอัตโนมัติแต่ระบบดังกล่าวนี้ ยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการคือต้องใช้พื้นที่มากโดยเฉพาะระบบลำเลียงที่ใช้สายสะพาน จึงมีการนำแขนกลมาใช้เพื่อช่วยขนถ่ายวัสดุ (Material handling robots) โดยมุ่งเน้นการช่วยขนถ่ายในการผลิตที่ประกอบด้วยหลายหน่วยย่อย ให้มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของเส้นทางในสายการผลิตที่เกิดได้รวดเร็ว และมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาตอบสนองการทำงานได้ ด้วยเหตุนี้จึงมีได้ทำการศึกษาแขนกลเล่นหมากรุกเพื่อเป็นแบบอย่างในการพัฒนาแขนกลที่ใช้ขนถ่ายวัสดุข้างต้น โดยที่แขนกลสามารถคิด และตัดสินใจในสภาพแวดล้อมที่ไม่สามารถคาดเดาตำแหน่งการเดินของคู่แข่งได้ โดยควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์ส่งผ่านไปยังไมโครโทรลเลอร์เพื่อควบคุมการเคลื่อนย้ายตัวหมากรุกไปยังตำแหน่งที่ได้โปรแกรมไว้

1.2 วัตถุประสงค์โครงการ

1. เพื่อศึกษาเกี่ยวกับหลักการโครงสร้างการทำงานและส่วนประกอบต่างๆของแขนกล
2. เพื่อออกแบบและสร้างขึ้นมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาแขนกลให้สามารถคิด ตัดสินใจในสภาพแวดล้อมที่ไม่สามารถคาดเดาได้เพื่อประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม
3. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมและศึกษาอัลกอริทึมที่ช่วยในการตัดสินใจเพื่อนำไปใช้เขียนโปรแกรมเล่นหมากรุก
4. เพื่อศึกษาระบบควบคุมของชุดแขนกล

1.3 ขอบเขตโครงการ

1. แขนกลสามารถเคลื่อนที่ไปยังพิกัดที่โปรแกรมไว้ได้อย่างถูกต้อง
2. แขนกลสามารถเล่นหมากรุกโต้ตอบกับคู่แข่งได้อัตโนมัติ
3. แขนกลถูกออกแบบให้เล่นหมากรุกตั้งแต่เริ่มเกมเท่านั้น หากต้องการให้เริ่มเล่นที่กลางเกม จะต้องมีปรับเปลี่ยนการตั้งค่าในโปรแกรมของหน่วยประมวลผล ซึ่งจะแปรผันขึ้นอยู่กับสถานการณ์
4. แขนกลถูกออกแบบให้ใช้กับตัวหมากและกระดานที่ทำขึ้นสำหรับใช้งานร่วมกันเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

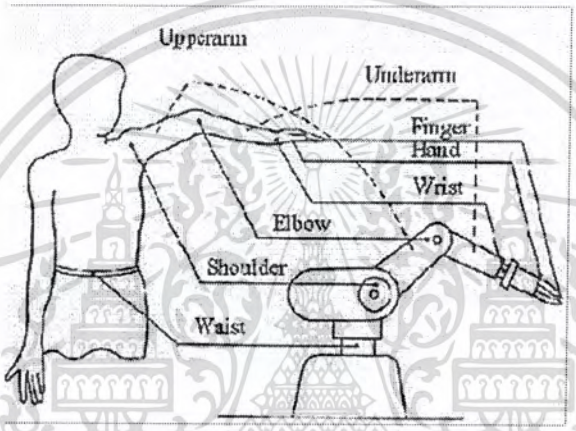
1. เป็นแบบอย่างการพัฒนาแขนกลที่สามารถคิด และตัดสินใจในสภาพแวดล้อมที่ไม่สามารถคาดเดาได้เพื่อประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม
2. สามารถสร้างระบบควบคุมที่สามารถควบคุมแขนกลได้
3. เข้าใจหลักการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของแขนกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 โครงสร้างทางกายภาพ

การทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมจะเลียนแบบร่างกายของมนุษย์โดยจะเลียนแบบเฉพาะส่วนของร่างกายที่จะนำไปใช้ประโยชน์ ในอุตสาหกรรมเท่านั้น นั่นคือช่วงแขนของมนุษย์ ดังนั้น บางคนอาจจะได้ยินคำว่าแขนกล ซึ่งก็หมายถึงหุ่นยนต์อุตสาหกรรม การทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมเปรียบเทียบกับแขนมนุษย์แสดงดังรูป



รูปที่ 2.1 การทำงานของหุ่นยนต์เปรียบเทียบแขนมนุษย์

2.2 นิยามของหุ่นยนต์ (Robotics definition)

หุ่นยนต์ คือ เครื่องจักรที่ถูกควบคุมอัตโนมัติ สามารถเขียนโปรแกรมใหม่ได้ ใช้งานเอนกประสงค์ โปรแกรมการเคลื่อนที่ต้องสามารถโปรแกรมให้เคลื่อนที่ได้อย่างน้อย 3 แกนหรือมากกว่า หุ่นยนต์อาจยึดอยู่กับที่หรือย้ายตำแหน่ง (Mobile) เพื่อใช้ในงานอุตสาหกรรม

2.3 การแบ่งชนิดของหุ่นยนต์

โดยทั่วไปการแบ่งชนิดของหุ่นยนต์จะแบ่งตามลักษณะรูปทรงของพื้นที่ทำงาน (Envelope Geometric) แต่ก่อนจะอธิบายชนิดของหุ่นยนต์ขออธิบายการทำงานของจุดต่อ (Joint) ของหุ่นยนต์ อุตสาหกรรมซึ่งในขั้นพื้นฐานมี 2 ชนิดด้วยกัน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ก. แสดงการแบ่งชนิดหุ่นยนต์อุตสาหกรรมในขั้นพื้นฐาน

ชนิด	สัญลักษณ์	หมายเหตุ
Revolute (R)		เป็นการหมุนรอบแกน (Rotary)
Prismatic (P)		การเคลื่อนที่เชิงเส้น (Linear motion)

จุดต่อ (Joint) ทั้งสองแบบเมื่อนำมาต่อเข้าด้วยกันอย่างน้อย 3 แกนหลักจะได้พื้นที่ทำงาน (Work envelope) ที่มีลักษณะแตกต่างกันไป ซึ่งสามารถนำมาแบ่งชนิดของหุ่นยนต์ได้ดังต่อไปนี้

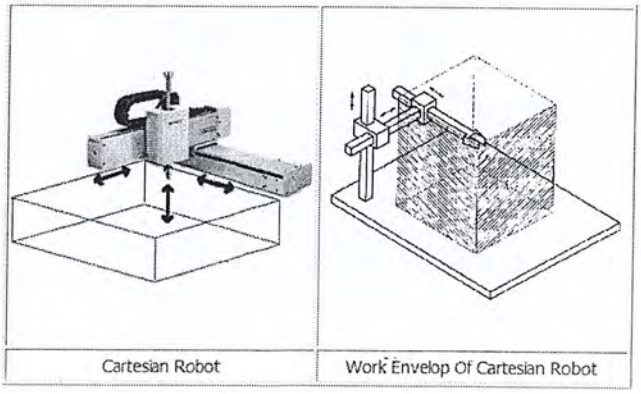
ตารางที่ 2.3 ข. แสดงการแบ่งชนิดของหุ่นยนต์

ชนิดของหุ่นยนต์	แกนที่ 1 (เอว)	แกนที่ 2(เอว)	แกนที่ 3 (ข้อศอก)
Cartesian (gantry) Robot	P	P	P
Cylindrical Robot	R	P	P
Spherical (Polar) Robot	R	R	P
SCARA Robot	R	P	R
Articulated Robot	R	R	R
R = Revolute, P = Prismatic			

2.3.1. Cartesian (gantry) Robot

แกนทั้ง 3 ของหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่เป็นแบบเชิงเส้น (Prismatic) ถ้าโครงสร้างมีลักษณะคล้าย Overhead Crane จะเรียกว่าเป็นหุ่นยนต์ชนิด gantry แต่ถ้าหุ่นยนต์ไม่มีขาตั้งหรือขาเป็นแบบอื่น เรียกว่า ชนิด Cartesian การประยุกต์ใช้งาน

เนื่องจากโครงสร้างมีความแข็งแรงตลอดแนวการเคลื่อนที่ ดังนั้นจึงเหมาะกับงานเคลื่อนย้ายของหนัก ๆ หรือเรียกว่างาน Pick-and-Place เช่น ใช้โหลดชิ้นงานเข้าเครื่องจักร (Machine loading) ใช้จัดเก็บชิ้นงาน (Stacking) นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในงานประกอบ (Assembly) ที่ไม่ต้องการเข้าถึงในลักษณะที่มีมุมหมุน เช่น ประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และงาน Test ต่าง ๆ

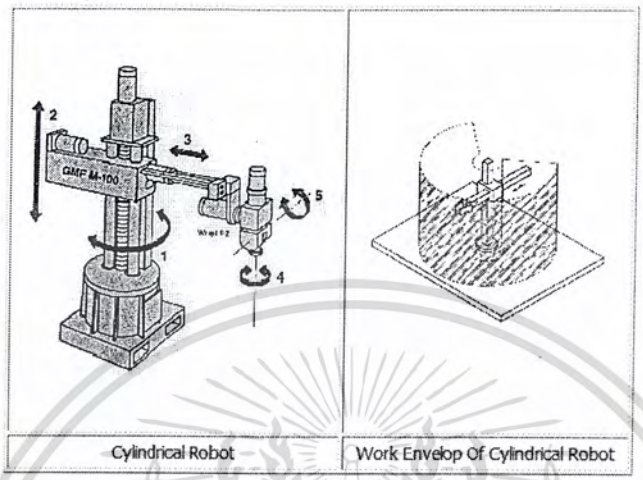


รูปที่ 2.3.1Cartesian (gantry) Robot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2. Cylindrical Robot

หุ่นยนต์ประเภทนี้จะมีแกนที่ 2 (ไหล่) และแกนที่ 3 (ข้อศอก) เป็นแบบ prismatic ส่วนแกนที่ 1 (เอว) จะเป็นแบบหมุน (revolute) ทำให้การเคลื่อนที่ได้พื้นที่การทำงานเป็นรูปทรงกระบอก ดังรูป



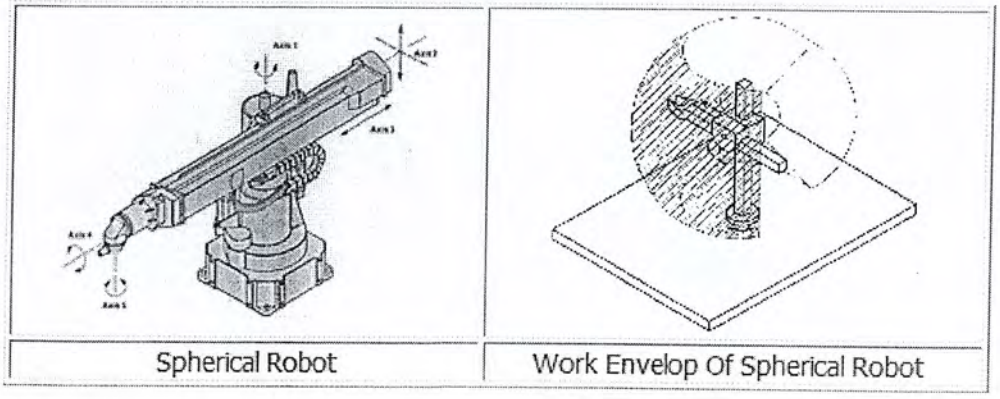
รูปที่ 2.3.2 Cylindrical Robot

การประยุกต์ใช้งาน

โดยทั่วไปจะใช้ในการหยิบยกชิ้นงาน (Pick-and-Place) หรือป้อนชิ้นงานเข้าเครื่องจักร เพราะสามารถเคลื่อนที่เข้าออกบริเวณที่เป็นช่องโพรงเล็ก ๆ ได้สะดวก

2.3.3. Spherical Robot (Polar)

มีสองแกนที่เคลื่อนในลักษณะการหมุน (Revolute Joint) คือแกนที่ 1 (เอว) และแกนที่ 2 (ไหล่) ส่วนแกนที่ 3 (ข้อศอก) จะเป็นลักษณะของการเคลื่อนที่แนวเส้นตรง ดังรูป



รูปที่2.3.3 Spherical Robot (Polar)

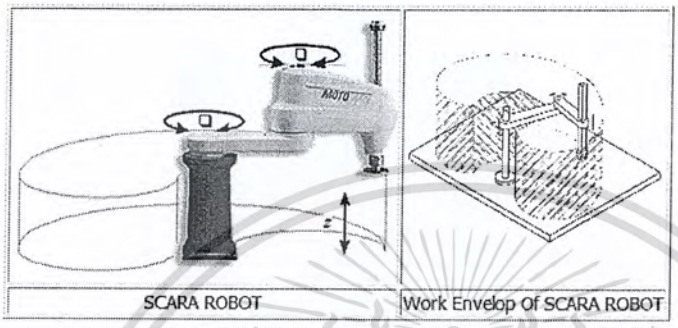
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประยุกต์ใช้งาน

ใช้ในงานที่มีการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง (Vertical) เพียงเล็กน้อย เช่น การโหลดชิ้นงานเข้าออกจากเครื่องปั๊ม (Press) หรืออาจจะใช้งานเชื่อมจุด (Spot Welding)

2.3.4. SCARA ROBOT

หุ่นยนต์ SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm) จะมีลักษณะแกนที่ 1 (เอว) และแกนที่ 3 (ข้อศอก) หมุนรอบแกนแนวตั้ง และแกนที่ 2 จะเป็นลักษณะการเคลื่อนที่ขึ้นลง (Prismatic) ดังรูป หุ่นยนต์ SCARA จะเคลื่อนที่ได้รวดเร็วในแนวระนาบ และมีความแม่นยำสูง



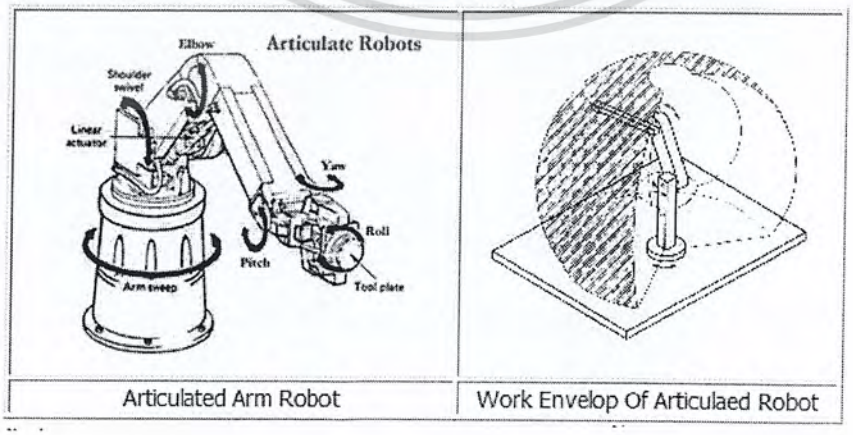
รูปที่ 2.3.4 SCARA ROBOT

การประยุกต์ใช้งาน

เนื่องจากการเคลื่อนที่ในแนวระนาบและขึ้นลงได้รวดเร็วจึงเหมาะกับ งานประกอบชิ้นส่วนทางอิเล็กทรอนิกส์ซึ่ง ต้องการความรวดเร็วและการเคลื่อนที่ก็ไม่ต้องการ การหมุนมากนัก แต่จะไม่เหมาะกับงานประกอบชิ้นส่วนทางกล (Mechanical part) ซึ่งส่วนใหญ่การประกอบจะอาศัยการหมุน (Rotation) ในลักษณะมุมต่างๆ นอกจากนี้ Scara robot ยังเหมาะกับงานตรวจสอบ (Inspection) งานบรรจุภัณฑ์ (Packaging)

2.3.5. Articulated Arm (Revolute)

ทุกแกนการเคลื่อนที่จะเป็นแบบหมุน (Revolute) รูปแบบการเคลื่อนที่จะคล้ายกับแขนคน ซึ่งจะประกอบด้วยช่วงเอว ท่อนแขนบน ท่อนแขนล่าง ข้อมือ การเคลื่อนที่ทำให้ได้พื้นที่การทำงาน ดังรูป



รูปที่ 2.3.5 Articulated Arm (Revolute)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประยุกต์ใช้งาน

หุ่นยนต์ชนิดนี้สามารถใช้งานได้กว้างขวางเพราะสามารถเข้าถึงตำแหน่งต่าง ๆ ได้ดี เช่นงานเชื่อม Spot Welding, Path Welding, งานยกของ, งานตัด, งานทากาว, งานที่มีการเคลื่อนที่ยากๆ เช่น งานพ่นสี งาน sealing ฯลฯ

2.4 เซอร์โวมอเตอร์

มอเตอร์ เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนกำลังงานทางไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ซึ่งเซอร์โวมอเตอร์ได้ถูกออกแบบให้มีความแม่นยำและความเร็วสูงทำให้เซอร์โวมอเตอร์แตกต่างจากมอเตอร์กระแสตรงที่เรารู้จักกันเป็นอย่างดี คุณสมบัติของเซอร์โวมอเตอร์จะต้องมีดังนี้คือ

1. มีอัตราเร่งที่ดี
2. ตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว
3. ย่านการควบคุมกว้าง
4. ความเร็วในการหมุนต้องคงที่

ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับการออกแบบโครงสร้างของมอเตอร์ และวัสดุที่ใช้ไม่ว่าจะเป็นเหล็กที่นำมาทำมอเตอร์รวมถึงขดลวดที่นำมาเพื่อสร้างสนามแม่เหล็ก เนื่องจากการควบคุมการทำงาน เซอร์โวมอเตอร์เป็นการควบคุมแบบป้อนกลับดังนั้นที่ตัวเซอร์โวมอเตอร์ จะต้องมีตัวนับรอบ (Encoder) ติดอยู่กับตัวเซอร์โวมอเตอร์ด้วยทุกตัว

2.4.1 ชนิดของ Servo motor แบ่งออกได้ดังนี้

1. DC Servo motor
2. AC Servo motor
    - 2.1 Synchronous servo motor
    - 2.2 Induction servo motor
3. Stepping motor

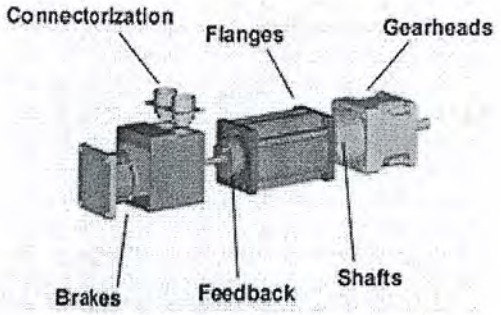
ในปัจจุบันจะนิยมใช้ AC Servo ที่เป็นแบบ Synchronous servo motor กันมากที่สุด เพราะว่าใช้งานและการบำรุงรักษาทำได้ง่าย ขนาดของมอเตอร์มีตั้งแต่ 30 W จนถึง 5.5 kW

2.4.2 เซอร์โวมอเตอร์มีโครงสร้างและหลักการทำงาน

ข้อจำกัดอย่างหนึ่งของระบบควบคุมเซอร์โว ก็คือการใช้งานจะต้องเป็นแบบ closed loop เท่านั้น การใช้งานระบบควบคุมเซอร์โวไม่สามารถเลือกควบคุมเป็นแบบ open loop ได้เหมือนกันระบบขับเคลื่อนเอซี (ac drives) การตอบสนองของระบบเซอร์โว เช่น อัตราเร่ง แรงบิด และตำแหน่งที่ควบคุม จะไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์หากไม่มีสัญญาณป้อนกลับไปยังชุดขับเคลื่อนเซอร์โว

การควบคุมการทำงานในระบบนี้อุปกรณ์ป้อนกลับหรือเอ็นโค๊ดเตอร์(encoder) จะมีบทบาทความสำคัญอย่างยิ่งเสมือนกับเป็นของคู่กันชนิดที่เรียกว่าขาดซึ่งกันและกันไม่ได้ ในทางปฏิบัติจึงทำเซอร์โวมอเตอร์และเอ็นโค๊ดเตอร์ ถูกออกแบบและผลิตสร้างขึ้นมาคู่กันในลักษณะเป็นแพ็คเกจ(package) ซึ่งมี encoder ติดอยู่ที่ส่วนท้ายของมอเตอร์ ดังรูปที่ 2.4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

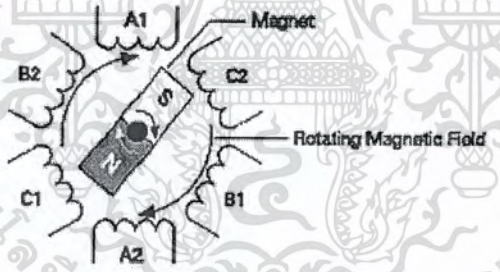


รูปที่ 2.4.2 โครงสร้างเซอร์โวมอเตอร์

2.4.2.1 ส่วนประกอบเซอร์โวมอเตอร์

- Gearheads = เกียร์สำหรับลดความเร็วรอบเพื่อเพิ่มแรงบิด
- Shafts = เพลาของมอเตอร์
- Flanges = หน้าแปลนสำหรับติดตั้งมอเตอร์
- Feed back = อุปกร์ป้อนกลับหรือ encoder
- Connectorization = ขั้วต่อสายไฟเข้ามอเตอร์ และขั้วต่อสายสำหรับ encoder
- Breakes = ชุดเบรก

โครงสร้างของ AC servo Motor จะคล้ายกับมอเตอร์ 3 เฟสทั่ว ๆ ไป ซึ่งจะประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ คือ สเตเตอร์และโรเตอร์ โดยสเตเตอร์จะประกอบด้วยขดลวด 3 ชุด ขดลวดภายในจะต่อเป็นแบบสตาร์ (Star หรือ WYE) และมีสายต่อมาที่ขั้วต่อสายด้านนอก 3 เส้น (จุดนิวทรอลจะอยู่ด้านใน) ส่วนโรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet) ไม่มีขดลวดพัน, ไม่มีคอมมิวเตเตอร์ และไม่มีแปรงถ่าน (Brushless)



รูปที่ 2.4.2.1 การทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

การทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ชนิดนี้จะคล้ายกับการทำงานของซิงโครนัสมอเตอร์3 เฟส กล่าวคือเมื่อมีการควบคุมให้คอนโทรลเลอร์จ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวดที่สเตเตอร์ แกนเหล็กของสเตเตอร์จะกลายเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า และหมุนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่แปรผันตามความถี่ ซึ่งเรียกว่า "ความเร็วซิงโครนัส (synchronous speed) หรือความเร็วสนามแม่เหล็กหมุน" และจะดูดให้โรเตอร์ซึ่งเป็นแม่เหล็กถาวรหมุนเคลื่อนที่ตาม)

2.5 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor)

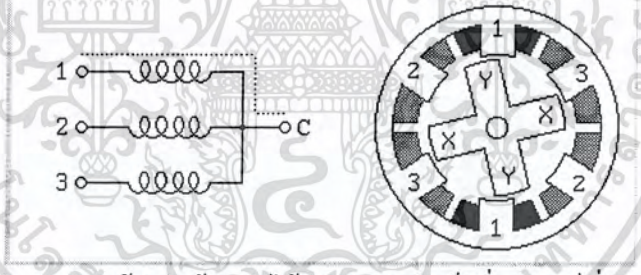
สเต็ปปิ้งมอเตอร์เป็นอุปกรณ์เอาต์พุตอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถนำไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ มาทำการควบคุมได้สะดวก และเป็นมอเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในงานควบคุมการหมุน ที่ต้องการตำแหน่ง และทิศทางที่แน่นอน การทำงานของ สเต็ปปิ้งมอเตอร์จะขับเคลื่อนทีละขั้นๆ ละ (Step) 0.9, 1.8, 5, 7.5, 15 หรือ 50 องศา ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

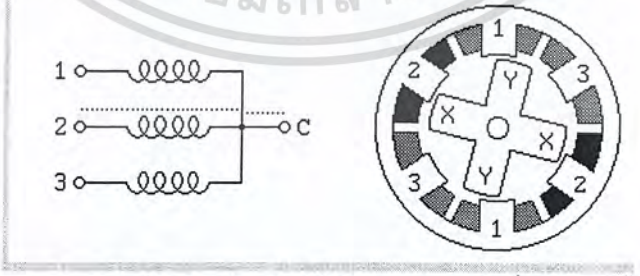
ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติแต่ละชนิดของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ตัวนั้นๆ สเต็ปปิ้งมอเตอร์จะแตกต่างจากมอเตอร์กระแสตรงทั่วไป (DC MOTOR) โดยการทำงานของมอเตอร์กระแสตรงจะหมุนไปแบบต่อเนื่อง ไม่สามารถหมุนเป็นแบบสเต็ปๆ ได้ดังนั้นในการนำไปกำหนดตำแหน่งจึงควบคุมได้ยากกว่า แต่ในส่วนใหญ่เราจะใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์มาทำการการควบคุมโดยใช้วิธีในระบบดิจิตอล เช่น พรินเตอร์ (Printer) พล็อตเตอร์ (X-Y Plotter) ดิสก์ไดร์ฟ (Disk drive) ฯลฯ

2.5.1 หลักการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

ลักษณะของลักษณะของลักษณะของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ภายนอกก็จะประกอบไปด้วยสายไฟที่เราจะต้องป้อนสัญญาณกระตุ้นเฟสเข้าไปควบคุมมัน ซึ่งมอเตอร์แล้วก็ต้องประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งเป็นส่วนที่หมุนหรือเคลื่อนที่ได้ และ สเตเตอร์ (stator) ซึ่งเป็นส่วนที่อยู่กับที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ โดยที่ส่วนที่เป็นสเตเตอร์ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ นี้จะเป็นส่วนซึ่งมีขดลวดพันล้อมอยู่บนแกนเหล็ก เมื่อเราจ่ายไฟเข้าที่ขดลวดที่พันอยู่บนสเตเตอร์ที่ขด 1 ก่อน ก็จะทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กขึ้นที่ตำแหน่ง 1 นี้ และผลักให้โรเตอร์เกิดการเคลื่อนที่ได้ การเคลื่อนที่นี้เรียกว่ามันเคลื่อนที่ไป 1 สเต็ปนั่นเองนจะเคลื่อนที่ไปเป็นมุมเท่าไหร่นั้นก็ขึ้นอยู่กับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ตัวนั้นว่ามันสามารถที่จะหมุนได้ สเต็ปละกี่องศา และต่อไปถ้าเราหยุดจ่ายไฟเข้าที่ขดลวด1 และไปจ่ายไฟเข้าที่ขดลวด 2 แทนก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นที่บริเวณ 2 บนสเตเตอร์และก็จะทำให้สนามแม่เหล็กนี้ผลักโรเตอร์ให้เคลื่อนที่ต่อไปได้



รูป 2.5.1 ก. เมื่อ เฟส 1 ถูกกระตุ้นเฟสเข้ามาทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์ ที่ขดลวด 1 และจะผลักกับโรเตอร์ให้เคลื่อนที่ไปคนละทาง



รูปที่ 2.5.1 ข. เมื่อ เฟส 2 ถูกกระตุ้นเฟสเข้ามาทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์ ที่ขดลวด 2 และจะผลักกับโรเตอร์ให้เคลื่อนที่ไปอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 วิธีการขับสเตปปิ้งมอเตอร์ให้หมุนโดยการกระตุ้นเฟส

ในการควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์เพื่อที่จะให้ทำการหมุน มีวิธีการควบคุมกระแสไฟที่จ่ายให้กับขดลวดสเตเตอร์ (Stator) ในแต่ละเฟสของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ อย่างเป็นลำดับที่แน่นอน โดยถ้าหากเราต้องการให้กระแสไหลในเฟสใดๆ ก็จะทำให้สถานะของเฟสนั้นๆเป็นสถานะลอจิก "1" และในการกระตุ้นเฟสของของสเต็ปปิ้งมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบคือ

1. การกระตุ้นเฟส แบบฟูลสเต็ปมอเตอร์ (Full Step Motor) ยังสามารถแบ่งการกระตุ้นเฟสออกได้เป็นอีก 2 วิธีด้วยกันคือ

1.1 การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเตป 1 เฟส (Single-Phase Driver) หรือแบบเวฟ แสดงดังตารางรูป 2.5.1 ก. จะเป็นการป้อนกระแสไฟให้กับขดลวด ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ทีละขด โดยจะป้อนกระแสเรียงตามลำดับกันไป ดังนั้นกระแส ที่ไหลในขดลวด จะทำการไหลในทิศทางเดียวกันทุกขด ลักษณะเช่นนี้จึงทำให้แรงขับของสเต็ปปิ้งมอเตอร์มีน้อย

1.2 การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 2 เฟส (Two-Phase Driver) แสดงดังตารางรูป 2.5.1 ข. เป็นการป้อนกระแสให้กับขดลวด 2 ขด ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์พร้อมๆกันไป และจะกระตุ้นเรียงถัดกับไปเช่นเดียวกับแบบหนึ่งเฟส ดังนั้นการกระตุ้นแบบนี้จึงต้องใช้กำลังไฟมากขึ้น และจะทำให้มีแรงบิดของมอเตอร์มากกว่าการกระตุ้นแบบ 1 เฟส

2. การกระตุ้นเฟส แบบฮาลฟ์สเต็ป (Half Step Motor) หรือ One-two phase Driver คือการกระตุ้นเฟสแบบ ฟลูสเต็ป 1 เฟส และ 2 เฟส เรียงลำดับกันไป แสดงดังตารางรูป 2.5.1 ค แรงบิดที่ได้จากการกระตุ้นเฟสแบบนี้จะมีเพิ่มมากขึ้น เพราะช่วงของสเต็ปมีระยะสั้นลง ในการกระตุ้นแบบนี้ เราจะต้องมีการกระตุ้นที่เฟสถึง 2 ครั้ง จึงจะได้ระยะของ สเต็ปเท่ากับการกระตุ้นเพียงครั้งเดียว ของแบบฟูลสเต็ป 2 แบบแรก ความละเอียดของการหมุนตำแหน่งองศาต่อสเต็ป ก็เป็นสองเท่าของแบบแรก ความถูกต้องของตำแหน่งที่กำหนดจึงมีมากขึ้น

ตารางที่ 2.5.2 วิธีการขับสเตปปิ้งมอเตอร์ให้หมุนโดยการกระตุ้นเฟส

สเต็ปที่	เฟสที่1	เฟสที่2	เฟสที่3	เฟสที่4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

รูป 2.5.1.ก แบบฟูลสเต็ป 1 เฟส

สเต็ปที่	เฟสที่1	เฟสที่2	เฟสที่3	เฟสที่4
1	1	1	0	0
2	0	1	1	0
3	0	0	1	1
4	1	0	0	1

รูป 2.5.1 ข. แบบฟูลสเต็ป 2 เฟส

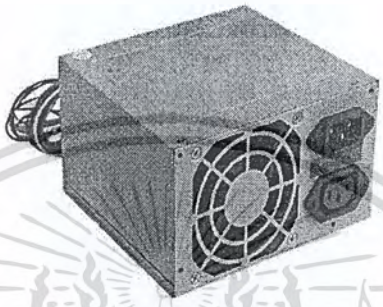
สเต็ปที่	เฟสที่1	เฟสที่2	เฟสที่3	เฟสที่4
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
5	0	0	1	0
6	0	0	1	1
7	0	0	0	1
8	1	0	0	1

รูป 2.5.1 ค แบบฮาลฟ์สเต็ป 2 เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 พาวเวอร์ซัพพลาย (Power Supply)

เป็นอุปกรณ์หลักที่คอยจ่ายไฟให้กับชิ้นส่วนและอุปณ์ต่างๆทั้งหมดภายในเครื่อง มีรูปร่างเป็นกล่องสี่เหลี่ยมติดตั้งอยู่ภายในตัวเคส (สามารถถอดเปลี่ยนได้) ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ตามบ้านจาก 220 โวลต์ให้เหลือเพียงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC) 3 ชุดคือ 3.3 และ 5 โวลต์ เพื่อจ่ายไฟให้กับวงจรชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ และ 12 โวลต์ เพื่อจ่ายไฟให้กับมอเตอร์ของอุปกรณ์ดิสก์ไดรว์ต่างๆรวมถึงพัดลมระบายอากาศด้วยดังรูป



รูปที่ 2.6 พาวเวอร์ซัพพลาย (Power Supply)

ปัจจุบันเพาเวอร์ซัพพลายที่จะนำมาใช้ควรมีกำลังไฟตั้งแต่ 400 วัตต์ขึ้นไป ทั้งนี้ก็เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆทั้งหมดที่อยู่ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์นั่นเอง สำหรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ตามบ้าน (ประเทศไทย) โดยทั่วไปจะอยู่ที่ 200-250 VAC พร้อมกระแสไฟประมาณ 3.0-6.0 A และความถี่ที่ 50Hz ดังนั้นเพื่อให้ชิ้นส่วนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้ เพาเวอซัพพลายจะต้องแปลงแรงดันไฟ AC ให้เป็น DC แรงดันต่ำในระดับต่างๆ รวมถึงปริมาณความต้องการของกระแสไฟฟ้าที่จะต้องจ่ายให้กับชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆด้วย โดยระดับของแรงดันไฟ (DC Output) ที่ถูกจ่ายออกมาจากเพาเวอร์ซัพพลายแต่ละรุ่น/ยี่ห้อจะใกล้เคียงกัน แต่ปริมารสูงสุดของกระแสไฟ (Max Current Output) ที่ถูกจ่ายออกมานั้นอาจไม่เท่ากัน (แล้วแต่รุ่น/ยี่ห้อ) ซึ่งมีผลต่อการนำไปคำนวลค่าไฟโดยรวม (Total Power) ที่เพาเวอร์ซัพพลายตัวนั้น จะสามารถจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่างๆได้ด้วย โดยในที่นี้จะยกตัวอย่างรายละเอียดจากเพาเวอร์ซัพพลายยี่ห้อ Enermax ตะกูล Coolergiant รุ่น EG701AX-VH(W) ที่ให้กำลังไฟโดยรวมประมาณ 600 วัตต์ (Watt) ซึ่งมีข้อมูลต่างๆดังนี้

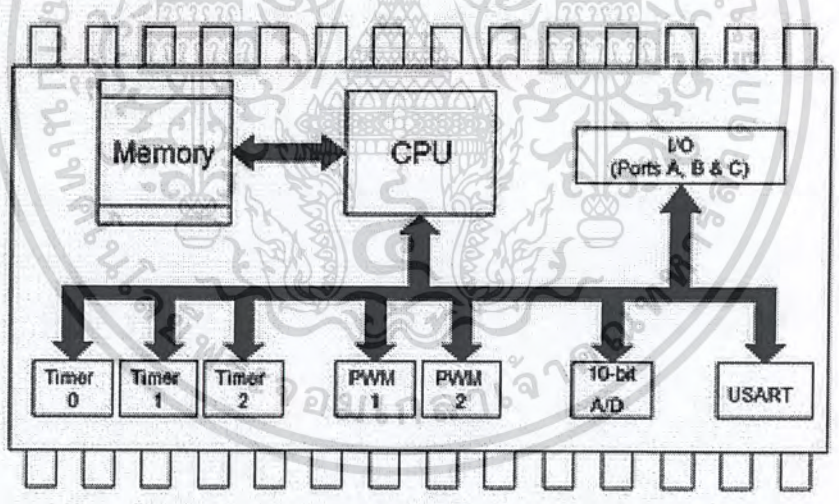
1. แรงดันไฟ(DC Output) +3.3V ปริมาณกระแสไฟ (Current Output) 34 A ใช้กับ เม็นบอร์ด และการ์ดจอ เป็นหลัก
2. แรงดันไฟ(DC Output)+5V ปริมาณกระแสไฟ (Current Output) 34 A ใช้กับ เม็นบอร์ด, แรม และอุปกรดิสก์ไดร์รวมถึงพอร์ต ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แรงดันไฟ(DC Output)+12V1และ +12V2 ปริมารกระแสไป (Current Output) 18A ใช้กับ ซีพียู, เม็นบอร์ด, มอเตอร์ของอุปกรณ์ดิสก์ไดรว์ต่างๆรวมถึงระบบระบายความร้อนต่างๆ ในที่นี้มาให้ 2 ชุด
4. แรงดันไฟ(DC Output) -12V ปริมารกระแสไฟ (Current Output) 0.8 A ใช้ร่วมกับไฟ +12V เพื่อจ่ายให้กับอุปกรร์ต่างๆ
5. แรงดัน(DC Output) +5VSB ปริมารกระแสไฟ(Current Output) 2.5 A เป็นแรงดันไฟสำรอง (Standby Voltage) ที่ใช้เปิดหรือปลุกการทำงานของเครื่องให้ตื่นขึ้นจากสภาวะเตรียมพร้อม (Stanby)

2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ อุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำที่รวบรวมฟังก์ชั่นการทำงานต่างๆ ไว้ภายในตัวของมันเอง โดยมีโครงสร้างใกล้เคียงกับคอมพิวเตอร์ คือ ภายในประกอบด้วยหน่วยรับข้อมูลและโปรแกรม หน่วยประมวลผล หน่วยความจำ หน่วยแสดงผล ซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้มีความสมบูรณ์ในตัวของมันเอง ทำให้มีขนาดเล็ก และสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ที่เชื่อมต่อกับตัวมัน ง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้งาน โครงสร้างโดยทั่วไป ของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้



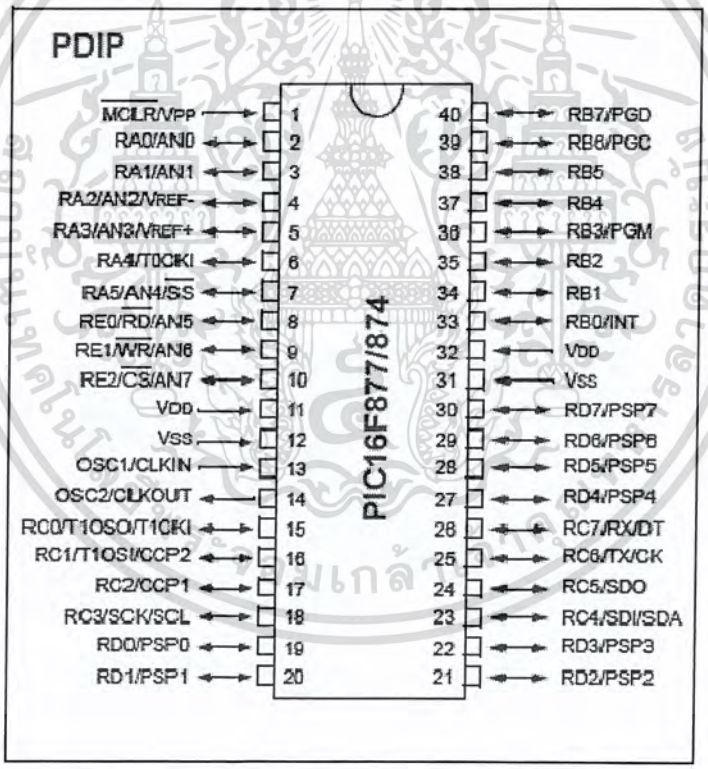
รูปที่ 2.7 ก. โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรเลอร์

1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit)
2. หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกกระดาษทดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุต เพื่อรับสัญญาณ อาจจะด้วยการกดสวิตช์ เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุต เพื่อแสดงผลเช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น
4. ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง ซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณ จำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus) , บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)
5. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับการกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย



รูปที่ 2.7 ข. การจัดขาของไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล PIC16F877

2.8 รีดสวิตช์ (Reed switch)

รีดสวิตช์ (Reed switch) คือเซนเซอร์สำหรับตรวจจับแม่เหล็ก (Magnetic Sensor) ซึ่งจะทำงานหรือเปลี่ยนสถานะเมื่อมีการตรวจจับสนามแม่เหล็ก

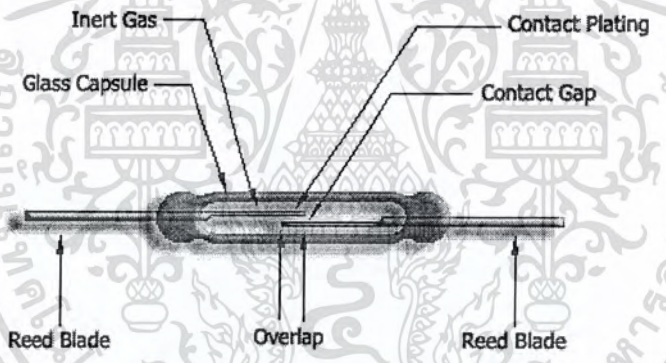
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1 ส่วนประกอบของรีดสวิตซ์

รีดสวิตซ์ คือ มีหน้าสัมผัสที่เป็นสารที่มีผลต่อสนามแม่เหล็ก (Ferromagnetic reeds) เป็นโลหะ 2 แท่ง ซึ่งมีลักษณะเหมือนกันทุกประการ โดยทั่วไปแล้วจะซ้อนกันโดยมีช่องว่างอยู่ระหว่างกลาง เป็นหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally Open: NO) และติดตั้งอยู่ภายในกระเปาะแก้วเล็กๆ ในรูปแบบคานปลายยื่น (Cantilever beam) มีการเติมก๊าซเฉื่อยในกระเปาะ เพื่อป้องกันไม่ให้มีการปนเปื้อนที่บริเวณหน้าสัมผัส ทำให้ทำให้การตัดต่อการส่งกระแสไฟฟ้าได้เร็วยิ่งขึ้น

2.8.2 การทำงานของ Reed switch

สวิตซ์นี้จะทำงานโดยอาศัยสนามแม่เหล็ก ซึ่งอาจจะเป็นแม่เหล็กถาวร หรือแม่เหล็กไฟฟ้าก็ได้ เมื่อสนามแม่เหล็กเกิดขึ้นในแนวขนานกับรีดสวิตช์ แผ่นหน้าสัมผัสทั้งคู่จะเปลี่ยนเป็นฟลักซ์ (Flux carrier) ในวงจรแม่เหล็ก สำหรับสวิตช์แบบปกติเปิด หน้าสัมผัสเป็นสารแม่เหล็กที่ดูดกับแม่เหล็กอย่างรุนแรงคือแม่เหล็กเฟอร์โร (ferromagnetic) ทั้งสองชิ้นจะกลายเป็นขั้วแม่เหล็กตรงข้ามกัน ซึ่งจะออกแรงดูดกัน และจะสัมผัสกันก็ต่อเมื่อแรงแม่เหล็กระหว่างขั้วนั้นมีขนาดมากพอที่จะสามารถเอาชนะแรงที่ใช้คงตัวของหน้าสัมผัส (restoring force) และสวิตซ์ จะทำงานแบบ ON



รูปที่ 2.8.2 ส่วนประกอบของ Reed switch

2.8.3 ประเภทของรีดสวิตช์

ประเภทพื้นฐานคือแบบเอ ซึ่งจะเป็นแบบปกติเปิด ส่วนแบบบีจะเป็นประเภทปกติปิดจะมีลักษณะคล้ายคลึงแบบเอ แต่ทำงานตรงข้ามกับแบบเอ โดยใช้แม่เหล็กถาวรซึ่ง และแม่เหล็กที่มีขั้วตรงข้ามอีกอันสำหรับควบคุมการทำงาน แบบซีเกิดจากการนำหน้าสัมผัสของแบบเอมารวมกับบีในคอยล์ (Operating coil) เดียวกัน ส่วนแบบเกิดจากการรวมกันของแบบซีและดี

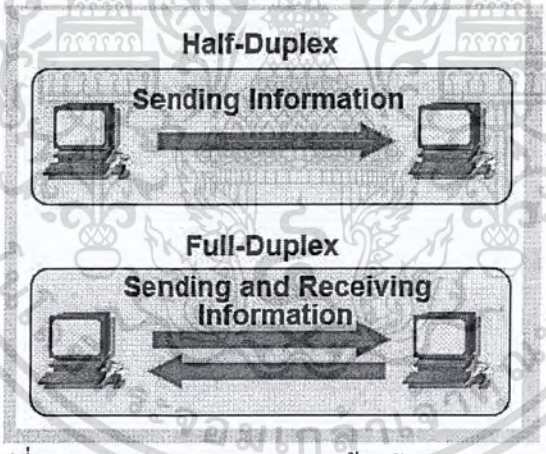
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 การส่งข้อมูลผ่าน RS-232

RS-232 ย่อมาจาก Recommended Standard-232 (มาตรฐานแนะนำรุ่น 232) เป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อข้อมูล แบบอนุกรม (Serial Port) กำหนดโดย

รูปที่ 2.9 ก. DB9-maleตัวผู้ และDB9-female ตัวเมีย

โดยทั่วไปของการเชื่อมต่อข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232 คือเป็นการสื่อสารข้อมูลแบบจุดต่อจุด ซึ่งเดิมทีเป็นการสื่อสารข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมเด็ม ซึ่งจริงๆแล้วทั้งสองฝั่งจะเป็นอะไรก็ได้ การสื่อสารเป็นแบบสองทางพร้อมกัน (Full-duplex) โดยอาจใช้สายสัญญาณอื่นร่วมเพื่อทำ แฮนด์เชค (Hand-shake) หรือไม่ก็ได้ มาตรฐาน RS-232 จำกัดความยาวสายไว้ที่ 50 ฟุต (หรือประมาณ 15 เมตร) สำหรับการส่งสัญญาณที่ความเร็ว 19,200 บิทต่อวินาที โดยที่ความยาวสายจะต้องสั้นลงถ้าต้องการสื่อสารที่ความเร็วสูงขึ้น และถ้ามีสัญญาณรบกวนมากๆ เช่นในโรงงาน หรือบริเวณใกล้เครื่องจักรที่เป็นแบบมีการสวิตช์สัญญาณไฟฟ้าที่กระแสสูงๆ ก็จะทำให้ต้องมีการลดความเร็วในการส่งสัญญาณลงหรือใช้สายที่สั้นลง

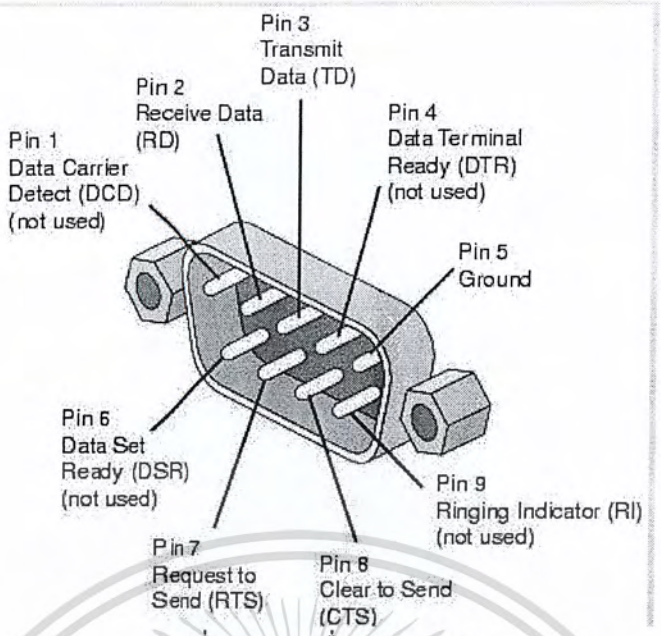


รูปที่ 2.9 ข. การทำงานแบบสองทางพร้อมกัน (Full-duplex)

RS-232 มีจุดเริ่มต้นจากความต้องการที่จะกำหนดมาตรฐานการเชื่อมต่อระหว่าง คอมพิวเตอร์กับโมเด็ม ในสมัยนั้น ตัวมาตรฐานจะกำหนดสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อนี้ด้วยกันทั้งหมด 4 หัวข้อหลักๆ ด้วยกันคือ

1. คุณสมบัติทางไฟฟ้าของสัญญาณ
2. คุณสมบัติทางกลของการเชื่อมต่อ ซึ่งหมายถึงตัวคอนเน็กเตอร์ (Connector) นั่นเอง
3. หน้าที่การทำงานของวงจรสำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูล
4. มาตรฐานการเชื่อมต่อสำหรับระบบสื่อสารเฉพาะอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



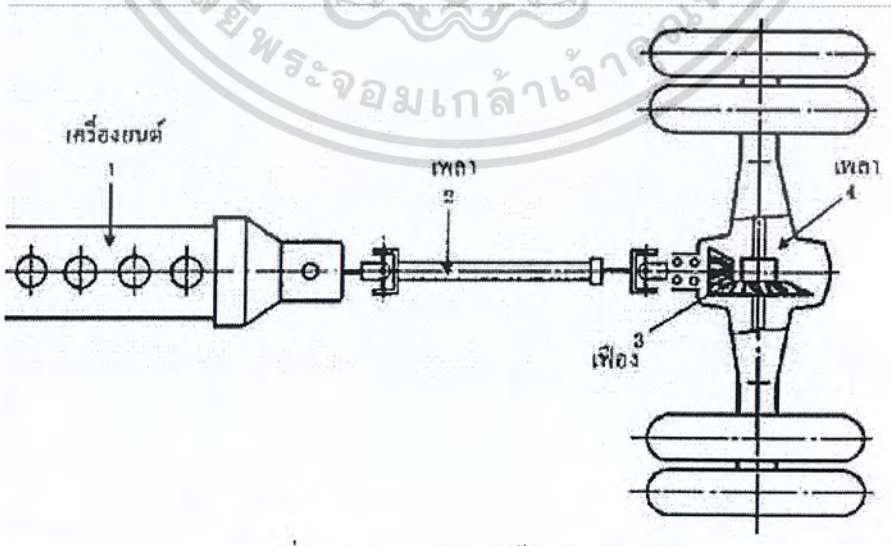
รูปที่ 2.9 ค. การเชื่อมต่อ RS-232

2.10 องค์ประกอบอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

2.10.1 เพลา

เพลาเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่หมุนได้ เพลาจะรับโมเมนต์บิดที่ถ่ายภาระมาจากกล้องเฟื่องล้อสายพาน เพลาจึงสามารถรับภาระบิดและภาระดัด จึงมีการแบ่งเพลาออกเป็น 2อย่าง คือ เพลาส่งกำลัง และเพลารองรับภาระ ดังรายละเอียด

1. เพลาส่งกำลัง (Transmission shafts) เพลาชนิดนี้ใช้เฉพาะการบิดหรืออาจรับทั้งการบิดและการดัดผสมกันก็ได้ การส่งกำลังจะถ่ายทอดผ่านเพลาโดยอาศัยแผ่นประกบต่อเพลา (Coupling) ผ่านเฟือง ผ่านพูลเลย์ ผ่านสายพาน จานโซ่ หรือโซ่ เป็นต้น ดังรูป

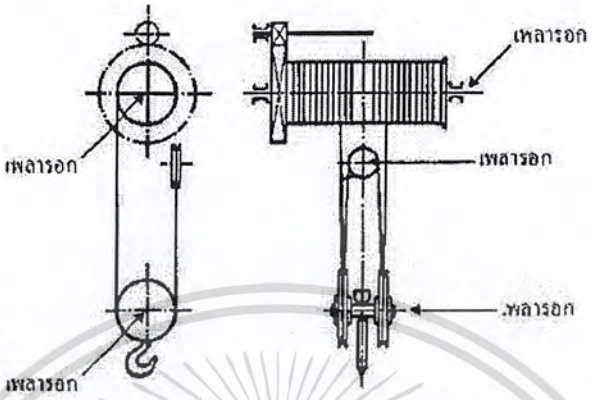


รูปที่ 2.10.1 ก. การส่งกำลังด้วยเพลาส่งกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2. เพลารองรับภาระ เป็นเพลาชิ้นส่วนเครื่องจักรกลเช่นกัน ขณะใช้งานเพลาชนิดนี้อาจหมุนหรือไม่ก็ได้ แต่ที่สำคัญเพลาชนิดนี้ไม่ได้ส่งกำลังจะทำหน้าที่เป็นตัวรองรับชิ้นส่วนอื่นให้หมุน เช่น เพลาลูกกรอกสายพาน เพลาลูกกรอกส่ายพาน เพลาลูกล้อสลิงต่างๆซึ่งเป็นเพลาที่รับภาระน้ำหนักของอุปกรณ์อื่นที่กดทับทำให้สภาพการเสียหายของเพลาเกิดการดัดงอเป็นส่วนใหญ่ เช่น เพลา ล้อรถไฟ เป็นต้น

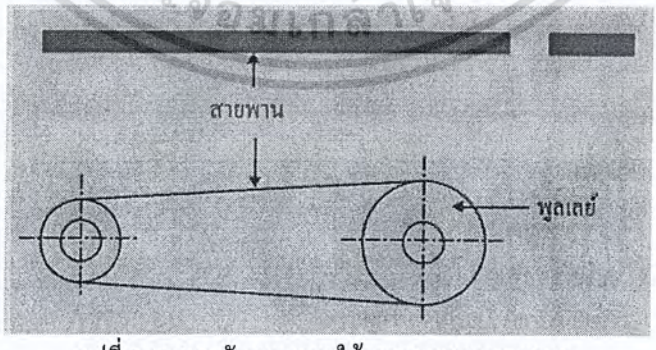


รูปที่ 2.10.1 ข. ลักษณะการใช้งานเพลารองรับภาระ

2.10.2 สายพาน

สายพานเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรที่ใช้ส่งกำลังจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งเช่นเดียวกับเฟือง การส่งกำลังด้วยสายพานนิยมใช้ในอุตสาหกรรม เนื่องจากบำรุงรักษายาก อะไหล่ราคาถูก และน้ำหนักเบา การส่งกำลังลักษณะนี้จะประกอบด้วยล้อสายพาน (Pulley) 2 ตัว คือ ตัวขับและตัวตาม และมีสายพาน (belt) เป็นตัวส่งถ่ายกำลังขับเคลื่อน และยังสามารถส่งกำลังเพื่อเปลี่ยนทิศทางได้ด้วยที่ใช้งานกับเครื่องจักรกลทั่วไปมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับลักษะการใช้งาน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. สายพานแบน (Flat Belt) ใช้สำหรับถ่ายทอดกำลังระหว่างเพล้าปผิวเกลี้ยได้ระหว่าง 0.1 กิโลวัตต์ ถึง 4,000 กิโลวัตต์ ความเร็วรอบของล้อได้สูงถึง 200,000 รอบต่อนาทีและความเร็วแล่นของสายพานได้ถึง 100 เมตรต่อนาที โครงสร้างของสายพานแบนที่ใช้กันทั่วไปมี 3 แบบ คือ แบบหุ้มตัว แบบชั้น และแบบหล่อ

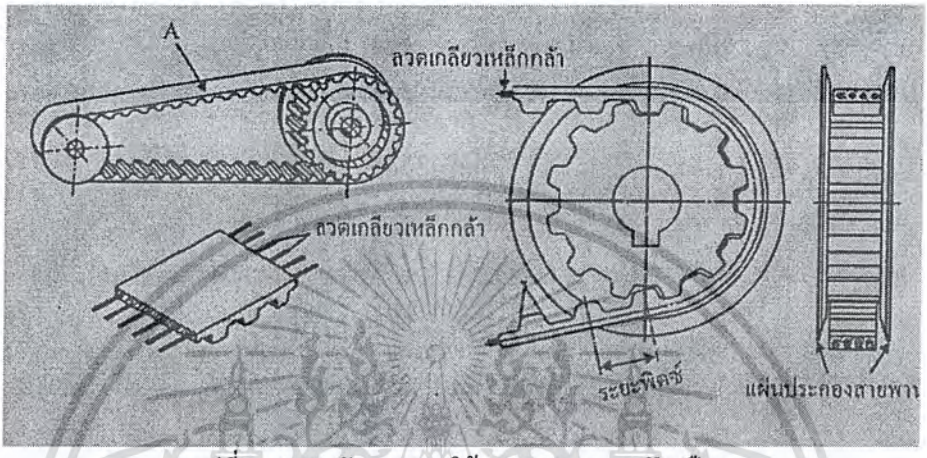


รูปที่ 2.10.2 ก. ลักษณะการใช้งานของสายพานแบน

2. สายพานลิ่ม (V-Belt) สายพานลิ่มที่ลักษณะคล้ายกับสายพานแบน คือ ใช้ เส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์วงแหวนเป็นแกนแรง และห่อหุ้มด้วยยางหรือวัสดุเดียวกับแกน สาย พานลิ่มมีรูปหน้าที่ตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ด้านข้างหน้าทั้งสองเอียงสอบเข้าหากันทำมุม 38 ถึง 44 องศา สายพานลิ่มส่งถ่ายกำลังด้วยพลูเลย์ผิวเกลี้ยงเป็นร่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
119341

3. สายพานฟันเฟือง (Tooth Belt) เป็นสายพานที่แกนรับแรงทำด้วยลวดลายเหล็กกล้า หรือทำด้วยลวดไฟเบอร์ฝังอยู่ในยางเทียม ซี่ฟันของสายพานทำด้วยยางเทียมแต่มีสูตรผสมพิเศษเพื่อให้คงรูปพอดีกับล้อของพูลเลย์ ผิวภายนอกซึ่งสัมผัสกับผิวของล้อ ซึ่งฟันจะหุ้มด้วยเส้นใยไนลอนเพื่อลดความสึกหรอ สายพานชนิดนี้สามารถงอตัวได้ดีใช้กับพูลเลย์ล้อเล็กๆที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตรได้ ความเร็วแล่นของเพลาชิดมากได้ต้องการผิวส่งกำลังได้ถึง 40 กิโลวัตต์ ความดึงของสายพานแบบนี้ไม่ต้องดึงเหมือนสายพานแบบลิ่มเนื่องจากฟันบนผิวล้อ



รูปที่ 2.10.2 ข. ลักษณะการใช้งานของสายพานฟันเฟือง

2.10.3 พูลเลย์

พูลเลย์เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรที่ใช้งานร่วมกับสายพาน ลักษณะรูปร่างของพูลเลย์ที่ใช้ก็จะขึ้นกับลักษณะของสายพานชนิดนั้นๆดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. พูลเลย์สายพานแบน เป็นพูลเลย์ที่ใช้คู่กับสายพานแบนทำจากหล่อ เหล็ก กล้า โลหะเบา พลาสติก หรือไม้ บนผิวล้อที่สัมผัสกับสายพานจะต้องลื่นมิเช่นนั้นจะทำให้สายพานสึกหรอเร็วมาก โดยให้มีความหยาบของผิวอยู่ระหว่าง 4 ถึง 10 Um พูลเลย์แบบรูปโค้งและพูลเพย์แบบถอดแยกได้เป็น 2 ชิ้นได้

2. พูลเลย์สายพานลิ่ม ตามมาตรฐานของ DIN 2217 พูลเลย์ สายพานที่ลิ่มจะแบบร่องเดียวหรือหลายร่อง มุมรวมของร่องล้อพูลเลย์สายพานลิ่มเท่ากับ 32 องศา 34 ลิปดาและ 38 องศา โดยล้อพูลเลย์ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่า จะมีมุมร่องล้อพูลเลย์ที่โตกว่า ร่องล้อพูลเลย์จะมีการผลิตให้สายพานที่สวมประกอบแล้วไม่เลยพันจากขอบร่องล้อ และจะต้องไม่จมอยู่ในร่องล้อไม่เช่นนั้นสายพานจะสูญเสียปฏิกิริยา แรงลิ่มขัน

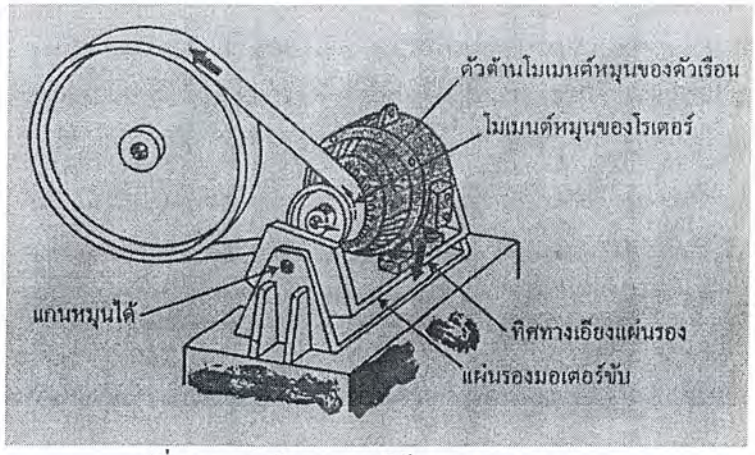
3. พูลเลย์สายพานฟันเฟือง พูลเลย์แบบนี้มีลักษณะคล้ายยกับเฟืองสำหรับเป็นตัวสัมผัสกับสายใช้ในการส่งกำลัง

2.10.4 หน้าที่การใช้งานของสายพานและพูลเลย์

สายพานแต่ละชนิดมีหน้าที่การใช้งานเหมือนกัน คือ ส่งกำลังจากเพลาตัวหนึ่งไปยังเพลาอีกตัวหนึ่งด้วยความเร็วตามลักษณะการใช้และความสามารถของสายพานนั้นๆสายพานแต่ละชนิดมีหน้าที่การใช้งานในลักษณะดังต่อไปนี้

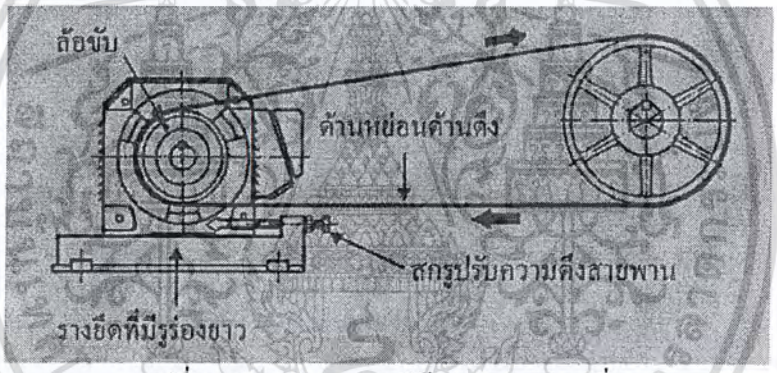
1. หน้าที่การใช้งานของสายพานแบน สายพานจะได้รับกำลังขับมาจากมอเตอร์ผ่านพูลเลย์ และส่งกำลังต่อไปยังพูลเลย์ตัวต่อไป เช่น ใช้เครื่องสีข้าว สายพานแบนมีลักษณะการใช้งานในรูปแบบต่างๆกัน ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



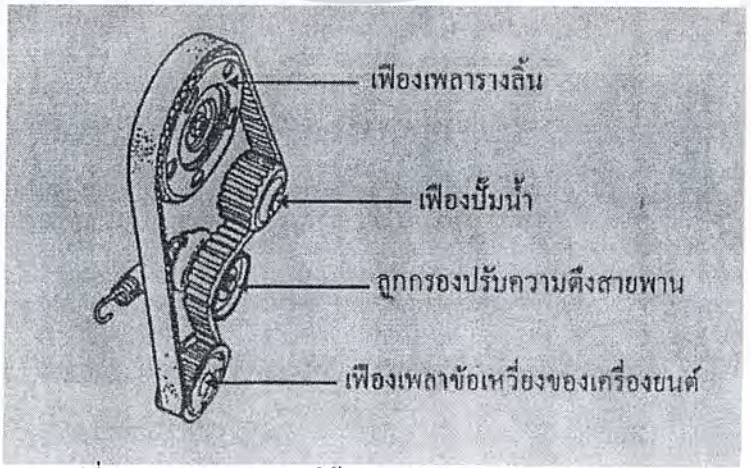
รูปที่ 2.10.4 ก. ลักษณะการใช้งานของสายพานแบน

2. หน้าที่การใช้งานสายพานลิ่ม สายพานส่วนใหญ่ใช้กับเครื่องจักรกลตามโรงงานต่างๆ สามารถส่งกำลังได้ในตำแหน่งต่างๆได้ แต่ไม่สามารถส่งกำลังแบบไขว้เหมือนกับสายพานแบนลักษณะการใช้งานของสายพานลิ่ม เช่น สายพานของเครื่องกลึง สายพานของรถไถนาเดินตาม ดังรูป



รูปที่ 2.10.4 ข. ลักษณะการใช้งานของสายพานลิ่ม

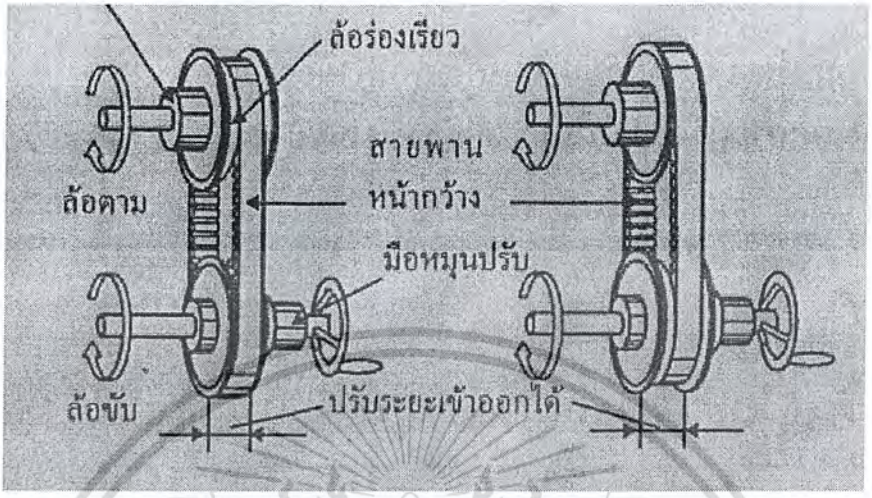
3. หน้าที่การทำงานของสายพานฟันเฟือง สายพานชนิดนี้ส่วนใหญ่จะใช้งานกับเครื่องจักรกลหรือเครื่องยนต์ที่มีความเร็วรอบสูง และไม่ให้เกิดการลื่นขณะส่งกำลัง เช่น สายพานโซ่ราวลิ้นของเครื่องยนต์ หน้าที่การใช้สายพานชนิดนี้มีลักษณะ ดังรูป



รูปที่ 2.10.4 ค. ลักษณะการใช้งานของสายพานฟันเฟือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หน้าที่การใช้งานของสายพานหน้ากว้าง การใช้งานของสายพานชนิดนี้มีหน้าที่การใช้งานคล้ายสายพานแบบฟันเฟือง แต่ต่างกันที่พลูเลย์ของสายพานชนิดนี้สามารถปรับเข้าออกได้ ดังรูป



รูปที่ 2.10.4 ง. ลักษณะการใช้งานของสายพานหน้ากว้าง

2.11.5 แบริ่ง (Bearing)

แบริ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของเครื่องจักรที่ต้องการ การหล่อลื่น และแทบจะกล่าวได้ว่าเครื่องจักรเกือบทุกเครื่องจะต้องมี แบริ่ง "แบริ่ง" คือสิ่งที่ช่วยรองรับหรือช่วยยึดชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักรที่มีการหมุนให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง แบริ่ง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบริ่งกาบ (Plain bearings) และ แบริ่งลูกปืน (Rolling Bearing)

2.10.5.1 แบริ่งกาบ (Plain bearings)

มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกกลวงโดยมีแกนหมุนอยู่ภายใน ส่วนของแกนหมุนหรือเพลาที่หมุนอยู่ภายใน ส่วนของแกนหมุนหรือเพลาที่หมุนอยุในแบริ่งเรียกว่า เจอร์นอล (Joumal) ส่วนรูปทรงกระบอกกลวงเรียกว่า เจอร์นอลแบริ่ง (Journal bearing) ซึ่งมักทำด้วยโลหะหรือส่วนผสมของโลหะที่มีเนื้ออ่อนกว่าเจอร์นอล

แบริ่งกาบ ยังสามารถแบ่งออกเป็น ทรัสต์แบริ่ง (Trust Bearing) ซึ่งตัวเจอร์นอลได้รับแรงกดและหมุนอยู่ภายใน เจอร์นอลแบริ่ง กับ ไกด์แบริ่ง (Guide Bearing) ซึ่งตัวเจอร์นอลเคลื่อนที่กลับไปกลับมาตามแนวยาวของเจอร์นอลแบริ่ง

แบริ่งกาบ โดยทั่วไปจะใช้ น้ำมัน เป็นตัวหล่อลื่นมากกว่า จาระบี และมักใช้ จาระบี ในกรณีที่แบริ่งไม่มีระบบป้องกันหรือซีลที่เพียงพอสำหรับ น้ำมัน ในขณะที่ตัวเจอร์นอลหมุนอยู่ภายในแบริ่ง น้ำมันจะถูกเหวี่ยงเข้ามาเป็นฟิล์มป้องกันไม่ให้ผิวของเจอร์นอลและแบริ่งมา สัมผัสกันความหนืดของ น้ำมัน ไม่ควรจะต่ำเกินไปจนฟิล์ม น้ำมัน ไม่สามารถแยกผิวสัมผัสทั้งสองออกจากกันได้ ความหนืดของ น้ำมันหล่อลื่น สูงขนาดน้ำมันหล่อลื่น ลูกสูบ การเลือกความหนืดของน้ำมัน ขึ้นอยู่กับความเร็วรอบ แรงกด และอุณหภูมิในขณะที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

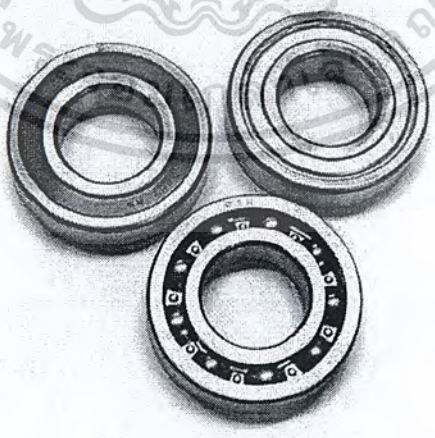
รูปที่ 2.10.5 ก. แบริ่งกาบ

2.11.5.2 แบริ่งลูกปืน (Rolling Bearing)

การเคลื่อนไหวของ แบริ่งกาบ จะเกิดในลักษณะเลื่อนสัมผัส (Sliding) ของผิวสัมผัสทั้งสอง ซึ่งจะทำให้เกิดแรงเสียดทานขึ้น แรงเสียดทาน นี้สามารถลดลงได้โดยการเปลี่ยนการเคลื่อนไหวแบบเลื่อนสัมผัส (Rolling) โดยการติดตั้งวงแหวนซึ่งประกอบด้วยลูกปืน ที่ทำด้วยโลหะแข็ง อาจจะมีลักษณะกลมเหมือนลูกบอลล์ หรือเป็นแบบลูกกลิ้งเคลื่อนที่อยู่ระหว่างวงแหวนชั้นในและชั้นนอก

แบริ่งลูกปืนส่วนใหญ่จะใช้ จาระบี เป็นตัวหล่อลื่น จารบียังทำหน้าที่เป็นซีลป้องกันไม่ให้ความชื้นหรือสิ่งสกปรกต่าง ๆ เข้าไปทำความเสียหายแก่ลูกปืน การเลือกชนิดของ จาระบี ขึ้นอยู่กับความเร็วรอบแรงกด และอุณหภูมิของแบริ่งในขณะใช้งาน โดยทั่วไปมักใช้ จาระบี เอนกประสงค์ ที่ทำด้ายสบู่ลิเทียมในงานบางประเภทอาจมีความต้องการ จาระบี ที่สามารถทนต่ออุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำคือ ไม่เหลวและไม่ทำปฏิกิริยาอ๊อคซิเดชั่นในขณะที่ใช้งานภายใต้อุณหภูมิต่ำเช่น จาระบี สำหรับเครื่องบิน เป็นต้น ในบางสภาวะ จาระบี ยังต้องมีคุณสมบัติทนต่อการถูกชะล้างโดยน้ำ และ น้ำมัน จะต้องไม่แยกตัวออก จาระบี เป็นต้น

แบริ่งลูกปืนหมุนรอบจัดซึ่งมีความร้อนเกิดขึ้นสูง จำเป็นต้องใช้ น้ำมัน ในการหล่อลื่น ขณะเดียวกันช่วยระบายความร้อนอีกด้วย แบริ่งเหล่านี้มักเป็นแบบปิด แช่อยู่ในอ่างน้ำมันหรือใช้วิธีฉีดพ่นหรือหยดน้ำมันก็ได้



รูปที่ 2.10.5 ข. แบริ่งลูกปืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาแขนกลเล่นหมากรุกจะต้องรู้และเข้าใจส่วนประกอบและระบบการควบคุมการทำงานของแขนกลสำหรับการเล่นหมากรุก โปรแกรมในการควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกล รวมถึงโปรแกรมเล่นหมากรุกที่ใช้เป็นส่วนประมวลผลการทำงาน จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นจึงได้รวบรวมบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องซึ่งประกอบด้วยหลักการสร้างแขนกลและโปรแกรมเดินหมากรุก

Fernandez และคณะ [1] ได้ศึกษาโปรแกรมหมากรุกคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในเครือข่าย Bayesian ในการวิเคราะห์โปรแกรมหมากรุกให้สามารถปรับกลยุทธ์การแข่งขันและสามารถเรียนรู้เพิ่มประสบการณ์จากการเล่นได้ โดยใช้เครือข่าย Bayesian ใช้เป็นเครื่องมือในการจำลองสถานการณ์ที่มีจำนวนตัวแปรมากและไม่สามารถคาดเดาตัวแปรได้ ร่วมกับใช้ Heuristic ในการหาคำตอบที่ดีที่สุด เพื่อทำให้โปรแกรมปรับเปลี่ยนกลยุทธ์การเล่นเหมือนมืออาชีพ จากการศึกษาพบว่ายิ่งจำนวนเกมที่ใช้การทดสอบมากขึ้นเท่าไรเกมจะสามารถวิเคราะห์จนหาวิธีการเดินหมากที่ดีที่สุดจนโอกาสชนะมีมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากยิ่งมีการทดสอบหลายเกม จะทำให้ตัวแปรการวิเคราะห์เพิ่มขึ้นทำให้โปรแกรมสามารถวิเคราะห์หาตำแหน่งที่หมากมีโอกาสชนะได้จำนวนมากขึ้นและปรับเปลี่ยนกลยุทธ์จนได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

Olawale และคณะ [2] ได้ศึกษาระบบที่ใช้ควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์แขนกลที่ประกอบด้วยโดยจะมี Power Supply UNIT ให้พลังงานแก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะถูกป้อนคำสั่งไว้แล้วและสามารถเรียนรู้ได้เองจากการที่มีสมองกล Arithmetical Logic Unit (ALU) ในส่วน Control Logic แล้วนำคำสั่งไปแสดงผลออกมาในการขับเคลื่อนมอเตอร์ไปควบคุมทิศทางของแขนกลอีกที จนกระทั่งเซนเซอร์ได้ตรวจจับแล้วว่าทำงานได้ตามเป้าหมายเรียบร้อย ได้ทำการพัฒนาโดยการปรับปรุงไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น MCU ให้ข้อมูลนั้นถูกจัดเก็บ 8051 ที่(EPROM) ที่สามารถทำงานและบันทึกได้แม้ขณะเครื่องปิด 2732LATCH 74LSช่วยแยกข้อมูลและที่อยู่ 373 ข้อมูลออกจากกันเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมเชิงตรรกะให้กับ MCU โดยมี 8255PIO เป็นตัวเชื่อมต่อการทำงาน จากการศึกษาพบว่า MCU นยนต์เพิ่มมีประสิทธิภาพทำให้แขนกลสามารถทำงานแม่นยำทำให้หุ่ 8051 ประสิทธิภาพการทำงานและลดต้นทุนอย่างที่เราต้องการได้

เจตนา ปรักมาตร์ และคณะ]3 [ได้ศึกษาแขนกลที่ใช้เซอร์โวมอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนที่โดยใช้ MCS-51 ที่เป็นตัวควบคุมการหมุนการหมุนของแขนกลใช้ภาษาซีในการเขียนไมโครคอนโทรเลอร์ โดยการศึกษาใช้แขนกลที่ขับเคลื่อนด้วยเซอร์โวมอเตอร์ให้จับดินสอในจุดตรงที่เราต้องการตามโปรแกรมที่เขียนไว้ ผลการศึกษาพบว่าแขนกลเคลื่อนที่เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยมาก เกิดจากการทำงานที่ไม่คงที่ของ เซอร์โวมอเตอร์ ทำให้สัญญาณพัลส์ไม่ออกมาจาก MCS-51 ไม่เหมือนกับการจำลองการทำงานก่อนจะนำมาปฏิบัติจริง

นิรุติ บุณส่ง และคณะ [4]ได้ศึกษาและออกแบบการสร้างแขนกลและระบบควบคุมแขนกล โดยแขนกลที่สร้างขึ้นเป็นแขนกลแบบข้อต่อจำนวน ข้อต่อ มีลักษณะการเคลื่อนที่คล้ายแขนมนุษย์ โดยออกแบบโปรแกรม 2 ารติดต่อกับผู้ใช้งานเพื่อรับค่าส่วน คือ ส่วนที่ใช้ในก 2สำหรับการควบคุมการทำงานของแขนกลนี้ประกอบด้วยการทำงานของแขนกลที่ต้องการผ่านทางคอมพิวเตอร์ และส่วนควบคุมสั่งงานการเคลื่อนที่ของแขนกลผ่านโปรแกรม Visual Basic ผลการศึกษาพบว่า การทำงานของแขนกล ที่ฐานของแขนกลสามารถหมุนได้ในช่วง 6.0 แขนบนสาม (เทียบกับแนวระนาบ)องศา 90-30องศา แขนล่างสามารถหมุนได้ในช่วง 180-0ารถหมุนได้ในช่วง และกริปเปอร์สามารถควบคุมระยะห่างของกริปเปอร์ได้ ข้อสรุปช่วยในพัฒนา(เทียบกับแขนล่าง)องศา 180-90 อุปกรณ์ในการเขียนโปรแกรมในงานควบคุมแขนกลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรีชา ลีอ่ำ และคณะ [5] ได้ศึกษาระบบควบคุมของแขนกลและการออกแบบโปรแกรมเพื่อใช้กับไมโครคอนโทรเลอร์ หาแรงดันที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ควบคุมดีซีมอเตอร์ที่จะทำให้มอเตอร์ทำงานอย่างเหมาะสม จากการศึกษาพบว่าแรงดันที่เหมาะสมคือ 5 V ทดสอบหาระยะสูงสุดของของการในที่นี้ประกอบด้วย ข้อต่อ 5 ข้อ คือข้อมือสามารถเคลื่อนที่ได้ 0-90 องศา ตัวหนีบไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ข้อศอกสามารถเคลื่อนที่ได้ 0-210 องศาหัวไหลสามารถเคลื่อนที่ 0-165 องศาและฐานสามารถเคลื่อนที่ได้ องศา ทดสอบบอร์ด 340-0 ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นการทดสอบว่าโปรแกรมที่เขียนควบคุมจากนั้นทดสอบโปรแกรมกับบอร์ดLED ที่เป็นเสมือนการส่งข้อมูลไปควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ การปรับแต่งวงจรเปรียบเทียบแรงดันขยายสัญญานของเอ็นโคดเดอร์ใช้ชัดเจนแล้วส่งเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วตรวจสอบค่าองศาที่ถูกต้องออกมา โดยนำวงจรเปรียบเทียบแรงดันมาต่อกับ LED ปรากฏว่าการติดของ LED ไม่แน่นอนซึ่งอาจเกิดจากการจ่ายไฟไม่คงที่ควรเปลี่ยนแหล่งจ่าย

ภูษิต บุณยทรรพ และคณะ [6] ได้ศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับการทำงานของตัวแขนกลโดยใช้เซอร์โวมอเตอร์ มีการทดลองทำแขนกลในแต่ละแกนให้มีความละเอียดมากขึ้น โดยเปลี่ยนจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยมาใช้เซอร์โวมอเตอร์แทน เพื่อให้ได้องศาที่แน่นอนของแต่ละแกนและการควบคุมผ่านเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์ ผ่านตัวอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยทดสอบความสามารถในการควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์จากการส่งสัญญาณพัลส์จากไมโครคอนโทรลเลอร์ จะทำให้เกิดการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์เมื่อทำการจ่ายไฟให้กับวงจร ผลการศึกษาพบว่าเมื่อทำการเซ็ตความพัลส์ของเซอร์โวมอเตอร์ที่สามารถทำงานที่แขนกล เมื่อทำการกดปุ่มควบคุม ค่าพัลส์ก็จะเพิ่มค่าหรือลดค่าตามที่กำหนดไว้ในวงจร เมื่อสั่งงานผ่านพอร์ตจะเกิดการควบคุมแขนกลด้วยเซอร์โวมอเตอร์ตามที่กำหนดไว้ได้ โดยมีข้อเสนอแนะให้ใช้ชุดโปรแกรมดีเลย์เพื่อที่จะทำให้เซอร์โวมอเตอร์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วรุตม์ ชั้นศิริ และคณะ [7] ได้ศึกษาการเขียนโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ โปรแกรมส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านพอร์ตอนุกรมเพื่อควบคุมการทำงานของแขนกล การออกแบบและสร้างวงจรเพื่อใช้ติดต่อควบคุมระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับแขนกล ทำการสร้างแขนกลและทำการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุม โดยทำการทดลองให้แขนกลเคลื่อนที่ไปหยิบจับวัตถุ ที่เป็นแบบทรงกระบอก ผลจากการศึกษาพบว่ามีการเคลื่อนที่อย่างแม่นยำ แต่การทำงานของซอฟแวร์กับฮาร์ดแวร์มีปัญหาจึงมีการทำการจำลองการทำงานการเสียของอุปกรณ์เกิดการติดขัดระหว่างการเคลื่อนที่เพื่อความถูกต้อง

สิทธิชัย กลิ่นประยงค์ และคณะ [8] ได้ศึกษาและประยุกต์ใช้โปรแกรม C++ Builder ไปควบคุมอุปกรณ์ ผ่านพอร์ตเครื่องพิมพ์ในการทดลองประกอบด้วย 2 ส่วนได้แก่ ส่วนของ C++ Builder ที่ไปควบคุมหุ่นยนต์ และส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ AT89C2051 ที่ออกแบบให้ไปควบคุมการหมุนของมอเตอร์กระแสตรงให้เคลื่อนที่ไปตามทิศทางที่กำหนดในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผลการศึกษาพบว่าการควบคุมหุ่นยนต์ สามารถที่จะควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ได้ถูกต้อง และระยะเวลาที่หุ่นยนต์สามารถทำงานได้นานที่สุดเมื่อใช้แหล่งจ่ายไฟขนาด 12V 1.2 AH โดยมีข้อเสนอแนะว่าแหล่งจ่ายไฟควรใช้แหล่งจ่ายที่มีกระแสที่สูงเพื่อการทำงานของมอเตอร์กระแสตรงได้นานและไม่ส่งผลกระทบต่อวงจรที่ใช้ควบคุมหุ่นยนต์ โดยน้ำหนักของแหล่งจ่ายต้องขับโหลดมากจะทำให้กินกระแสสูงมากด้วย

เสถียร ธัญญศรีรัตน์ และคณะ [9] ได้ศึกษาและการออกแบบ สร้างส่วนควบคุมแขนกลชนิดจุดต่อแบบหมุนที่มีจุดเชื่อม ศึกษาจุดต่อ ได้แก่ส่วนฐาน ส่วนหัวไหล่ ส่วนข้อศอกและส่วนข้อมือหมุนของแขนกลด้วย ผู้ 4 ได้ทำการออกแบบด้วยโปรแกรมSolid Works ในแบบสามมิติและใช้โครงสร้างที่ออกแบบดังกล่าว ทำ 2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบความแข็งแรงของวัสดุและแรงบิดของมอเตอร์ต่อโครงสร้างแขนกลตามโปรแกรมLab View ผลการศึกษาพบว่าสามารถออกแบบสร้างและควบคุมแขนกลชนิดจุดต่อแบบหมุนจำนวน และพบว่า จุดต่อได้ 4 โปรแกรมสามารถควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่ของแขนกลสภาวะไม่มีโหลดและความเร็วแต่ละจุดได้แม่นยำ ผลตอบสนองทางพลวัตที่รวดเร็วเคลื่อนที่เข้าสู่ค่าเป้าหมายตามที่ต้องการ และค่าผิดพลาดก็ไม่เกินที่กำหนดทำให้สามารถพัฒนาโปรแกรมให้ทำงานร่วมกับฮาร์ดแวร์ได้สะดวกและพัฒนาอย่างต่อเนื่องได้

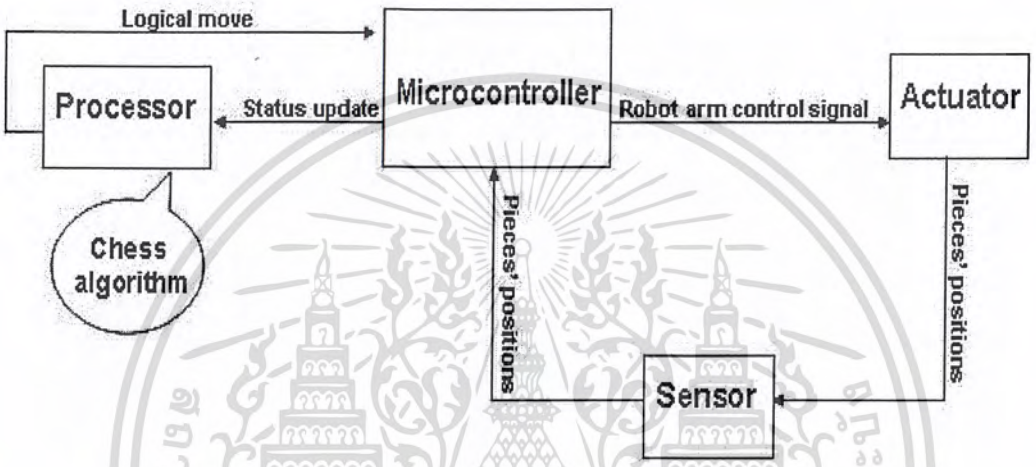
เสาวรส โสภกุล และคณะ [10] ได้ศึกษาเรื่องปัญญาประดิษฐ์ หรือ Artificial Intelligence (AI) ในเกมแนววางแผน)RTS) ที่มีการนำกลยุทธ์การวางแผนการรบมา ของเกมชื่อ Crysis ที่มีการพัฒนาระบบ AI โดยศึกษาจากผู้พัฒนาเกมที่ทำให้เกมมีความฉลาดคาดเดาการกระทำได้ยาก โดยอาศัยหลักของ AI แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ แบบตรรกะที่ระบบ AI จะมีการนำข้อมูลมาประมวลผลเพื่อตัดสินใจและแบบสุ่มที่ AI จะสุ่มลักษณะเพื่อทำการตัดสินใจ จากการศึกษาพบว่า การพัฒนาระบบ AI แบบตรรกะคือการตัดสินใจที่ใช้เหตุผล ทำให้สามารถคาดเดาได้ง่ายว่าเกมจะออกมาอย่างไร แต่การพัฒนาระบบ AI แบบสุ่มเป็นรูปแบบที่คาดเดาได้ยาก แต่บางครั้งจะเกิดการกระทำที่ผิดพลาด ผู้วิจัยจึงเสนอแนะแนวทางว่าหากต้องการสร้างเกมที่ใช้ระบบ AI มาเป็นส่วนประกอบในเกมจำเป็นจะต้องพัฒนาทั้งระบบการตัดสินใจแบบตรรกะและแบบสุ่มพร้อมกันเพื่อลดข้อด้อยของทั้งสองระบบเพื่อให้โปรแกรมเกมเหล่านั้นมีความสมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ และการสร้างแขนกล

3.1 ระบบในภาพรวม



รูปที่ 3.1 แสดงระบบในภาพรวม

3.1.1 เซนเซอร์ (Sensor)

ตารางหมากรุกเป็นวงจรไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เป็นเซนเซอร์ในการตรวจจับตำแหน่งของตัวหมากรุก โดยมีรีดสวิตช์ติดอยู่ที่แต่ละช่องตาราง สามารถตรวจจับการมีอยู่ของตัวหมากซึ่งมีแม่เหล็กติดอยู่

3.1.2 ไมโครคอนโทรเลอร์ (Microcontroller)

ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปตรวจว่าตารางตำแหน่งใดมีหมากวางอยู่ และส่งค่าเหล่านั้นให้กับหน่วยประมวลผล และยังทำหน้าที่ส่งสัญญาณควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกลอีกด้วย

3.1.3 หน่วยประมวลผล (Processor)

คือคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ทำหน้าที่ในการประมวลผลเพื่อตัดสินใจเดินหมากในแต่ละตา ตามกลยุทธ์ที่ใช้ในอัลกอริทึมของโปรแกรมเกมส์หมากรุก

3.1.4 ระบบขับ (Actuators)

เป็นระบบขับทางไฟฟ้า (Electrical drive system) โดยใช้ เสต็ปมอเตอร์ 2 ตัว ที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกลในระนาบระดับ, เซอร์โวมอเตอร์ที่ควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง และเซอร์โวมอเตอร์กระแสตรงที่ควบคุมการทำงานของมือจับ (Gripper)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 กลศาสตร์แขนกล (Mechanical Part)

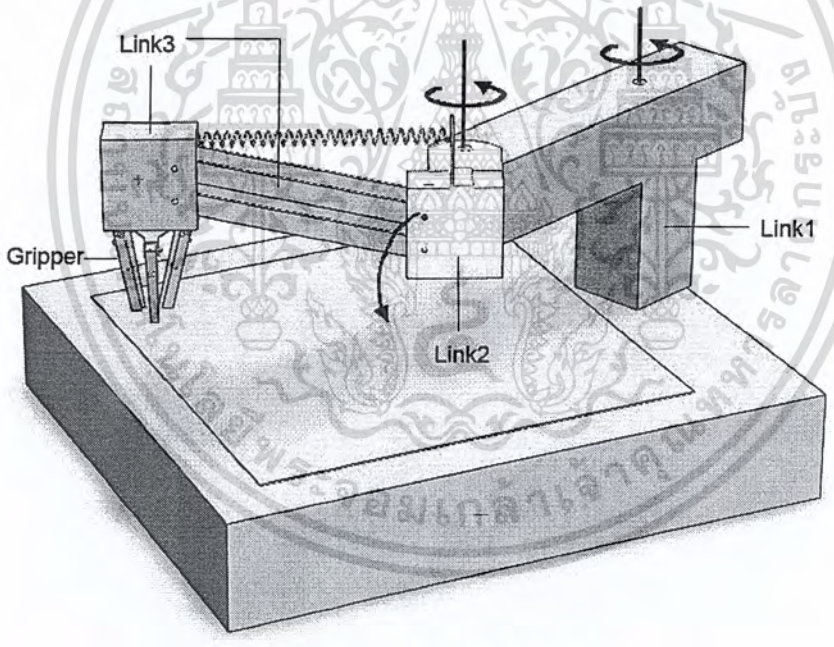
3.2.1 ข้อคำนึงในการออกแบบรูปแบบและขนาดของหุ่นยนต์

การออกแบบรูปแบบและขนาดของหุ่นยนต์ขึ้นอยู่กับ

1) ขอบเขตบริเวณการเคลื่อนที่ของแขนกล
2) ความสะดวก และความแม่นยำ ในการกำหนดและควบคุมตำแหน่ง
3) ตำแหน่งและการจัดวาง อุปกรณ์ขับ
4) การประกอบกันของข้อต่อต่างๆ
5) ความสามารถในการรับภาระ(load) ที่กระทำต่อโครงสร้าง
6) ความสมดุลของน้ำหนักที่กระทำต่อโครงสร้าง

3.2.2 แขนกลที่ออกแบบ

แขนกลที่ออกแบบ เป็นหุ่นยนต์โครงสร้าง Scalar ประกอบด้วย 3 Revolute joints แต่ละ Joint มี 1 Degree of freedom รวมเป็น 3 Degrees of freedom



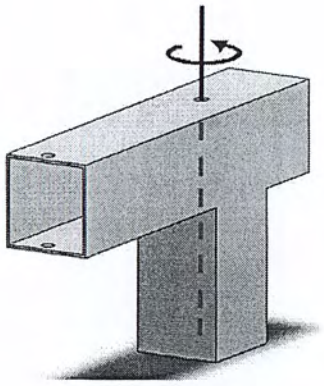
รูปที่3.2.2 แสดงโครงสร้างของแขนกล

3.2.3 จลศาสตร์ (Kinematic) ของแต่ละส่วน

1) <u>ส่วนที่ 1 (Link1)</u>

มีแกนหมุนของ Revolute Joint ที่ตั้งฉากกับระนาบของกระดานหมากรุก ทำให้สามารถเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆในระนาบ XY โดยสามารถหมุนได้ 360 องศา

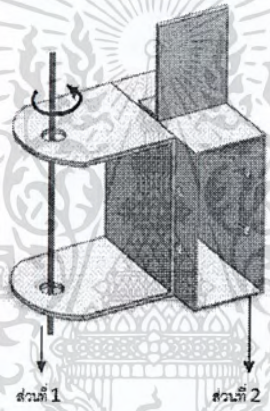
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.2.3 ก .แสดงแกนหมุนและขอบเขตการเคลื่อนที่ของแขนกลส่วนที่ 1

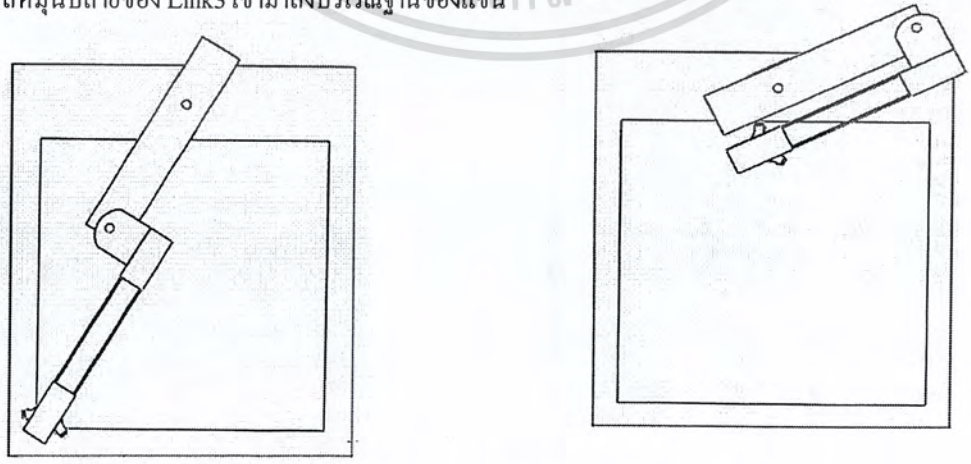
2) <u>ส่วนที่ 2 (Link2)</u>

มีแกนหมุนของ Revolute Joint ที่ตั้งฉากกับระนาบของกระดานหมากรุก ทำหน้าที่เป็นเสมือนข้อต่อที่ช่วยให้ Link3 สามารถเคลื่อนที่ ไปยังตำแหน่งต่างๆในระนาบ XY พร้อมๆกับการเคลื่อนที่ขึ้นลง ดังจะอธิบายเพิ่มเติมในหัวข้อต่อไป



รูปที่ 3.2.3 ข. แกนหมุนและขอบเขตการเคลื่อนที่ของแขนกลส่วนที่ 2

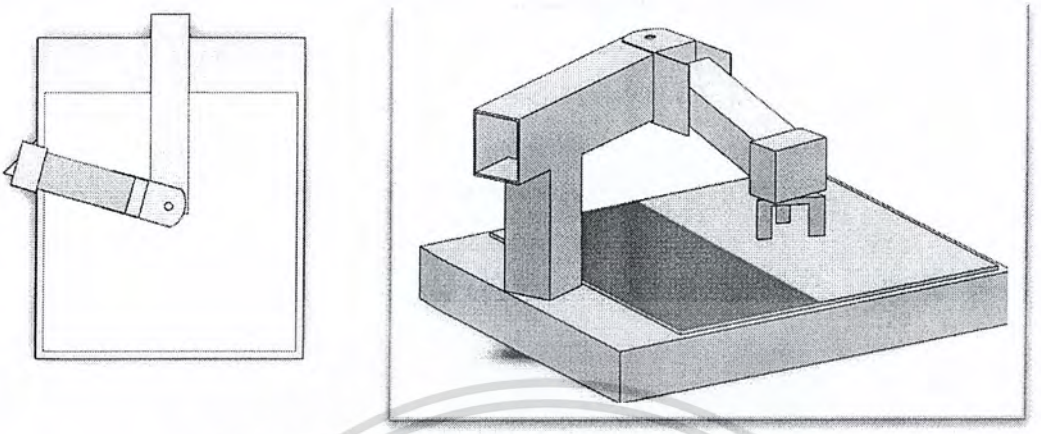
การออกแบบ Link2 มีความสำคัญในการทำให้มือจับสามารถเข้าถึงทุกส่วนในกระดาน เนื่องจากบานพับมีข้อจำกัดทางกายภาพ สามารถหมุนได้ประมาณ180 องศาเท่านั้น จึงมีการออกแบบส่วนที่ 2 ของ Link3 เพื่อให้สามารถหมุนปลายของ Link3 เข้ามาถึงบริเวณฐานของแขน



รูปที่ 3.2.3 ค . แสดงการเคลื่อนที่ของแขนกลที่สามารถเข้าถึงได้ทุกพื้นที่บนกระดาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

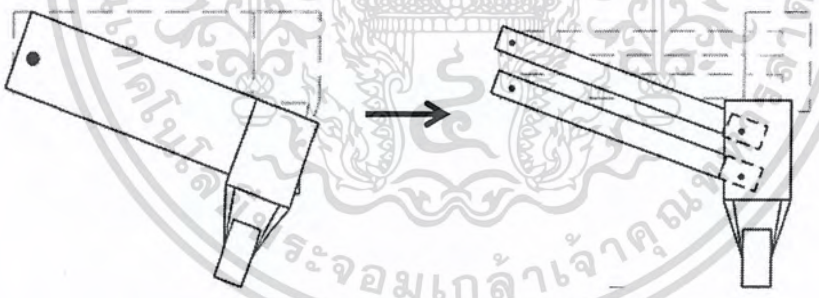
หากไม่มีองค์ประกอบดังกล่าว จะมีพื้นที่บนกระดานซึ่งมือจับไม่สามารถเข้าถึงได้ รูปที่ 3.2.3 ง. ด้านขวาแสดงบริเวณดังกล่าวเป็นส่วนที่แรเงา



รูปที่ 3.2.3 ง. แสดงพื้นที่แรเงาเป็นบริเวณที่แขนไม่สามารถเข้าถึงได้

3) <u>ส่วนที่ 3 (Link3)</u>

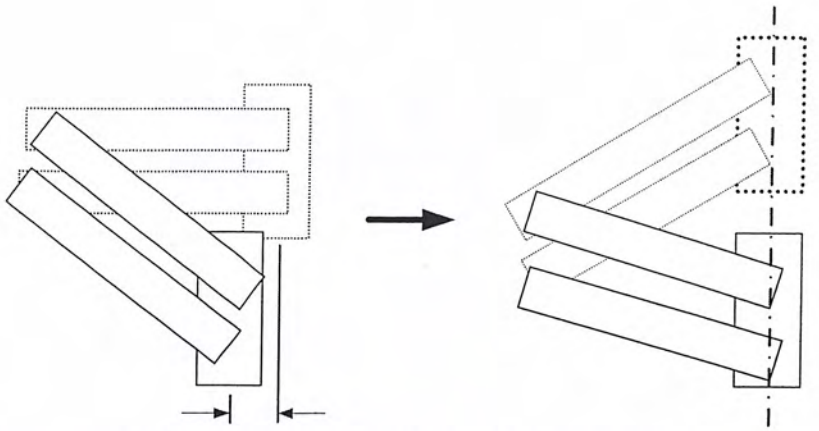
Link3 ทำหน้าที่เคลื่อนมือจับขึ้นลงในแนวดิ่ง ด้วย Revolute joint ออกแบบให้เป็น Parallel link เพื่อให้ไม่เกิดการเอียงของมือจับในขณะหยิบและวางตัวหมาก



รูปที่ 3.2.3 จ. แสดงการรักษาระดับของมือจับให้คงที่ขณะวางหมากของ Parallel Link เทียบกับ Single Link

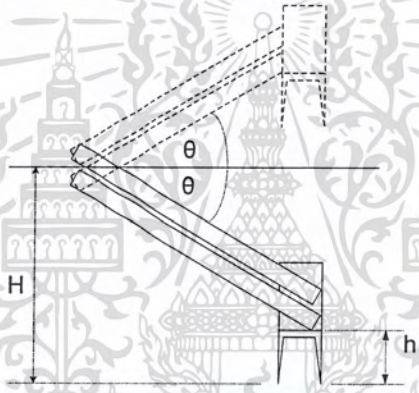
เพื่อรักษาตำแหน่งในระนาบ XY ของมือจับ ณ จุดเริ่มต้น ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ Link3 กระดกขึ้นสุดให้เท่ากับ จุดสุดท้ายซึ่งก้มต่ำที่สุด Link3 ที่ตำแหน่งเริ่มต้นจะต้องทำมุมเชิดขึ้นกับแนวระดับอย่างสมมาตรกับแนววางตัวในตำแหน่งสุดท้าย การออกแบบเช่นนี้ทำให้สะดวกต่อการควบคุมตำแหน่ง และยังเป็นการลดโอกาสสี่ยงที่ มือจับจะชนตัวหมากข้างเคียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



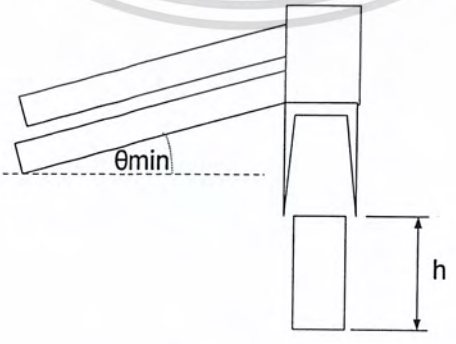
รูปที่ 3.2.3 ฉ. แสดงการรักษาตำแหน่งมือจับในแนวระดับ

θ เป็นฟังก์ชันของ ความสูงของ Link1, H และความสูงของมือจับ, h ซึ่ง h มีค่าใกล้เคียงกับความสูงของตัวหมาก ผู้ออกแบบต้องการให้ θ มีค่าน้อยที่สุดเพื่อลดกำลังที่ต้องใช้ในการขับ Link3 โดยปรับค่าความสูงของ Link1 (H) ให้ต่ำลง



รูปที่3.2.3 ช. แสดงพารามิเตอร์ต่างๆสำหรับช่วยในการกำหนดความสูงของ Link1, H

อย่างไรก็ตามHต้องมีค่ามากพอที่จะทำให้ปลายของมือจับอยู่เหนือตัวหมาก ณ ตำแหน่งเริ่มต้น

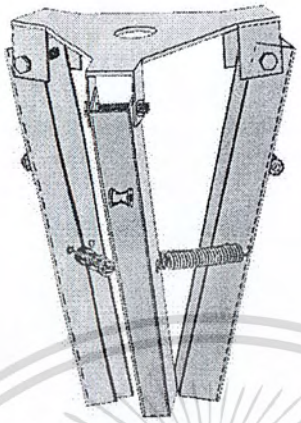


รูปที่ 3.2.3 ซ. แสดงขีดจำกัดต่ำสุดของ ค่า H ซึ่งขึ้นอยู่กับความสูง h ของตัวหมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

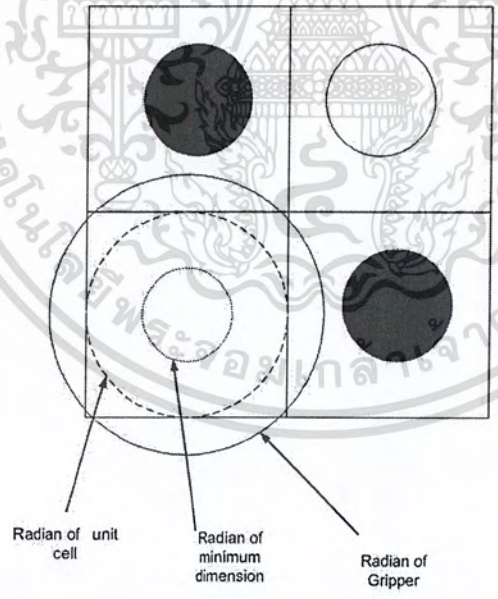
1) <u>มือจับแขนกล (Gripper)</u>

เป็น Mechanical gripper แบบ 3-jaw angular gripper ความสูงของมือจับ คือ 7 cm.



รูปที่ 3.2.3 ฌ. แสดงลักษณะของมือจับ (Gripper)

ระยะกางของมือจับต้องไม่ทำให้ก้านของมือจับล้ำเข้าไปในช่องตารางใกล้เคียง



รูปที่ 3.2.3 ซ. แสดงรัศมีกางสูงสุดของมือจับ

ระยะการกางสูงสุดเท่ากับรัศมีของมือจับ)Gripper) คือ R=2.8 cm.

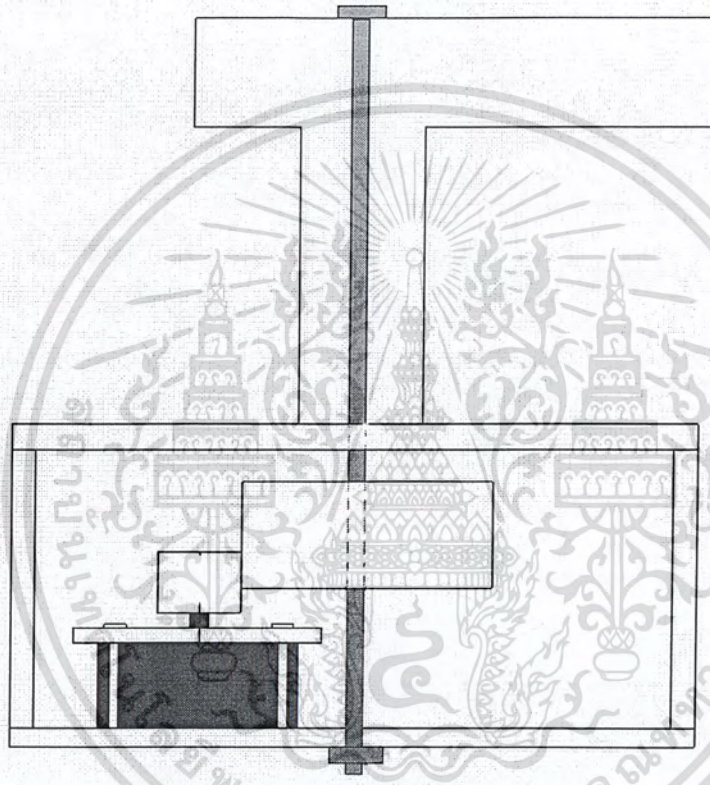
ระยะการกางต่ำสุดเท่ากับรัศมีของ ตัวเบี้ย คือ R=1.0 cm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 ระบบขับและส่งกำลัง (Drive and Transmission)

ในการศึกษาเก็บข้อมูลในการสร้างและออกแบบแขนกลได้ออกแบบให้ส่วนของระบบขับใช้สเต็ปมอเตอร์ ควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกลในระนาบระดับของ Link1 และ Link2, ใช้เซอร์โวมอเตอร์ควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง ของLink3 และควบคุมการทำงานของมือจับ (Gripper) ดังนี้

1) ส่วนในการขับส่วนที่ 1 (Joint 1) ใช้สเต็ปมอเตอร์ในการควบคุมการหมุนโดยติดตั้งระบบขับไว้ใต้ฐานของแขนกลดังรูป



รูปที่ 3.2.4 ก. แสดงการติดตั้งสเตปมอเตอร์

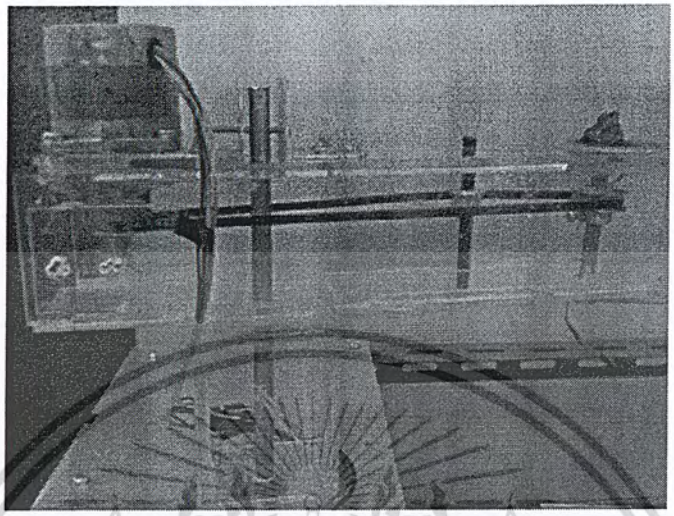
<u>แนวคิดสำหรับการออกแบบ</u>

- ผู้ออกแบบเลือกให้มอเตอร์อยู่ด้านล่างเพื่อให้ส่วนประกอบ ไม่ต้องรับน้ำหนักมากจนเกินไป
- ใช้การทดเฟืองเพื่อเพิ่มแรงบิด (Torque)
- เก็บมอเตอร์ไว้ใต้ฐาน เพื่อความสวยงามและ ไม่ทำให้โครงแขนแนวตั้งมีขนาดใหญ่เพื่อครอบมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ส่วนในการขับส่วนที่ 2 (Joint 2)

ที่บานพับ (ส่วนที่2และ3): ใช้สายพานขับพูลเลย์)Pulley) โดยตั้งมอเตอร์ไว้บริเวณด้านหลังของแขนดังรูป 3.2.4 ข. แสดงการติดตั้งสเต็ปมอเตอร์



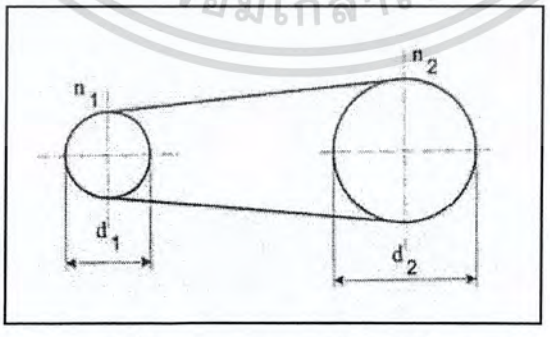
รูปที่ 3.2.4 ข. แสดงการติดตั้งสเต็ปมอเตอร์

<u>แนวคิดสำหรับการออกแบบ</u>

- เลือกให้มอเตอร์อยู่ด้านหลังของแขนเพื่อให้ช่วยถ่วงน้ำหนักให้เกิดความสมดุล
- เลือกให้มอเตอร์อยู่ใกล้ฐานเพื่อลดโมเมนต์ที่กระทำต่อแกนขาตั้งของแขนกล

<u>การส่งกำลัง</u>

การส่งกำลังด้วยสายพานที่นิยมใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไป มีสายพานแบน สายพานลิ่ม และสายพานฟัน ซึ่งมีวิธีการคำนวณหาอัตราทดของสายพานแบน เป็นสายพานที่มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม สามารถส่งกำลังได้แบบทดชั้นเดียวและส่งกำลังแบบทดสองชั้น มีวิธีการคำนวณดังนี้



รูปที่ 3.2.4 ค. แสดงการส่งกำลังด้วยสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) สูตรการคำนวณการส่งกำลัง

$$n_1.d_1=n_2d_2$$

(1)

เมื่อ

i = อัตราทด

n_1 = ความเร็วรอบของล้อขับ (นาที/รอบ)

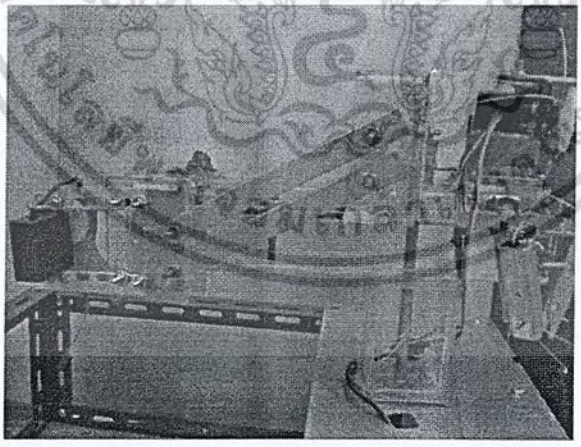
n_2 = ความเร็วรอบของล้อตาม (นาที/รอบ)

d_1 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพูลเลย์ตัวขับ (มม.)

d_2 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพูลเลย์ตัวตาม (มม.)

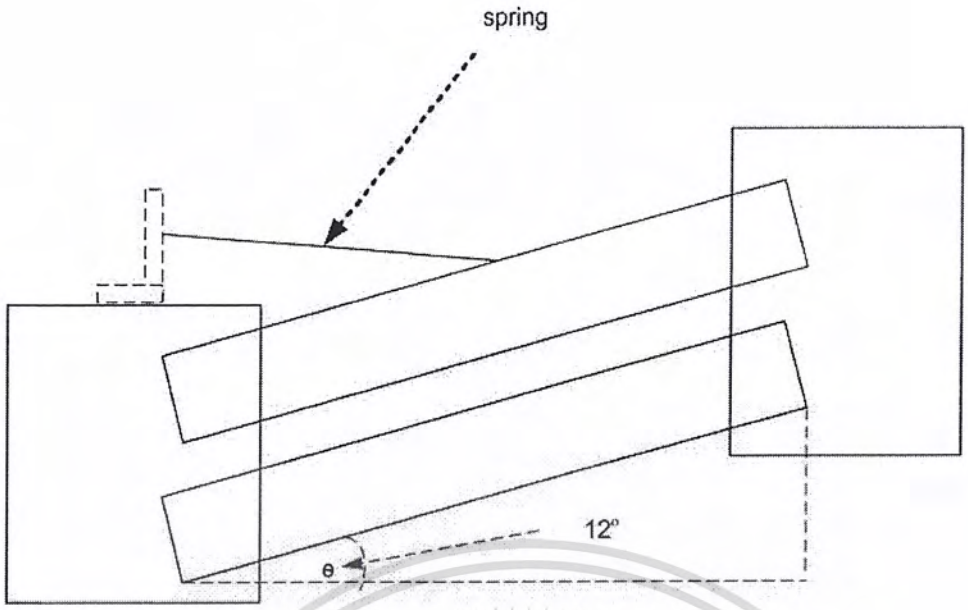
3) ส่วนในการขับส่วนที่ 3 (Joint 3)

การสร้างแขนกลส่วนที่ 3 (Link 3) ทำหน้าที่เคลื่อนมือจับ (Gripper) ขึ้นลงในแนวดิ่ง ออกแบบให้เป็น Parallel Link เพื่อรักษาตำแหน่งในระนาบ XY ของมือจับ ณ จุดเริ่มต้น มุมเชิดขึ้นกับแนวระดับอย่างสมมาตรกับแนววางตัวในตำแหน่งสุดท้าย การออกแบบเช่นนี้ทำให้สะดวกต่อการควบคุมตำแหน่ง และยังเป็นการลดโอกาสเสี่ยงที่จะชนตัวหมากข้างเคียง ซึ่งมีเซอร์โวมอเตอร์ในการควบคุม เมื่อมีการจ่ายกระแสและให้สัญญาณพัลส์แกนเพลามอเตอร์จะหมุนและทำให้ลูกเบี้ยวที่ติดไว้นั้นหมุนตามไปด้วยจนกระทั่งเกิดการกดที่ปลายของแขน Parallel Link ที่ติดแผ่นรูปตัว U ไว้รองรับการกด ทำให้แขนยกจนกระทั่งทำให้มือจับยกสูงเหนือตัวหมากได้ในที่สุด ในทางตรงข้ามเมื่อเราต้องการให้แขนลดระดับลงเพื่อช่วยให้มือลงไปจับตัวหมากได้ จะส่งสัญญาณพัลส์ในทิศทางตรงข้ามทำให้ปลายลูกเบี้ยวหมุนขึ้น ทำให้แขน Parallel Link ถูกน้ำหนักจากปลายด้านมือจับกดลงแทนจนกระทั่งมือจับลดระดับลงไปจับตัวหมากได้ในที่สุด



รูปที่ 3.2.4 ค. แสดงตำแหน่งการกดของลูกเบี้ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

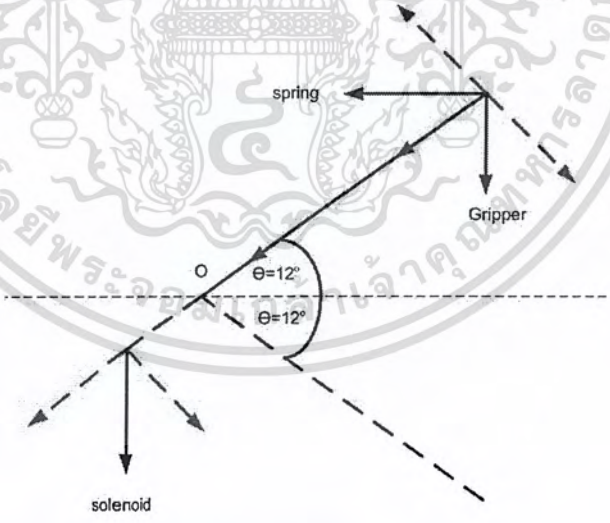


รูปที่ 3.2.4 ง. แสดงมุมที่แกนParallel ทำกับแนวระดับ เป็นมุมที่สูงที่สุดที่สามารถยกแกน Parallel

1) <u>แนวคิดสำหรับการออกแบบ</u>

1.1) กำหนดให้จ่ายกระแสไฟฟ้าเมื่อวางหมาก เพื่อให้โซลินอยด์อยู่ในสภาพปิด Offในเวลานานกว่า เป็นการลดความร้อนที่เกิดขึ้น

1.2) ขณะที่ไม่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้ามือจับจะหุบ และจะกางตอนหยิบตัวหมากเท่านั้น



รูปที่ 3.2.4 จ. แสดงแนวแรงที่กระทำ

1) <u>การคำนวณหาค่าคงที่ของสปริง</u>

การคำนวณเพื่อหาสปริงที่เหมาะสมในการใช้ในการยกแขน Parallel Linkage

สูตรการคำนวณค่าคงที่สปริง : $F_s=kx$ (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ F_s = แรงของสปริง (N)

k = ค่าคงที่สปริง (N/m)

x = ระยะสปริงยืด (m)

ซึ่งสปริงมีระยะยืดสปริงประมาณ12 mm. แรงของสปริงจึงมีค่าประมาณ 0.012k

สมมติให้แรงของ แรงกดของโซลินอยด์ มีค่า $= F_{sn}$ (มีค่าประมาณ 1.1N)

แรงของสปริงมีค่า $= F_s$ (สมมติเป็น 0.012k N)

แรงกดส่วนปลายของมือจับ = Fg (มีค่าประมาณ 2N)

โมเมนต์รอบจุด 0 ; $F_s \sin 90\text{-}\Theta \times 200\text{mm.} = F_{sn} \sin 90\text{-}\Theta \times 10\text{ mm} . + F_g \sin 90\text{-}\Theta \times 200\text{ mm} .$

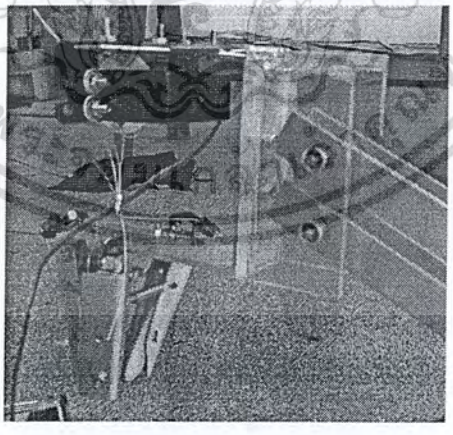
แทนค่า $F_s \times 200\text{mm.} = Fsn \times 10\text{ mm.} + F_g \times 200\text{ mm.}$

$0.012k\text{ N} \times 0.2\text{m.} = 1.1\text{N} \times 0.010\text{m.} + 2\text{N} \times 0.2\text{m.}$

ค่าคงที่ของสปริง : $k = 171.25\text{ N/m}$

4) ส่วนในการขับส่วนที่ 4 ส่วนมือจับ (Gripper)

การออกแบบมือจับ (Gripper) เป็น Mechanical Gripper แบบ 3-Jaw Angular Gripper การออกแบบต้องคำนึงถึงความสูงและความกว้างของหมาก มือจับจะมีสปริงเชื่อมติดระหว่างขาที่อยู่ติดกัน สปริงจะรั้งให้มือจับหุบอยู่ โดยปกติมือจับจะหุบเนื่องจากแรงหดของสปริงที่ยึดขาของมือจับไว้เป็นคู่ เมื่อต้องการให้มือจับอ้าออกจะสั่งให้เซอร์โวมอเตอร์ทำงาน เมื่อมอเตอร์หมุนจะเกิดการม้วนเก็บของลวดสลิงที่ยึดไว้แต่ละขาที่ถูกมัดรวมไว้ตรงกลางติดกับแกนหมุนมอเตอร์ เมื่อลวดสลิงถูกดึงจะเลื่อนตามรอกจนทำให้เกิดแรงดึงเชือกในทิศทางขึ้นที่ต้านทานแรงหดของสปริง จนกระทั่งเกิดการอ้าของมือจับได้ เมื่อมอเตอร์หมุนทิศทางตรงข้ามลวดสลิงจะหย่อน แรงหดสปริงจะมากกว่าจึงเกิดการหุบของมือจับเหมือนเดิม

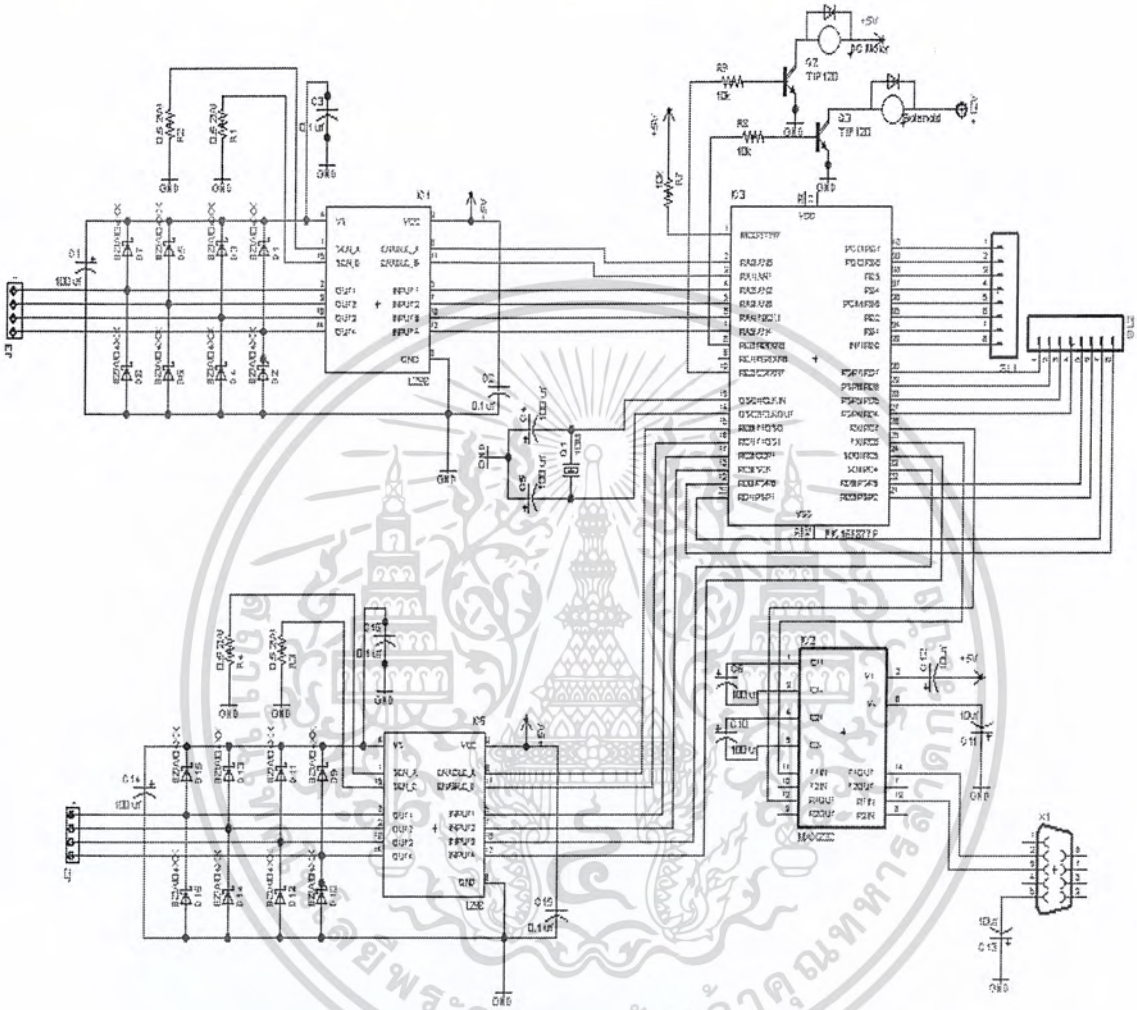


รูปที่ 3.2.4 ฉ. แสดงการติดมอเตอร์เพื่อเอาไว้ช่วยในการม้วนเก็บสายเอ็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ส่วนการออกแบบทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics Part)

ในการออกแบบทางอิเล็กทรอนิกส์ใช้การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ทั้งหมด



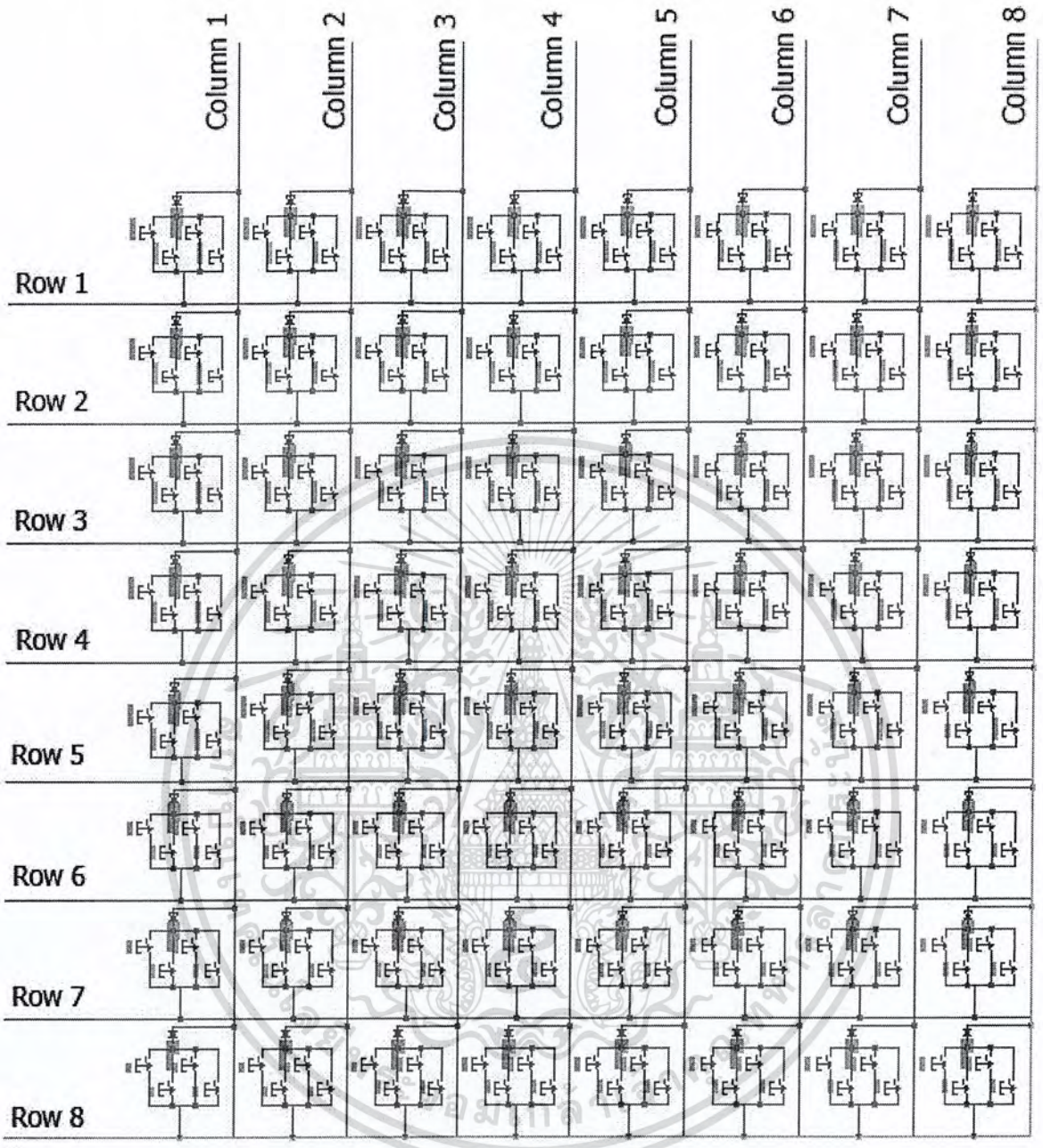
รูปที่ 3.3 Schematic diagram แสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

จากรูปแสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 เซนเซอร์ (Sensor) : วงจรกระดานหมากรุก

วงจรที่ติดตั้งบนกระดานหมากรุกทำหน้าที่เป็นเซ็นเซอร์ตรวจจับสถานะของกระดาน โดยตรวจสอบการมีอยู่ของหมาก ณ ตำแหน่งต่างๆ โดยมีหลักการทำงานเหมือนการสแกนเพื่อตรวจจับการกดปุ่มของแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

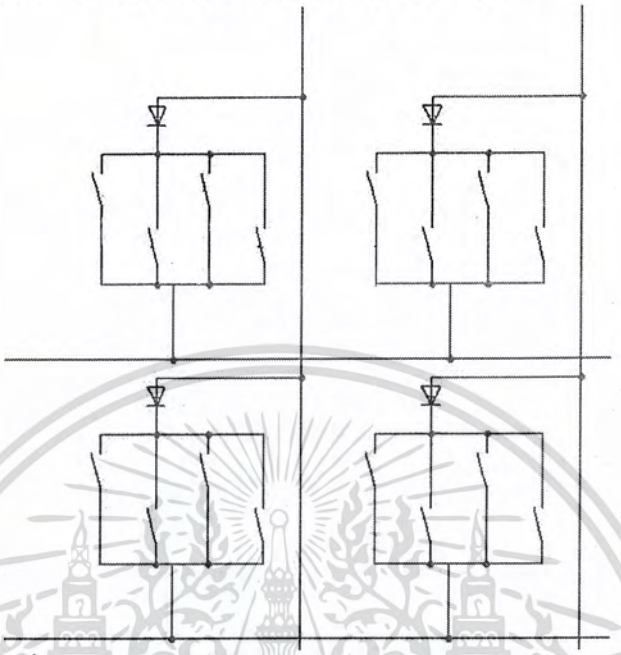


รูปที่ 3.3.1 ก. Schematic diagram แสดงวงจรกระดานหมากรุก

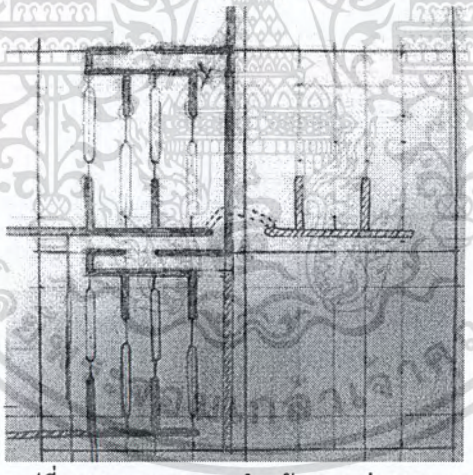
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) <u>การออกแบบวงจรกระดานหมากรุก</u>

ภาพด้านล่างแสดง Schematic diagram สำหรับ 2x2 ช่องตารางหมากรุก



รูปที่ 3.3.1 ข. Schematic diagram สำหรับ 2x2 ช่องตารางหมากรุก



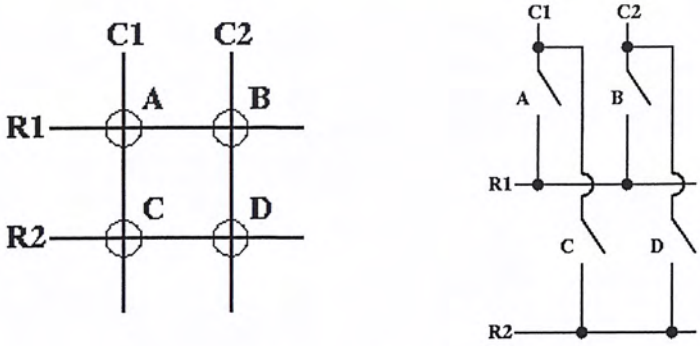
รูปที่ 3.3.1 ค. ลายวงจร สำหรับ 2x2 ช่องตารางหมากรุก

<u>แนวคิดในการออกแบบวงจร</u>

<u>1.1) ออกแบบโดยอ้างอิงจากหลักการทำงานของ Keyboard Matrix</u>

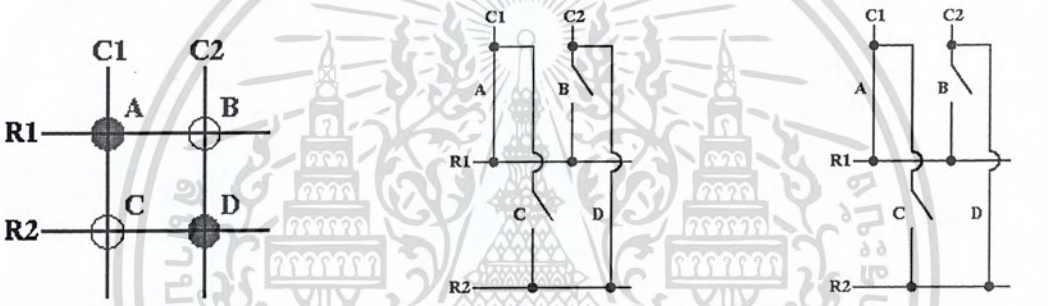
ตารางจะตรวจจับตำแหน่งของหมากโดย มีเซนเซอร์เป็นสวิตช์แม่เหล็กติดตั้งอยู่ที่กระดาน ใต้ตัวหมากมีแม่เหล็กติดอยู่ ในขณะที่ตัวหมากอยู่บนกระดาน แรงแม่เหล็กจะเหนี่ยวนำให้สวิตช์ปิด ไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับสัญญาณและตรวจว่า มีหมากอยู่ที่ตำแหน่งใดบนกระดานบ้าง จะออกแบบวงจรไฟฟ้าบนกระดานโดยใช้หลักการเดียวกับ เมทริกซ์แป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์(Computer keyboard matrix)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3.1 ง. วงจรของเมทริกซ์แป้นพิมพ์

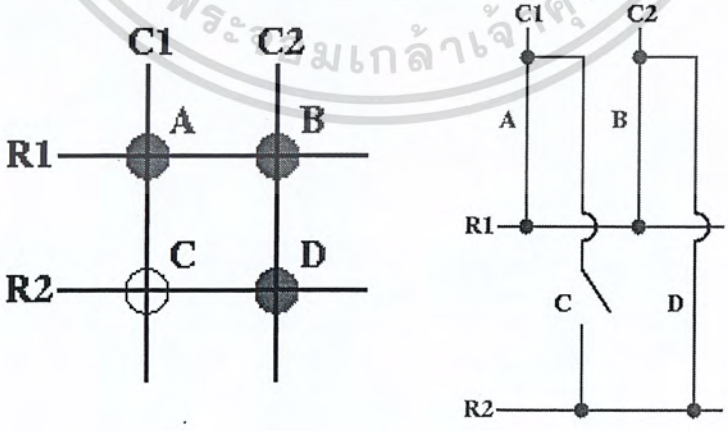
แสดงการออกแบบโดยใช้หลักการเดียวกับ เมทริกซ์แป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์เมื่อกดปุ่มที่โหนด (Node) ใดๆ คอลัมน์และแถวที่ตำแหน่งนั้นจะเชื่อมต่อกัน ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งกระแสไป กระตุ้น (Activate) คอลัมน์หนึ่งแล้วตรวจว่าแถวไหนมีการปิดสวิตช์ หลังจากนั้นจึงกระตุ้นคอลัมน์อื่นต่อไป



สวิตช์ A และ D ปิด. สแกนC1, R1แล้วส่งค่าลอจิก สแกน C2, R2 ลงค่าลอจิก

รูปที่ 3.3.1 จ. แสดงหลักการทำงานของวงจร เมทริกซ์แป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์

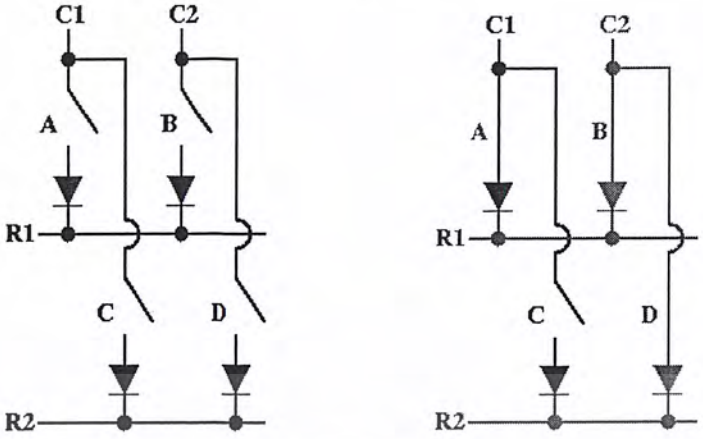
<u>ปัญหาที่พบ</u> เมื่อมีตัวหมากอยู่ที่ตำแหน่ง A B D ที่ตำแหน่ง C ถูกตรวจจับไปด้วย



รูปที่ 3.3.1 ฉ.แสดงปัญหาเมื่อมีหมาก ที่ตำแหน่ง C ถูกตรวจจับไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแก้ปัญหา: ใช้ ไดโอดควบคุมทิศทางการไหลของกระแส จึงได้วงจรดังรูป



รูปที่ 3.3.1 ช. แสดงการแก้ปัญหาด้วยการใช้ไดโอด

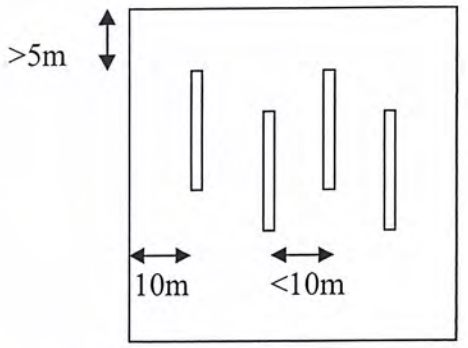
ไดโอดที่ใช้คือ 1N4148 เป็น switching diode ซึ่งสามารถทำงานร่วมกับระบบที่มีการสแกนด้วยความถี่สูงได้ การเพิ่มความถูกต้องแม่นยำในการตรวจจับ โดยศึกษาความสามารถในการตรวจจับของรีดสวิตช์

1.2) ออกแบบโดยคำนึงถึงความสามารถสามารถในการตรวจจับตัวหมากบนช่องตารางหนึ่งๆได้แก่

1) ปัจจัยจากรีดสวิตช์
   - ขนาดของรีดสวิตช์
   - วิธีจัดวางตัวของรีดสวิตช์
   - จำนวนของรีดสวิตช์ต่อช่องตาราง
2) ปัจจัยจากแม่เหล็ก
   - ขนาดแม่เหล็ก
   - ความเข้มสนามแม่เหล็ก
   - จำนวนแม่เหล็กที่บนตัวหมากหนึ่งๆ
   - วิธีจัดวางตัวของแม่เหล็ก

ผู้ออกแบบได้ทำการทดลองเพื่อช่วยในการกำหนด ขนาดแม่เหล็ก ขนาดและวิธีจัดวางรีดสวิตช์ ที่ทำให้พื้นที่การตรวจจับตัวหมากรุกครอบคลุมทั่วช่องตารางโดยไม่รบกวนการตรวจจับของสวิตช์บนช่องข้างเคียง จากการทดลอง พบว่าบริเวณรอบจุดกึ่งกลางของรีดสวิตช์เป็นจุดบอดในการตรวจจับ ผู้ออกแบบจึงเพิ่มจำนวนสวิตช์โดยนำมาต่อขนาน และวางสับหว่างกันเพื่อชดเชยจุดบอดซึ่งกันและกัน จากผลการทดลอง ผู้ออกแบบเลือกใช้รีดสวิตช์ขนาด 14mm จำนวน 4ตัว ร่วมกับแม่เหล็กหน้าตัดวงกลม หนา 1.5mm เส้นผ่านศูนย์กลาง 15 mm และวางสวิตช์ในลักษณะดังแสดงในรูป 3.4.1 ซ. จากนั้นจึงนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการออกแบบลายวงจร

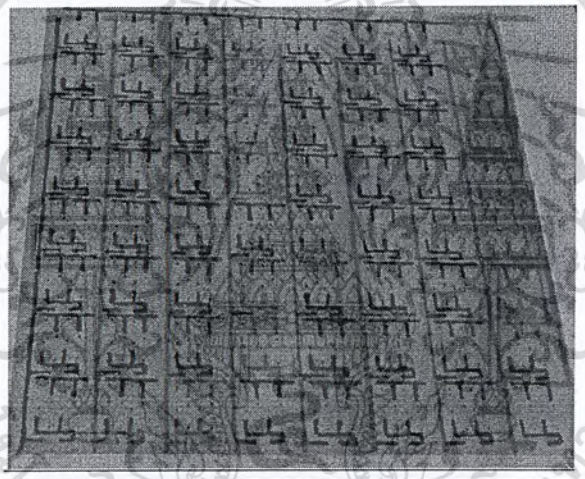
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



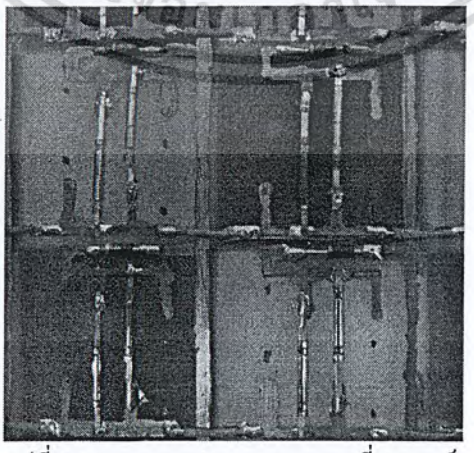
รูปที่ 3.3.1 ช. ระยะการวางรีดสวิตช์ที่ออกแบบ

2) <u>การติดตั้งวงจรบนกระดานหมากรุก</u>

ผู้ปฏิบัติงานได้นำแผ่น PCB (Printed circuit board) มาทำเป็นตัวกระดาน โดยกัดลายวงจรตามที่ออกแบบแล้วทำการบัดกรีติดอุปกรณ์



รูปที่ 3.3.1ฌ. แผ่นPCBที่ผ่านการกัดลายวงจร

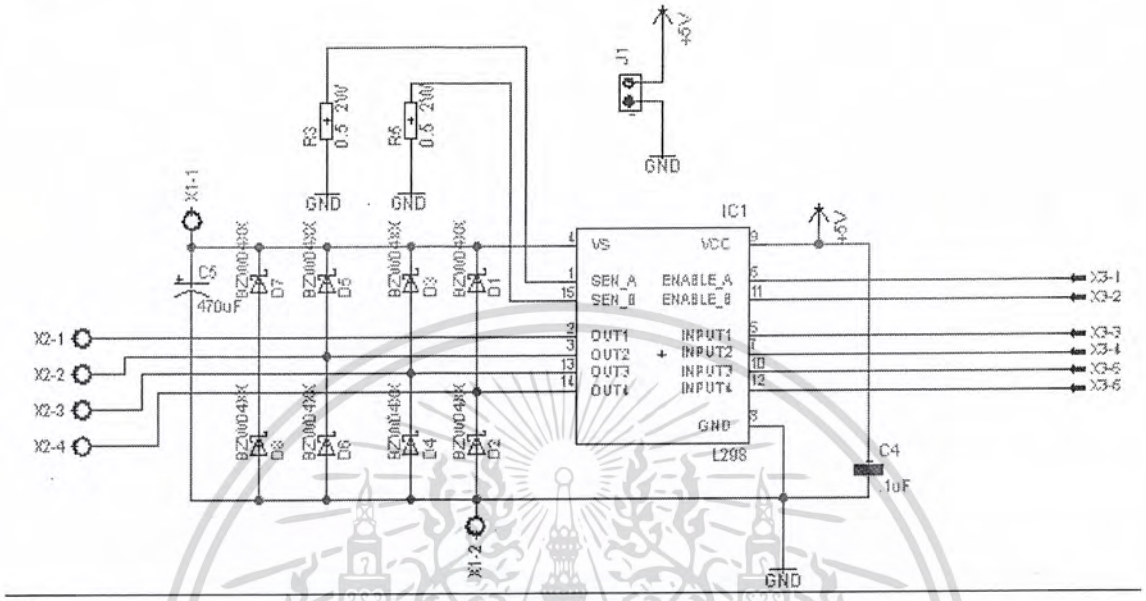


รูปที่ 3.3.1 ญ. วงจรกระดานหมากรุกที่สมบูรณ์

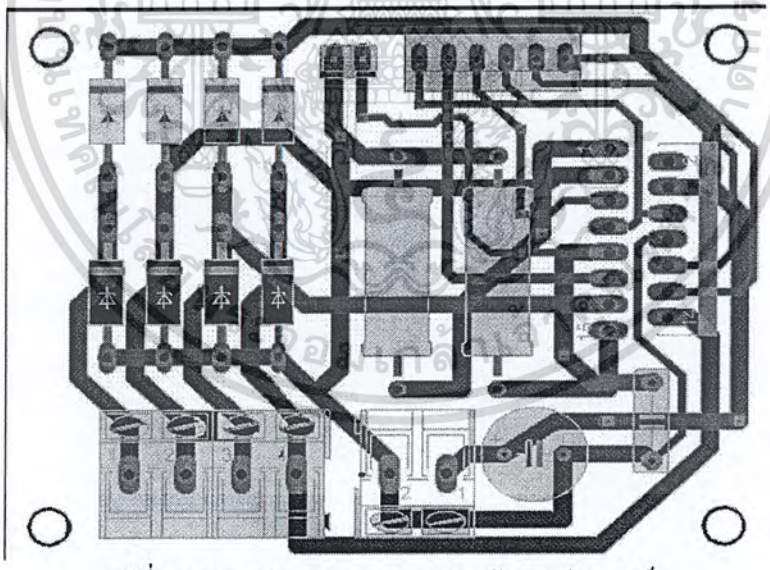
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 วงจรขับสเตปมอเตอร์

วงจรขับหรือควบคุมสเตปมอเตอร์ แบบพื้นฐานด้วยไอซี L298 มีราคาถูกและความสะดวกในการใช้สร้างวงจรอย่างง่าย สามารถควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้โปรแกรม Eagle ในการออกแบบ Schematic diagram และลายวงจร



รูปที่ 3.3.2 ก. Schematic diagram วงจรขับสเตปมอเตอร์



รูปที่ 3.3.2 ข. Schematic diagram วงจรขับสเตปมอเตอร์

3.3.3 การเลือกใช้มอเตอร์

การเลือกมอเตอร์จะเริ่มต้นด้วยการกำหนดแรงบิดที่จำเป็น ต้องรู้ก่อนว่าแรงบิดสูงสุด (Maximum torque) ของมอเตอร์เท่าไรและค่าบอกระยะเวลาที่มอเตอร์สามารถทำงานได้ภายใต้ กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด โดยไม่เกิดความเสียหาย (Duty cycle) ปกติแล้วค่าแรงบิดสูงสุดที่ต้องการในการเร่งการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหลดจากที่หยุดนิ่งจนถึงความเร็วที่ต้องการ ตัวแปรต่อไปนี้เป็นตัวแปรที่ต้องรู้จักเพื่อหาแรงบิดที่จำเป็นในการเร่งจากการหยุดนิ่งเอาชนะแรงเสียดทานมีสมการดังต่อไป

แรงบิด : $\tau_a = rF\perp$ (1)

เมื่อ τ_a = แรงบิดเริ่มหมุน (แรงบิดต่ำสุด) ที่ทำให้แขนกลที่หยุดนิ่งถูกเริ่มให้เคลื่อนที่ (N-m)

r = ระยะทางที่ลากจากจุดหมุนมาตั้งฉาก (แขนหมุน) กับแนวแรง (m)

F = แรงที่ตั้งฉากกับแขนหมุน (N)

แรง : $F = ma$ (2)

จะได้ $\tau_a = rma$ (3)

เมื่อ m = มวลของแขนกล (kg)

a = ความเร่งเชิงเส้น

ความเร่งเชิงเส้น : $a=\sqrt{a_c^2+a_t^2}$ (4)

เมื่อ a = ความเร่งเชิงเส้น (m/s)

a_c = ความเร่งในแนวเส้นสัมผัส ($a_c = \omega 2r$) (m/s)

a_t = ความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลาง ($a_t = \alpha r$) (m/s)

ความเร็วเชิงมุม : $\omega=2\pi n$ (5)

เมื่อ ω= ความเร็วเชิงมุม (rad/s)

n = ความเร็วรอบ (rpm)

ความเร่งเชิงมุม : $\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$ (6)

เมื่อ α = ความเร่งเชิงมุม (rad/s^2)

t = เวลา(s)

จากนั้นขนาดของมอเตอร์ในการขับเคลื่อนแขนกลแต่ละส่วนนั้น จะต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับน้ำหนักและขนาดของแขนแต่ละส่วน ซึ่งในการเลือกขนาดของมอเตอร์ที่ใช้นั้นจะต้องมีการคำนวณหาค่ากำลังของมอเตอร์ซึ่งก็ขึ้นกับน้ำหนักของแขนแต่ละส่วน

กำลังมอเตอร์ : $P = \tau_a\omega$ (7)

เพื่อหาแรงบิดที่จำเป็นในการเร่งแขนกลให้เคลื่อนจากจุดหยุดนิ่งในเวลา 1 วินาทีจาก 0 ถึง 12rpmต้องหาความเร็วเชิงมุมที่เอาชนะแรงเสียดทานในตอนหยุดนิ่ง

ความเร็วเชิงมุม : $\omega = 2\pi n$ (5)

$$= \frac{2\pi \times 12rpm}{60s}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 1.26 rad/s

ความเร่งเชิงมุม : $\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$ (6)

$= \frac{(1.26-o)\ rad/s}{1}$

= 1.26 rad/s2

เมื่อ $\alpha=\omega$ จะได้ความเร่งเชิงเส้น: $a=\sqrt{2}\ a_c$ (8)

1) <u>ในการคำนวณขนาดมอเตอร์ตำแหน่งจุดหมุนที่ 1 (Link 1)</u>

เพื่อหาแรงบิดที่จำเป็นในการเร่งแขนกลให้เคลื่อนจากจุดหยุดนิ่งในเวลา 0.10 วินาทีจาก 0 ถึง 12rpm โดยที่มีรัศมีการเคลื่อนที่เท่ากับ 0.433 เมตรน้ำหนักรวม 0.90Kg

ความเร่งในแนวเส้นสัมผัส : $a_c = \omega 2r$

$= 1.26\ rad/s^2 \times 0.433m$

$= 0.687 m/s$

ความเร่งเชิงเส้น : $a = \sqrt{2}\ a_c$ (8)

$= \sqrt{2} \times 0.687 m/s$

$= 0.972\ m/s$

แรงบิดที่ต้องการ : $\tau_a = rma$ (3)

$= 0.433m \times 0.90kg \times 0.972m/s$

$= 0.379$ N.m หรือ 380 mN.m

กำลังมอเตอร์ที่ต้องการ : $P = \tau a \omega$ (7)

$= 2.144$ N.m$\times$1.26 rad/s

= 2.7 วัตต์

จะได้ว่าเพื่อเร่งการแขนกลให้เคลื่อนที่จากจุดหยุดนิ่งเราจะต้องใช้แรงบิดไม่น้อยกว่า 380 mN.m ซึ่งต้องรวมกับแรงบิดอีก 25% เพื่อสำหรับให้มอเตอร์หมุนและอีก 50-100% เพิ่มเพื่อความปลอดภัยในกรณีของเกิดความแปรปรวนหรือชำรุด จึงแรงบิดรวมทั้งหมดประมาณ 500 mN.m ที่ 40 pps จึงเลือกใช้ 23LM-C304 ที่มีแรงบิดมอเตอร์เท่ากับ 500 mN.m และกำลังของมอเตอร์เท่ากับ 4.9 วัตต์

2) <u>ในการคำนวณขนาดมอเตอร์ตำแหน่งจุดหมุนที่ 2 (Link2)</u>

เพื่อหาแรงบิดที่จำเป็นในการเร่งแขนกลให้เคลื่อนจากจุดหยุดนิ่งในเวลา 0.10 วินาทีจาก 0 ถึง 12rpm โดยที่มีรัศมีการเคลื่อนที่เท่ากับ 0.278 เมตรน้ำหนักรวม 0.27 Kg

ความเร่งในแนวเส้นสัมผัส : $a_c = \omega^2 r$

$= 1.26\ rad/s2 \times 0.278\ m$

$= 0.441 m/s$

ความเร่งเชิงเส้น : $a = \sqrt{2}\ a_c$ (8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 0.624 m/s

แรงบิดที่ต้องการ : $\tau_a = rma$ (3)

= 0.278m ×0.270kg×0.624 m/s

= 0.0468 N.m หรือ 46.8 mN.m

กำลังมอเตอร์ที่ต้องการ : $P = \tau_a \omega$ (7)

= 0.0468 N.m×1.26 rad/s

= 0.33 วัตต์

จะได้ว่าเพื่อเร่งการแขนกลให้เคลื่อนที่จากจุดหยุดนิ่งเราจะต้องใช้แรงบิดไม่น้อยกว่า 46.8 mN.m ซึ่งต้องรวมกับแรงบิดอีก 25% เพื่อสำหรับให้มอเตอร์หมุน และอีก 50-100% เพิ่มเพื่อความปลอดภัยในกรณีของเกิดความแปรปรวนหรือชำรุด จึงแรงบิดรวมทั้งหมดประมาณ 100 mN.m ที่ 40 pps จึงเลือกใช้มอเตอร์ M55SP ซึ่งมีแรงบิดมอเตอร์เท่ากับ 107.8mN·m กำลังของมอเตอร์ 3.108 วัตต์

3.3.4 ไมโครคอนโทรเลอร์ (Microcontroller) และSerial communication

Key Features PICmicroTM Mid-Range Reference Manual (DS33023)	**PIC16F877**
Operating Frequency	**DC-20 MHz**
RESETS (and Delays)	**POR, BOR (PWRT, OST)**
FLASH Program Memory (14-bit words)	**8K**
Data Memory (bytes)	**368**
EEPROM Data Memory	**256**
I/O Ports	**Port A, B, C, D, E**
Timers	**3**
Capture/Compare/PWM modules	**2**
Serial Communication	**MSSP, USART**

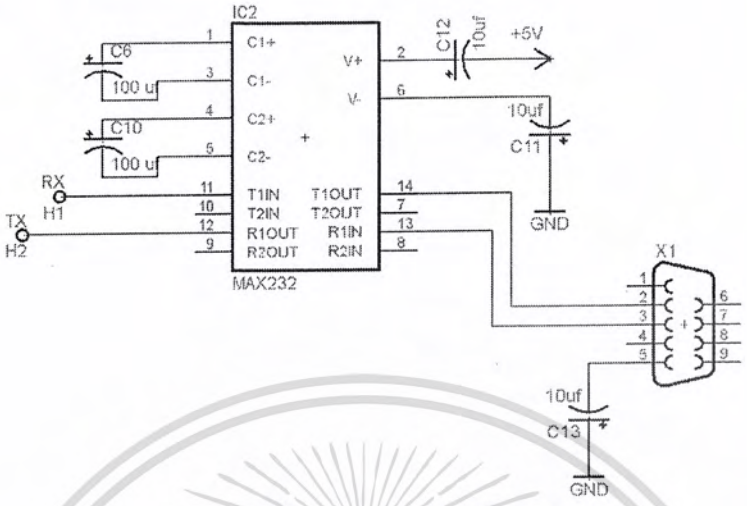
ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้คือ PIC 16F8777 มีคุณสมบัติดังนี้

<u>PIC16F877 สามารถตอบสนองความต้องการของระบบซึ่งได้แก่</u>

1) 8 Output pins สำหรับสแกนวงจรกระดานหมากรุก
2) 8 Input pins สำหรับสแกนวงจรกระดานหมากรุก ซึ่งอยู่ใน Port เดียวกัน
3) Serial ports สำหรับสื่อสารกับคอมพิวเตอร์
4) 14 Output pins สำหรับขับแขนกล
5) มี Memory ที่มากพอที่จะบรรจุโปรแกรมทั้งหมดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้MAX 232ในการขยายสัญญาณ โดยมีการเชื่อมต่อดังรูปที่ 3.4.3

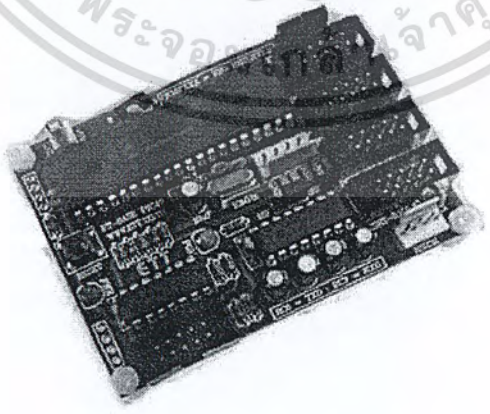


รูปที่ 3.3.3 ก. วงจรสำหรับ IC MAX 232

<u>วงจรสำเร็จรูปที่เลือกใช้</u>

เลือกใช้ **ET BASE PIC 40** ของบริษัท ETT ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการของวงจรที่ออกแบบได้โดยมีองค์ประกอบที่ใช้งานดังนี้

- คริสตอลออสซิลเลเตอร์ขนาด 10 MHz
- I/O Port ขนาด 10 PIN จำนวน 4 พอร์ต
- I/O Port ขนาด 5 PIN จำนวน 1 พอร์ต
- ชุดวงจรไดร์ฟเวอร์ RS232 จำนวน 1 พอร์ต
- ขั้วต่อแรงดันไฟ VCC และ GND



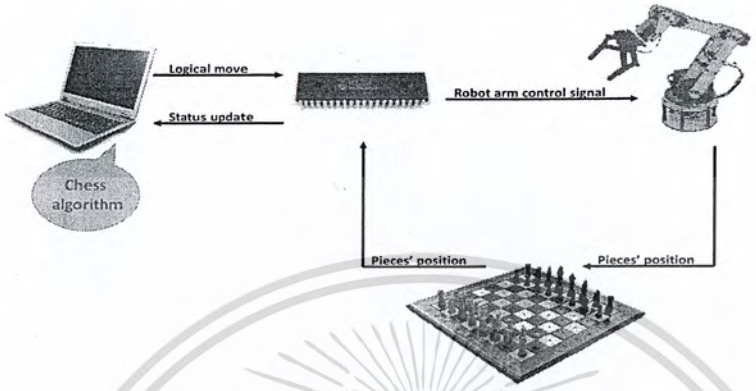
รูปที่ 3.3.3 ข. ET BASE PIC 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบและเขียนโปรแกรม

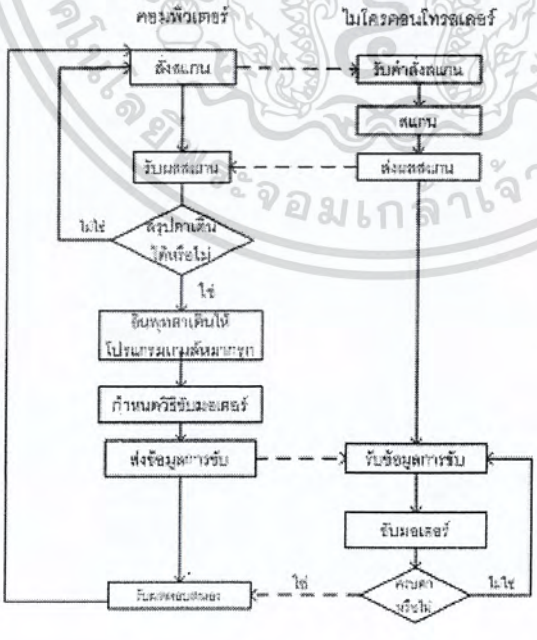
3.4.1 ภาพรวมการทำงานร่วมกันของโปรแกรมต่างๆ

ดังที่ได้อธิบายในส่วนภาพรวมของระบบ ในรูป3.4.1 ระบบของแขนกลเล่นหมากรุกจะมีส่วนควบคุมเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ และ คอมพิวเตอร์ ซึ่งทำงานตามที่ได้โปรแกรมไว้ โดยมีการสื่อสารกันระหว่างหน่วยควบคุมทั้งสองตามโปรโตคอลที่กำหนด



รูปที่ 3.4.1ระบบในภาพรวม

ในแต่ละตาเดิน เมื่อถึงตาของผู้เล่น คอมพิวเตอร์จะสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สแกนหาตำแหน่งบนกระดานที่มีตัวหมากอยู่ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อมูลตำแหน่งที่สแกนได้ไปส่งให้คอมพิวเตอร์ โดยที่คอมพิวเตอร์ตรวจสอบข้อมูลนั้น และจะสั่งสแกนใหม่ซ้ำๆจนกว่าจะได้ข้อมูลที่เพียงพอสำหรับการกำหนดว่าผู้เล่นได้เดินหมากอย่างไร จากนั้นจึงคำนวณหาตาเดินโต้ตอบที่เหมาะสมตามอัลกอริทึมของเกมส์หมากรุก ข้อมูลตาเดินที่คอมพิวเตอร์ได้ตัดสินใจเลือก จะถูกนำมาคำนวณเพื่อหาวิธีการเคลื่อนแขนกลตามตาเดินนั้นๆ จากนั้นคอมพิวเตอร์จะสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขับมอเตอร์ตามลำดับและวิธีที่ได้คำนวณ



รูปที่ 3.4.1 ก. แสดงการทำงานร่วมกันของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

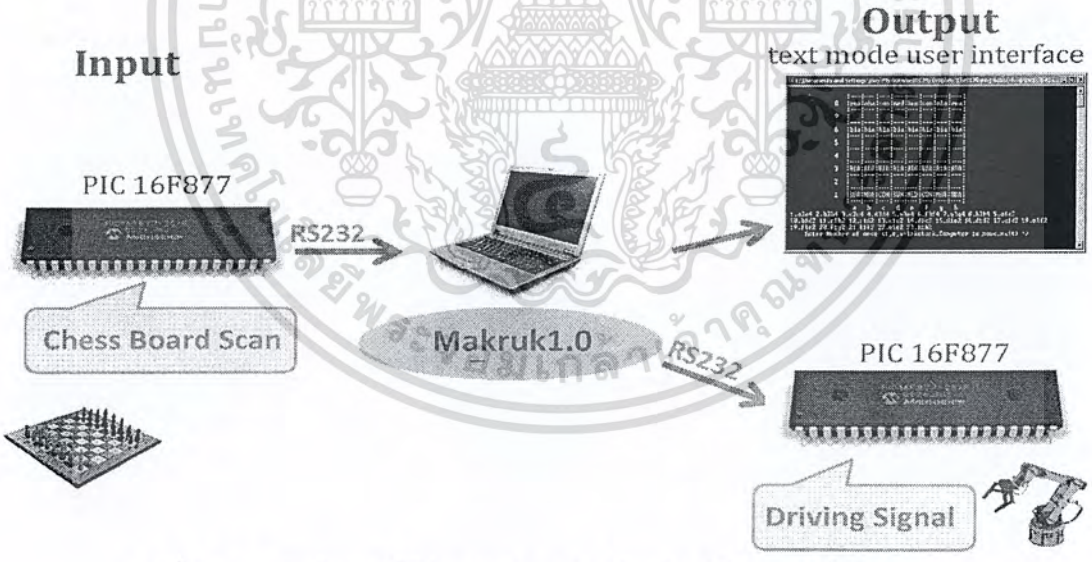
โปรแกรมของส่วนควบคุมในระบบแขนกล แบ่งออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่

1. โปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ ส่วนการเล่นเกมส์หมากรุก
2. โปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนการสแกนกระดานหมาก
3. โปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ ส่วนการUpdate สถานะของกระดานหมาก
4. โปรแกรมบนคอมพิวเตอรส่วนการคำนวณหาวิธีเคลื่อนของแขนกล
5. โปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนการขับมอเตอร์

1. โปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ ส่วนการเล่นเกมส์หมากรุก

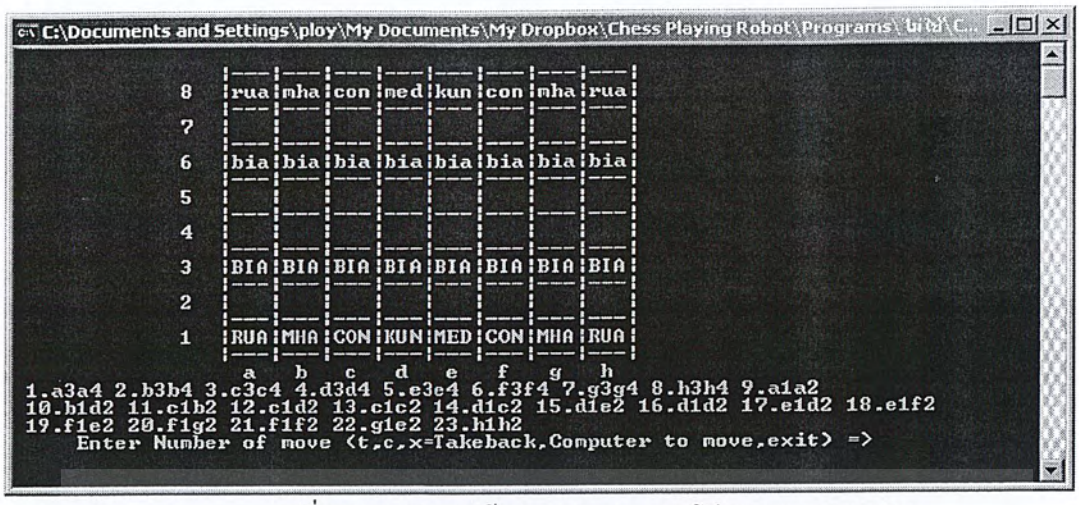
ผู้จัดทำได้นำเกมส์หมากรุกบนคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ดัดแปลงเพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกตาเดินของหุ่นยนต์ โดยเปลี่ยนแปลงส่วนรับข้อมูลตาเดินของผู้เล่นจากเดิมซึ่งเป็นรูปแบบการรับข้อมูล Input ตาเดิน จากแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ให้เป็นการรับข้อมูลจากการสแกนหาตำแหน่งตัวหมากบนกระดานหมากรุก และนำข้อมูลตาเดินของคอมพิวเตอร์มาคำนวณเป็นสัญญาณควบคุมมอเตอร์ต่างๆเพื่อขับหุ่นยนต์ ในภาพ แสดงการนำไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ามาทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์ในการจัดการกับข้อมูล Input และOutput ของโปรแกรมเกมส์คอมพิวเตอร์

โปรแกรมเกมส์หมากรุกบนคอมพิวเตอร์ ที่นำมาประยุกต์ใช้เป็น Open source ชื่อ Makruk 1.0 for DOS ของคุณ Phoomchai Saihom โปรแกรมนี้เป็น Text mode และทำงานบนระบบปฏิบัติการ DOS



รูปที่ 3.4.1 ข. แนวคิดการใช้โปรแกรมMakruk1.0 ร่วมกับองค์ประกอบอื่นในระบบ

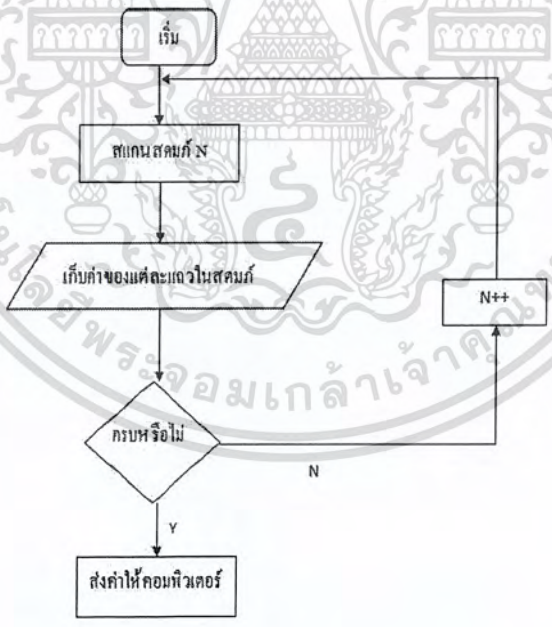
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4.1 ค. แสดงหน้า user interface ของโปรแกรม makruk 1.0

2. โปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนการสแกนกระดานหมาก

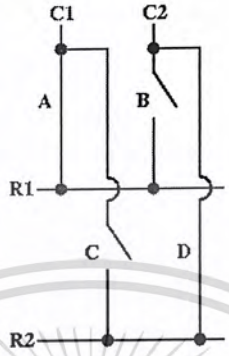
โปรแกรมส่วนนี้ทำหน้าที่ตรวจสอบว่ามีตัวหมากอยู่ที่ตำแหน่งใดบนกระดานบ้าง โดยทำงานร่วมกับวงจรกระดานหมากรุกซึ่งใช้ Reed switch ในการตรวจจับตัวหมากรุกที่มีแม่เหล็กติดอยู่ ตามหลักการสแกนแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.4.1 ง. แผนภาพแสดงขั้นตอนการสแกนบนตารางหมากรุก

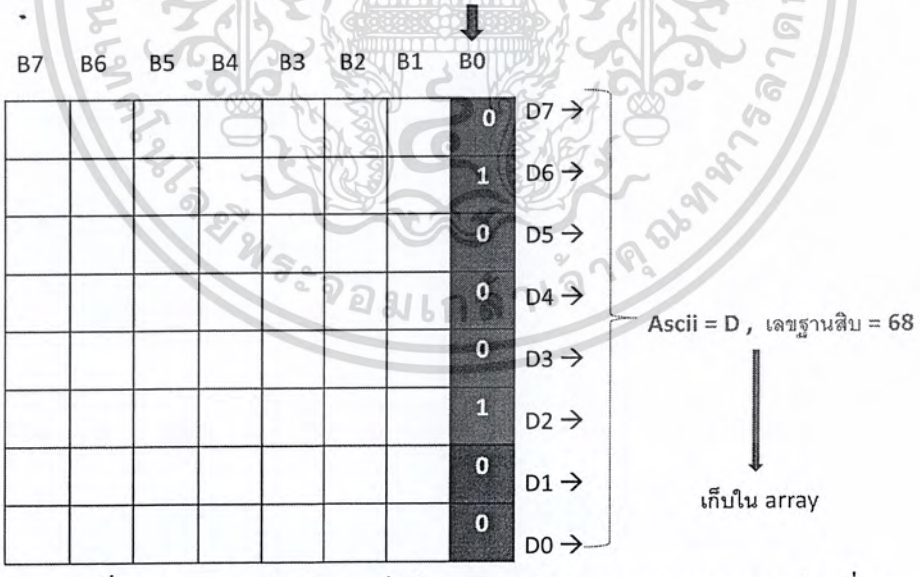
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการสแกนวงจรกระดานหมากรุกทีละหลัก ลำดับวิธีการสแกนเริ่มจากไมโครคอนโทรลเลอร์จ่ายสัญญาณไบนารี ค่า 1 ให้หลักแรกของวงจรกระดานแล้วจึงรับอินพุทจากแถวทั้ง 7 จากรูปที่3.4.1 จ จะเห็นได้ว่า หากมีแม่เหล็กเหนี่ยวนำให้สวิตช์ที่แถวหนึ่งๆปิด กระแสจากสัญญาณที่จ่ายให้กับหลักจะสามารถไหลผ่านไปยังแถวนั้นๆได้ ทำให้ สัญญาณ ไบนารีอินพุท ของแถวนั้นมีค่าเป็น 1 และถ้าหากไม่มีแม่เหล็กวางอยู่ สวิตช์จะเปิดทำให้สัญญาณอินพุตมีค่าเป็น 0



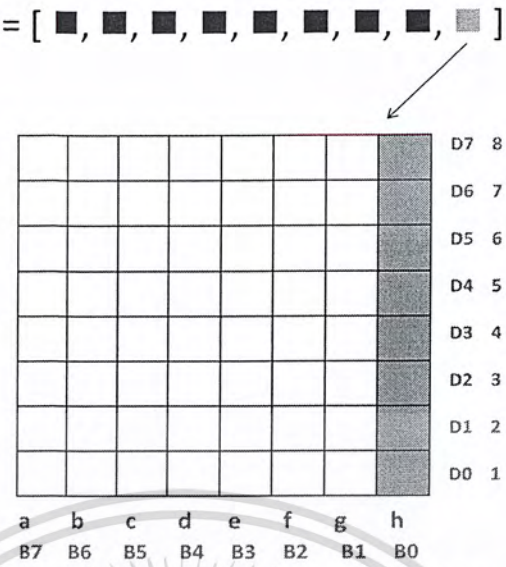
รูปที่ 3.4.1 จ.แสดงการกำหนดไบนารีอินพุทแสดงสถานะกระดานจากการปิดเปิดรีดสวิตช์

สำหรับหลักหนึ่งๆ ค่า Input ของแถวทั้ง8จะรวมกันเป็นข้อมูลประเภท 8-bit character เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์สแกนหลักต่อๆไปจนครบทั้งกระดานแล้ว จะส่งข้อมูล array ที่ประกอบไปด้วยข้อมูล character แสดงสถานะของของแถวทั้ง8



รูปที่ 3.4.1 ฉ. แสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูลตำแหน่งหมากรุกจากการสแกนหลักหนึ่งๆ

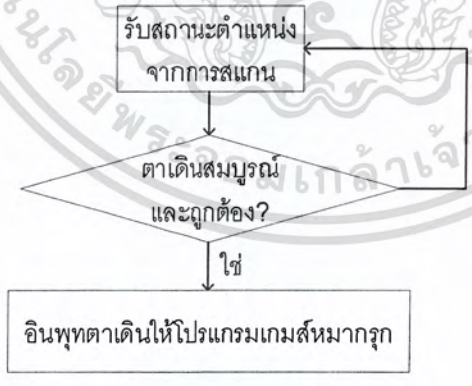
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4.1 ช. รูปอ้างอิงในการเก็บข้อมูลในArray ตามขาไมโครคอนโทรลเลอร์และสัญลักษณ์อ้างอิงช่องหมากรุก

3.4.2 โปรแกรมของโปรเซสเซอร์ในการปรับสถานะของกระดานเพื่อคิดตาเดินและส่งข้อมูลการขับแขนกล

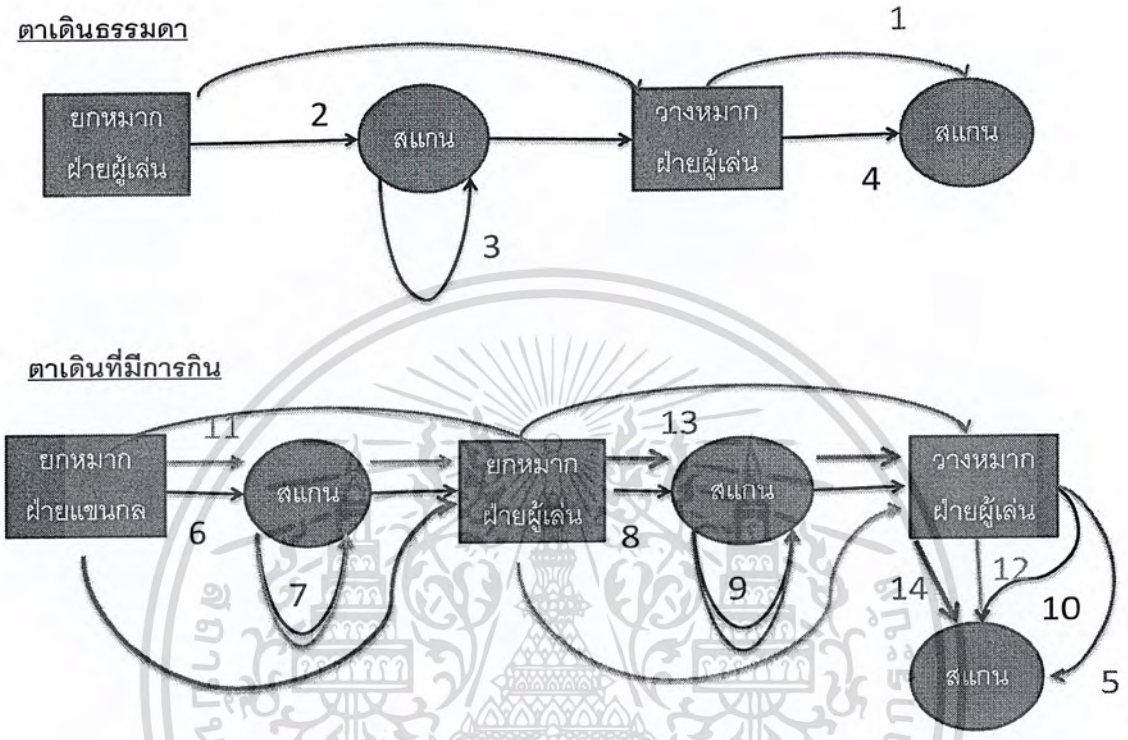
โปรแกรมส่วนนี้ทำหน้าที่รับข้อมูลตำแหน่งตัวหมากที่ได้จากการสแกนกระดานหมากรุก มาปรับเป็นอินพุต ตาเดินของผู้เล่นสำหรับเกมส์คอมพิวเตอร์ Makruk 1.0 for DOS แต่ก่อนที่จะสามารถกำหนดตาเดินของผู้เล่นได้นั้น โปรแกรมจะต้องตรวจสอบผลการสแกนกระดาน ว่าผู้เล่นเดินหมากเสร็จสมบูรณ์และถูกต้องตามกติกาของหมากรุกไทยหรือไม่ หากไม่ จะสั่งให้สแกนใหม่จนกว่าจะได้ข้อมูลอินพุตที่สามารถนำมาใช้ปรับสถานะปัจจุบันของเกมส์ได้



รูปที่ 3.4.2 แผนผังแสดงหลักการทำงานของโปรแกรมปรับสถานะของกระดาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากสถานะของกระดานที่สแกนได้อาจอยู่ระหว่างการเดินหมากที่ยังไม่เสร็จ ดังนั้นในการที่จะสรุปว่าเกิดการเดินที่สมบูรณ์ และถูกต้องตามกฎของหมากรุกไทย จะต้องนำข้อมูลผลการสแกนมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับผลการสแกนครั้งก่อนๆว่าเกิดความเปลี่ยนแปลงขึ้นอย่างไร จึงจะสามารถระบุเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ โดยที่สถานการณ์ที่เป็นไปได้ มีทั้งหมด 14 กรณีดังแสดงในรูปที่ 3.4.2 ก



รูปที่ 3.4.2 ก. แสดงรูปแบบการเดินหมาก

ในการระบุกรณีที่เกิดขึ้น โปรแกรมจะทำการวนลูปแล้วเก็บค่าในตัวแปลต่างๆสำหรับการวิเคราะห์และเปรียบเทียบหาความเปลี่ยนแปลงของผลการสแกนในแต่ละครั้ง ตัวแปลดังกล่าว ได้แก่ miss เป็นตัวแปลบูลีน ที่ค่า 1 หมายถึง มีหมากหายไปจากกระดาน1ตำแหน่งก่อนการสแกนครั้งล่าสุด, new เป็นตัวแปรบูลีนที่ค่า1 หมายถึง มีหมากเพิ่มขึ้นมาบนกระดาน, scanNo เป็นตัวแปร integer ที่ใช้นับจำนวนครั้งที่สแกน, savedMiss หมายถึงตัวหมากที่หายไปในการสแกนครั้งล่าสุด, savedCapture ใช้เก็บค่าตัวหมากที่จะถูกกิน

ตารางที่ 3.4 แสดงค่าตัวแปรต่างๆของการเดินหมาก

กรณี	เหตุการณ์	เงื่อนไขตัวแปร	กำหนด
0	ยังไม่เริ่มเดิน	*miss = NO, new = NO, scanNo = 0*	[should scan again]
1	เดินเสร็จก่อนสแกนครั้งแรก	*miss = YES, new = YES, scanNo = 0*	*From := miss* *To := new*
2	ผู้เล่นยกตัวหมาก	*miss = YES, new = NO, scanNo = 0,* {MISS IS HUMAN}	[should scan again] *scanNo := 1,* *savedMiss := miss*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3	สแกนซ้ำๆเพื่อรอการเปลี่ยนแปลง	*miss = NO, new = NO,* *scanNo > 0*	[should scan again] *scanNo++*
4	ผู้เล่นวางหมาก	*miss = NO, new = YES,* *scanNo > 0*	*From := savedMiss* *To := new* *[reset scanNo]*
5	กินเสร็จก่อนสแกนครั้งแรก	*miss = YES, new = NO, scanNo = 0*	ไม่อนุญาติให้เกิดกรณีนี้ เนื่องจากครุมเครือ
6/11	ยกหมากของฝ่ายแขนกลเพื่อกิน	*miss = YES, new = NO, scanNo = 0,* {MISS IS COMPUTER}	[should scan again] *scanNo := 1,* *savedMiss := miss,* *savedCapture := [miss]**
7	สแกนซ้ำๆรอการเปลี่ยนแปลง หลังจากยกหมากฝ่ายแขนกล	*miss = NO, new = NO,* *scanNo > 0*	[should scan again] *scanNo++*
8	ยกหมากฝ่ายผู้เล่นเพื่อนำไปวางบน ตำแหน่งที่กิน	*miss = YES, new = NO,* *scanNo > 0*	[should scan again] *scanNo++,* *savedMiss := miss,*
9	สแกนซ้ำๆรอการเปลี่ยนแปลง หลังจาก เกิดกรณีที่ 8	*miss = NO, new = NO,* *scanNo>0,*	[should scan again] *scanNo++*
10	วางหมาบนตำแหน่งที่กิน	*miss = NO, new = YES,* *scanNo>0, savedCapture > 0*	*From := savedMiss,* *To := new,* *[reset savedCapture and scanNo]*
12	ผู้เล่นยกและวางหมากของตนในการ กิน เสร็จก่อนการสแกน (เกิดต่อจากกรณี 6/11)	*miss = YES, new = YES, scanNo > 0*	*From:=miss,* *To:=new,* *[reset scanNo,savedCapture]*
13	เกิดการยกหมากของทั้งสองฝ่าย พร้อมๆกัน เมื่อเกิดการกิน	*miss = YES, new = NO, scanNo = 0,* {DOUBLE MISS}	*[should scan again]* *scanNo := 1,* *savedMiss := human-miss,* *savedCapture := [computer-miss]**
14	การกินที่สมบูรณ์ (เกิดต่อจากกรณีที่ 13)	*miss = NO, new = YES, scanNo > 0,* *savedCapture > 0*	*From:=savedMiss,* *To:=new,* *[reset scanNo,savedCapture]*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

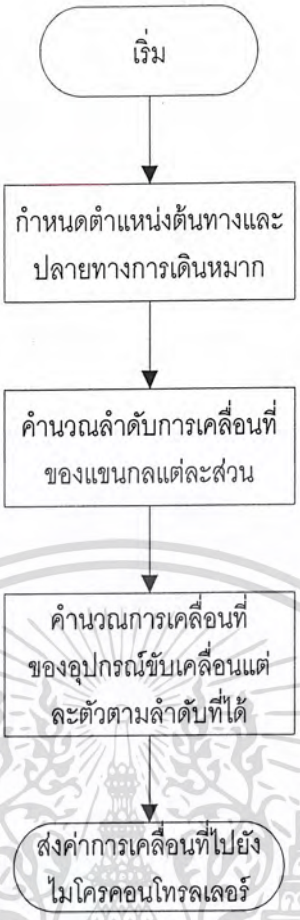
ตารางที่ 3.4.1สรุปตัวแปรสถานะในกรณีต่างๆที่เกิดขึ้น

ตัวแปร				
miss	**new**	**scanNo**	**savedCapture**	**=> case**
NO	NO	=0	NO	**0**
NO	NO	=0	YES	**N/A**
NO	NO	>0	NO	**3,7,9**
NO	NO	>0	YES	**3,7,9**
NO	YES	=0	NO	**N/A**
NO	YES	=0	YES	**N/A**
NO	YES	>0	NO	**4**
NO	YES	>0	YES	**10,14**
YES	NO	=0	NO	**2,6,11,13**
YES	NO	=0	YES	**N/A**
YES	NO	>0	NO	**N/A**
YES	NO	>0	YES	**8**
YES	YES	=0	NO	**1**
YES	YES	=0	YES	**N/A**
YES	YES	>0	NO	**N/A**
YES	YES	>0	YES	**12**

3. โปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ส่วนการคำนวณหาวิธีเคลื่อนของแขนกล

โปรแกรมส่วนนี้นำตาเดินของเกมส์คอมพิวเตอร์มาคำนวณหาข้อมูลที่ต้องใช้ในการขับแขนกล ซึ่งได้แก่ ลำดับการทำงานของมอเตอร์ต่างๆ และ จำนวนสเตปที่สเตปมอเตอร์แต่ละตัวต้องหมุนเพื่อเคลื่อนแขนไปยังตำแหน่งต่างๆบนกระดานตามลำดับการทำงานเพื่อเดินหมากจนครบตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4.2 ข.แผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรม

รูปที่ 3.4.2 ข แสดงการทำงานของโปรแกรม โดยเริ่มจากรับข้อมูลเกี่ยวกับตาเดินของคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้แก่ ตำแหน่งหลักและแถวที่ต้นทางซึ่งเป็นตำแหน่งของตัวหมากที่คอมพิวเตอร์ตัดสินใจเดิน, ตำแหน่งหลักและแถวที่ตำแหน่งปลายทางซึ่งเป็นของช่องกระดานที่คอมพิวเตอร์จะนำหมากไปวาง, และกรณีของตาเดินว่ามีการกินหรือไม่มีการกิน

โปรแกรมจะกำหนดลำดับการทำงานของมอเตอร์ต่างๆขึ้นอยู่กับกรณีกับตาเดินว่ามีการกินหรือไม่ และต้องคำนวณหาจำนวนสเตปที่ สเตปมอเตอร์แต่ละตัวต้องใช้ในการเคลื่อนแขนกลจากตำแหน่งหนึ่งไปตำแหน่งหนึ่ง เช่น จากตำแหน่งต้นทางไปยังปลายทาง, จากตำแหน่งปลายทางไปยังกล่องใส่ชิ้นที่ถูกกิน เป็นต้น โดยในการคำนวณนั้นจะอ้างอิงจากข้อมูลที่เก็บที่จากการสอนให้หุ่นยนต์รู้จักจำนวนสเตปทีต้องใช้ในการเคลื่อนแขนจากตำแหน่งเริ่มต้น (home position) ไปยังแต่ละช่องบนกระดาน

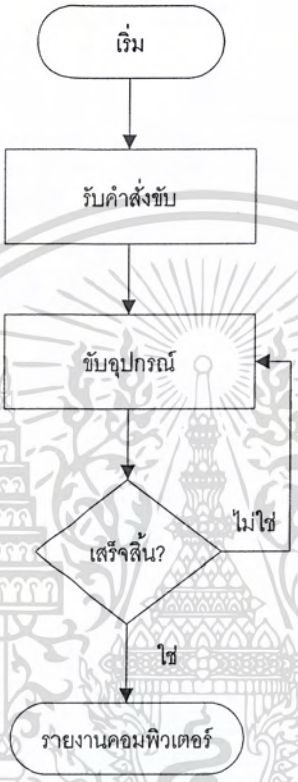
3.4.3. โปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนขับมอเตอร์

โปรแกรมในส่วนนี้ทำหน้าที่รับคำสั่งจากคอมพิวเตอร์เพื่อการขับมอเตอร์ โดยจะรับชุดข้อมูลที่กำหนดการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ต่างๆเพื่อเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปจุดหนึ่งและทำการหยิบหรือวางตัวหมาก เมื่อทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสร็จแล้วจะรอรับคำสั่งจากคอมพิวเตอร์ต่อไปเพื่อขับไปยังอีกจุดหนึ่งและทำการหยิบหรือวางหมาก เป็นเช่นนี้ไปจนครบตาเดินของหุ่นยนต์หนึ่งตา

ผู้ดำเนินงานขับเซอร์โวมอเตอร์ด้วยอินเทอร์รัปท์ไทมเมอร์ โดยจะเปลี่ยนความกว้างของคลื่นตามคำสั่งยกหรือวางแขน และอ้าหุบมือจับ ส่วนสเตปมอเตอร์จะขับแบบสองแกนพร้อมกัน โดยใช้วิธีเลื่อนบิทจ่ายลอจิกเอาพุท วนลูปตามข้อมูลจำนวน
สเตปที่ต้องเคลื่อนไปซึ่งส่งมากจากคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.4.3 แผนผังแสดงการสั่งขับ Actuator ของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

ขั้นตอนสุดท้าย ในการสร้างและออกแบบแขนกลคือการทดสอบการใช้งานซึ่ง มีความสำคัญต่อการแก้ไขหากมีบางส่วนที่ไม่ทำงานตามที่ออกแบบไว้ อีกทั้งการทดสอบยังทำให้ทราบถึงความสามารถสูงสุดของแขนกลเพื่อลดความเสียหายของอุปกรณ์ในภายหลัง

4.1 การทดสอบฟังก์ชันการสแกน ของตารางหมากรุก

ในการทดสอบนี้ ผู้ทดสอบใช้คอมพิวเตอร์สั่งให้เกิดการสแกนเมื่อมีการกดแป้นพิมพ์ มีการติด LED กับกระดานหมากรุก และหน่วงเวลาในขณะสแกน เพื่อตรวจสอบการจ่ายสัญญาณแต่ละหลัก และเพื่อตรวจสอบว่าสัญญาณอินพุตจากแต่ละแถวมีความถูกต้อง หากพบว่าการติดดับของ LED ไม่สอดคล้องกับตำแหน่งหมาก การแก้ปัญหาสามารถทำได้โดยเริ่มจากตรวจสอบการทำงานขององค์ประกอบต่างๆ เช่น รีดสวิตช์ ไดโอด และ ลายวงจร เป็นต้น

โปรแกรมสแกนไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่ง Array สถานะกระดานให้กับโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ซึ่งจะแสดงผลการสแกนเป็น Array ดังกล่าว

จากการทดสอบพบว่าค่าสถานะที่สแกนได้มีความถูกต้องตามสถานะของกระดานหมาก

4.2 การทดสอบการปรับสถานะของกระดานหมากรุกตามตาเดินของผู้เล่น

ในการทดสอบ ผู้ทดสอบใช้แป้นพิมพ์ในการส่งอินพุทให้กับโปรแกรมเกมส์หมากรุกโดยการป้อนค่าไปเก็บใน Array ซึ่งมีรูปแบบเหมือนกับอินพุทที่ได้จากการสแกน เพื่อทดสอบการแปลงข้อมูลดังกล่าวให้เป็นข้อมูลที่ใช้ระบุสถานการณ์ที่เกิดขึ้นบนกระดานหมากได้ การทดสอบด้วยวิธีนี้จะลดความผิดพลาดที่เกิดจากองค์ประกอบอื่นๆ เช่น วงจรกระดานหมากรุก หรือ การส่งข้อมูลผ่าน serial port ซึ่งทำให้ง่ายต่อการแก้ปัญหา

ผลการทดลองคือโปรแกรมสามารถระบุตาเดินของผู้เล่นได้อย่างถูกต้อง และโต้ตอบตามอัลกอริทึมของเกมส์ได้

4.3 การทดสอบการเคลื่อนที่ของแขนกลใน Manual mode

การทดสอบนี้เป็นการทดลองขับแขนกลโดยควบคุมการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ต่างๆ โดยตรง โดยที่ผู้ควบคุมกดปุ่มบนคอมพิวเตอร์เพื่อบังคับการทำงานของมอเตอร์ต่างๆ ค่ารหัสของปุ่มที่กดจะถูกส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ตัดสินใจในการขับมอเตอร์ตามทางเลือกที่กำหนดไว้

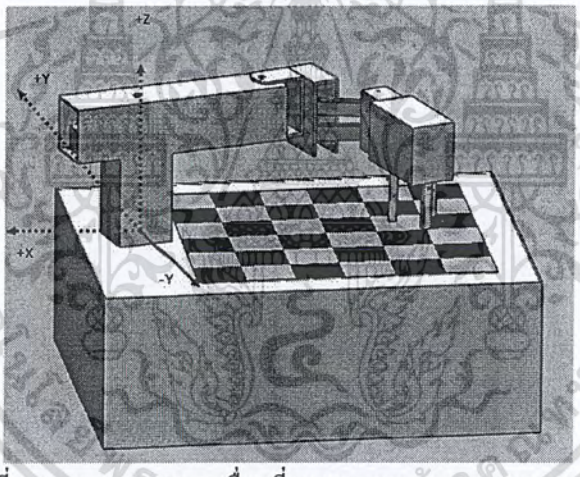
การขับแขนกลใน Manual mode สามารถใช้แสดงผลการทำงานร่วมกันขององค์ประกอบในระบบ และยังใช้ในการทดสอบส่วนต่างๆเช่น ความสามารถของระบบเชิงกล การรับส่งข้อมูลผ่าน serial port และการทำงานของวงจรและโปรแกรมที่ใช้ขับมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าแขนกลสามารถขับเคลื่อน Link ต่างๆ ได้อย่างถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้ สามารถหยิบและวางตัวหมากจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งได้ และมือจับสามารถหยิบตัวหมากซึ่งมีขนาดแตกต่างกันได้ทุกตัว

4.4 ความสามารถของระบบเชิงกล

การทดสอบการเคลื่อนที่ของแขนกล เป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดเพื่อทดสอบว่าแขนกลสามารถเคลื่อนที่ได้ทั่วทั้งหมดบนกระดานหมากรุกทั้ง 64 ช่องโดยทดสอบการหมุนส่วนของฐานและข้อพับที่ต้องทำงานสัมพันธ์กัน เพื่อให้มือจับสามารถไปหยิบตัวหมากรุกที่ต้องการได้ถูกต้องโดยส่วนของแขนพาราเรลและมือจับจะต้องไม่เคลื่อนที่ไปชนกับแขนส่วนอื่น ส่วนการทดสอบแขนพาราเรลจะทดสอบความสามารถการยกมือจับให้สูงเหนือตัวหมาก และก้มจับได้โดยไม่กระแทกดังรูปที่ 4.4 เพื่อให้ทราบถึงระยะการทำงานของแต่ละข้อของแขนกล และนำไปหาระยะสูงสุดที่แขนกลสามารถยกได้ ซึ่งมีความจำเป็นต่อการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการหยิบจับตัวหมากรุกทั้ง 64 ช่อง และป้องกันการชำรุดของแขนกลในขณะที่ทำงานเกินระยะสูงสุด อันจะส่งผลทำให้ส่วนส่งกำลัง เกิดความเสียหายและชำรุดได้ จึงจำเป็นต้องทำการทดสอบการเคลื่อนที่ของแขนกล โดยทำการทดสอบหาระยะสูงสุดดังตาราง 4.4



รูปที่ 4.4 การทดสอบการเคลื่อนที่ของแขนกลบนกระดานหมากรุก

ตารางที่ 4.4 การทดสอบหาระยะสูงสุดของการทำงาน

ข้อแขน	ระยะองศาที่เคลื่อนที่ได้(องศา)	ระยะที่ยกสูงจากพื้น(cm)
ฐาน	0-340	-
ข้อพับ	0-210	-
แขนพาลาเลล(Pallale)	-	0-7
มือจับ	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. 5 การสอนให้แขนกลจดจำตำแหน่ง

เป็นการสอนให้แขนกลรู้จักพิกัดตำแหน่งของช่องบนกระดานแต่ละช่อง โดยสร้างโปรแกรมที่ใช้เก็บค่าจำนวนสเต็ปที่สเต็ปมอเตอร์แต่ละตัวต้องเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆ โดยเริ่มจากการใส่อินพุทหมายเลขหลักและแถวที่ต้องการจะเก็บค่า หลังจากนั้น ทำการขับเคลื่อนแขนกลใน Manual mode ไปยังตำแหน่งนั้น เมื่อเสร็จแล้ว กดปุ่มเปลี่ยนตำแหน่งที่ต้องการบันทึก ค่าที่ได้จะถูกบันทึกโดยอัตโนมัติ แล้วเปลี่ยนไปเก็บค่าที่ตำแหน่งต่อไป เมื่อทำการเก็บค่าจนครบทุกตำแหน่งแล้ว จึงสั่งให้โปรแกรมแสดงค่าที่เก็บออกมาเป็น array เพื่อคัดลอกไปใส่ในโปรแกรมคำนวณข้อมูลสำหรับการขับต่อไป

4.6 การเดินหมากในโหมดกึ่งอัตโนมัติ

เป็นการทดสอบการเดินหมากตามตาเดินของคอมพิวเตอร์ ซึ่งขึ้นอยู่กับโปรแกรมคำนวณและจัดลำดับในการเคลื่อนที่ของแขนกลบนกระดานจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งเพื่อเดินหมากให้ครบตาเดิน โดยผู้ทดสอบกำหนดว่าจะเอาหมากที่ตำแหน่งใดไปวางที่ใด และมีการกินเกิดขึ้นหรือไม่

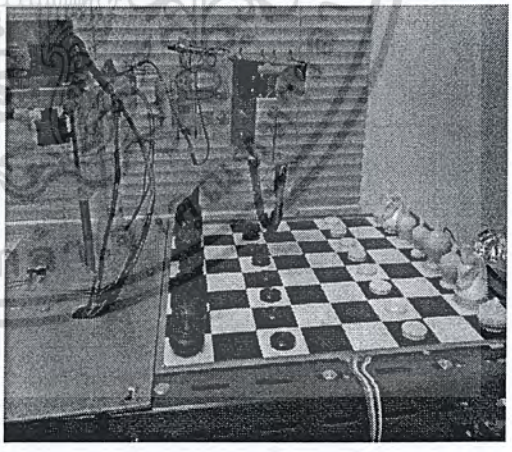
จากผลการทดลองสามารถเดินหมากได้อย่างถูกต้องตามที่กำหนด

4.7 การทดสอบการเล่นหมากรุก

หลังจากทดสอบส่วนการทำงานย่อยแต่ละส่วนดังที่ได้อธิบายข้างต้น ผู้ปฏิบัติงานได้ทดสอบการเล่นหมากรุกของแขนกล

จากผลการทดลองพบว่าแขนกลสามารถเดินหมากโต้ตอบกับคนได้อย่างอัตโนมัติ

รูปที่ 4.7 ก. การติดตั้งและเชื่อมต่ออุปกรณ์



รูปที่ 4.7 ข. แขนกลเล่นหมากรุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

กลุ่มผู้ปฏิบัติงานได้ทำการออกแบบและสร้างแขนกลเล่นหมากรุก โดยเริ่มจากการออกแบบระบบควบคุมทั้งหมดที่มีองค์ประกอบหลักได้แก่ 1) กระดานหมากรุกที่ใช้รีดสวิตช์เป็นเซ็นเซอร์ในการตรวจจับตัวหมากที่มีแม่เหล็กติดอยู่ 2) ส่วนควบคุมซึ่งประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และคอมพิวเตอร์ โดยที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของเซนเซอร์ และจ่ายสัญญาณขับให้กับส่วนขับ ส่วนคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่ประมวลผลเพื่อตัดสินใจในการเดินหมาก และวิเคราะห์ค่าที่ได้จากเซ็นเซอร์เพื่อใช้ในการปรับสถานะของเกมส์ ตลอดจนคำนวณหาวิธีขับอุปกรณ์ 3) ส่วนขับประกอบไปด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าและวงจรขับที่ใช้ในการเคลื่อนแขนกล

การดำเนินงานแบ่งออกเป็นส่วนหลักๆ 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนแขนกล ส่วนโปรแกรม และส่วนวงจร แขนกลมีโครงสร้างแบบสการาที่มี 3 ข้อต่อแบบหมุน (revolute joint) และมี 3 องศาอิสระ ใช้วัสดุหลักเป็นอะคริลิกและอลูมิเนียมแผ่น ส่วนขับใช้สเต็ปมอเตอร์ 2 ตัวในการควบคุมการเคลื่อนที่บนกระดานในระนาบ x y และใช้เซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัวในการควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวแกน z โดยทำงานร่วมกับวงจรขับ ผู้ปฏิบัติการได้ทำการเขียนโปรแกรมบนไมโครคอนโทรเลอร์และคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมให้อุปกรณ์ต่างๆทำงานร่วมกันตามที่ออกแบบ

ผลการดำเนินงาน จากการทดสอบการทำงานทีละส่วนของระบบแขนกลพบว่าระบบย่อยต่างๆสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง นั่นคือ หน่วยควบคุมทั้งสองสามารถสื่อสารกันได้ตามโปรโตคอลที่ออกแบบไว้ สามารถตรวจสอบการเคลื่อนย้ายตัวหมากและปรับสถานะของเกมส์ ณ เวลาปัจจุบันได้อย่างถูกต้อง โปรแกรมที่ใช้เล่นเกมส์หมากรุกสามารถตัดสินใจดำเนินจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากเซ็นเซอร์ได้ สามารถขับมอเตอร์ต่างๆด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ แขนกลสามารถหยิบจับหมากรุกแต่ละตัวที่มีขนาดและรูปร่างที่แตกต่างกันได้ และสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างถูกต้องตามที่ออกแบบ สามารถสอนให้แขนกลจำวิธีการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆบนกระดานได้ ระบบสามารถเดินหมากครบตาตามการคำนวณหาสัญญาณขับและลำดับการเดินสำหรับตานั้นๆได้ หลังจากเชื่อมต่อทุกระบบย่อยเข้าด้วยกันแล้วพบว่าแขนกลสามารถเล่นหมากรุกโต้ตอบกับมนุษย์ได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งบรรลุจุดประสงค์ของโครงงานที่ได้กำหนดไว้

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

จากการดำเนินงานทั้งหมดที่ผ่านมา ได้ประสบกับปัญหาหลายอย่าง ทั้งในด้านของกลไกของแขนกลและวงจรควบคุมการทำงาน ซึ่งมีสาเหตุมาจากการออกแบบรวมทั้งการดำเนินงาน

ปัญหาแรกที่พบคือมีการแตกหักของอุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กที่ติดตั้งอยู่ด้านหลังของกระดานหมากรุก เนื่องจากกระดานหมากรุกที่ออกแบบไว้ต้องมีความหนาไม่มากเพื่อให้เส้นแรงแม่เหล็กที่ติดอยู่บนตัวหมากสามารถทะลุผ่านไปได้ อีกทั้งแผ่นวงจรพิมพ์ที่ใช้ทำกระดานมีความบอบบาง จึงทำให้กระดานสามารถโก่งตัวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระหว่างการถอดเข้าออก จึงทำให้สวิตช์แม่เหล็กที่ทำจากหลอดแก้วบางตัวแตกหักและทำให้ผู้ดำเนินงานต้องเสียเวลาในการหาสาเหตุและทำการแก้ไขโดยการเปลี่ยนตัวใหม่เข้าไปแทน

ปัญหาที่สองคือการเกิดความผิดพลาดในการจับตัวหมากซึ่งมีสาเหตุมาจากการออกแบบมือจับที่มีขนาดพอดีกับขนาดของตัวหมากมากเกินไป ทำให้การวางตำแหน่งของตัวหมากต้องใช้ความแม่นยำสูง สาเหตุอีกอันหนึ่งคือการหลุดของตัวหมากเนื่องจากมือจับทำมาจากอลูมิเนียมทำให้เกิดการลื่นไถลเวลาจับ ซึ่งผู้ดำเนินงานได้ทำการแก้ไขโดยการติดแผ่นยางที่ปลายของมือจับเพื่อให้สามารถจับตัวหมากได้ดีขึ้น

ปัญหาที่สามคือความผิดพลาดของตำแหน่งในการหยิบจับตัวหมาก ซึ่งสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งที่ใช้เนื่องจากเกิดความผิดพลาดในระหว่างการสอนให้แขนกลเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ สาเหตุอีกอันหนึ่งมาจากการติดตั้งแกนของข้อพับที่ไม่ได้ฉาก ทำให้แขนพาลาเลลเคลื่อนที่ไม่ตรงตำแหน่งที่โปรแกรมไว้เนื่องจากการขาดความสมดุลทำให้แรงโน้มถ่วงมีผลไม่เท่ากันในแต่ละตำแหน่ง ซึ่งผู้ดำเนินงานได้ทำการปรับหลายครั้ง แต่ก็ยังไม่สามารถขจัดปัญหาให้หมดไปได้โดยสิ้นเชิง

5.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงงาน

1. มีความเข้าใจในส่วนประกอบของแขนกลและอุปกรณ์ควบคุมการทำงานแขนก
2. มีความเข้าใจในการเขียนโปรแกรมการควบคุมแขนกลและโปรแกรมเล่นหมากรุก
3. มีความเข้าใจในการเชื่อมต่ออุปกรณ์แขนกลและไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์
4. สามารถสร้างแขนกลที่คิดและตัดสินใจได้เองเพื่อนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับแขนกลอุตสาหกรรมได้
5. นำความรู้และประสบการณ์มาประยุกต์ใช้ในการทำงานจริง
6. ฝึกกระบวนการคิดและการทำงานเป็นทีมให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด
7. รู้จักการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าที่สามารถเกิดขึ้นตลอดเวลา

5.4 แนวทางการพัฒนา

แนวทางในการพัฒนาแขนกลเล่นหมากรุกสามารถทำได้หลายส่วน ทั้งในด้านการออกแบบและการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของแขนกล ตัวอย่างในการออกแบบเช่น การทำโครงสร้างขึ้นมารองรับตัวกระดานหมากรุกเพื่อไม่ให้กระดานสามารถโก่งตัวได้ ซึ่งสามารถขจัดปัญหาการแตกหักของอุปกรณ์สวิตช์แม่เหล็กได้ การออกแบบมือจับให้มีความยืดหยุ่นโดยใช้วัสดุอื่นแทนอลูมิเนียมเพื่อให้สามารถจับตัวหมากได้ดีขึ้น นอกจากนี้การเพิ่มความละเอียดในการเคลื่อนที่ของแขนกลก็สามารถช่วยลดปัญหาของการหยิบจับตัวหมากที่ไม่ตรงตำแหน่งได้ การเพิ่มความละเอียดในการเคลื่อนที่ของแขนกลสามารถทำได้โดยการใช้ชุดเกียร์ทด ข้อดีของการใช้เกียร์ทดคือจะได้แรงบิดเพิ่มขึ้น ทำให้แรงโน้มถ่วงมีผลต่อการเคลื่อนที่ของแขนกลน้อยลง ซึ่งเป็นการลดปัญหาของแกนเอียงในทางอ้อม ในด้านของการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของแขนกลสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมที่ใช้ควบคุมมอเตอร์เพื่อให้สามารถปรับความเร็วของมอเตอร์ได้ โดยให้มีการเร่งความเร็วของมอเตอร์เมื่อแขนกลเริ่มเคลื่อนที่และหน่วงความเร็วเมื่อแขนกลเคลื่อนที่ไปถึงตำแหน่งเป้าหมาย ซึ่งวิธีนี้จะทำให้มอเตอร์สามารถหมุนด้วยความเร็วที่สูงขึ้นและทำให้แขนกลสามารถตอบโต้กับผู้เล่นได้เร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Fernandez, A., & Salmeron, A. (2008). BayesChess: A computer chess program based on Bayesian networks. Pattern Recognition Letters 29 , 1154–1159.

[2] Greer, K. (2000). Computer chess move-ordering schemes. Artificial Intelligence 120 , 235–250.

[3] Lazzeri, S. G., & Heller, R. (1996). AN INTELLIGENT CONSULTANT SYSTEM FOR CHESS. Master's Thesis Depmunent of Elecurkal Enginondng and Computer Science The George Washington Univesity.

[4] Olawale, J., Oludele, A., Ayodele, A., & Alejandro, N. M. (2007). Development of a Microcontroller Based. Proceedings of the 2007 Computer Science and IT Education, (pp. 549-557). Ilisan- Remo.

[5] Sawhney, D., Khera, P., & Keskar, D. (2008). Robotic Arm with Four Degrees of Freedom. Emerging Trends in Engineering and Technology, (pp. 802-806).

[6] เจตนา ปรักมาตร์, และ ณัฐพล เทพสถิตย์ศิลป์. (2550). แขนกล. ปริญญานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[7] เสถียร ธัญญศรีรัตน์, ddd, ddd, และ dd. (2541). การออกแบบสร้างและควบคุมแขนกลชนิดจุดต่อแบบหมุนด้วยโปรแกรมLabview. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน.

[8] เสาวรส โสภกุล, ศุภกิจ ยืนสุข, และ พรทิวา ปะวะระ. (2552). การประยุกต์ปัญญาประดิษฐ์ใช่รวมกับการพัฒนาเกม. ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

[9] ไททัศน์ ชุมทอง, และ นนทโชติ ตั้งธีระคุณ. (2549). การควบคุมแบบป้อนกลับของแขนกลไฮดรอลิค. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[10] ชวพล ดิเรกวัฒนะ, วีระชัย เดชกล้า, และ ผศ.ดร.จักรกฤษณ์ ศุทรากรณ. (2551). แขนหุ่นยนต์บอกพิกัด. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยมหิดล.

[11] นิรุติ บุญส่ง, และ ศักรินทร์ สดใส. (2545). แขนกลควบคุมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[12] บุญเสริม กิจศิริกุล. (2539). คอมพิวเตอร์หมากรุกไทย. รายงานผลการประดิษฐ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพ.

[13] ประโยชน์ รุจิรา, และ กมณโลจน์ พรหมผาง. (2550). หมากรุกไทยบนกริดคอมพิวติ้ง. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[14] ปรีชา ลีอ่ำ, ปัญจพันธุ์ แก้วมงคล, และ ปิยศิลป์ รัศมีพระพุทธา. (2551). แขนกลจับของ. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมระบบควบคุม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[15] พ.อ.ต.ภูษิต บุณยทรรพ, ส.อ.พัลลภ ร่อนในเมือ, และ นิติพนธ์ วงษ์วาสน์. (2550). แขนกล 3 แกน. ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.

[16] วรุตม์ ชั้นศิริ, วัชรพล สุตตเขตต์, และ อนุวัฒน์ คณทัตตานนท์. (2550). แขนกล. ปริญญานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[17] วัฒนพงษ์ วิภูษณวรรณ, และ อาทร แก้วเจริญรุ่งเรือง. (2543). แขนกลจับของ. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมระบบควบคุม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[18] สวัสดิ์ลักษณ์ ยอดศรีทอง, และ อัครพล จินาพันธ์. (2550). โปรแกรมจำลองการทำงานของแขนกล. ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.

[19] สัมพัทธ์ วรรณวิไลรัตน์, dd, ddd, และ ddd. (2550). แขนกลคัดแยกวัตถุ. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์เชิงกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[20] สิทธิชัย กลิ่นประยงค์, และ สดมภ์วร ประกอบพานิชย์. (2548). โครงงานการพัฒนาโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์โดยใช้คอมพิวเตอร์. ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้